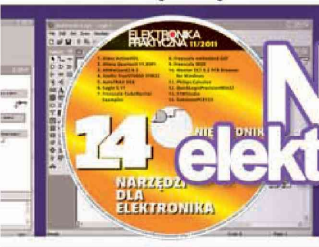
AUDIO POWER METER

www.ep.com.pl

ELEKTRONIKA PRAKTYCZNA

CD +FTP

● Międzynarodowy magazyn elektroników konstruktorów ● LISTOPAD ● 11/2011



Niezbędnik elektronika na DVD

TYLKO DLA PRENUMERATORÓW

Konkurs: Microchip

TEMAT NUMERU
Przedwzmacniacze audio

GRATIS Płytki AVTduino LCD str. 130

inspirujące użyteczne projekty

Tor transmisji PLC • AVTCPLDuino • IntelliDom – moduł wykonawczy • Lampowo-tranzystorowy odbiornik UKF • Moduł karty pamięci SD kompatybilny z Arduino • Tester refleksu • Wskaźnik poziomu sygnału audio

podzespoły sprzęt

Multimetr Brymen BM869 • Programatory Elnec • Freescale Kinetis KwikStik • Wyświetlacze zintegrowane z mikrokontrolerami • Nowe peryferia w mikrokontrolerach PIC10/16 • Platforma OMAP 4

tutoriale

Precyzyjne pomiary prądu • Ekrany do wymagających aplikacji przemysłowych • Biblioteki pakietu STEP 7 Basic 10.5 do RFID • Lantronix XPort Pro • Komunikacja STM32 z pamięcią szeregową • Obsługa modułu Arduino Motor

KURSY

- Code Composer Studio v4
- Kurs programowania mikrokontrolerów PIC
- Lattice MachXO2 Pico Development Kit
- Cyfrowe zwrotnice głośnikowe



ELFA wireless



ELFA od wielu lat intensywnie rozwija swoją ofertę w zakresie techniki bezprzewodowej.
Oferujemy zarówno gotowe produkty jak i pojedyncze moduły. W naszym asortymencie można znaleźć wszystkie, niezbędne elementy od zasilaczy i elektroniki, poprzez kable i obudowy, na antenach kończąc.

Adeunis RF · CEP · ONTECH · GlobalSat · SMARTEQ · Telic · Telit

ELFA Elektronika Sp. z o.o., Aleje Jerozolimskie 136, 02-305 Warszawa • Internet: www.elfaelektronika.pl
Centrum Obsługi Klienta • Tel.: 22 570 56 00 • Fax: 22 570 56 20 • E-mail: obsluga.klienta@elfa.se

EP ISSN 1230-3526 Indeks 357677
9 771230 352115 11
cena: 16,00 zł (w tym 8% VAT)
PRICE: 8 EUR Nakład 29000 egz.

theknode
element14

TWOJE ŹRÓDŁO WIEDZY INŻYNIERSKIEJ Z ZAKRESU
PROJEKTOWANIA ELEKTRONIKI

- PLATFORMY NARZĘDZIOWE I ZESTAWY
- NARZĘDZIA CAD
- SYSTEMY OPERACYJNE I STRUKTURY DANYCH
- USŁUGI W ZAKRESIE PŁYTEK PCB
- NARZĘDZIA KONSTRUKTORSKIE
- WYPOSAŻENIE BADAWCZE

The element14 knode jest kompletnym systemem projektowania układów elektronicznych, dzięki któremu inżynierowie mogą projektować lepiej, szybciej i taniej. System wyposażony jest w jeden interfejs zapewniający dostęp do najnowszych, światowych rozwiązań projektowych i umożliwiający inżynierom podejmowanie decyzji uwzględniających relacje i współzależności wymagane dla efektywnego projektowania. Pozwala inżynierom dokonywać szybkich analiz, identyfikować i kupować niezbędne elementy.

Jeśli chcesz zobaczyć, jak działa element14 knode, odwiedź:
www.element14.com/knode

Farnell
www.farnell.com/pl

element14
www.element14.com

Próbkowanie 1GSa/s, Pamięć 1Mpunkt



Modele	DS1102E DS1102D z analizatorem	DS1052E DS1052D z analizatorem
Pasmo	100MHz	50MHz
Ilość kanałów	2 kanały + zewnętrzne wyzwalanie, 16 kanałów logicznych w modelach z analizatorem	
Próbkowanie	1 GSa/s (praca jednokanałowa), 500 MSa/s (praca dwukanałowa)	
Ekwiwalentne	25 GSa/s	10 GSa/s
Czas narastania	3,5 ns	7 ns
Długość pamięci	1 Mpunkt (praca jednokanałowa, próbkowanie 500 MSa/s), 512 kpunktów (praca dwukanałowa, próbkowanie 500 MSa/s) 512 kpunktów/kanał (analizator stanów logicznych)	
Podstawa czasu	2 ns/dz ~ 50 s/dz	5 ns/dz ~ 50 s/dz
Czułość	2 mV/dz ~ 10 V/dz	
Maks. nap. wej.	300 V RMS CAT I, (1 MΩ II 15 pF)	
Interfejsy	USB port, USB host, RS 232, Pict Bridge, P/F Out	
Wyświetlacz	5,6 cala TFT (64 k LCD kolor) 320x234 punkty	
Cena	**DS1102E - 2 200 zł +vat**	**1052E - 1 398 zł +vat**

PC-LINK SYSTEM

Przy zakupie sanwa® DS1052E DS1102E w promocji PC5000a za 1zł+vat

Dane: PC5000a - błąd 0,03%, odczyt 50000 i 500000 na zakresach DVC i Hz; True RMS (pomiar rzeczywistej wartości skutecznej) dla AC / AC+DC. Funkcje: DCV,AC(AC+DV)V, DCA,AC+DC)A, Ω, C, Hz, dBm, Logic,

NOWOŚĆ!! Generator funkcyjny DF 1410

-----2 kanały------



Przebiegi	Sinus, Prostokąt, Piła, Impuls, Szum i inne
Sinus	1 µHz to 10 MHz
Prostokąt	1 µHz to 5 MHz
Inne	1 µHz to 1 MHz
Rozdzielczość	0,1 µHz
Długość przebiegu	32k punktów
Dokładność amplitudy	14 bitów
Częstość próbkowania	100 MSa/s
Charakterystyka przebiegu sinusoidalnego	
Zniekształcenia harm. (1 Vpp, 50 Ω)	
DC to 20 kHz	-60 dBc
20 kHz to 1 MHz	-50 dBc
1 MHz to 10 MHz	-40 dBc
Charakterystyka wyjściowa	

Amplituda	Kanał A	Kanał B
	1 mVpp ~ 20 Vpp	200 mVpp ~ 20 Vpp
	0,5 mVpp ~ 10 Vpp (50 Ω)	100 mVpp ~ 10 Vpp (600 Ω)
Impedancja	50 Ω	
DC offset	-100% ~100%	
Częstotliwość		0,1 Hz ~ 20 kHz

• Technologia DDS: Sygnały wyjściowe o dużej dokładności i stabilności oraz małym poziomem zniekształceń • Szerokie możliwości modulacji różnymi sygnałami:AM, FM, PM, FSK, Sweep, Burst • **2 kanały wyjściowe** • Częstotliwość próbkowania 100MSa/s, 14-bitowa rozdzielczość pionowa, 32k-punktowa pamięć przebiegów • Intuicyjny interfejs użytkownika - łatwość obsługi nawet bez instrukcji. • 5 standardowych przebiegów wyjściowych: sinus, prostokąt, piła, impulsy, szum, • Szerokopasmowy licznik częstotliwości o dużej dokładności i zakresie do 100MHz

APPA703 Mostek RLC

APPA

NOWOŚĆ

- 20000/2000 Podwójny wyświetlacz
- 46 segmentowy bargraf
- Automatyczny wybór pomiatu LCR
- Automatyczny dobór zakresów
- Automatycznr podświetlanie
- 0,2% dokładność podstawowa (pojemność i induk-cyjność)
- Pomiar parametrów: L, C, R, D, Q, Θ, EsR
- Zakres częstotliwości: 100Hz/120Hz/1kHz/10kHz/ 100kHz
- Równoległy/szeregowy tryb testowy
- Sortowanie tryb QC
- Data Hold
- Autokalibracja
- Zewnętrzny zasilacz DC z adapterem 230V
- Tryb zerowania
- Sygnalizacja słabej baterii, automatyczne wyłącza-nie - oszczędność baterii
- Optyczne łącze USB z oprogramowaniem + kabel
- Przewody do testowania: 5-przewodowego, 2-prze-wodowego, elementów SMD

800 zł + vat



NOWA SERIA ZASILACZY NDN
NAJWIĘKSZY WYBÓR, NAJLEPSZA CENA, TRZY LATA GWARANCJI!!!



Model Parametry	NDN DF173003C	NDN DF173005C	NDN DF1723003DC	NDN DF1723005DC	NDN DF1723003TC	NDN DF1723005TC	NDN DF1743003C	NDN DF1743005C
Napięcie wyjściowe	0-30V	0÷30V	2 x (0÷30V)	2 x (0÷30V)	2 x (0÷30V) 2 x (0÷3A) 1 x (5V, 3A)	2 x (0÷30V) 2 x (0÷5A) 1 x (5V, 3A)	2 x (0÷30V) 2 x (0÷3A) 1x(8÷15V, 1A) 1x(3÷6V, 3A)	2 x (0÷30V) 2 x (0÷3A) 1x(8÷15V, 1A) 1x(3÷6V, 3A)
Prąd wyjściowy	0-3A	0÷5A	2 x (0÷3A)	2 x (0÷5A)				
Dokładność pomiaru	Dokładność pomiaru napięcia: ±1% + 2 cyfry, dokładność pomiaru prądu: ±2% + 2 cyfry							
Wyświetlacz	2 x LED		4 x LED					
Ilość wyjść	Pojedynczy		Podwójny		Potrójny		Poczwórny	
Napięciowy współczynnik stabilizacji	CV≤1 x 10^{-4} + 1mV CC≤2 x 10^{-3} + 2mA		CV≤1 x 10^{-4}+1mV CC≤2 x 10^{-3}+2mA		CV≤1 x 10^{-4}+1mV (CH1 i CH2) CC≤2 x 10^{-3}+2mA (CH1 i CH2) CV≤1 x 10^{-4}+1mV (CH3)		CV≤1 x 10^{-4}+1mV (CH1 i CH2) CC≤2 x 10^{-3}+1mA (CH1 i CH2) CV≤1 x 10^{-4}+1mV (CH3 i CH4)	
Obciążeniowy współczynnik stabilizacji	CV≤1 x 10^{-4} + 2mV CC≤2 x 10^{-3} + 6mA		CV≤1 x 10^{-4}+2mV CC≤2 x 10^{-3}+6mA		CV≤1 x 10^{-4}+2mV (CH1 i CH2) CC≤2 x 10^{-3}+6mA (CH1 i CH2) CV≤1 x 10^{-3}+3mV (CH3)		CV≤1 x 10^{-4}+2mV (CH1 i CH2) CC≤2 x 10^{-3}+2mA (CH1 i CH2) CV≤1 x 10^{-3}+3mV (CH3 i CH4)	
Tętnienia i szumy	CV≤0,5mVrms (5Hz-1MHz) CV≤20mVp-p (5Hz-1MHz) CC≤3mArms CC≤30mAp-p		CV≤0,5mVrms (5Hz-1MHz) CC≤3mArms		CV≤0,5mVrms (5Hz-1MHz) CC≤3mArms (CH1 i CH2) CV≤1mVrms (5Hz-1MHz) (CH3)		CV≤0,5mVrms (5Hz-1MHz) CC≤2mArms (CH1 i CH2) CV≤1mVrms (5Hz-1MHz) (CH3 i CH4)	
Zabezpieczenie	przed przeciążeniem oraz odwrotną polaryzacją		przed przeciążeniem i odwrotną polaryzacją oraz ograniczenie prądowe i przeciwzwarciowe					
Praca szereg, równ, tracking	NIE		TAK				TAK	
Włącz/wyłącz wyjścia	TAK		TAK		TAK		TAK	
Ograniczenie prądowe	Nastawianie ograniczenia prądowego przy odłączonym wyjściu							
Wymiary	130 x 155 x 295 mm		255 x 156 x 295 mm				255 x 160 x 305 mm	
Cena (bez VAT)	250	245	400	450	520	570	550	590

Do pracy ciągłej (8h przy pełnym obciążeniu)

NOWOŚĆ!! ZESTAW LUTOWNICZY LF-8800 STACJA LUTOWNICZA LF-2000 i LF-1680

Zestaw lutowniczy LF-8800	
Zasilanie	220~240 VAC/50Hz
Moc końcówki	SIA 100W
	DIA 100W
	HAP 80 W
	TWZ 100 W
Zakres temperatury	SIA 150~480 °C
	DIA 300~450 °C

1000 zł + vat **220 zł + vat** **300 zł + vat**



Stacja	LF-2000	LF-1680	
Zasilanie	220-280V AC 50Hz		
Typ końcówki	210 ESD	SIA 108 ESD	TWZ 80
Moc końcówki	100 W	80 W	80 W
Zakres temperatur	200°- 450° C	200°- 480° C	200°- 450° C
Grot (standard)	44-415404	44-510601	46-060102

NDN®

02-784 Warszawa, ul. Janowskiego 15 tel./fax (22) 641-15-47, 644-42-50

http://www.ndn.com.pl e-mail: ndn@ndn.com.pl

• Szczegółowe informacje w Internecie na stronie www.ndn.com.pl

Piątkami na podium

Otrzymujemy wiele artykułów, które z różnych powodów nie są publikowane na łamach naszego miesięcznika. A szkoda, bo często są wśród nich wartościowe teksty, opracowane starannie i „opakowane" w gruntowną wiedzę, wynikającą (na przykład) z wielu lat doświadczeń. Jeśli taki artykuł czeka zbyt długo w kolejce albo ta praca idzie na marne, to boli to tak samo redakcję EP, jak i autora. Sporadycznie zdarza się też, że taki tekst wymaga szybszej publikacji, niż wynika to z cyklu powstawania gazety, bo za dwa czy trzy miesiące będzie nieaktualny. Tylko Internet stwarza szansę rozwiązania tego problemu.

Na naszej nowej stronie EP postanowiliśmy utworzyć „strefę publikacji", miejsce dla publikacji, które z jakiegoś powodu nie ukażą się w gazecie, a mogą być przydatne naszym Czytelnikom. Redakcja nie ocenia tych tekstów i nie poddaje ich żadnej „obróbce". Materiały będą publikowane *„as it is"*. Ocena ich przydatności należy do Czytelników! My respektujemy te oceny i pozostawiamy sobie jedynie przywilej nagradzania autorów. Nie będziemy ich nagradzać wirtualnymi punktami, za które można „coś tam", ale żywą gotówką!

Przyjęliśmy formułę „Piątkami na podium". Co to oznacza? Otóż płacimy honorarium za trzy artykuły z pięciu nadesłanych i opublikowanych na stronie EP. Zasady nie są skomplikowane. Przysyłacie do nas artykuły, które umieszczamy w „Strefie publikacji". Jednorazowo publikujemy ich tam pięć i rozpoczynamy głosowanie. Czytelnicy „Strefy publikacji" oddają głosy na artykuły oceniając ich przydatność i użyteczność. My w tym czasie zbieramy kolejne pięć artykułów i po ich zgromadzeniu, ale w czasie nie krótszym niż po upływie 3…4 tygodni (bo przecież trzeba mieć szansę na przeczytanie artykułów) zamykamy głosowanie, podliczamy liczbę Waszych głosów, ustalamy kolejność na podium i wypłacamy nagrody. Następnie publikujemy kolejną „piątkę", którą Wy oceniacie, oceniacie… I kolejną, i kolejną, i tak bez końca. Na podium, jak już wiadomo, jest miejsce tylko dla trzech publikacji z pięciu. Wysokość honorarium jest następująca:

- za miejsce I płacimy 250 złotych brutto za stronę obliczeniową, to jest 6000 znaków lub 3 rysunki/fotografie, ale nie więcej niż 1000 złotych.
- za miejsce II płacimy 150 złotych brutto za stronę obliczeniową, ale nie więcej niż 600 złotych.
- za miejsce III płacimy 100 złotych brutto za stronę obliczeniową, ale nie więcej niż 400 złotych.

Artykuły trzeba przesłać pocztą elektroniczną na adres redakcja@ep.com.pl lub na płycie CD w formacie MS Word, Open Office lub zwykły tekst. Do artykułu należy dołączyć zeskanowane i własnoręcznie podpisane oświadczenie o następującej treści *„Autor oświadcza, że artykuł pt. …… jest jego oryginalnym opracowaniem i nie narusza praw autorskich osób trzecich. Autor przyjmuje na siebie pełną odpowiedzialność prawną i finansową z tytułu ewentualnych roszczeń osób trzecich wynikających z naruszenia praw autorskich."*.

Tyle odnośnie do strony internetowej. Mam nadzieję, że spodoba się Wam nasza inicjatywa. Jednocześnie zapraszam do lektury gazety, w której jest wiele ciekawych artykułów, ale wśród nich chciałbym wyróżnić przede wszystkim dwa. Pierwszy z nich jest umieszczony w rubryce „Wybór konstruktora" i prezentuje przegląd układów scalonych do przedwzmacniaczy audio. Ta obszerna i wyczerpująca temat publikacja powinna zadowolić wszystkich, którzy zajmują się tematyką wzmacniaczy małej częstotliwości i narzekają na niewielką liczbę publikacji na ten temat. Drugi prezentuje nowe mikrokontrolery firmy Microchip wyposażone w konfigurowalne bloki logiczne (*CLC*). Jak widać Microchip nadal promuje i rozwija swoje rozwiązania natywne, co jest ewenementem przy powszechnej „ARM-izacji" rynku. Tego artykułu szukajcie w rubrye „Podzespoły". Warto również zainteresować się związanym z nim konkursem, a nuż się poszczęści?

Jacek Bogusz

P.S. Zbliża się grudzień – miesiąc rozdawania podarków. Nam też udzieliło się to szaleństwo i rozdajemy płytki rozszerzeń dla Arduino – str. 130

Miesięcznik „**Elektronika Praktyczna**" (12 numerów w roku) jest wydawany przez AVT-Korporacja Sp. z o.o. we współpracy z wieloma redakcjami zagranicznymi.

Wydawca:
AVT-Korporacja Sp. z o.o.
03-197 Warszawa, ul. Leszczynowa 11
tel.: +48 22 257 84 99, faks: +48 22 257 84 00

Adres redakcji:
03-197 Warszawa, ul. Leszczynowa 11
tel.: +48 22 257 84 49, +48 22 257 84 60
tel.: +48 22 257 84 65, +48 22 257 84 48
faks: +48 22 257 84 67
e-mail: redakcja@ep.com.pl
www.ep.com.pl

Redaktor Naczelny:
Wiesław Marciniak

Redaktor Programowy, Przewodniczący Rady Programowej:
Piotr Zbysiński

Zastępca Redaktora Naczelnego, Redaktor Prowadzący:
Jacek Bogusz, tel. +48 22 257 84 49

Redaktor Działu Projektów:
Piotr Witczak, tel. +48 22 257 84 61

Redaktor Działu Podzespołów i Sprzętu:
Jerzy Pasierbiński

Szef Pracowni Konstrukcyjnej:
Grzegorz Becker, tel. +48 22 257 84 58

Dyrektor Działu Marketingu i Reklamy:
Katarzyna Wiśniewska, tel. +48 22 257 84 65
e-mail: reklama@ep.com.pl

Product Menager:
Katarzyna Gugała, tel. +48 22 257 84 64

Marketing i Reklama:
Justyna Warpas, tel. +48 22 257 84 62
Bożena Krzykawska, tel. +48 22 257 84 42
Grzegorz Krzykawski, tel. +48 22 257 84 60
Andrzej Tumański, tel. +48 22 257 84 63

Sekretarz Redakcji:
Grzegorz Krzykawski, tel. +48 22 257 84 60

DTP i okładka:
Dariusz Welik

Redaktor strony internetowej www.ep.com.pl
Michał Pieniążek

Stali Współpracownicy:
Arkadiusz Antoniak, Rafał Baranowski, Marcin Chruściel, Jarosław Doliński, Andrzej Gawryluk, Krzysztof Górski, Tomasz Jabłoński, Krzysztof Paprocki, Krzysztof Pławsiuk, Sławomir Skrzyński, Jerzy Szczesiul, Ryszard Szymaniak, Marcin Wiązania, Tomasz Włostowski, Robert Wołgajew

Uwaga! Kontakt z wymienionymi osobami jest możliwy via e-mail, według schematu: imię.nazwisko@ep.com.pl

Prenumerata:
tel.: +48 22 257 84 22, faks: +48 22 257 84 00
www.avt.pl/prenumerata, e-mail: prenumerata@avt.pl
Sklep: www.sklep.avt.pl, tel. +48 22 257 84 66

Wydawnictwo AVT-Korporacja Sp. z o.o. należy do **Izby Wydawców Prasy**

Copyright AVT-Korporacja Sp. z o.o.
03-197 Warszawa, ul. Leszczynowa 11

Projekty publikowane w „Elektronice Praktycznej" mogą być wykorzystywane wyłącznie do własnych potrzeb. Korzystanie z tych projektów do innych celów, zwłaszcza do działalności zarobkowej, wymaga zgody redakcji „Elektroniki Praktycznej". Przedruk oraz umieszczanie na stronach internetowych całości lub fragmentów publikacji zamieszczanych w „Elektronice Praktycznej" jest dozwolone wyłącznie po uzyskaniu zgody redakcji. Redakcja nie odpowiada za treść reklam i ogłoszeń zamieszczanych w „Elektronice Praktycznej".

Cortex-M4

w rodzinie STM32

Mikrokontrolery z nowej rodziny

STM32-F4



STM32-F4 w skrócie:

- rdzeń Cortex-M4 150 MHz
- jednotaktowe instrukcje DSP
- peryferia zgodne z STM32-F2
- obudowy: LQFP/CSP/BGA 64...176 pinów
- zintegrowana FPU
- wymienność z STM32-F2
- do 1 MB Flash/192 kB SRAM
- zgodność z CMSIS
- dupleksowy interfejs I2S
- szybkie timery PWM do 150 MHz

www.st.com/stm32

MASTERS

Dystrybutor:

MASTERS Sp. z o.o.
ul. Objazdowa 5b
83-010 Straszyn k. Gdańska

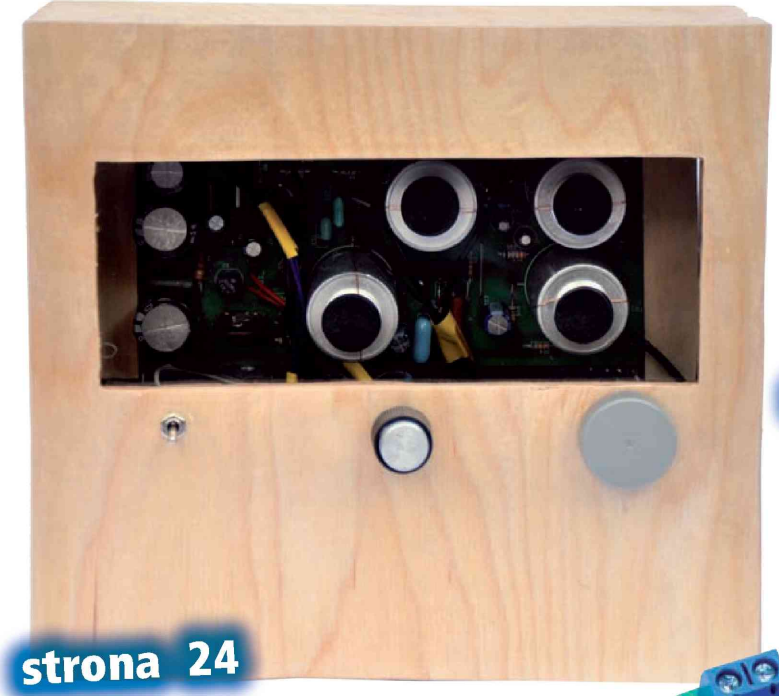
tel. +48-58-691-06-91
fax +48-58-691-06-92
www.masters.com.pl



strona 32

Miernik mocy wyjściowej wzmacniacza

Pomiaru mocy wyjściowej wzmacniacza zazwyczaj dokonuje się za pomocą woltomierza m.cz. lub oscyloskopu i znanego obciążenia. Nie jest to metoda wygodna i dlatego powstał prezentowany projekt miernika mocy wyjściowej wzmacniacza m.cz. o mocy do 50 W i rezystancji obciążenia 4, 6, 8 lub 16 Ω.



strona 24

Lampowy odbiornik UKF

Projekt, który prezentujemy pozwoli – choćby trochę – przenieść się w dawne czasy, zachowując przy tym funkcjonalność i niewielkie gabaryty nowoczesnego odbiornika tranzystorowego.

intelliDom

Projekt interfejsu użytkownika i urządzeń wykonawczych do systemu inteligentnego budynku z komunikacją przez sieć ZigBee. System jest w pełni konfigurowalny i dodatkowo wyposażony w ultranowoczesny, kolorowy wyświetlacz LCD z panelem dotykowym.



strona 40



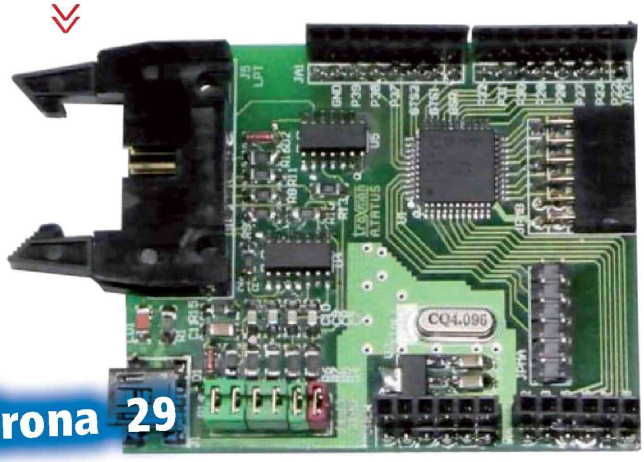
strona 46

Tor transmisji PLC do pojazdu

W opisach przeważają projekty modemów komunikujących się przez sieć 230 V_{AC}, a my prezentujemy system do transmisji danych poprzez sieć zasilającą pojazdu, np. samochodu.

AVTduino PLD

Projekt płytki kompatybilnej ze sterownikiem Arduino z… układem PLD. Dzięki temu zyskuje się nową funkcjonalność, elastyczność CPLD i jego szybkość. A przy okazji będą do niej pasowały standardowe peryferia przeznaczone dla Arduino i jego funkcjonalnego odpowiednika– AVTduino.



strona 29

ELEKTRONIKA PRAKTYCZNA

Nr 11 (227)
Listopad 2011

Projekty

Lampowo-tranzystorowy odbiornik UKF 24
AVTCPLDuino. Kompatybilna z Arduino płytka z CPLD 29
Miernik mocy skutecznej wzmacniacza audio 32
IntelliDom. System sterowania inteligentnego budynku z interfejsem ZigBee (2) 40
Tor komunikacyjny PLC. Transmisja danych po liniach zasilania 46

Miniprojekty

AVTduino SD. Moduł karty pamięci kompatybilny z Arduino 52
Gra „Kto pierwszy ten lepszy" 53
10-diodowy wskaźnik poziomu sygnału audio 54

Wybór konstruktora TEMAT NUMERU

Przedwzmacniacze audio. Układy scalone przedwzmacniaczy z regulacją parametrów dźwięku ..55

Notatnik konstruktora

Precyzyjne pomiary prądu 105
Komunikacja STM32 z pamięcią szeregową 120

Sprzęt

Multimetr Brymen BM869 89

Podzespoły

Nowe peryferia w mikrokontrolerach PIC10/16 73
Cortex-M4 dla każdego! Freescale Kinetis KwikStik 76
Platforma OMAP 4.
Niedostępna ciekawostka czy rozwiązanie do urządzeń mobilnych dla każdego? 79
Tanio, taniej, STM32F4Discovery... Cortex-M4 w pełnej okazałości 84
FPGA nie tylko dla zaawansowanych 126

Kursy

Kurs programowania mikrokontrolerów PIC (6).
Sterowanie kolorowym wyświetlaczem Nokii 3510i 91
Code Composer Studio v4 (3). Debugowanie projektu 97
Obsługa modułu AVTduino Motor w Arduino 102
Projektowanie PLD/FPGA z zestawem Lattice MachXO2 Pico Development Kit 108
Cyfrowe zwrotnice głośnikowe (5). Wyniki pomiarów wykonanych zwrotnic 117

Prezentacje

Lantronix XPort Pro. Przyśpieszenie projektowania i sposób na obniżenie kosztów 72
Elo TouchSystems. Ekrany do wymagających aplikacji przemysłowych 87
Bee-technologia od firmy Elnec 114

Automatyka i Mechatronika Praktyczna

Jednoznaczne rozpoznawanie koloru. Nowe czujniki koloru colorSENSOR OT 133
Biblioteki pakietu STEP 7 Basic 10.5 do RFID (protokół 3964R) 134
Automatyka budynkowa. Systemy otwarte 139

Konkursy

Microchip 8

Od wydawcy 4
Niezbędnik elektronika 8
Nie przeocz. Podzespoły 10
Nie przeocz. Koktajl niusów 16
Sprzężenie zwrotne. Ankieta 20
Prenumerata 21
Info 128
Kramik i rynek 143
Księgarnia wysyłkowa 149
Oferta 151
Zapowiedź następnego numeru 156

REKLAMA

www.wobit.com.pl



SIC184

Programowalny sterownik silników krokowych z wbudowanym indekserem

SIC184 jest programowalnym sterownikiem silników krokowych o prądzie sterowania do 4A. Oprócz końcówki mocy posiada także indekser i generator trajektorii, który pozwala na precyzyjne określenie pozycji, prędkości i przyśpieszenia ruchu silnika. Zaprogramowany sterownik może wykonywać program składający się z 300 komend ruchu. Ponadto sterownik może współpracować z enkoderem inkrementalnym, co pozwala na jeszcze większą kontrolę pozycji silnika krokowego.

Oprócz wejść uruchamiających / zatrzymujących program SIC184 posiada także uniwersalne 2 wejścia, 2 wyjścia oraz dedykowane wejścia bazujące pozycję silnika. Pozwala to na zupełne wyeliminowanie sterownika PLC w niektórych zastosowaniach.

- Sterownik dla silników krokowych o prądzie do 4 A
- Wbudowany generator trajektorii (możliwość zadawania prędkości, przyśpieszenie i pozycji)
- Wbudowany indekser (możliwość realizowania programów ruchu do 300 komend)
- Możliwość współpracy z enkoderem
- Złącze USB do konfigurowania, diagnozowania i programowania sterownika
- Złącze RS485 MODBUS-RTU do współpracy ze sterownikami PLC/panelami HMI itp.

WO BIT ®

Doradztwo techniczne
+48 61 291 22 25
Obsługa klienta
+48 61 835 08 00
Projekty i aplikacje
+48 61 835 06 20
Internet
wobit@wobit.com.pl

niezbędnik elektronika

TYLKO DLA PRENUMERATORÓW

DVD ROM

Aldec ActiveHDL
Zintegrowane środowisko przeznaczone do opracowywania i weryfikacji projektów w VHDL, Verilog, EDIF i C. Najnowsza wersja wprowadza wiele ulepszeń, które ułatwiają i przyspieszają projektowanie systemów. Plik instalacyjny automatycznie instaluje wszystkie biblioteki systemowe i pozwala na wybór technologii FPGA oraz bibliotek służących do uruchomienia i symulacji HDL.

Altera QuartusII 11.0SP1
Profesjonalne oprogramowanie łączące w sobie wszystkie nowoczesne narzędzia dla rozwoju urządzeń z układami firmy Altera. Oprogramowanie Quartus II zapewnia najlepsze wsparcie do rozwoju systemów opartych na układach FPGA

ARMwizard2.0.2
Aplikacja pomagająca edycję rejestrów, przerwań, timerów mikrokontrolerów ARM7 rodziny LPC2xxx firmy Philips (NXP). Jest przeznaczona głównie do stosowania ze środowiskiem KEILuvision, ale mimo tego utworzony kod można z łatwością zmodyfikować dla innych kompilatorów

Atollic TrueSTUDIO STM32
Środowisko programistyczne języka C/C++ dla systemów opartych na układach STM32. Funkcje sprawdzania składni, komentarze, szablony kodu, wskazówki w dużym stopniu ułatwiają pisanie programu. Do instalacji programu potrzebny jest klucz, który można otrzymać po zarejestrowaniu się na stronie producenta.

AutoTRAX DEX
Program służący do projektowania schematów elektronicznych a w połączeniu z programem symulacyjnym SPICE i PCB Designer jest doskonałym narzędziem, w którym bez błędu zaprojektować można płytkę drukowaną.

STMStudio
Oprogramowanie, które pomaga diagnozować i uruchamiać aplikacje przeznaczone dla mikrokontrolerów STM8 i STM32. Dzięki niej można wyświetlać zmienne używane w programie w czasie rzeczywistym, prezentować je graficznie oraz obserwować trendy. STM Studio współpracuje ze standardowymi programatorami/ debugerami firmy ST oraz z tanimi narzędziami, takimi jak ST-Link lub RLink.

Freescale CodeWarrior Examples
Zestaw przykładów środowiska programistycznego CodeWarrior dla mikrokontrolerów firmy Freescale.

Philips Calculux
Program pomagający projektantom oświetlenia wybór i ocenę systemów oświetleniowych zbudowanych na produktach firmy Philips. Program jest łatwy w obsłudze a jego szybkość i wszechstronność pozwoli na szeroki wachlarz opcji m.in. takich jak analiza różnych instalacji oświetleniowych, wycena czy wybór opraw źródeł światła.

Freescale embedded GUI
Aplikacja generująca kod źródłowy w C, ze zdjęć w formacie JPEG, GIF, BMP i PNG.

Freescale MQX
MQX to biblioteka uruchomieniowa dla aplikacji wieloprocesorowych czasu rzeczywistego. Może być używana w aplikacjach sieciowych, transmisji danych czy zarządzania plikami.

Mentor EE7.9.2 PCB Browser for Windows
Program pozwalający przeglądanie plików PCB tylko do odczytu wykonanych w programie Mentor. Ta wersja działa pod systemem Windows.

QuickLogicPrecisionWin32
Aktualizacja programu QuickLogicPrecision

Eagle 5.11
Popularny, darmowy program służący do projektowania obwodów drukowanych. Ograniczeniem w wersji light jest jedynie wielkość pola roboczego w edytorze PCB oraz liczba dostępnych warstw ścieżek.

SunstonePCB123
Program służący do projektowania płytek drukowanych. W jednym programie dostępne są wszystkie narzędzia niezbędne do końcowej realizacji projektu, od pomysłu aż do produkcji.

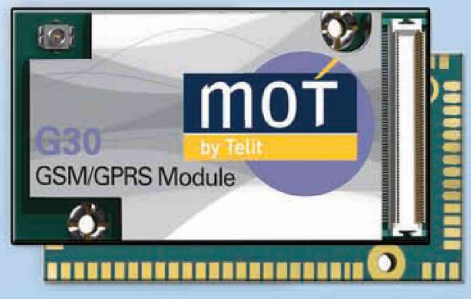
REKLAMA



AT FIRST SIGHT: THEY ARE DIFFERENT.
ON A DOUBLE TAKE: BOTH ARE PERFECT.







Telit - wiądący producent modułów GSM/GPRS/UMTS/HSPA/CDMA i dostawca technologi łączności bezprzewodowej dla rynku M2M . Obecnie to jedna z największych i najszybciej rozwijających się firm w dziedzinie komponentów dla rynku telemetrii. Firma aktywnie współuczestniczy w wyznaczaniu nowych kierunków rozwiązań dla systemów łączności maszyn i komunikacji człowieka z maszyną.

Przejmując kupiony wiosną 2011 oddział firmy **Motorola M2M Wireless**, Telit stworzył specjalną nazwę **MOT by Telit**, oznaczając nią linię dobrze znanych w Polsce modułów Motorola G24, G-lite,H-24,G-30, a tym samym zagwarantował dalszą kontynuację produckji tych cenionych za funkcjonalność i stabiność pracy modułów GSM/GPRS/HSPA.

Połączenie serii G-24/G-30 i GE-86x stworzyło największą ofertą komponentów komunikacji bezprzewodowej M2M, w której wybór platformy programamistycznej daje inżynierowi swobodę pracy z wykorzystaniem różnych języków programowania (Java, Python, C/C++).

Telit to zarówno producent jak i dostawca oferujący rozwiązanie w dowolnym standardzie łączności bezprzewodowej: GSM, UMTS, CDMA, Bluetooth, ZigBee oraz łączności radiowej 433MHz i satelitarnej.

ELPROMA oferuje pełną gamę produktów firmy **Telit** w tym serii **MOT byTelit** dostarczając obok firmowego, również własne lokalne wsparcie techniczne. Pomagamy w projektowaniu i asystujemy w fazie uruchamiania prototypu. Sprawdź nas, i wypróbuj jak działa nasz ekspresowy program pomocy i wsparcia dla klientów.

Telit® wireless solutions

Making machines talk.®

MOT by Telit

ELPROMA

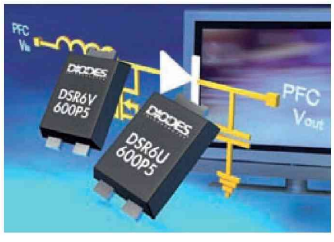
www.M2Mgsm.com

tel 22 7517680
fax 22 7517681
e-mail: info@elproma.com.pl

nowe podzespoły

Z kilkuset nowości wybraliśmy te, których nie wolno przeoczyć.
Bieżące nowości można śledzić na www.elektronikaB2B.pl

Wysokonapięciowe diody prostownicze do układów korekcji PFC



Oferta wysokonapięciowych diod prostowniczych DiodeStar powiększyła się o dwa nowe elementy: DSR6V600P5 i DSR6U600P5 produkowane w obudowach PowerDI 5. Są to diody o napięciu V_{RRM} wynoszącym 600 V, projektowane do zastosowań w układach korekcji współczynnika mocy (PFC) i zasilaczach impulsowych o małej grubości obudowy. Zajmują mniejszą o ponad połowę powierzchnię montażową od podobnych diod dostępnych w standardowych obudowach DPak, a ich wysokość wynosi zaledwie 1,1 mm. Ponadto, zaletą w stosunku do standardu DPak jest mniejsza rezystancja termiczna pozwalająca na skuteczniejsze odprowadzanie ciepła z obudowy i budowę urządzeń o większej gęstości mocy.

Obie diody mogą pracować przy maksymalnej temperaturze złącza wynoszącej +175°C. Charakteryzują się łagodnym przebiegiem charakterystyk przełączania, zmniejszającym poziom generowanych zaburzeń elektromagnetycznych. Zaletą DSR6V600P5 jest krótki czas regeneracji i mały ładunek, pozwalające zmniejszyć straty mocy przy pracy impulsowej. Dioda ta jest polecana do układów PFC pracujących w trybie CCM (*continuous conduction mode*). Z kolei konstrukcję DSR6U600P5 zoptymalizowano pod kątem uzyskania zarówno krótkiego czasu regeneracji, jak i niskiego napięcia przewodzenia. Dioda ta jest polecana do układów PFC pracujących w trybie BCM (*boundary conduction mode*).

http://www.diodes.com

REKLAMA



8-bitowe mikrokontrolery S08RN odporne na wyładowania, przepięcia i ekstremalne temperatury



8-bitowe mikrokontrolery nowej rodziny S08RN firmy Freescale cechują się dużą niezawodnością niezbędną przy zastosowaniach w elektronice przemysłowej i samochodowej. W stosunku do mikrokontrolerów uniwersalnych zwiększono w nich odporność na wyładowania elektrostatyczne (ESD) i krótkie impulsy przepięciowe (EFT). Certyfikat AEC-Q100 potwierdza wysoką jakość pozwalającą na zastosowania w elektronice samochodowej w zakresie temperatur otoczenia do +125°C. W strukturze wewnętrznej zaimplementowano m.in. filtry na liniach I/O zwiększające odporność na szumy i zakłócenia, własne generatory sygnału zegarowego, 16-bitową jednostkę korekcji CRC i watchdog nadzorujący aktywność systemu. Typowe zastosowania obejmują układy oświetleniowe, konwersji mocy i napędowe, węzły sieci LIN, układy współpracujące z czujnikami i siłownikami itp.

W ramach rodziny S08RN produkowane są mikrokontrolery od najprostszych wersji 8-wyprowadzeniowych z 2 kB wewnętrznej pamięci Flash po najbardziej rozbudowane wersje 64-wyprowadzeniowe z 64 kB pamięci.

Wyposażenie:

- jednostka obliczeniowa S08 taktowana zegarem 20 MHz,
- do 60 kB Flash (z możliwością zapisu/odczytu/kasowania w całym dopuszczalnym zakresie napięcia i temperatury pracy),
- do 4 kB pamięci RAM,
- do 256 B pamięci EEPROM z korekcją ECC (4-bajtowe sektory kasowania),

Szerszy zbiór 82 ważnych nowości produktowych z września i października 2011 zamieszczamy na płycie CD-EP11/2011

SIEMENS



www.siemens.pl/logo

Zestaw startowy LOGO! wersja 7 z Ethernetem teraz już za 777 zł*

Sprawdź również nowe ceny innych zestawów

Sterownik LOGO! sprawdzony w milionach aplikacji, znajduje szerokie zastosowanie w sterowaniu maszynami, urządzeniami transportowymi, systemami zabezpieczeń i automatyce budynków.

LOGO! z Ethernetem można połączyć w sieci z różnymi panelami HMI, PLC, PC, czy innym LOGO!, umożliwia również rejestrowanie danych na kartach SD oraz wiele więcej.

Zestaw startowy jest kompletnym pakietem, za pomocą którego można zapoznać się ze wszystkimi funkcjami sterownika LOGO!

Produkty do kupienia u autoryzowanych dystrybutorów: **www.siemens.pl/simatic/dystrybutorzy**

Sugerowana cena detaliczna netto

6ED1057-3BA10-0AA6 - LOGO! 12/24RCo (0BA6) + Panel LOGO! TD + LOGO! Soft Comfort V7 - **Już za 999 zł***

6ED1057-3BA00-0AA7 - LOGO! 12/24RCE (ETHERNET) + **ZASILACZ 1.3 A** + LOGO! Soft Comfort V7 + WinCC Basic V11 - **Już za 888 zł***

6ED1057-3BA02-0AA7 - LOGO! 230RCE (ETHERNET) + LOGO! Soft Comfort V7 + WinCC Basic V11 - **Już za 777 zł***

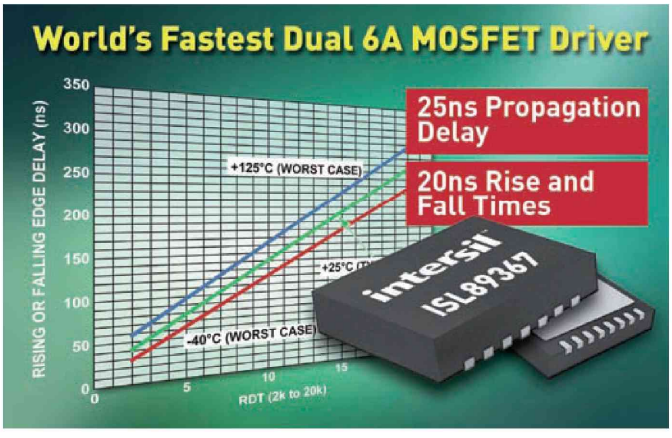
6ED1057-3BA02-0AA6 - LOGO! 230RC (0BA6) + LOGO! Soft Comfort V7 - **Już za 555 zł***

6ED1057-3BA00-0AA6 - LOGO! 12/24RC (0BA6) + LOGO! Soft Comfort V7 - **Już za 555 zł***

– komunikacja: do 3 interfejsów LIN/SCI, do 2×SPI i pojedynczy I²C,
– do 3 timerów 16-bitowych zawierających po 2...6 kanałów każdy,
– 6-kanałowy specjalizowany timer do kontroli 3-fazowych silników BLDC,
– zegar RTC i watchdog,
– 12-bitowy przetwornik A/C SAR z 8-stopniową pamięcią FIFO (maks. 16 kanałów wejściowych),
– komparator analogowy z wejściem różnicowym,
– interfejs ekranu dotykowego (maks. 16 kanałów) funkcjonujący we wszystkich trybach zasilania,
– do 58 linii GPIO.

Producent gwarantuje co najmniej 15-letnią dostępność mikrokontrolerów rodziny S08RN.

http://www.freescale.com/S08RN



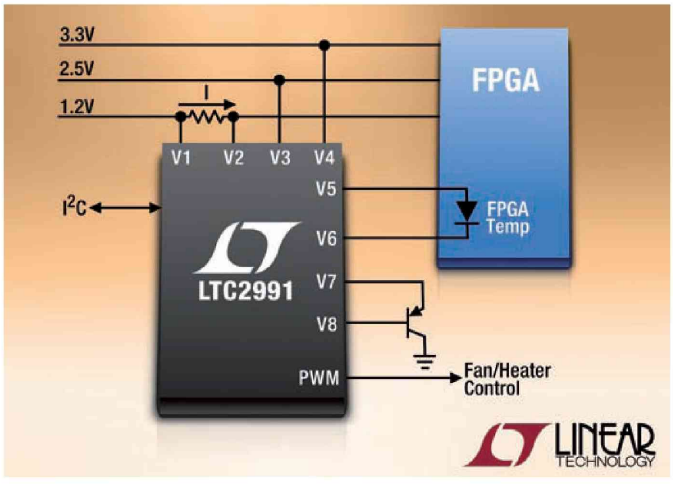
Szybki dwukanałowy sterownik tranzystorów MOSFET o wydajności prądowej 6 A

ISL89367 to szybki dwukanałowy sterownik bramek tranzystorów MOSFET umożliwiający dostarczenie do obu wyjść maksymalnego prądu 6 A. Charakteryzuje się czasami narastania/opadania wynoszącymi po 20 ns i czasem propagacji 25 ns. Nadaje się do sterowania tranzystorów dużej mocy stosowanych m.in. w zasilaczach impulsowych, układach napędowych i wzmacniaczach audio klasy D. Akceptuje napięcie zasilania z zakresu od 4,5 do 16 V. Umożliwia programowanie czas czasów opóźnienia (w zakresie 270 ns), co pozwala zapobiec zjawisku *shoot-through* polegającemu na równoczesnym przepływie prądu przez oba tranzystory. Unikalną cechą układu jest precyzyjna kontrola poziomów napięć progowych na wejściu logicznym z dokładnością ±3,75%. Rezystancja wyjściowa wynosi jedynie 1 Ω.

http://www.intersil.com

REKLAMA





8-wejściowy rejestrator napięcia do monitorowania parametrów systemowych

8-wejściowy uniwersalny rejestrator napięcia LTC2991 firmy Linear Technology jest przeznaczony do pracy z napięciem zasilania 3,3 lub 5 V. Zapewnia dużą rozdzielczość i dokładność pomiaru dzięki wbudowanemu 14-bitowemu przetwornikowi A/C i precyzyjnemu źródłu napięcia referencyjnego o stabilności temperaturowej 10 ppm/°C.

Poszczególne linie wejściowe układu (od V1 do V8) mogą być konfigurowane przez interfejs I²C do pomiaru dowolnej kombinacji parametrów: napięcia, prądu, temperatury własnej lub temperatury układów zewnętrznych. Są zabezpieczone przed wyładowaniami ESD do 6 kV HBM. Użytkownik może rozplanować wykorzystanie tych linii jako wejść asymetrycznych lub różnicowych. Przy różnicowym pomiarze temperatury LTC2291 kompensuje rezystancję szeregową wyprowadzeń, zapewniając szum wynoszący jedynie 0,07°C rms. Pomocnicze wyjście PWM może być wykorzystane np. do sterowania wentylatora/grzejnika lub do generowania alarmów. Trzy wejścia adresowe umożliwiają podłączenie maksymalnie 8 układów do wspólnej szyny komunikacyjnej.

LTC2991 zapewnia rozdzielczość pomiaru napięcia na poziomie miliwoltów, dokładność pomiaru prądu 1%, rozdzielczość przy pomiarze temperatury 0,06°C oraz dokładność pomiaru temperatury własnej i układów zewnętrznych odpowiednio ±1°C i ±0,7%.

http://www.linear.com

Regulatory prądu 350 mA/0,5...50 V do układów zasilania diod LED

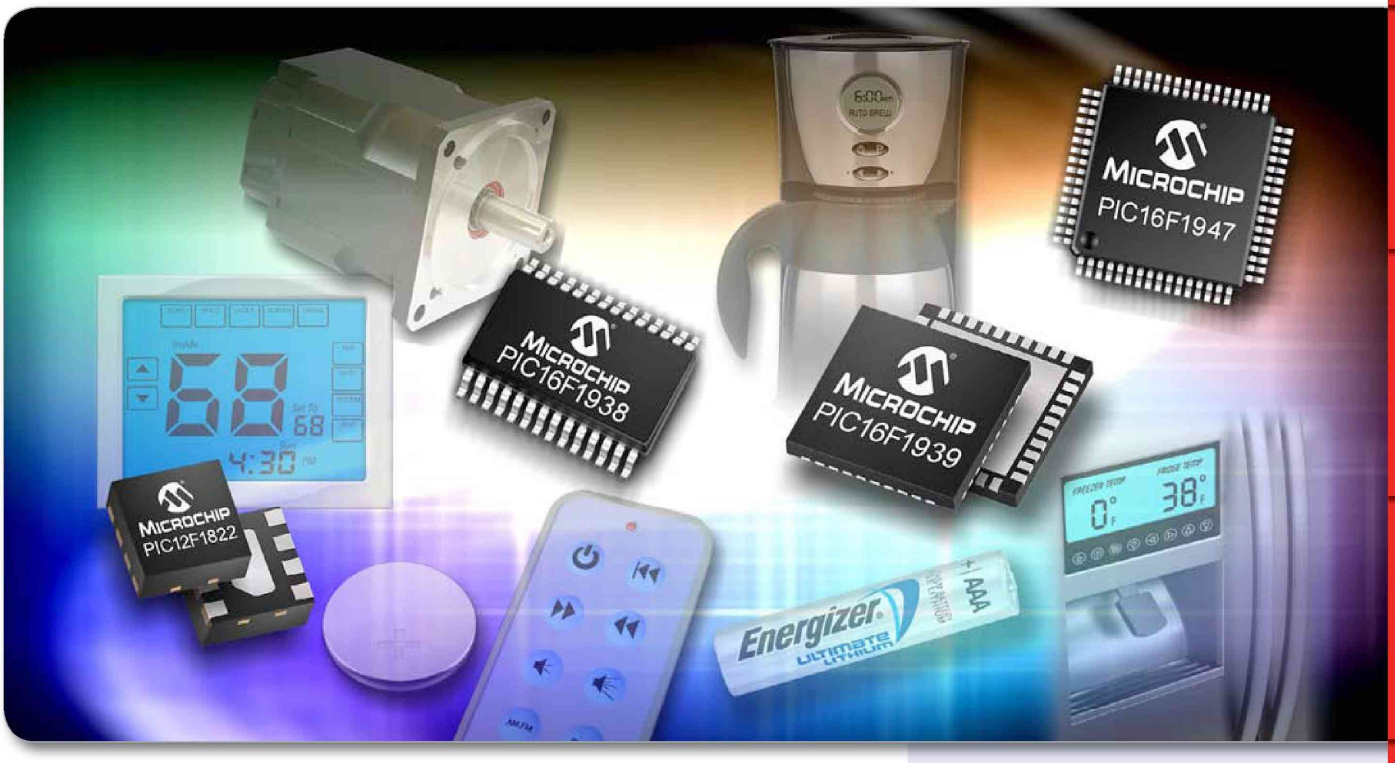


Firma ON Semiconductor rozszerzyła ofertę regulatorów prądu o serię specjalizowanych układów NSI50350A zaprojektowanych do zasilania diod LED o mocy do 1 W stosowanych w systemach oświetlenia architektonicznego, instalacjach samochodowych i panelach reklamowych. Są to regulatory nieskomplikowane w zastosowaniu i wytrzymałe na niekorzystne warunki pracy. Pracują w dopuszczalnym zakresie temperatury złącza od –55°C do +175°C.

Nominalny prąd wyjściowy NSI50350A wynoszący 350 mA ±10% umożliwia sterowanie diod

Mikrokontrolery o niskim poborze mocy do sprzętu bateryjnego

Microchip zapewnia najniższy pobór prądu w trybach aktywnych i w uśpieniu



Wydłuż czas eksploatacji baterii w twoim urządzeniu za pomocą mikrokontrolera PIC® z technologią nanoWatt XLP i skorzystaj z najniższego na rynku poboru prądu w trybach aktywnych i w uśpieniu.

Rodziny mikrokontrolerów PIC12F182X, PIC16F182X i PIC16F19XX firmy Microchip, to wyposażone w rozbudowane bloki peryferyjne układy, dla których pobór prądu w stanie aktywnym nie przekracza 50µA, a w stanie uśpienia jest mniejszy niż 20nA. Produkty te dają konstruktorom możliwość tworzenia układów zasilanych z baterii, które realizują obsługę dotykowych przycisków, wyświetlacza LCD, komunikacji i innych podobnych bloków pomagających uzyskać nowoczesną funkcjonalność.

Ulepszona architektura Microchip Enhanced Mid-range daje nawet 50% większą wydajność przetwarzania, a 14 nowych instrukcji zapewnia nawet o 40% wydajniejszy kod wynikowy, w porównaniu do poprzednich generacji 8-bitowych wersji układów PIC16.

Rodzina układów PIC12F182X i PIC16F182X zawiera:

- Obudowy o wyprowadzeniach od 8 do 64 końcówek
- Dotykową technologię pojemnościową mTouch™
- Wiele komunikacyjnych układów peryferyjnych
- Podwójny interfejs I²C™/SPI
- Wyjścia PWM z niezależną podstawą czasu
- Modulator strumienia danych

Rodzina PIC16F19XXzawiera:

- Dotykową technologię pojemnościową mTouch
- Sterownik LCD
- Wiele komunikacyjnych układów peryferyjnych
- Więcej kanałów PWM, z niezależnymi timerami
- Do 28KB pamięci programu Flash
- EEPROM o podwyższonej trwałości dla danych
- 32-poziomowe źródło referencyjne bandgap
- Trzy komparatory z wejściem rail-to-rail

Zacznij projektować w 3 PROSTYCH KROKACH

1. Obejrzyj filmy z porównaniem "Low Power Comparison"
2. Ściągnij poradnik "Low Power Tips 'n Tricks"
3. Zamów próbki i narzędzia projektowe www.microchip.com/XLP



Zestaw ewaluacyjny PIC16F193X 'F1' - DM164130-1

microchip DIRECT
www.microchipdirect.com

www.microchip.com/xlp

MICROCHIP

Nazwa Microchip oraz logo, logo Microchip i PIC są zastrzeżonymi znakami towarowymi. mTouch jest znakiem towarowym firmy Microchip Technology Incorporated w USA i innych krajach. © 2010 Energizer. Energizer i inne marki są znakami towarowymi należącymi do firmy Energizer. Wszystkie wymienione pozostałe znaki towarowe są własnością ich odpowiednich właścicieli. © 2011, Microchip Technology Incorporated, Wszystkie prawa zastrzeżone. ME257CPol/07.11

LED o mocy 1 W. W przypadku diod o mocy 2 W istnieje możliwość łączenia równoległego dwóch regulatorów. NSI50350A nie wymaga żadnych elementów współpracujących, dzięki czemu może pracować w obu konfiguracjach: *low-side* i *high-side*. Dopuszczalne napięcie anoda-katoda wynoszące 50 V zapewnia wytrzymałość na przepięcia mogące występować w instalacjach samochodowych i przemysłowych. Minimalne napięcie potrzebne do poprawnej pracy wynosi jedynie 0,5 V przy 20% prądu znamionowego.

NSI50350A jest produkowany w obudowach DPAK-4 (NSI50350AD) i SMC (NSI50350AS), dla których moc znamionowa wynosi odpowiednio 11W i 5,8W.

http://www.onsemi.com

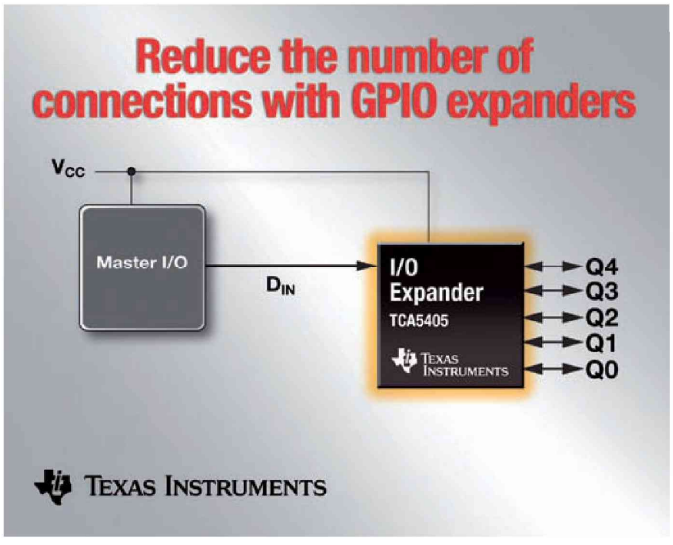
Ręczny mikroskop serwisowy 2 Mpix o powiększeniu do 600× z interfejsem USB

Firma Cosview oferuje ręczny mikroskop serwisowy MV600UM2 z interfejsem USB 2.0, mogący znaleźć zastosowanie do inspekcji komponentów, połączeń na płytkach drukowanych, oznaczeń itp. Jest on zasilany z portu USB, co eliminuje dodatkowy kabel. Może współpracować z dowolnym komputerem PC wyposażonym w port USB i pracującym w środowisku Windows oraz z komputerami Mac. Zawiera czujnik obrazu CMOS 1/3" o maksymalnej rozdzielczości 1600×1200 pikseli i maksymalnej szybkości rejestracji obrazu 30 fps przy rozdzielczości VGA. Na głowicy optycznej umieszczono zespół 8 białych diod LED o regulowanej jasności do podświetlania badanego obiektu. Maksymalne powiększenie dla modelu MV600UM2 wynosi 600× na monitorze 17".

http://www.cosview.com

REKLAMA



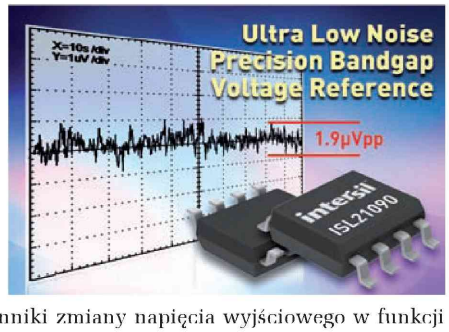


Ekspander linii GPIO zmniejsza o 75% liczbę połączeń

Opracowany przez Texas Instruments ekspander linii GPIO umożliwia uzyskanie 5 linii GPIO push-pull z pojedynczego portu GPIO układu host, np. mikrokontrolera. Może służyć do generacji sygnałów CS i EN lub do sterowania diod LED prądem do 20 mA. W fazie konfigurowania TCA5405 synchronizuje się z zegarem układu host, a następnie w fazie transmisji próbkuje 5-bitowy okres sygnału wejściowego i generuje na poszczególnych wyjściach stany odpowiadające kolejnym bitom. Może pracować w systemach cyfrowych zasilanych napięciem od 1,65 do 3,6 V. Najważniejszą zaletą układu są jego małe rozmiary i mniejsza liczba wyprowadzeń w stosunku do odpowiedników dla interfejsów I²C i SPI. TCA5405 jest produkowany w 8-wyprowadzeniowej obudowie RUG micro-QFN o powierzchni zaledwie 1,5 mm×1,5 mm. Ze względu na małe wymiary i niewielki pobór prądu (typ. 1 µA w trybie standby i maks. 400 µA w stanie aktywnym) nadaje się idealnie do zastosowań w miniaturowych urządzeniach bateryjnych.

http://www.ti.com

Precyzyjne źródło napięcia referencyjnego 2,5 V ±0,02%



ISL21090 to precyzyjne źródło referencyjne typu bandgap akceptujące szeroki zakres napięć zasilających od 4,5 do 36 V. Generuje napięcie 2,5 V stabilizowane ze wstępną dokładnością ±0,02%. Współczynniki zmiany napięcia wyjściowego w funkcji zmian napięcia wejściowego (*line regulation*) i prądu wyjściowego (*load regulation*) wynoszą odpowiednio 18 ppm/V i 17 ppm/µA.

Na tle innych tego typu układów, ISL21090 wyróżnia się małymi szumami, małym dryftem termicznym i energooszczędną pracą pozwalającą na zastosowania w urządzeniach bateryjnych. Wyjściowe napięcie szumów wynosi jedynie 1,9 µVpp w paśmie 0,1...10 Hz, dryft termiczny 7 ppm/°C, a pobór prądu to typowo 930 µA. Parametry te pozwalają na współpracę m.in. z przetwornikami A/C o 24-bitowej rozdzielczości. ISL21090 jest w stanie oddać o obciążenia maksymalny prąd 10 mA.

http://www.intersil.com

SOS electronic europe

dystrybucja komponentów elektronicznych

electroniconline







TÜV SÜD

ISO 9001:2001

- międzynarodowy kolektyw
- sklep internetowy
- biuro obsługi klientów
- szybka dostawa
- dostawy na cały świat

AUR'EL · BOLYMIN · Diotec Semiconductor · Fastron · finder · FTDI Chip · FIGARO · FUJITSU · HAMEG Instruments · bel · Apacer Access the best · 2J · Digi · EPCOS · PEPPERL+FUCHS · mec switches · myrra · MW · WAGO · Weller · VARIOLAB · NEW AGE ENCLOSURES · NEUTRIK · MEDER electronic · talema · HAMMOND MANUFACTURING · HIRSCHMANN · TRACO POWER · TEKO · OSRAM Opto Semiconductors · SIMCom · Kingbright · MARQUARDT · wiha · YAGEO · OMRON · UNI-T · XENO ENERGY · TE Authorized Distributor · SCHURTER · SENSIRION THE SENSOR COMPANY



NOWOŚĆ

Program lojalnościowy

dla naszych klientów



Zyskajcie prezenty za Wasze zakupy on-line



Więcej o warunkach na www.soselectronic.pl/mojepunkty

SOS electronic
ul. Tatarkiewicza 17, 92-753 Łódź, Poland, tel.: +48 42 6484576, fax: +48 42 6484576, info@soselectronic.pl, www.soselectronic.pl

koktajl niusów

Pojazdy elektryczne napędzają popyt na układy analogowe



Rynek półprzewodników stosowanych w pojazdach elektrycznych i hybrydowych wzrośnie w latach 2011-2018 czterokrotnie, do 2 mld dol., prognozuje firma badania rynku Strategy Analytics. Według analizy firmy aż 92% układów na tych rynkach to półprzewodniki analogowe. Wartość układów analogowych przeznaczonych do samochodów elektrycznych i hybrydowych będzie rosnąć w rocznym tempie 23% we wspomnianych latach, podczas gdy średnia wzrostu dla rynku standardowych analogowych produktów motoryzacyjnych wynosi 7,2%.

Compal zdobył kontrakt na Nokię z Windows Mango

Compal, tajwański dostawca usług produkcyjnych, uzyskał od Nokii kontrakt na wytwarzanie smartfonu z systemem operacyjnym Windows Phone 7 Mango. Przewidywane na wrzesień br. rozpoczęcie sprzedaży smartfonu z Windowsami zbiega się w czasie z pierwszymi dostawami tajwańskiego producenta dla Nokii. W IV kw. Compal wyprodukuje dla Nokii około 2 mln smartfonów z Windows Phone 7, a masowa produkcja tych urządzeń ruszy w 2012 r.

Jabil Poland utracił kontrakt produkcyjny

Day4 Energy, dostawca wydajnych modułów fotowoltaicznych, zdecydował się zakończyć kontrakt z Jabilem na produkcję w Polsce. W zamian firma zabezpieczyła produkcję kontraktową, zawierając umowy na licencję technologii modułów solarnych z austriackim PV Products GmbH oraz holenderskim Solar Modules Netherlands. Wraz ze swoim wcześniejszym zleceniobiorcą Gebäude-Solarsysteme Day4 Energy zapewnił sobie produkcję kontraktową modułów fotowoltaicznych o rocznej wydajności 75MW. W lipcu br. Day 4 Energy rozpoczął negocjacje z oddziałem Jabila w Polsce na temat zakończenia produkcji. Firma szacuje, że związane z tym opłaty będą ją kosztować 1,3 mln dol.

Foxconn dostarczy 17 mln telewizorów LCD

Dzięki zamówieniom od Sony oraz od chińskich firm Suning, Gome i innych, Foxconn ma dostarczyć w 2011 r. łącznie 17 mln telewizorów LCD. Dostawy Foxconna mogą jednak ucierpieć wskutek obniżenia celu sprzedaży tych produktów przez Sony, z 27 mln do 22 mln sztuk w roku bieżącym. Mimo tej redukcji dostawy telewizorów LCD dla Sony stanowią znaczną część odbiorników produkowanych przez Foxconna. Obserwatorzy rynku zwracają uwagę, że popyt maleje szczególnie na odbiorniki średniej wielkości, od 32 do 37 cali.

Menedżer z NXP przeszedł do drezdeńskiej fabryki GF

Globalfoundries przejął pracującego do tej pory w NXP Rutgera Wijburga i zatrudnił go na stanowisku wiceprezesa i generalnego menedżera centrum produkcyjnego w Dreźnie. W NXP Wijburg był odpowiedzialny za funkcjonowanie kilku fabryk krzemu położonych na trzech różnych kontynentach. Do jego obowiązków w Globalfoundries należy zarządzanie fabryką półprzewodników z zatrudnieniem 3000 osób. W fabryce obecnie oddawane są do użytku kolejne pomieszczenia o podwyższonej czystości (tzw. cleanrooms), a technologia produkcji obejmuje procesy o wymiarze charakterystycznym 45/40-, 32- oraz 28 nm.

Rohde & Schwarz zdobył kontrakt na dostawy dla brytyjskich lotniskowców

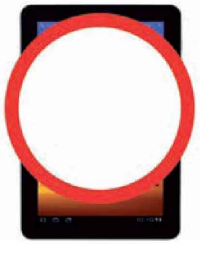


Rohde & Schwarz zdobył kontrakt na dostawy radiowych systemów komunikacji awaryjnej UKF i VHF dla budowanych obecnie przez Wielką Brytanię lotniskowców Queen Elizabeth. Firma pomyślnie zakończyła projektowanie systemów łączności i obecnie przechodzi do fazy produkcji. Systemy radiowe oparte są na rodzinie transceiverów Rohde & Schwarz M3SR series 4400 VHF/UHF. Będą one wykorzystane w obronie przeciwlotniczej, cywilnej i wojskowej kontroli lotów oraz w marynarce.

Keithley Instruments podpisał umowę dystrybucyjną z Nortelco Electronics

Keithley Instruments podpisał umowę dystrybucyjną z Nortelco Electronics na obsługę dostaw i wsparcie dla produktów firmy na rynku w Szwecji. Od lat Nortelco jest dystrybutorem urządzeń do testów i pomiarów Keithleya w innych krajach skandynawskich, Norwegii i Danii. W Szwecji natomiast Nortelco ma ugruntowaną pozycję jako dystrybutor urządzeń do transmisji radiowej i telewizyjnej Tektroniksa i innych dostawców. W 2010 r. Tektronix przejął Keithley Instruments i jej produkty stały się częścią asortymentu Tektroniksa.

UE wprowadziła zakaz sprzedaży tabletu GalaxyTab 10.1 Samsunga



W wojnie prawniczej z Samsungiem Apple wygrało bitwę w Europie, przekonując sąd do wprowadzenia zakazu sprzedaży tabletu GalaxyTab 10.1 we wszystkich krajach UE poza Holandią, doniósł Reuter. Wstępny zakaz sprzedaży w związku z orzeczeniem naruszenia własności intelektualnej Apple wydał sąd w Niemczech, a wyrok może być stosowany w obszarze całej UE. Werdykt sądowy nie obejmuje Holandii, gdzie toczy się odrębny proces między obiema firmami. Samsung rozpoczął sprzedaż najnowszej wersji tabletu w Wielkiej Brytanii w sierpniu br. Apple pozwało Samsunga po raz pierwszy w kwietniu 2011 r., zarzucając mu praktyczne skopiowanie iPhone'a i iPada.

Procesory Freescale pracują w elektronicznych wyświetlaczach papierowych

Freescale rozszerzył ofertę o sterowniki do ekranów typu e-papier firmy E-Ink, stosowanych w e-bookach i na rynkach medycz-

nym, domowej i biurowej automatyki oraz także np. w elektronicznych zegarkach. W ten sposób Freescale stało się dostawcą rodzin procesorów o wielu zastosowaniach i bardzo zróżnicowanej wielkości. W ofercie firmy są wydajne układy cztero- i dwurdzeniowe i.MX 6 series, trafiające do samochodów i urządzeń przenośnych oraz jednordzeniowe do wszelkiego rodzaju wyświetlaczy. Układ i.MX508 typu SoC z rdzeniem ARM Cortex-A8 oraz zintegrowanym sterownikiem do ekranu E-Ink jest przeznaczony do komercyjnych czytników elektronicznych. Obecnie Freescale oferuje także układy i.MX507, 503 i 502 o mniejszym poborze prądu i bez procesora graficznego, ze sterownikami zarówno papierowych ekranów E-Ink (EPD), jak i LCD.



Intelowski Spectrawatt zgłosił wniosek o bankructwo

Spectrawatt, należący do Intela producent ogniw słonecznych, zgłosił w USA wniosek o bankructwo. Otwartą w maju ubiegłego roku fabrykę paneli słonecznych Spectrawatt zamknął w grudniu, zwalniając 110 pracowników. Producent paneli, firma wyodrębniona z Intela w 2008 r., zamierza sprzedać swój wart kilkadziesiąt mln dol. majątek na drodze licytacji. Za przyczynę upadłości Spectrawatt uznaje silną konkurencję na rynku paneli fotowoltaicznych ze strony firm z państw, w których produkcja ogniw jest dotowana, a jej koszty znacznie niższe niż w USA.

Bosch buduje linię do pilotażowej produkcji baterii litowo-jonowych



Robert Bosch buduje w Eisenach pilotażową linię produkcyjną, aby prowadzić badania nad procesem produkcyjnym i materiałami do baterii litowo-jonowych przyszłych generacji. Produkcja testowa na nowej linii ma ruszyć w 2012 r., a następnie w ciągu kolejnych czterech lat będzie rozszerzona do seryjnej produkcji o wydajności ponad 200 tysięcy ogniw rocznie. Wytwarzane ogniwa mają znaleźć zastosowanie w branży morskiej i innych sektorach poza motoryzacją. Przy realizacji projektu Bosch nawiązał współpracę z BASF w zakresie materiałów oraz z ThyssenKrupp System Engineering w zakresie inżynierii procesów fabrycznych. Niemiecka firma ma nadzieję, że jej inwestycja przyczyni się do rozwoju europejskiej sieci dostawców materiałów i urządzeń produkcyjnych.

Intel zainwestował 22 mln dol. w trzy chińskie firmy

Intel Capital, ramię inwestycyjne lidera rynku półprzewodników, wydał 22 mln dol. na trzy chińskie firmy technologiczne, poinformowali przedstawiciele Intela podczas konferencji prasowej w Pekinie w sierpniu br. Inwestycje Intel Capital objęły firmy 6DXchange, dystrybutora internetowego, Beijing JoySee Technology, producenta telewizorów oraz Bocom Intelligent Network Technologies, dostawcę technologii do cyfrowego monitoringu. Według agencji Bloomberga w 2011 r. Intel zainwestował już w sześć chińskich firm łącznie 45 mln dol. Agencja twierdzi również, że w roku bieżącym Intel Capital przeznaczy na inwestycje w sumie 500 mln dol.

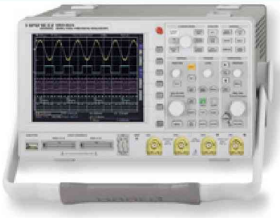
REKLAMA



HAMEG Instruments
A Rohde&Schwarz Company

WYSOKA JAKOŚĆ

HMO3522/HMO3524 OSCYLOSKOP CYFROWY, 2/4-KANAŁOWY, 350 MHz



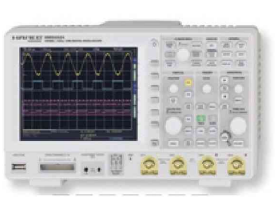
- **Szybkość próbkowania: 4 GSa/s – w czasie rzeczywistym, 50 GSa/s – próbkowanie przypadkowe; przetwornik a/c typu flash, o małych szumach (klasy referencyjnej)**
- **Pamięć 4 Mpkt, zoom pamięci do 100000:1**
- MSO (opcja mieszanych sygnałów HO3508/HO3516) o 8/16 kanałach logicznych
- Wyzwalanie **szyną szeregową** oraz dekodowanie przyśpieszane sprzętowo; interfejsy: I²C, SPI, UART, RS-232 (opcja HOO10)
- 8 markerów definiowanych ułatwiających nawigację przez użytkownika
- Test selekcji „dobry/zły" bazujący na maskach • Niezwykle cichy wentylator
- Czułość 1 mV/dz, regulacja offsetu ±0,2…±20 V
- Zakres wyświetlania wzdłuż osi X: 12 dz, wzdłuż osi Y: 20 dz (VirtualScreen)
- Tryby wyzwalania: zboczem, sygnałem wideo, szerokością impulsu, wzorcem logicznym, opóźnione, zdarzeniem

HMO2524 OSCYLOSKOP CYFROWY, 4-KANAŁOWY, 250 MHz



- **Szybkość próbkowania: 2,5 GSa/s – w czasie rzeczywistym, 25 GSa/s – próbkowanie przypadkowe; przetwornik a/c typu flash, o małych szumach (klasy referencyjnej)**
- **Pamięć 4 Mpkt, zoom pamięci do 100000:1**
- MSO (opcja mieszanych sygnałów HO3508/HO3516) o 8/16 kanałach logicznych
- Wyzwalanie **szyną szeregową** oraz dekodowanie przyśpieszane sprzętowo; interfejsy: I²C, SPI, UART, RS-232 (opcja HOO10)
- 8 markerów ułatwiających nawigację, definiowanych przez użytkownika
- Test selekcji „dobry/zły" bazujący na maskach • Niezwykle cichy wentylator
- Czułość 1 mV/dz, regulacja offsetu ±0,2…±20 V
- Zakres wyświetlania wzdłuż osi X: 12 dz. wzdłuż osi Y: 20 dz (ekran wirtualny)
- Tryby wyzwalania: zboczem, sygnałem wideo, szerokością impulsu, wzorcem logicznym, opóźnione, zdarzeniem

HMO2022/HMO2024 OSCYLOSKOP CYFROWY, 2/4-KANAŁOWY, 200 MHz
HMO1522/HMO1524 OSCYLOSKOP CYFROWY, 2/4-KANAŁOWY, 150 MHz



Analiza magistral GRATIS!

- **Szybkość próbkowania: 2 GSa/s – w czasie rzeczywistym, przetwornik a/c typu flash, o małych szumach (klasy referencyjnej)**
- **Pamięć 2 Mpkt, zoom pamięci do 50000:1**
- MSO (opcja mieszanych sygnałów HO3508) o 8 kanałach logicznych
- Wyzwalanie **szyną szeregową** oraz dekodowanie przyśpieszane sprzętowo; interfejsy: I²C, SPI, UART, RS-232 (opcja HOO10, HOO11)
- 8 markerów definiowanych ułatwiających nawigację przez użytkownika
- Test selekcji „dobry/zły" bazujący na maskach • Niezwykle cichy wentylator
- Czułość 1 mV/dz, regulacja offsetu ±0,2…±20 V
- Zakres wyświetlania wzdłuż osi X: 12 dz, wzdłuż osi Y: 20 dz (VirtualScreen)
- Tryby wyzwalania: zboczem, sygnałem wideo, szerokością impulsu, wzorcem logicznym, opóźnione, zdarzeniem

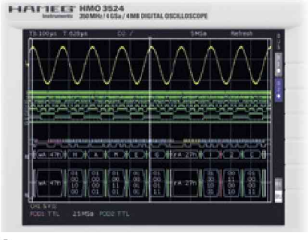
HMO1022/HMO1024 OSCYLOSKOP CYFROWY, 2/4-KANAŁOWY, 100 MHz
HMO722/HMO724 OSCYLOSKOP CYFROWY, 2/4-KANAŁOWY, 70 MHz



Analiza magistral GRATIS!

- **Szybkość próbkowania: 2 GSa/s – w czasie rzeczywistym, przetwornik a/c typu flash, o małych szumach (klasy referencyjnej)**
- **Pamięć 2 Mpkt, zoom pamięci do 50000:1**
- MSO (opcja mieszanych sygnałów HO3508) o 8 kanałach logicznych
- Wyzwalanie **szyną szeregową** oraz dekodowanie przyśpieszane sprzętowo; interfejsy: I²C, SPI, UART, RS-232 (opcja HOO10, HOO11)
- 8 markerów definiowanych ułatwiających nawigację przez użytkownika
- Test selekcji „dobry/zły" bazujący na maskach • Niezwykle cichy wentylator
- Czułość 1 mV/dz, regulacja offsetu ±0,2…±20 V
- Zakres wyświetlania wzdłuż osi X: 12 dz, wzdłuż osi Y: 20 dz (VirtualScreen)
- Tryby wyzwalania: zboczem, sygnałem wideo, szerokością impulsu, wzorcem logicznym, opóźnione, zdarzeniem

H0010 OPCJA WYZWALANIA I DEKODOWANIA SZYNĄ SZEREGOWĄ



- Do serii HMO
- Wyzwalanie i dekodowanie szyną I²C, SPI, UART/RS-232
- Dekodowanie w czasie rzeczywistym przyśpieszone sprzętowo
- Intuicyjna analiza i łatwe przeglądanie dzięki oznaczaniu kolorami wyświetlanej treści
- Więcej szczegółów dekowanych wielkości staje się widocznych przy użyciu rozciągania (zoom)
- Obraz szyny z synchronicznym wyświetlaniem danych i ew. sygnału zegarowego
- Dekodowanie na format: ASCII, binarny, heksadecymalny lub dziesiętny
- Wyświetlanie dekodowanych wartości w maksymalnie czterech wierszach
- Wydajne wyzwalanie, dzięki separowaniu wybranych komunikatów
- Opcja do wszystkich oscyloskopów HMO z możliwością rozbudowy

HM1500-2 OSCYLOSKOP ANALOGOWY, 150 MHz



- 2 kanały o współczynnikach odchylania pionowego 1 mV/dz…20 V/dz
- 2 podstawy czasu: 5 ns/dz…0,5 s/dz i 5 ns/dz…20 ms/dz
- Niskoszumne wzmacniacze pomiarowe o doskonałych własnościach impulsowych
- Wyzwalanie sygnałem wideo: wybór ramek parzystych i nieparzystych oraz liczby linii (standard 525/60 i 625/50)
- Częstościomierz: 200 MHz, 6 cyfr, pomiar kursorowy i automatyczny
- Lampa oscyloskopowa o dużej szybkości kreślenia i napięciu anodowym 14 kV, funkcje: readout, autoset (automatyczne ustawianie), linia opóźniająca, brak wentylatora
- Pamięci nastaw konfiguracyjnych przyrządu
- Funkcja pomocy ekranowej, wielojęzyczne menu
- Interfejs RS-232 (tylko do sterowania i kwerend parametru)

HM2008 OSCYLOSKOP MIESZANYCH SYGNAŁÓW COMBISCOPE®, 200 MHz



- **Szybkość próbkowania: 2 GSa/s – w czasie rzeczywistym, 20 GSa/s – próbkowanie przypadkowe**
- **Pamięć 2 Mpkt na kanał, zoom pamięci do 100000:1**
- 2 kanały + 4 kanały logiczne z opcją HO2010 (MSO)
- Współczynniki odchylania pionowego 1 mV/dz…5 V/dz, podstawy czasu 2 ns/dz…50 s/dz; regulacja offsetu napięcia DC
- Tryby akwizycji: jednorazowy, odświeżanie, uśrednianie, obwiednia, przewijanie, wykrywanie wartości szczytowej. • Analiza widmowa FFT
- Gniazdo USB na płycie czołowej, do pamięci przenośnej obrazów ekranu
- Interfejs USB/RS-232, opcjonalny: IEEE-488 lub Ethernet/USB
- Tryby wyświetlania sygnału: Yt, XY i FFT; interpolacja: sinx/x, impulsowa, łączenie punktów (liniowa)
- Regulowana impedancja wejściowa 1 MΩ/50 Ω • Tryb analogowy jak w HM2005-2

HM1508-2 OSC. MIESZANYCH SYGNAŁÓW COMBISCOPE®, 150 MHz



- **Szybkość próbkowania: 1 GSa/s – w czasie rzeczywistym, 10 GSa/s – próbkowanie przypadkowe**
- **Pamięć 1 Mpkt na kanał, zoom pamięci do 50000:1**
- 4 kanały (2 analogowe, 2 wejścia logiczne). • Analiza widmowa FFT
- Wsp. odchylania pionowego 1 mV/dz…20 V/dz, podstawy czasu 5 ns/dz…50 s/dz
- 8-bitowe, niskoszumne przetworniki a/c typu flash
- Tryby akwizycji: jednorazowy, odświeżanie, uśrednianie, obwiednia, przewijanie, wykrywanie wartości szczytowej
- Gniazdo USB na płycie czołowej, do pamięci przenośnej obrazów ekranu
- Interfejs USB/RS-232, opcjonalny: IEEE-488 lub Ethernet/USB
- Tryby wyświetlania sygnału: Yt, XY i FFT; interpolacja: sinx/x, impulsowa, łączenie punktów (liniowa)
- Tryb analogowy jak w HM1500-2

HM400 OSCYLOSKOP ANALOGOWY, 40 MHz



- 2 kanały o współczynnikach odchylania pionowego 1 mV/dz…20 V/dz, z regulacją do 50 V/dz
- Podstawa czasu 100 ns/dz…0,2 s/dz z ekspansją osi xdo 10 ns/dz
- Niskoszumne wzmacniacze pomiarowe o doskonałych własnościach impulsowych • Wyzwalanie wartością międzyszczytową w celu uzyskania stabilnego wyzwalania 0…50 MHz przy poziomie sygnału 0,5 dz (do 80 MHz przy 1 dz)
- Funkcje: autoset (automatyczne ustawianie), pamięci 6 nastaw przyrządu
- Tryby Yt i XY z wejściem osi Z do modulacji intensywności plamki
- Charakterograf z testerem podzespołów (pomiar dwuprzewodowy) do użytku w zakładach serwisowych itp.
- Mały pobór mocy, brak wentylatora

HM1008-2 OSCYLOSKOP COMBISCOPE®, 100 MHz



- **Szybkość próbkowania: 1 GSa/s – w czasie rzeczywistym, 10 GSa/s – próbkowanie przypadkowe**
- **Pamięć 1 Mpkt na kanał, zoom pamięci do 40000:1**
- Analiza widmowa FFT • 2 kanały
- Współczynniki odchylania pionowego 1 mV/dz…20 V/dz, podstawy czasu 5 ns/dz…50 s/dz
- 8-bitowe, niskoszumne przetworniki a/c typu flash
- Tryby akwizycji: jednorazowy, odświeżanie, uśrednianie, obwiednia, przewijanie, wykrywanie wartości szczytowej
- Gniazdo USB na płycie czołowej, do pamięci przenośnej obrazów ekranu
- Interfejs USB/RS-232, opcjonalny: IEEE-488 lub Ethernet/USB
- Tryby wyświetlania sygnału: Yt, XY i FFT; interpolacja: sinx/x, impulsowa, łączenie punktów (liniowa). • Tryb analogowy jak w HM1500-2, lecz pasmo 100 MHz

HM507 OSCYLOSKOP COMBISCOPE®, 50 MHz



- **Szybkość próbkowania: 100 MSa/s – w czasie rzeczywistym, 2 GSa/s – próbkowanie przypadkowe**
- **Pamięć 2 kpkt na kanał.** • 2 kanały
- Współczynniki odchylania pionowego 1 mV/dz…20 V/dz, podstawy czasu 20 ns/dz…100 s/dz
- 8-bitowe, niskoszumne przetworniki a/c typu flash
- Programowane przetwarzanie sygnału matematycznego
- Tryby akwizycji: jednorazowy, odświeżanie, obwiednia, uśrednianie, przewijanie
- Interfejs RS-232 do sterowania i transmisji danych sygnału, w komplecie oprogramowanie Windows®, opcja: interfejs wielofunkcyjny HO79-6
- Patrz: tryb analogowy jak w HM504-2

HMF2525/HMF2550 ARBITRALNY GENERATOR FUNKCYJNY 25/50 MHz



- Zakres częstotliwości 10 µHz…25 MHz/50 MHz
- Napięcie wyjściowe 5 mV_{pp}…10 V_{pp} (na 50 Ω), offset DC ±5 mV…5 V
- Generator przebiegu arbitralnego: 250 MSa/s, 14 bit, 256 kpkt
- Przebiegi: sinus, prostokątny, impulsowy, trójkątny, narastający (ramp), arbitralny włącznie z krzywymi standardowymi (szum biały, różowy itd.)
- Całkowite zniekształcenia harmoniczne 0,04% (f < 100 kHz)
- Generacja impulsu „burst", przemiatanie, bramkowanie, zewnętrzne wyzwalanie
- Czas narastania < 8 ns, w trybie impulsowym regulacja czasu brzegu 8…500 ns
- Tryb impulsowy: zakres częstotliwości 100 µHz…12,5 MHz/25 MHz, szerokość impulsu 10 ns…999 s, rozdzielczość 5 ns
- Rodzaje modulacji AM, FM, PM, PWM, FSK (zewnętrzna i wewnętrzna)
- Podstawa czasu 10 MHz: oscylator kwarcowy z kompensacją temperatury (TCXO) ±1 ppm, tylne złącze BNC WE/WY
- Gniazdo USB: do zapisu i odczytu przebiegów oraz nastaw konfiguracyjnych
- Ekran TFT o przekątnej 8,9 cm (3,5"): czytelna prezentacja przebiegów
- Podwójny interfejs USB/RS-232, opcjonalny Ethernet/USB lub IEEE-488

OFICJALNY DYSTRYBUTOR I SERWIS W POLSCE

NDN®

02-784 Warszawa, ul. Janowskiego 15
tel./fax (22) 641-15-47, 644-42-50
www.ndn.com.pl ndn@ndn.com.pl

TESTÓW i POMIARÓW

HM8123 CZĘSTOŚCIOMIERZ PROGRAMOWANY 3 GHz



- Zakres pomiaru 0 Hz…3 GHz
- 2 wejścia pomiarowe DC…200 MHz, 1 wejście pomiarowe 100 MHz…3 GHz
- Impedancja wejścia A/B: 1 MΩ/50 Ω (przełączana), czułość 25 mV (skuteczne)
- Impedancja wejścia C: 50 Ω, czułość 30 mV (skuteczne)
- Podstawa czasu 400 MHz o stabilności 0,5 ppm
- Rozdzielczość 9 cyfr przy czasie bramkowania 1 s
- 9 funkcji pomiarowych, zewnętrzne bramkowanie i uzbrajanie
- Wejście zewnętrznej podstawy czasu (10 MHz)
- Tryby wyświetlania: numeryczny, histogram, wykresy trendów
- Standard: oscylator z kwarcową stabilizacją temperatury (TCXO): ±0,5 x 10^{-6}
  Opcja: oscylator z kwarcową stabilizacją temperatury (OCXO): ±1 x 10^{-9}
- Intuicyjna obsługa każdej funkcji adresowana bezpośrednio jednym przyciskiem

HM8134-3 [HM8135] SYNTEZATOR W.CZ. 1,2 GHz [3 GHz]



- Wyjątkowo szeroki zakres częstotliwości 1 Hz…1,2 GHz [3 GHz]
- Moc wyjściowa -127…+13 dBm [-135…+13 dBm]
- Rozdzielczość częstotliwości 1 Hz (dokładność 0,5 ppm)
- Wejście zewnętrznej podstawy czasu (10 MHz)
- Rodzaje modulacji: AM, FM, impulsowa, φ, FSK, PSK
- Szybka modulacja impulsowa: typ. 200 ns
- Wewnętrzny modulator (sinus, prostokątny, trójkątny, piłokształtny) 10 Hz…150 kHz [200 kHz]
- Wysoka czystość spektralna
- 10 pamięci nastaw konfiguracyjnych włącznie z konfiguracją włączenia
- Standardowo: rezonator kwarcowy kompensowany temperaturowo TCXO (stabilność temperaturowa: ±0,5 x 10^{-6})
  Opcjonalnie rezonator kwarcowy kompensowany temperaturowo OCXO stabilność temperaturowa: ±1 x 10^{-8})
- Interfejs USB/RS-232 z izolacją galwaniczną, opcjonalny IEEE-488

HMP4030/HMP4040 ZASILACZ PROGRAMOWANY 3/4-KANAŁOWY



- HMP4030: 3 x 0…32 V/0…10 A 384 W maks.
- HMP4040: 4 x 0…32 V/0…10 A 384 W maks.
- Moc wyjściowa 384 W dzięki zastosowania inteligentnego zarządzania zasilaniem
- Małe szczątkowe napięcie skuteczne tętnień: < 150 µV dzięki użyciu dodatkowej stabilizacji liniowej
- Wysoka rozdzielczość ustawiania i odczytu: 1 mV, do 0,2 mA
- Stopnie wyjściowe kanałów galwanicznie izolowane, bez masy i z zabezpieczeniem przeciwzwarciowym
- Zaawansowane tryby pracy w połączeniu równoległym i szeregowym ze śledzeniem V/I
- Funkcja EasyArb do dowolnego definiowania charakterystyk V/I
- FuseLink: kombinacja elektronicznych bezpieczników dla poszczególnych kanałów
- Dowolnie regulowane zabezpieczenie przeciwprzepięciowe (OVP) dla wszystkich stopni wyjściowych
- Czytelne wyświetlanie wszystkich parametrów na wyświetlaczu ciekłokrystalicznym/podświetlane przyciski
- Gniazda wszystkich kanałów na płycie tylnej włącznie z gniazdami SENSE do kompensacji spadku napięcia na przewodach
- Interfejs USB/RS-232C, opcjonalny Ethernet/USB lub IEEE-488

HM8112-3 PRECYZYJNY MULTIMETR LABORATORYJNY 6½ cyfry



- Wyświetlacz 6 ¼ cyfry (maks. wskazanie 1200000)
- Rozdzielczość wskazania: 100 nV, 100 pA, 100 µΩ, 0,01 °C/°F
- Dokładność podstawowa 0,003% (dla napięcia stałego)
- Pomiar 2-/4-przewodowy
- Odstęp czasowy pomiaru regulowany od 0,1…60 s
- Funkcja pomiaru rzeczywistej wartości skutecznej (True RMS) sygnałów AC i DC+AC
- Funkcje matematyczne: komparator; wartość minimalna, maksymalna, średnia; offset
- Pomiar temperatury sondami platynowymi (Pt100, Pt1000) oraz termoparami (K, J)
- Wewnętrzny rejestrator danych (logger) maksymalnie 32000 wyników pomiarów

HMS1000 [HMS3000] ANALIZATOR WIDMA 1 GHz [3 GHz]



- Zakres częstotliwości 100 kHz…1 GHz [3 GHz]
- Zakres pomiaru amplitudy -114…+20 dBm. Średni wyświetlany poziom szumów (DANL) -125 dBm [-135 dBm] z opcją przedwzmacniacza HO3011
- Czas przemiatania 20 ms…1000 s
- Pasmo rozdzielczości (RBW) [100 kHz] 1 kHz…1 MHz w sekwencji skoków 1-3, 200 kHz (-3 dB) dodatkowe [200 Hz], 9 kHz, 120 kHz, 1 MHz (-6 dB)
- Czystość widmowa < -100 dBc/Hz (przy 100 kHz)
- Pasmo wideo (VBW) 10 Hz…1 MHz w sekwencji skoków 1-3
- Generator śledzący HMS1010 [HMS3010] -20 dBm/0 dBm
- Zintegrowane demodulatory AM i FM (wewnętrzny głośnik)
- Detektory: automatyczny; wartości minimalnej, maksymalnej-szczytowej, próbkowanej, skutecznej, kwasi szczytowej
- 8 markerów włącznie z markerem przyrostu, różnorodne funkcje wartości szczytowej

HMP2020/HMP2030 ZASILACZ PROGRAMOWANY 2/3-KANAŁOWY



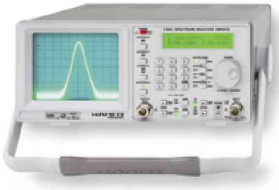
- HMP2020: 1 x 0…32 V/0…10 A 1 x 0…5,5 V/0…5 A 188 W maks.
- HMP2030: 2 x 0…32 V/0…5 A 1 x 0…5,5 V/0…5 A 188 W maks.
- Moc wyjściowa 188 W dzięki zastosowania inteligentnego zarządzania zasilaniem
- Małe szczątkowe napięcie skuteczne tętnień: < 150 µV • Wysoka rozdzielczość ustawiania i odczytu: 1 mV; do 0,1 mA
- Stopnie wyjściowe kanałów galwanicznie izolowane, bez masy i z zabezpieczeniem przeciwzwarciowym
- Zaawansowane tryby pracy w połączeniu równoległym i szeregowym ze śledzeniem V/I
- Funkcja EasyArb do dowolnego definiowania charakterystyk V/I
- FuseLink: kombinacja elektronicznych bezpieczników dla poszczególnych kanałów
- Dowolnie regulowane zabezpieczenia przeciwprzepięciowe (OVP) wszystkich wyjść
- Czytelne wyświetlanie wszystkich parametrów na wyświetlaczu ciekłokrystalicznym/podświetlane przyciski
- Gniazda wszystkich kanałów na płycie tylnej włącznie z gniazdami SENSE do kompensacji spadku napięcia na przewodach
- Interfejs USB/RS-232C, opcjonalny Ethernet/USB lub IEEE-488

HM8150 ARBITRALNY GENERATOR FUNKCYJNY 25/50 MHz



- Zakres częstotliwości 10 mHz…12,5 MHz
- Napięcie wyjściowe 10 mV$_{ss}$…10 V$_{ss}$ (na 50 Ω)
- Przebiegi: sinus, prostokątny, trójkątny, piła, impulsowy, piłokształtny, arbitralny
- Czas narastania i opadania < 10 ns
- Regulacja szerokości impulsu: 100 ns…80 s
- Generator przebiegu arbitralnego: 40 MSa/s
- Generacja impulsu „burst", bramkowanie, zewnętrzne wyzwalanie, przemiatanie
- Oprogramowanie do zdalnego sterowania i tworzenia przebiegów arbitralnych
- Zewnętrzna modulacja amplitudy (pasmo 20 kHz)
- Intuicyjna obsługa tylko jednym przyciskiem – szybkie zmienianie sygnałów
- Interfejs USB/RS-232 z izolacją galwaniczną, opcjonalny IEEE-488

HM5510 ANALIZATOR WIDMA 1 GHz



- Zakres częstotliwości 150 kHz…1 GHz
- Zakres pomiaru amplitudy -100…+10 dBm
- Bezpośrednia, cyfrowa synteza częstotliwości (DDS) z synchronizacją fazową
- Pasmo rozdzielczości (RBW): 20 kHz i 500 kHz
- Klawiatura do ustawiania częstotliwości i amplitudy
- Przetwarzanie i wyświetlanie sygnału anlogowego
- Wyjście sygnału testowego

HM8118 MOSTEK RLC



Opcja HZ188

- Dokładność podstawowa 0,05%
- Funkcje pomiarowe: L, C, R, |Z|, X, |Y|, G, B, D, Q, Θ, Δ, M, N
- Częstotliwość pomiarowa 20 Hz…200 kHz
- Maks. 12 pomiarów na sekundę
- Tryby pomiarowe w układzie zastępczym równoległym i szeregowym
- Interfejs BIN HO118 (opcja) do automatycznego sortowania podzespołów
- Programowana, wewnętrzna polaryzacja wstępna napięciem i prądem
- Pomiar parametrów transformatora
- Zewnętrzna polaryzacja wstępna kondensatora do 40 V
- W komplecie przewody pomiarowe Kelvina oraz głowica do czteroprzewodowego testowania elementów SMD
- Galwanicznie izolowany interfejs USB/RS-232, opcjonalny IEEE-488

HM6050-2 UKŁAD STABILIZACJI IMPEDANCJI SIECI



- Dostępne wersje na napięcie sieci 115 V i 230 V
- Pomiar interferencji przewodzonych siecią w zakresie 9 kHz…30 MHz (CISPR 16)
- Przełączany ogranicznik zakłóceń 10 dB, 150 kHz…30 MHz
- Gniazdo do dołączenia sztucznej ręki

[HZ530]/HZ540/HZ550 ZESTAW SOND ZBLIŻENIOWYCH POLA [1 GHz] 3 GHz



Zestawy narzędziowe HZ540/HZ550 nadają się idealnie do badań pól elektromagnetycznych w.cz. Są niezbędne do wykonywania wstępnych testów kompatybilności elektromagnetycznej (EMI) na etapie projektowania wyrobu, a przed testami trzeciej strony. Zestawy zawierają sondy (3 lub 5 sztuk) z wbudowanym przedwzmacniaczem o paśmie od poniżej 1 MHz do ok. 3000 MHz.
W zestawie bazowym HZ540 znajduje się sonda pola magnetycznego, sonda pola elektrycznego oraz sonda wysoko impedancyjna. W zestawie HZ550 jest ponadto opcjonalna sonda przenikalności magnetycznej pola oraz soda promieniowania pasywnego. Wyjścia wszystkich sond są dopasowane do wejść o impedancji 500 Ω analizatorów widma i odbiorników w.cz. Zestaw sond HZ530 zawiera trzy aktywne sondy szerokopasmowe przeznaczone do diagnostyki EMI. Sondy zaprojektowano do współpracy z analizatorem widma firmy HAMEG o impedancji wejściowej 50 Ω. Sondy mogą być zasilane z analizatora widma lub baterii. Wąski kształt sond ułatwia prowadzenie testów w trudno dostępnych miejscach.

HZ115 SONDA RÓŻNICOWA, 100:1/1000:1



Napięcie wejściowe różnicowe (AC skut.):1000 V (DC + szczytowe AC) maks.:±1400 V
Maks. napięcie wejściowe na wejście:±1400 V
Stosunek tłumienia:100:1
Przełączany na:1000:1
Pasmo:20/30 MHz
Czas narastania:17/12 ns
Impedancja wej.: 60 MΩ || 1,5 pF
Impedancja wyj.: 50 Ω
Maks. napięcie wyj.: ±1,5 V/1 MΩ
Dokł. po 1 min : ±3% (18~30°C)
Współczynnik tłumienia sygnału współbieżnego DC/AC 1 MHz: 70 dB / > 50 dB
Wejścia (KAT. III): 2 złącza bezp.
Zasilanie: 9 V, bateria 6LR61

+++ SYSTEMY MODUŁOWE HAMEG SERII 8000 +++



HM8012 Programowany multimetr 4¾ cyfry

HM8018 Miernik RLC

HM8021-4 Częstościomierz 1,6 GHz

HM8030-6 Generator funkcyjny 10 MHz

HM8040-3 Zasilacz potrójny

HM800 Pusty moduł

W ciągu wielu lat stosowania w praktyce **Modułowe Systemy Serii 8000 firmy HAMEG** wykazały swoją przydatność dla klienta. Dowodem na to jest liczba kilkuset tysięcy sprzedanych modułów. Wyjątkowo korzystny stosunek parametrów do ceny i niezwykła elastyczność systemu wtykanych modułów pozwala użytkownikowi szybko i efektywnie pod względem kosztów przystosowywać swoją konfigurację pomiarową do zmieniających się wymagań. Rama główna umożliwia obsługę jednocześnie dwóch modułów.

nagradzana ankieta/ranking

(wyślij pocztą, faksem, mailem lub wypełnij na *www.ep.com.pl*)

Wszystkich Czytelników zapraszamy do wypełnienia ankiety, która pomaga redakcji trzymać właściwy kurs. Ankieta składa się z 4 części (**A, B, C, D**). Udział w ankiecie nagradzamy. Jeśli prenumerujesz EP lub otrzymywałeś nasz miesięcznik w przeszłości, możesz dokonać jednorazowego zakupu książek w księgarni wysyłkowej AVT z rabatem 15%. Pozostałych Czytelników nagradzamy całkowicie darmową 2-miesięczną prenumeratą startową EP.

A. O Tobie

1. Twój związek z elektroniką wynika stąd, iż jesteś:

☐ uczniem/studentem o profilu elektronicznym
☐ elektronikiem z zawodu
☐ hobbystą o wykształceniu nieelektronicznym

2. Zdradź nam swój wiek:

☐ do 25 lat
☐ od 25 do 40 lat
☐ od 40 do 65 lat
☐ ponad 65 lat

3. Czy masz wpływ na decyzje zakupowe w Twojej firmie?

☐ tak, bezpośrednio
☐ tak, pośrednio
☐ nie

B. O tym numerze EP

1. Zaznacz, które **projekty** zainteresowały Cię szczególnie w tym wydaniu EP:

☐ Lampowo-tranzystorowy odbiornik UKF
☐ AVTCPLDuino. Kompatybilna z Arduino płytka z CPLD
☐ Miernik mocy skutecznej wzmacniacza audio
☐ IntelliDom. System sterowania inteligentnego budynku z interfejsem ZigBee
☐ Tor komunikacyjny PLC. Transmisja danych po liniach zasilania
☐ AVTduino SD. Moduł karty pamięci kompatybilny z Arduino
☐ Gra „Kto pierwszy ten lepszy"
☐ Dziesięciodiodowy wskaźnik poziomu sygnału audio

2. Inne artykuły w tym numerze EP (wymień tytuły), które zainteresowały Cię szczególnie

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

C. O przyszłych numerach EP

1. Zaznacz, **które projekty** z listy przygotowywanych do publikacji w EP interesują Cię szczególnie:

☐ Oscyloskop z USB
☐ Mikroprocesorowy przedwzmacniacz audio
☐ Aktywne obciążenie
☐ Zasilacz sterowany cyfrowo
☐ Wyświetlacz tekstowy
☐ Kolorofon
☐ Generator funkcyjny
☐ Rejestrator ciśnienia i temperatury
☐ Sterownik elektrowni wiatrowej
☐ Falownik 3-fazowy
☐ Lokalizator GSM/GPS
☐ Wzmacniacz 600 W w klasie D
☐ Ethernetowy termometr
☐ Widmowy globus
☐ Czterokanałowy potencjometr audio
☐ Wykrywacz metali

2. Twoje **propozycje tematów projektów** do opracowania i publikacji w EP (**sonda „Nic dla Was bez Was" na *www.ep.com.pl***)

.....
.....
.....

D.

Pragniemy więcej wiedzy o zainteresowaniach i potrzebach Czytelników. Prosimy o odpowiedź na 4 pytania:

1. Opisz w kilku zdaniach nad czym ostatnio pracujesz jako elektroniki (zawodowo lub amatorsko):

.....
.....
.....
.....

2. Jakiej wiedzy potrzebujesz, ew. jaki kurs by Ci się przydał?

.....
.....
.....
.....

3. Jakich narzędzi pomiarowych używasz najczęściej i opisy jakich metod testowania i pomiarów potrzebujesz?

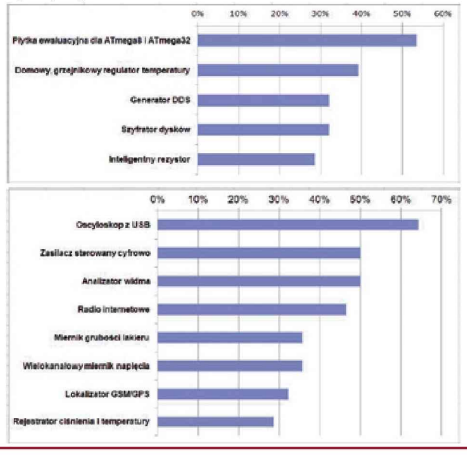
.....
.....
.....
.....

4. Częściej stosujesz komponenty SMD, czy przewlekane, i opisy jakich narzędzi by Ci się przydały?

.....
.....
.....
.....

Wyniki ankiety z EP 9/2011

Oscyloskop z USB	64%
Zasilacz sterowany cyfrowo	50%
Analizator widma	50%
Radio internetowe	46%
Miernik grubości lakieru	36%
Wielokanałowy miernik napięcia	36%
Lokalizator GSM/GPS	32%
Rejestrator ciśnienia i temperatury	29%
Płytka ewaluacyjna dla ATmega8 i ATmega32	54%
Domowy, grzejnikowy regulator temperatury	39%
Generator DDS	32%
Szyfrator dysków	32%
Inteligentny rezystor	29%



Twoje dane adresowe:

Imię i nazwisko..... e-mail.....

telefon..... kod pocztowy..... miejscowość.....

ulica..... nr..... nr prenumeraty.....

Wyrażam zgodę na przetwarzanie moich danych osobowych przez AVT-Korporacja Sp. z o.o. w Warszawie do celów redakcyjnych zgodnie z ustawą o ochronie danych osobowych z dnia 29.08.1997 r. (Dz.U. Nr 133, poz. 833)

Data..... podpis.....

Odbierz AVTduino i stwórz elektrodomino

lub inną ciekawą aplikację. AVTduino zamówisz bezpłatnie na www.ep.com.pl - o ile jesteś naszym Prenumeratorem. A jeśli jeszcze nim nie jesteś

ZAPRENUMERUJ ELEKTRONIKĘ PRAKTYCZNĄ!



patrz avt.pl/klub-elektronika patrz strona 22

Prenumerata to:

- ✓ start za darmo
- ✓ później do 50% taniej
- ✓ 80% zniżki na e-prenumeratę (dostęp przed ukazaniem się pisma w kioskach!)
- ✓ zniżki na *sklep.avt.pl*
- ✓ zniżki w innych sklepach elektronicznych
- ✓ inne przywileje Klubu AVT-elektronika
- ✓ krok w stronę bezpłatnych czasopism na *avt.pl/klub*
- ✓ Niezbędnik Elektronika (dostępny tylko dla Prenumeratorów!)
- ✓ 50% zniżki na archiwum EP
- ✓ 50% zniżki na „EP Plus"
- ✓ AVTduino LCD gratis (patrz str. 130)

A każdy, kto zaprenumeruje EP w listopadzie, otrzyma jeszcze dodatkowo – do wyboru: naszą koszulkę firmową lub płytę „Van Morrison at the Movies" (a na niej m.in. przebój "Domino")

Informację, jaki prezent wybierasz, przekaż nam przed 1 grudnia: mailem (prenumerata@avt.pl), telefonicznie (22-257-84-22), faksem (22-257-84-00) lub listownie (Dział Prenumeraty, 03-197 Warszawa, ul. Leszczynowa 11)

NIEZBĘDNIK ELEKTRONIKA
to płyta CD, którą co miesiąc dostają **TYLKO PRENUMERATORZY EP**.
Niezbędnik elektronika to narzędzia programowe, karty katalogowe, noty aplikacyjne...
Niezbędnik elektronika to krążek, który trzeba mieć. Nie pozwól, by taki rarytas przechodził Ci koło nosa: **zaprenumeruj Elektronikę Praktyczną!**



Tylko Prenumeratorzy mogą kupić pełne archiwum EP (lata 1993-2008) w formacie PDF ze zniżką 50%.
Cena detaliczna: 96 zł,
dla Prenumeratorów tylko 48 zł!



Archiwum wydaliśmy na trzech nośnikach: DVD, karcie microSD, PenDrive'ie
Zamówić je można na stronie *sklep.avt.pl*



Cena najnowszego wydania EP+ to 26 zł, ale... Prenumeratorzy płacą **jedynie 13 zł!**

Prenumeruj!

za darmo lub półdarmo

Jeśli jeszcze nie prenumerujesz Elektroniki Praktycznej, spróbuj za darmo! My damy Ci bezpłatną prenumeratę próbną od grudnia 2011 do lutego 2012, Ty udokumentuj swoje zainteresowanie wpłatą kwoty 144,00 zł na kolejne 9 numerów EP (marzec 2012 – listopad 2012). Będzie to coś w rodzaju zwrotnej kaucji. Jeśli nie uda nam się przekonać Cię do prenumeraty i zrezygnujesz z niej przed 16.02.2012 r. – otrzymasz zwrot całej swojej wpłaty.

BEZPŁATNA PRENUMERATA PRÓBNA	PRENUMERATA 9-MIESIĘCZNA (VAT 8%)
od grudnia 2011 r. do lutego 2012 r.	od marca 2012 r. do listopada 2012 r.
3×0,00 zł=0,00 zł	9×16,00 zł=144,00 zł

Jeśli już prenumerujesz EP, nie zapomnij przedłużyć prenumeraty! Rozpoczynając drugi rok nieprzerwanej prenumeraty EP nabywasz prawa do zniżki.
W przypadku prenumeraty rocznej jest to zniżka w wysokości ceny 2 numerów. Rozpoczęcie trzeciego roku prenumeraty oznacza prawo do zniżki o wartości 3 numerów, zaś po 3 latach nieprzerwanej prenumeraty masz możliwość zaprenumerowania EP w cenie obniżonej o wartość 4 numerów. Jeszcze więcej zyskasz, decydując się na prenumeratę 2-letnią – nie musisz mieć żadnego stażu Prenumeratora, by otrzymać ją w cenie obniżonej o wartość aż 8 numerów! Więcej – po 3 latach nieprzerwanej prenumeraty upust na cenie prenumeraty 2-letniej równy jest wartości 10 numerów, a po 5 latach zniżka osiąga wartość 12 numerów, tj. **50%**

CENY PRENUMERATY (VAT 8%, standardowa cena prenumearaty rocznej – 176,00 za rok)				
	okres dotychczasowej nieprzerwanej prenumeraty			
	rok	2 lata	3 lata lub 4 lata	5 i więcej lat
rocznej	160,00 zł (2 numery gratis)	144,00 zł (3 numery gratis)	128,00 zł (4 numery gratis)	
2-letniej	256,00 zł (8 numerów gratis)		224,00 zł (10 numerów gratis)	192,00 zł (12 numerów gratis)

PAMIĘTAJ ! TYLKO PRENUMERATORZY:*

- otrzymują 80% zniżki na równoległą prenumeratę e-wydań (zamówienia na *www.avt.pl/eprenumerata*)
- otrzymują co miesiąc „Niezbędnik Elektronika" na CD
- mają bezpłatny dostęp do specjalnego serwisu EP na stronie *www.ep.com.pl/archiwum* (dla pozostałych Czytelników – dostęp za mikropłatnościami SMS-ami)
- mogą otrzymywać co miesiąc bezpłatny numer archiwalny EP (zamawiając dowolne z dostępnych jeszcze wydań sprzed stycznia 2011 r. – otrzymasz je wraz z prenumeratą; zamówienie możesz wysłać mailem na nasz adres prenumerata@avt.pl)
- zostają członkami Klubu AVT-elektronika i otrzymują wiele przywilejów oraz rabatów (patrz *www.avt.pl/klub*)
- mają prawo do upustów w sklepie *www.sklep.avt.pl*

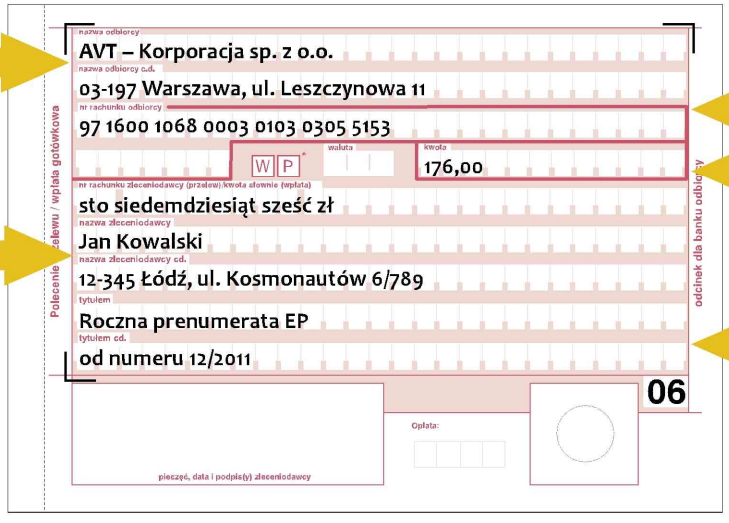
*) nie dotyczy prenumerat zamówionych u pośredników (RUCH, Poczta Polska i in.); nie dotyczy bezpłatnych prenumerat próbnych.

CENY PRENUMERATY WERSJI ELEKTRONICZNEJ EP (VAT 23%)			
	6-miesięcznej	12-miesięcznej	24-miesięcznej
standardowe	6×6,50 zł = 39,00 zł	12×5,70 zł = 68,40 zł	24×5,17 zł = 124,80 zł
dla Prenumeratorów wersji papierowej	80% zniżki = 7,80 zł	80% zniżki = 13,65 zł	80% zniżki = 24,95 zł

Prenumeratę zamawiamy:

Najprościej → **dokonując wpłaty**

Dane adresowe naszego wydawnictwa



Numer konta bankowego naszego wydawnictwa

Kwota zgodna z warunkami prenumeraty podanymi powyżej

Pełny adres pocztowy wraz z imieniem, nazwiskiem (ewentualnie nazwą firmy lub instytucji)

Określenie czasu prenumeraty (roczna, półroczna, na okres od...do...); osoby prywatne chcące otrzymać fakturę VAT prosimy o dopisanie „Proszę o FVAT" (firmy i instytucje prosimy o podanie NIP)

Najłatwiej → **wypełniając formularz w Internecie** (na stronie *www.ep.com.pl*) – tu można zapłacić kartą

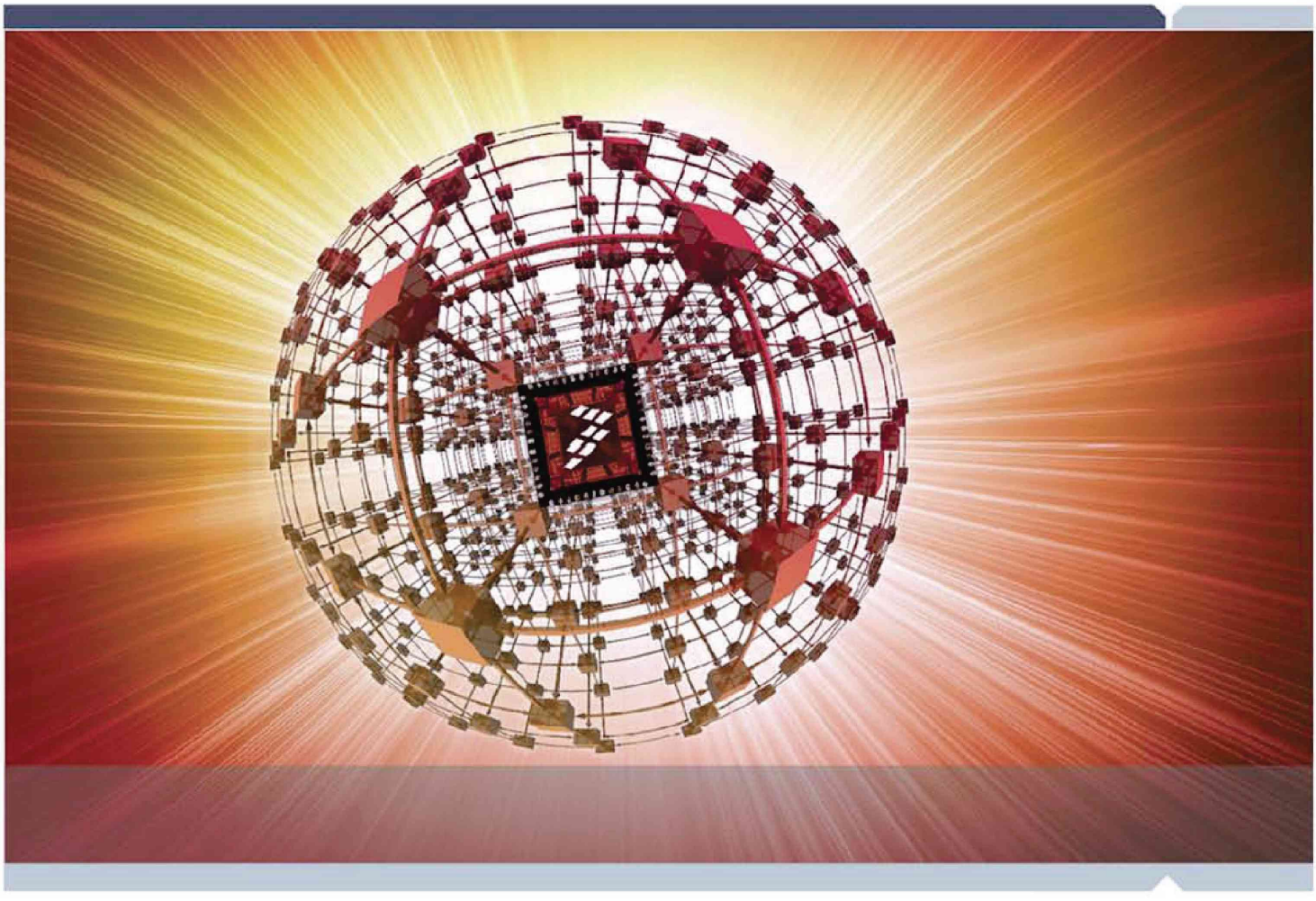
Najwygodniej → wysyłając na numer 663 889 884 SMS-a o treści PREN – oddzwonimy i przyjmiemy zamówienie (koszt SMS-a wg Twojej taryfy)

lub → **zamawiając** za pomocą telefonu, e-maila, faksu lub listu.

Dział Prenumeraty Wydawnictwa AVT, ul. Leszczynowa 11, 03-197 Warszawa,
tel.: 22 257 84 22, faks: 22 257 84 00, e-mail: prenumerata@avt.pl

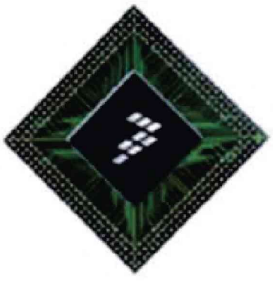
freescale

Świętuj z nami 1 rok na rynku Kinetis Cortex M4



Firma Freescale i Arrow zapraszają Państwa

23 Listopada na Konkurs i Szkolenie



Agenda Szkolenia Kinetis Cortex-M4

Prezentacja dotychczasowej Rodziny Kinetis Cortex-M4
Omówienie dostępnych narzędzi wspomagających pracę inżynierów (Software)
Przedstawienie referencyjnych projektów w oparciu o uC Kinetis

Konkurs na projekt wykonany na mikrokontrolerze Kinetis

Konkurs odbedzie sie w dwóch kategoriach:

- Nabardziej innowacyjny projekt wykonany na mikorkontrolerze Kinetis
- Najlepszy projekt komercyjny przewidzinay do masowej produkcji

W czasie szkolenia będą Państwo mogli bezposrednio porozmawiac z inżynierami Freescale odpowiedzialnymi za rozwój rodziny Kinetis, a także zapoznac sie z działajacymi zestawami referencyjnyni, ktore beda wystawiane podczas szkolenia. Dla finalistów konkursu przewidziane są cenne nagrody. W kategorii innowacyjny projekt glowna nagorda iPad, zestw Tower Cortex M4, w kategorii najlepszy projekt komercyjn, firma, która wygra konkurs będzie miała możliwosc promocji swojego rozwiąznia na stronie intenetowej Arrow oraz na Targach Embeded World w Niemczech, dodatkową nagrodą bedzie środowisko programistyczne CodeWorrior. Zasady oraz szczegóły konkursu zostaną podane podczas bezpłatnego szkolenia w dniu 23 Listopada.

Rejestracje prosimy zglaszać do firmy Arrow Electronics Polska w terminie do 11/11/2011 z dopiskiem „Szkolenie Cortex M4"

http://www.arroweurope.com/countries/poland.html

Arrow Electronics Polska z.o.o.
02-697 Warszawa, ul. W Rzymowskiego 53

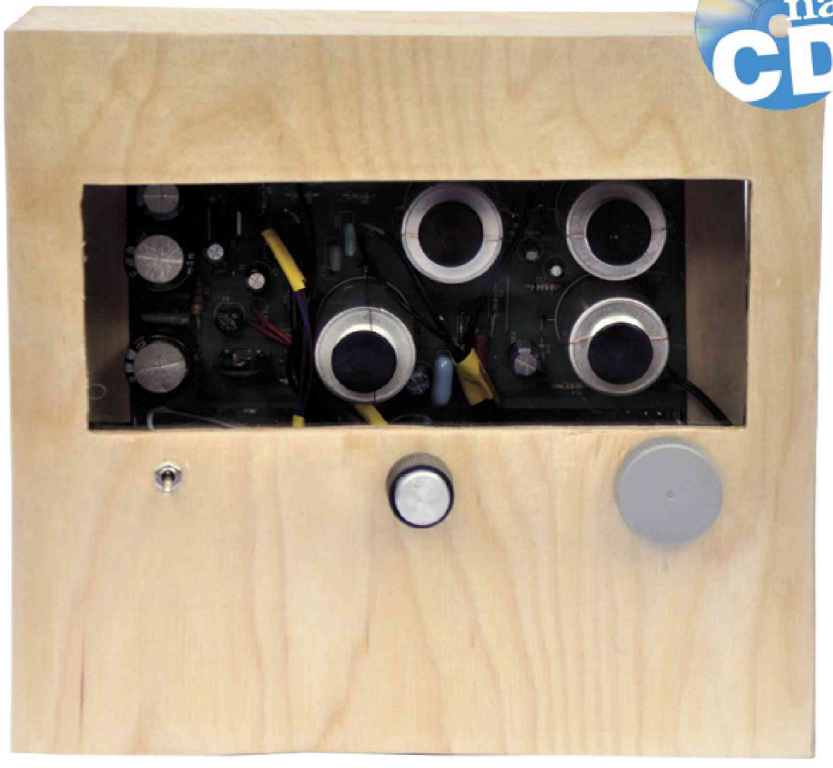
Phone: +48 225588282
Fax.: +48 225588283
Http: www.arroweurope.com
e-mail: salesoffice.warsaw@arroweurope.com

ARROW ELECTRONICS

Lampowo-tranzystorowy odbiornik UKF

AVT 5317

na CD



Lampowy radioodbiornik był niegdyś jedynym dostępnym oknem na świat. Starsi osobiście pamiętają noce spędzone z wysłużonym, charczącym Pionierem, dla młodszych jest to nieodłączny element babcinej komody. Niestety, czas nieubłaganie płynie do przodu i postęp techniczny raz na zawsze wyparł te cudeńka z powszechnego użytku, zastępując je tranzystorowymi. Niniejszy projekt pozwala – choćby i częściowo – przenieść się myślami w tamte czasy, zachowując przy tym funkcjonalność i niewielkie gabaryty, zaś drobna „pomoc" ze strony tranzystorów wyeliminuje konieczność nawijania i zestrajania cewek.

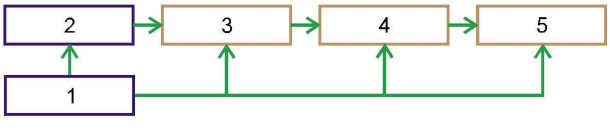
Rekomendacje: *nietuzinkowy odbiornik lampowy uatrakcyjni każde wnętrze.*

Na **rysunku 1** zamieszczono schemat blokowy zaprojektowanego odbiornika. Blok zasilacza dostarcza następujących napięć:

- Niestabilizowane 130 V do zasilania anod lamp,
- Stabilizowane 12,6 V do zasilania żarników lamp,
- Stabilizowane 9 V – do zasilania głowicy UKF.

Jako głowica pracuje strojony napięciowo moduł typu „Gloria". O jej użyciu zadecydowały niska cena, małe gabaryty, nieskomplikowana aplikacja i dobre parametry. Dodatkowo, za cenę kilkunastu złotych, nie musimy zestrajać obwodów wielkiej częstotliwości, co znacznie ułatwia wykonanie odbiornika. Głowica UKF jest jedynym blokiem wykonanym z użyciem komponentów półprzewodnikowych. W kolejnych pracują lampy: cztery pentody typu 12Ж1Л (12Ż1Ł) z „krótką charakterystyką", radzieckie odpowiedniki niemieckich RV12P2000. Są one zamknięte w aluminiowych kubeczkach gwarantujących odporność mechaniczną i dobre ekranowanie. Niska cena (w granicach 0,50…2 złotych za sztukę) i dostępność są kolejnymi atutami tych lamp. Wybrane parametry techniczne, które pozwolą na ewentualne dobranie odpowiedników, zamieszczono w **tabeli 1**.

Sygnał z głowicy UKF ma częstotliwość 10,7 MHz, amplitudę rzędu 1…3 mV i jest zmodulowany częstotliwościowo. W typowym odbiorniku superheterodynowym zostałby on wzmocniony w kilkustopniowym wzmacniaczu pośredniej częstotliwości, a następnie zdemodulowany przez detektor diodowy. Zapewnia to wysoką jakość dźwięku, znakomitą czułość i selektywność, lecz jest trudne do wykonania w warunkach domowych. W tym układzie tylko jedna lampa jest odpowiedzialna za wzmocnienie i detekcję sygnału otrzymywanego z głowicy, przy użyciu do tego tylko jednego obwodu strojonego. Na potrzeby małego, monofonicznego odbiornika jest to całkowicie wystarczające. Niestety, tak daleko idące uproszczenie uniemożliwia dodanie dekodera stereofonicznego, a to z tego powodu, że detektor superreakcyjny, który tu zastosowano, w znacznym stopniu tłumi częstotliwości powyżej ok. 12 kHz. Na po-



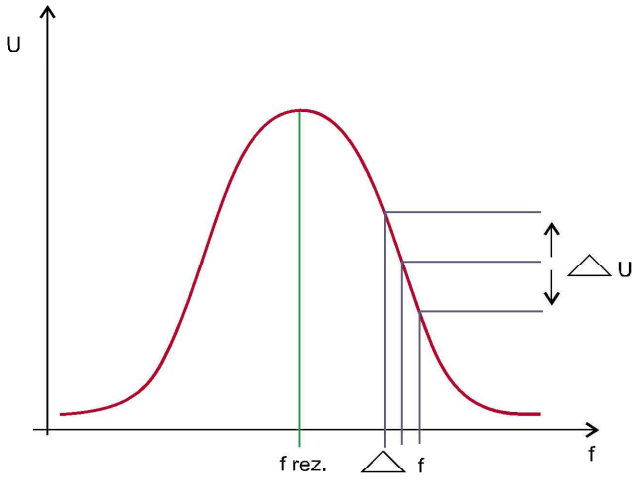
Rysunek 1. Schemat blokowy odbiornika radiowego. Prostokąty niebieskie to część półprzewodnikowa, czerwone – lampowa: 1 – zasilacz; 2 – głowica UKF FM; 3 – detektor; 4 – przedwzmacniacz; 5 – wzmacniacz mocy

AVT-5317 w ofercie AVT:
AVT-5317A – płytka drukowana

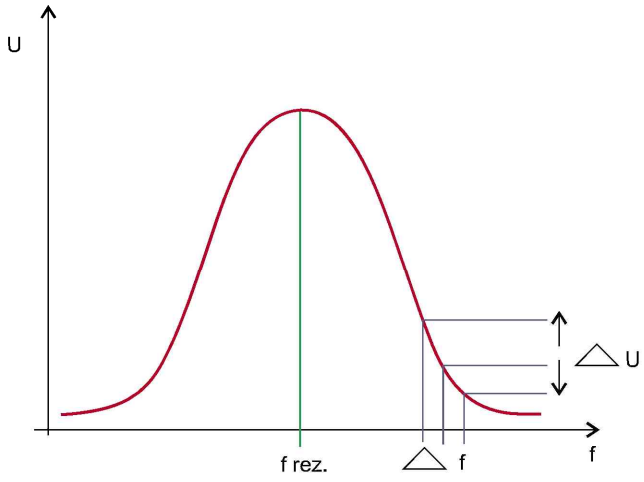
Podstawowe informacje:
- Superreakcyjny, monofoniczny odbiornik UKF (88…108 MHz).
- Płytka jednostronna o wymiarach 190 mm×97 mm.
- Głowica UKF typu „Gloria", 4 pentody 12Ж1Л (12Ż1Ł).
- Zasilanie transformatorowe z sieci 230 V_{AC}, pobór mocy ok. 15 W.
- Łatwe wykonanie i strojenie.

Dodatkowe materiały na CD/FTP:
ftp://ep.com.pl, user: 15352, pass: 760hp6s5
- wzory płytek PCB
- karty katalogowe i noty aplikacyjne elementów oznaczonych w Wykazie elementów kolorem czerwonym

Projekty pokrewne na CD/FTP:
(wymienione artykuły są w całości dostępne na CD)
AVT-2330 Miniaturowy odbiornik FM stereo (EdW 2/1999)
AVT-2469 Odbiornik UKF FM (EdW 1/2001)



Rysunek 2. Charakterystyka częstotliwościowa poprawnie dostrojonego obwodu dyskryminatora. Zmiana napięcia na wyjściu jest proporcjonalna do zmiany częstotliwości w całym przedziale



Rysunek 3. Charakterystyka częstotliwościowa nieprawidłowo dostrojonego dyskryminatora. Częstotliwość nośna wypada zbyt blisko zakrzywienia charakterystyki, co skutkuje dużymi zniekształceniami nieliniowymi

Tabela 1. Najważniejsze parametry lampy 12Ж1Л (12Ż1Ł)	
Cokół	Loctal 8-pin
Parametry żarzenia	12,6 V @ 75 mA (pośrednie)
Maksymalna moc tracona na anodzie	2 W
Typowe napięcie anodowe	150 V
Typowe napięcie siatki ekranującej	75 V
Typowe napięcie siatki sterującej	-2,1 V
Katalogowy prąd anodowy w tym punkcie pracy	2,35 mA
Katalogowe nachylenie	1,65 mA/V
Katalogowy opór wewnętrzny	800 kΩ
Gwarantowany czas działania	2000 godzin

trzeby odbioru stereofonicznego konieczne jest zapewnienie pasma przenoszenia o szerokości ok. 60 kHz.

Odbiornik superreakcyjny

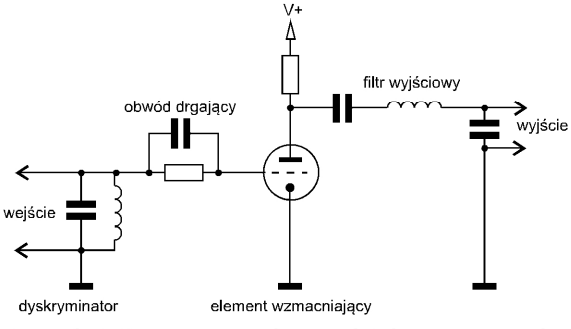
Na czym polega odbiór superreakcyjny? Na to pytanie trzeba sobie odpowiedzieć przed przystąpieniem do dalszych rozważań. Najpierw jednak trzeba zamienić modulację częstotliwościową na amplitudową, gdyż jest ona dużo łatwiejsza do demodulacji. Nie jest to trudne – potrzebny jest obwód rezonansowy (zwany dyskryminatorem), który nie jest dostrojony do nośnej, lecz jej częstotliwość wypada na prostoliniowej części charakterystyki częstotliwościowo-napięciowej dyskryminatora (**rysunek 2** i **rysunek 3**). Kluczowym elementem detektora superreakcyjnego jest wzmacniacz pobudzany do drgań własnych pod wpływem napięcia pochodzącego z dyskryminatora (**rysunek 4**). Amplituda tych drgań jest proporcjonalna do napięcia wejściowego. Ponadto, mają one tendencję do samoistnego zanikania. Są stosunkowo krótkie, rzędu mikrosekund, lecz jest ich na tyle dużo, że wiernie odwzorowują kształt zmian napięcia w dyskryminatorze. Im więcej, tym lepsze jest odwzorowanie, tym szersze jest pasmo przenoszenia. Niestety, wraz ze wzrostem tzw. częstotliwości samowygaszania (liczby generowanych „pików" na okres) spada – i tak nie najlepsza – selektywność całego układu. Zadaniem filtra wyjściowego jest odtworzenie napięcia małej częstotliwości z dostarczanych nań oscylacji.

Opis działania

Po takim wstępie można przejść do omówienia schematu ideowego prezentowanego odbiornika. Pokazano go na **rysunku 5**. Transformator zasilający TR2 dostarcza wymaganych napięć przemiennych: 100 V i 13 V. Mostek prostowniczy B2, wraz z filtrem wykonanym z kondensatorów C1…C4 i rezystora R1, dostarcza napięcie anodowe zasilające lampy V1…V4. Natomiast prostownik B1 z kondensatorami C5 i C6 zapewniają wygładzone napięcie do zasilania głowicy UKF i żarników lamp. Zajmują się tym stabilizatory, odpowiednio, US1 i US2 wraz z kondensatorami. Do wyprowadzenia środkowego układu US2 włączono diodę D1 po to, aby zapewnić napięcie żarzenia wynoszące 12,6 V.

Funkcję głowicy UKF w tym radioodbiorniku pełni wspomniany już moduł typu „Gloria". Potencjometrem P1 jest ustalane napięcie warikapowe, zaś rezystorami R3 i R4 – żądane wzmocnienie. Rezystor R2 ogranicza płynący prąd. Na nóżkę AGC jest podawane napięcie ok. 4,5 V, co jest równoznaczne z niemal najwyższym możliwym wzmocnieniem. OSC to wyjście oscylatora heterodyny, służy do realizacji PLL – tutaj jest niewykorzystane.

Wzmocniony i wyselekcjonowany sygnał p.cz. o częstotliwości 10,7 MHz jest przekazywany przez kondensator C11 celem oddzielenia głowicy od wysokiego napięcia na anodzie lampy. Dyskryminator jest zbudowany z obwodu zawierającego cewkę L2 i kondensatory: stały C16 i trymer C15. Dostrojenie tego obwodu z powodzeniem można wykonać bez użycia specjalizowanych przyrządów pomiarowych. Rezystor R5 i kondensator C14 tworzą obwód powstawania i tłumienia drgań własnych. Cewka L1 oraz kondensatory C12 i C13 pracują jako filtr wyjściowy przekształcający serie oscylacji na użyteczny sygnał małej częstotliwości. Jednocześnie separują składową zmienną małej częstotliwości od stałej. Potencjometr P2 oraz rezystor R6 ustalają punkt pracy detektora superreakcyjnego. Rezystor R7 wraz z diodą D2 tworzą stabilizator o napięciu wyjściowym ok. 100 V. C17 i C18 zapobiegają przedostawaniu się zakłóceń w.cz. przez zasilanie. Zasilanie lampy V1 napięciem stabilizowanym zapewnia niezmienność parametrów detekcji w funkcji czasu.



Rysunek 4. Uproszczony schemat detektora superreakcyjnego z triodą

Amplituda odfiltrowanego sygnału m.cz. jest regulowana za pomocą potencjometru P3. Sygnał m.cz. jest podawany na siatkę sterującą pentody V2. Ta lampa pracuje w typowym układzie wzmacniacza o wspólnej katodzie z obciążeniem oporowym, zrealizowanym z użyciem rezystora R8. Rezystor R9 podnosi potencjał katody (tzw. polaryzacja automatyczna) po to, aby wspomniana już siatka była względem niej na potencjale ujemnym. Powoduje to pracę w klasie A na możliwie prostoliniowym odcinku charakterystyki. Kondensator C19 zwiera rezystor R9 dla sygnałów zmiennych, przez co podnosi wzmocnienie stopnia. Kondensator C20 ponownie oddziela składową zmienną od niepożądanej składowej stałej.

Wzmacniacz końcowy zbudowany został analogicznie do poprzedzającego go stopnia, z różnicą w postaci równoległego połączenia dwóch lamp dla podniesienia mocy wyjściowej. Rezystory R10 i R11 to tzw. rezystory antyparazytowe. Poprzez zwiększenie impedancji obwodu siatkowego utrudniają powstawanie w nim oscylacji. Elementy R12, R13 i C21 tworzą już opisany układ polaryzacji automatycznej. Transformator głośnikowy TR1 dopasowuje wysoką impedancję obwodu anodowego lamp V3 i V4 do niskiej impedancji cewki głośnika. Podłączenie jednego

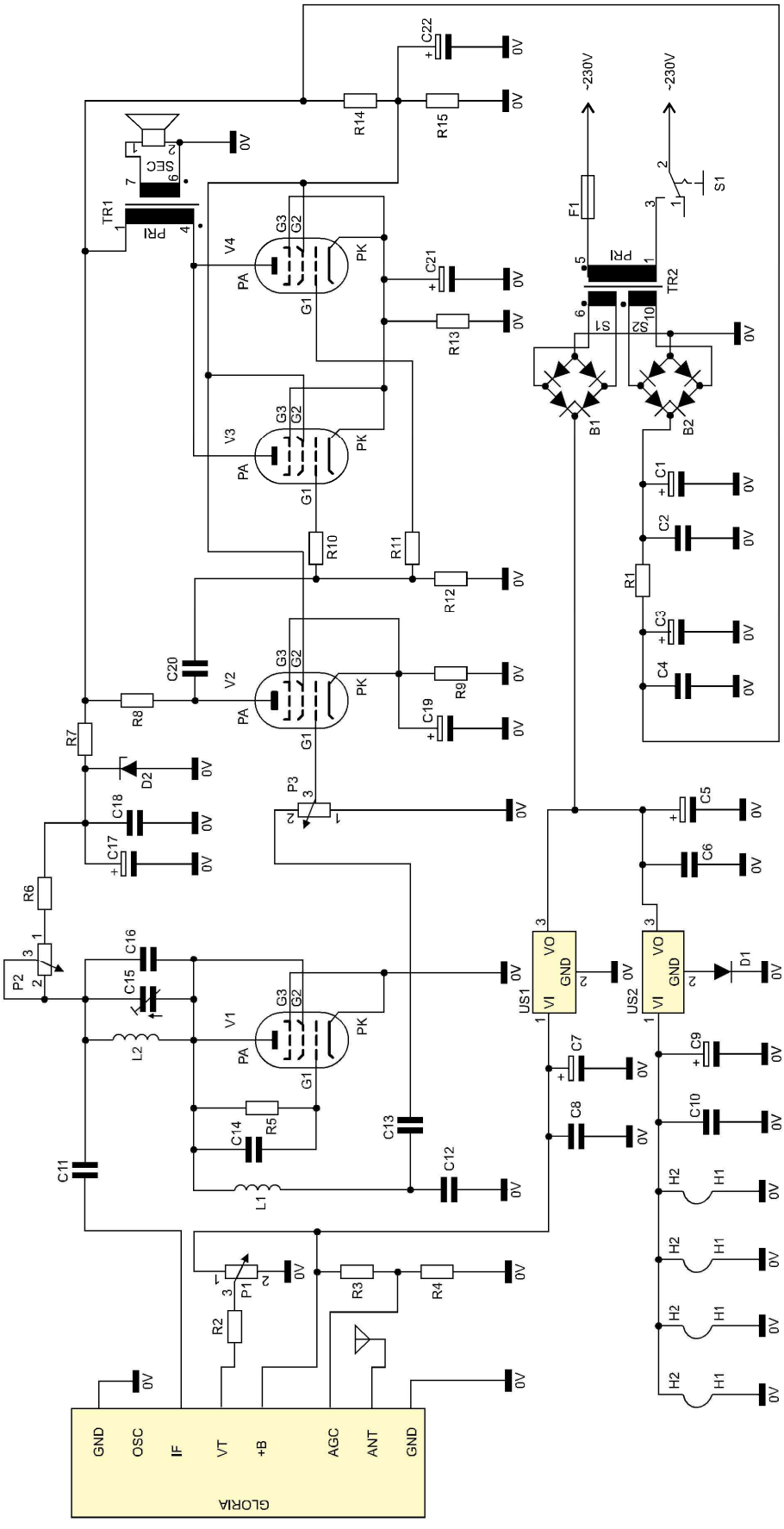
Wykaz elementów

Rezystory:
R1: 220 Ω/0,5 W
R2: 100 Ω
R3, R4: 470 Ω
R5: 10 MΩ
R6: 4,7 kΩ
R7: 5,6 kΩ/1 W
R8, R15: 150 kΩ
R9: 680 Ω
R10, R11: 22 kΩ
R12: 1 MΩ
R13: 330 Ω/0,5 W
R14: 18 kΩ
Wszystkie rezystory o mocy 0,25 W jeżeli nie napisano inaczej
P1: 22 kΩ pot. wieloobrotowy
P2: 4,7 kΩ pot. montażowy, pionowy
P3: 470 kΩ/B pot.

Kondensatory:
C1, C3: 220µF/200 V
C2, C4: 100 nF/250 V
C5: 4700 µF/25 V
C6, C8, C10: 100 nF/63 V
C7, C9: 220 µF/16 V
C11, C18: 220 nF/250 V
C12: 3,3 nF/250 V
C13: 10 nF/250 V
C14: 39 pF (opis w tekście)
C15: trymer 3÷10 pF
C16: 10 pF
C17: 2,2 µF/250 V
C19: 22 µF/16 V
C20: 22 nF/250 V
C21: 47 µF/16 V
C22: 22 µF/160 V

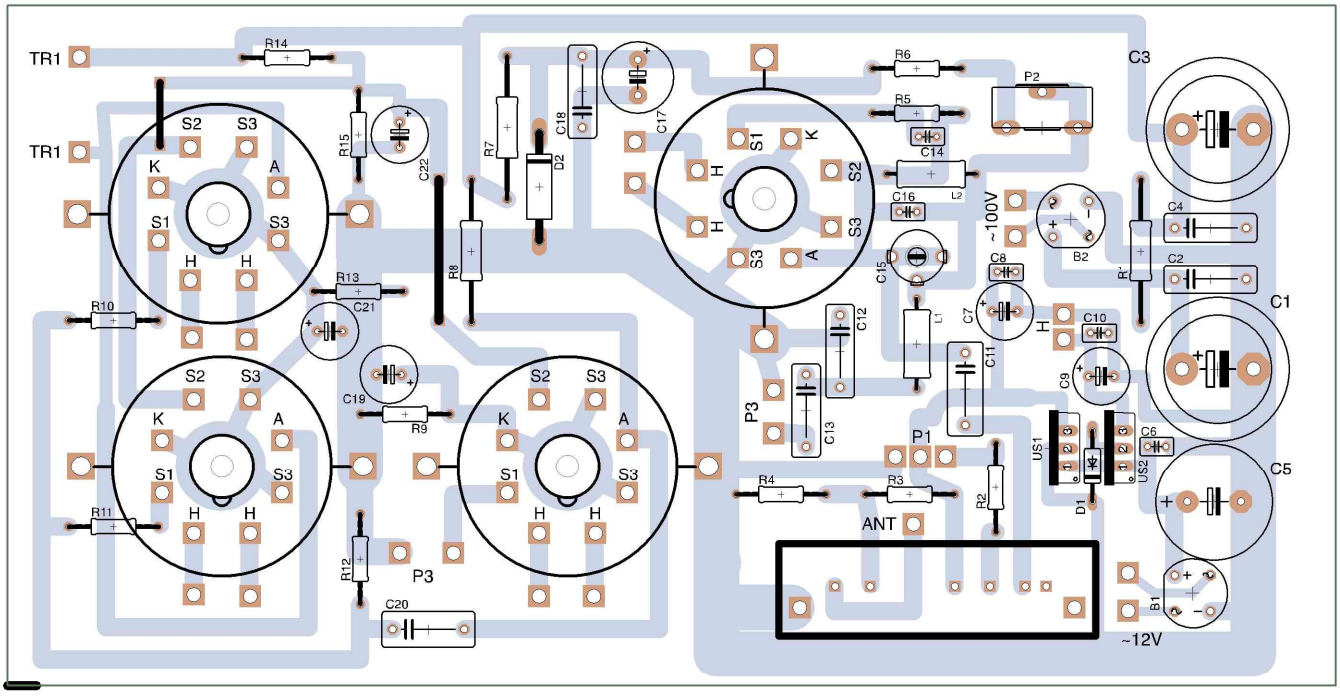
Półprzewodniki:
B1, B2: mostek Graetza 1 A/1000 V
D1: 1N4148
D2: dioda Zenera 100 V/1,3 W
US1: LM7809
US2: LM7812
Głowica typu „Gloria" (opis w tekście)

Inne
V1...V4: lampa 12Ж1Л (12Ż1Ł)
L1: dławik osiowy 15 µH
L2: dławik osiowy 12 µH
TR1: opis w tekście
TR2: opis w tekście
F1: bezpiecznik sieciowy 200 mA z oprawką
S1: wyłącznik sieciowy
Dwa złącza żeńskie DB-25 do montażu we wtyczce (opis w tekście)



Rysunek 5. Schemat ideowy odbiornika UKF

Na CD: karty katalogowe i noty aplikacyjne elementów oznaczonych w wykazie elementów kolorem czerwonym



Rysunek 6. Schemat montażowy odbiornika UKF

końca uzwojenia wtórnego do masy utrudnia występowanie w nim oscylacji. Dzielnik złożony z rezystorów R14 i R15 ma dwojakie zadanie. Po pierwsze, ustala napięcie siatek ekranujących lamp V2, V3 i V4 na optymalnym poziomie. Po drugie, zapewnia rozładowanie kondensatorów w filtrze napięcia anodowego. C22 blokuje składową zmienną. Mnogość kondensatorów blokujących składową wielkiej częstotliwości wynika z dbałości o nierozchodzenie się jej po układzie, gdyż mogłaby być przyczyną powstawania uciążliwych interferencji i wzbudzeń.

Montaż

Schemat montażowy radioodbiornika pokazano na **rysunku 6**. Zmontowano go na płytce jednostronnej o wymiarach 190 mm×97 mm. **Uwaga: na komponentach odbiornika występują napięcia niebez-**

REKLAMA



pieczne dla życia i zdrowia, więc montaż i uruchomienie należy powierzyć osobom mającym świadomość ryzyka, jak również doświadczenie w uruchamianiu tego typu układów.

Podczas montażu należy zwrócić szczególną uwagę na sposób zamocowania lamp elektronowych. Bezpośrednie przylutowanie ich nóżek do płytki nie zda egzaminu ze względu na ryzyko pęknięcia szkła podczas nierównomiernego rozgrzewania. Podstawki pod ten typ cokołu są osiągalne, lecz drogie i trudno dostępne. Dlatego wybrałem rozwiązanie tanie i skuteczne, co oczywiście nie zmienia faktu, że można zastosować tradycyjną podstawkę.

Do własnoręcznego wykonania podstawki pod lampę jest niezbędne gniazdo DB25 (złącze żeńskie), z którego należy wyjąć poszczególne piny. Jest to łatwe po przepołowieniu blaszek mocujących (**fotografia 7**). Uzyskane w ten sposób gniazda na poszczególne nóżki należy wlutować w płytkę, możliwie prostopadle (**fotografia 8**). Drobne nierówności zostaną skorygowane podczas umieszczania lampy w tak zbudowanej podstawce.

Należy również chronić lampę przed przypadkowym wypadnięciem. W tym celu, po dokonaniu montażu dwóch zworek, wszystkich elementów i umieszczeniu lamp na swoich miejscach (należy pamiętać o zachowaniu zgodności pomiędzy garbem na trzpieniu lampy a oznaczeniem na płytce), do przymocowania lamp należy użyć cienkiego, miedzianego drutu. Po lekkim odkręceniu czarnego klucza na górze lampy, owija się ów drut wokół śruby jednym, ciasnym zwojem, a następnie klucz się dokręca. Końce drutu wlutowuje się w przygotowane pod to otwory w płytce, co dodatkowo połączy ekranującą puszkę lampy z masą układu. Nic nie stoi na przeszkodzie, by w te otwory wlutować oczka lutownicze pod śruby M3, a następnie przewlec przez nie i zalutować drut mocujący.

Żarzenie lamp nie widnieje w układzie ścieżek, a to z tego względu, że znacznie komplikowałoby ich układ i mogłoby być przyczyną przenikania zakłóceń. Dlatego też przy każdej lampie znajdują się dwa otworki prowadzące do żarzenia, oznaczonego literą „H". Takie same dwa otworki znajdują się w pobliżu stabilizatora US2. Należy je połączyć równolegle cienkim, izolowanym przewodem. Biegunowość nie ma żadnego znaczenia.

Potencjometr P1, który zastosowano w prototypie, jest 10-obrotowym potencjometrem typu helipot, dzięki czemu jest możliwe dokładne dostrojenie się do stacji. Na potencjometr P3 również nie przewidziano miejsca na płytce – połączenia z nim należy wykonać przewodami ekranowanymi, pamiętając o tym, by nie zrobić przy tym pętli masy. P2 jest ustawiany tylko raz, podczas uruchamiania, lecz można dołączyć go z zewnątrz, by nieco poeksperymentować z jego ustawieniem.

Transformator sieciowy wykonano w firmie Selenoid s.c. (ul. 11 Listopada 127, 62-030 Luboń, e-mail: kacper@selenoid.pl) za cenę ok. 50 złotych. Ma on następujące parametry:

- Uzwojenie pierwotne: 230 V_{AC}.
- Uzwojenie wtórne I: 13 V/1 A.
- Uzwojenie wtórne II: 100 V/50 mA.

Transformator głośnikowy pochodzi z demontażu i współpracuje z głośnikiem 8 Ω. Jego oznaczenie to TG2-20, lecz można zastosować inny, o podobnej przekładni. W tym układzie zapewnia on lampom impedancję obciążenia około 16 kΩ.

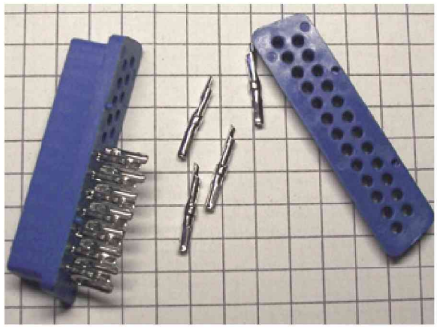
Pewną uwagę trzeba poświęcić kondensatorowi C14. Powinien on być dobrej jakości, gdyż od niego zależy prawidłowa praca detektora. Dlatego warto użyć elementu pochodzącego ze starej, polskiej produkcji lub nowoczesnego, ale nie najtańszego.

Gotową płytkę warto jest zaekranować, przede wszystkim od spodu. W prototypie została ona zamocowana w rowkach wyciętych w drewnianych listwach, odsunięta o ok. 15 mm od ścianki. Na tę ściankę naklejono folię aluminiową. Kontakt elektryczny z masą układu zapewnia sprężynka wystająca od spodu płytki.

Obudowa powinna przede wszystkim izolować elektrycznie. Ekranowanie od zewnętrznych pól elektromagnetycznych jest pożądane, lecz niewymagane przy zachowaniu warunku dobrego, ścisłego montażu. Obudowa prototypu ma wymiary (szerokość×wysokość×głębokość) 245 mm×220 mm×115 mm. Wykonano ją ze sklejki o grubości 10 mm i oklejono łuszczką o grubości 2 mm. W przednie okienko wklejono szybkę z przezroczystego poliwęglanu, zaś głośnik jest oddzielnym modułem.

Uruchomienie

Po zmontowaniu układu, dołączeniu głośnika i krótkiej (wykonanej z przewodu o długości 30...50 cm) anteny, można przystąpić do jego uruchamiania. W tym celu należy najpierw skręcić potencjometr głośności i detektora na minimum i zmierzyć napięcia zasilające układ. Powinny one wynosić około 130 V dla anod, 100 V dla detektora, 12,6 V dla żarników i 9 V dla głowicy UKF. Po pozytywnie przeprowadzonym pomiarze można przystąpić do strojenia odbiornika. W tym celu potencjometr głośności należy skręcić na maksimum oraz zaopatrzyć się w cienki, izolowany śrubokręt. Potencjometrem strojenia wyszukujemy stosunkowo silną stację, a następnie tak stroimy trymer C15, aby była ona odbierana bez zniekształceń. Na czas przeprowadzania tej operacji należy wyłączyć w pobliżu źródła zakłóceń elektromagnetycznych, a masę układu uziemić.



Fotografia 7. Złącze DB-25 po rozpołowieniu

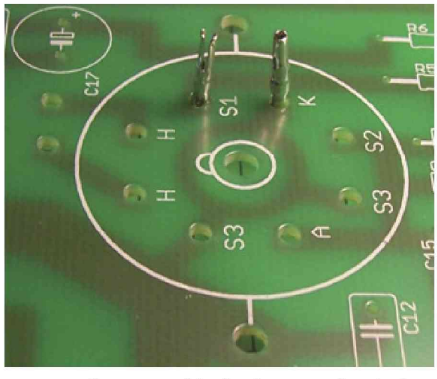
Należy pamiętać o zasadzie działania dyskryminatora – musi on być lekko odstrojony od częstotliwości nośnej, zatem najgłośniejszy odbiór, przypadający na szczyt charakterystyki, będzie silnie zniekształcony.

Procedurę dostrajania przeprowadza się kilkakrotnie, najlepiej dla różnych stacji odbieranych dla uzyskania rozsądnego kompromisu pomiędzy jakością odbioru a poziomem głośności. Regulacji należy dokonać także potencjometrem P2 – im większy będzie jego opór, tym lepsza czułość układu, lecz większa skłonność do niewygaszania oscylacji superreakcyjnych przy silnych stacjach. W układzie prototypowym został on skręcony prawie na minimum oporności.

Podsumowanie

Eksploatacja odbiornika nie nastręcza problemów. Trzeba jedynie pamiętać o tym, aby zawsze miał podłączone obciążenie w postaci odpowiedniego głośnika – w przeciwnym razie może dojść do uszkodzenia transformatora wyjściowego. Nie jest on wyposażony w automatyczną stabilizację częstotliwości, toteż może być konieczne sporadyczne dostrajanie, aczkolwiek było to potrzebne tylko raz podczas dwugodzinnej „próby generalnej". Pobór mocy z sieci 230 V wynosi ok. 15 W. Komplet nieużywanych lamp powinien zapewnić trzyletnią eksploatację przy średnim użytkowaniu (około 2 godzin dziennie).

Michał Kurzela
futrzaczek@o2.pl



Fotografia 8. Przykład wlutowania pinów pod nóżki lampy

AVTCPLDuino

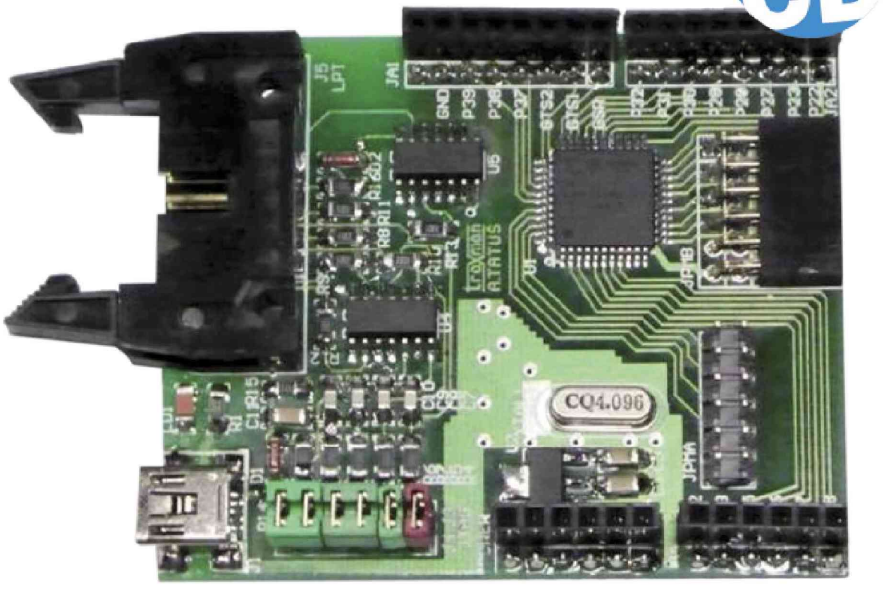
AVT 5320

Kompatybilna z Arduino płytka z CPLD

na CD

Przedstawiona płytka umożliwia zapoznanie się z programowaniem układów cyfrowych CPLD. Jest kompatybilna pod względem wymiarów i wyprowadzeń z popularną płytką Arduino, dzięki czemu jest możliwe użycie wielu gotowych modułów wykonanych dla Arduino. Oprócz tego nasz moduł może współpracować z Arduino i AVTduino, rozszerzając ich funkcjonalność o zalety układów CPLD.

***Rekomendacje:** świetna, dobrze wyposażona płytka do nauki programowania układów CPLD.*



Płytka Arduino i jej odpowiednik AVT-duino są bardzo dobrze znane Czytelnikom „Elektroniki Praktycznej" i nie wymagają opisywania. Ich najważniejszym komponentem jest mikrokontroler AVR, który jest bardzo dobry, ale jego prędkość jest niewystarczająca do niektórych zadań. I dlatego czasami też przydałoby się połączyć go z jakimś modułem zewnętrznym rozszerzającym jego możliwości.

Zaprojektowano wiele modułów dołączanych do Arduino czy AVTduino, jednak są one „sztywne", o ściśle określonych możliwościach. A co byłoby, gdyby dodać do Arduino moduł programowalny, podobnie jak płytka bazowa? A może dałoby się przy tym skorzystać z bogatej oferty modułów z klawiaturami, wyświetlaczami i innymi komponentami? Tak postawione pytania stały się przesłanką do skonstruowania AVTCPLDuino.

Schemat AVTCPLDuino pokazano na **rysunku 1**. Sercem modułu jest układ U1 – XC9572XL firmy Xilinx. Jego wybór był podyktowany przystępną ceną, dobrą dostępnością i udostępnianym bezpłatnie przez producenta oprogramowaniem narzędziowym ISE. Wszystkie dostępne linie I/O układu wyprowadzone są na złącza szpilkowe, zgodnie z topologią AVTDuino: J1, J2, J4, JPOWER oraz dodatkowo na złącza JPMA/B zgodne z topologią minimodułów Digilent.

Układ jest zasilany ze stabilizatora LDO 3,3 V, U2 typu LM1117. Dodatkowo, dla ułatwienia uruchamiania, płytkę wyposażono w generator kwarcowy oparty o układ U3 (HC4060) generujący sygnały o częstotliwościach 1 MHz i ok. 200 Hz (dla kwarcu 4 MHz) doprowadzone do globalnych magistral zegarowych układu U1. Interfejs JTAG układu U1, konieczny do programowania, jest wyprowadzony na złączu J3.

Aby zapewnić większą wygodę użytkowania, na płytce AVTCPLDuino umieszczono programator JTAG zgodny z DLC5 firmy Xilinx. Wymaga on co prawda zanikającego w komputerach portu LPT, ale jest tańszy w realizacji (nawet gdy konieczny jest zakup karty z LPT czy adaptera USB/LPT) i w przeciwieństwie do klonów programatorów USB, do obsługi wykorzystuje zintegrowany z ISE program Impact. Schemat programatora przedstawiono na **rysunku 2**.

Sygnał wyjściowy JTAG jest doprowadzony do złącza J4. Ze względu na ograniczone miejsce zrezygnowano z umieszczenia złącza DB25 na płytce modułu, a sygnały sterujące pracą programatora DLC5 doprowadzone są do złącza J5 typu IDC10, przez kabel przejściowy IDC10->DB25, zgodny ze schematem z **rysunku 3**.

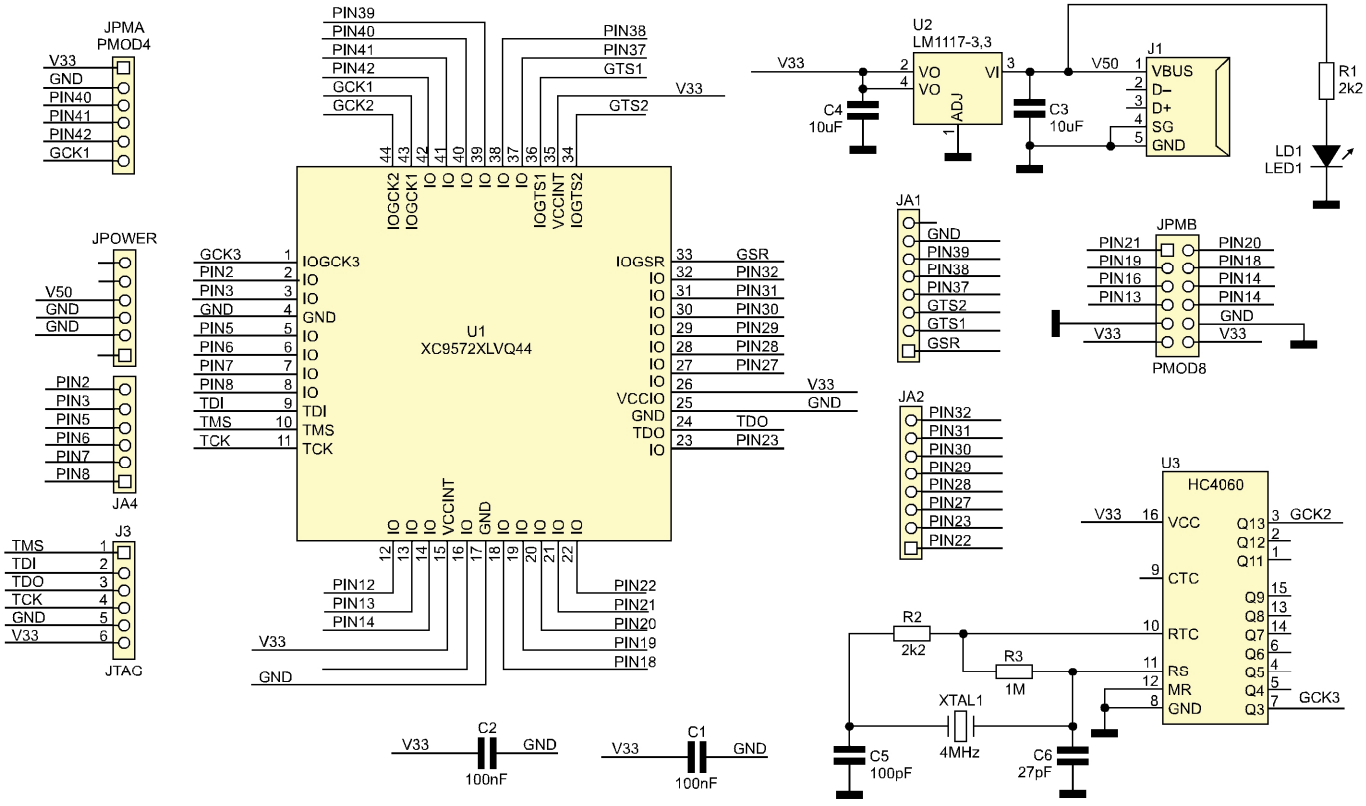
AVT-5320 w ofercie AVT:
AVT-5320A – płytka drukowana
AVT-5320B – płytka drukowana + elementy

Podstawowe informacje:
- Układ programowalny CPLD Xilinx XC9572XL (72 makrokomórki).
- 32 wejścia/wyjścia cyfrowe.
- Wbudowany generator kwarcowy niskiej i wysokiej częstotliwości (zależnie od zastosowanego kwarcu).
- Wbudowany programator zgodny z DLC5.
- Współpraca z programatorem zewnętrznym USB przez złącza JTAG.
- Współpraca z układami 5 V/3,3 V bez dodatkowych interfejsów.
- Zgodność mechaniczna i elektryczna z modułami AVTduino, zarówno jako płyta bazowa, jak i moduł rozszerzeń.
- Złącze rozszerzeń do minimodułów Digilent 4- i 8-bitowych.
- Zasilanie 5 V ze złącza USB lub AVTduino.

Dodatkowe materiały na CD/FTP:
ftp://ep.com.pl, user: 15352, pass: 760hp6s5
- wzory płytek PCB
- karty katalogowe i noty aplikacyjne elementów oznaczonych w Wykazie elementów kolorem czerwonym

Projekty pokrewne na CD/FTP:
(wymienione artykuły są w całości dostępne na CD)

AVT-5272	AVTduino (EP 1/2011)
AVT-1615	AVTduino LCD. Wyświetlacz LCD dla Arduino (EP 4/2011)
AVT-1616	AVTduino LED. Wyświetlacz LED dla Arduino (EP 5/2011)
AVT-1620	Cortexino. Kompatybilna z Arduino płytka z LPC1114 (EP 5/2011)
AVT-1618	AVTduino JOY – manipulator dla Arduino (EP 6/2011)
AVT-1625	PICduino (EP 7/2011)
AVT-1633	Uniwersalny moduł rozszerzeń dla Arduino (EP 8/2011)



Rysunek 1. Schemat ideowy układu

Wykaz elementów

Rezystory: (SMD, 1206)
R1, R2: 2,2 kΩ
R3: 1 MΩ
R4...R7, R16: 100 Ω
R8...R12: 300 Ω
R13: 150 Ω
R14: 1 kΩ
R15: 5,1 kΩ

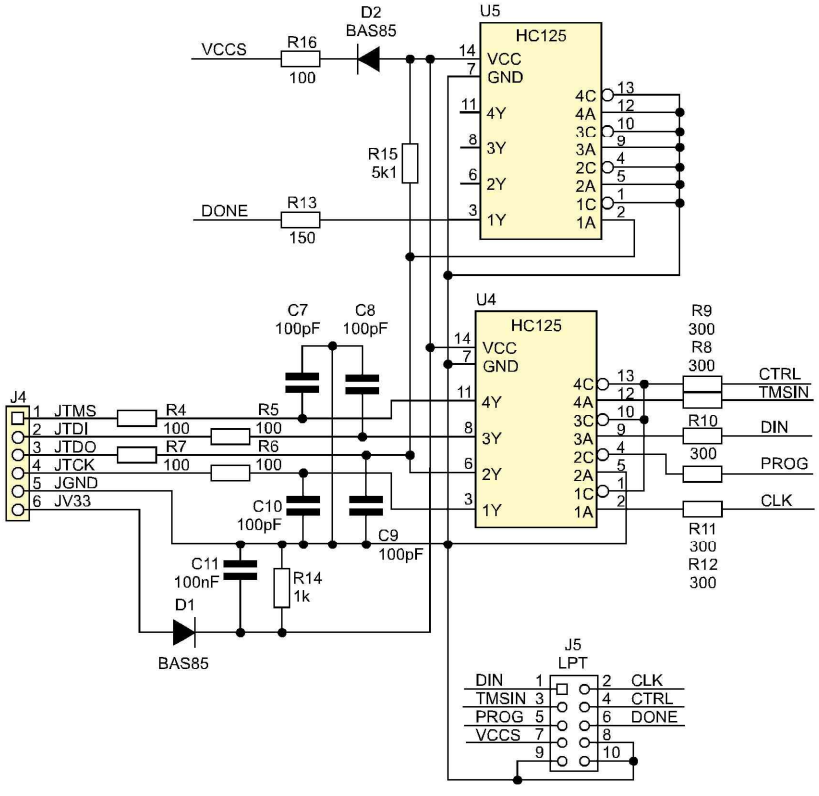
Kondensatory: (SMD, 1206)
C1, C2, C11: 100 nF
C3, C4: 10 µF
C5, C7...C10: 100 pF
C6: 27 pF

Półprzewodniki:
D1, D2: BAS85
LD1: dioda LED (SMD)
U1: XC9572XL-VQ44 (VQFP44)
U2: LM1117-3.3 (SOT-223)
U3: HC4060 (SO-16)
U4, U5: HC125 (SO-14)

Inne:
CN1: IDC10HC: wtyk IDC10 z zatrzaskiem
CN2: DB25/F: złącze DB25, męskie, z obudową
J1: gniazdo USB Mini
J3: złącze SIP6 męskie
J4, JA4, JPOWER: złącze SIP6 męskie
J5: złącze IDC10 kątowe do druku z zatrzaskiem
JA1, JA2 złącze SIP8 (męskie/żeńskie, zależnie od potrzeb)
JPMA: złącze SIP6 (męskie/żeńskie, zależnie od potrzeb)
JPMB: złącze IDC12 (męskie/żeńskie, zależnie od potrzeb)
XTAL1: 4 MHz (opis w tekście)

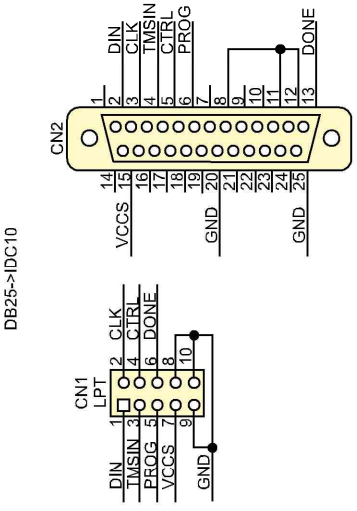
Montaż

AVTCPLDuino zmontowano na dwustronnej płytce drukowanej. Rozmieszczenie elementów pokazano na **rysunku 4**. Sposób montażu jest typowy. Rodzaj zamontowanych złączy zależy od wyboru użytkownika. Jeżeli moduł ma umożliwić konstrukcję „kanapkową", najwygodniej jest użyć typowego dla modułów rozszerzeń Arduino przelotowego złącza męsko-żeńskiego SIP6/8. Niestety, są one dosyć drogie i trudno dostępne. Płytka umożliwia także montaż „zwyczajnych" złączy męskich i żeńskich SIP i takie zastosowano w prototypie. Jeżeli nie przewiduje się stosowania modułów rozszerzeń Digilent, warto w miejsce złączy żeńskich,



Rysunek 2. Schemat programatora zgodnego z DLC5

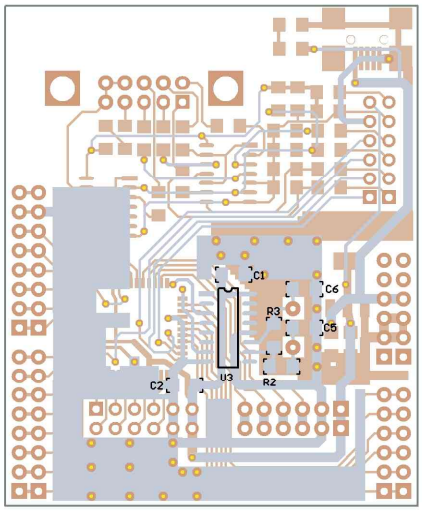
Na CD: karty katalogowe i noty aplikacyjne elementów oznaczonych w wykazie elementów kolorem czerwonym

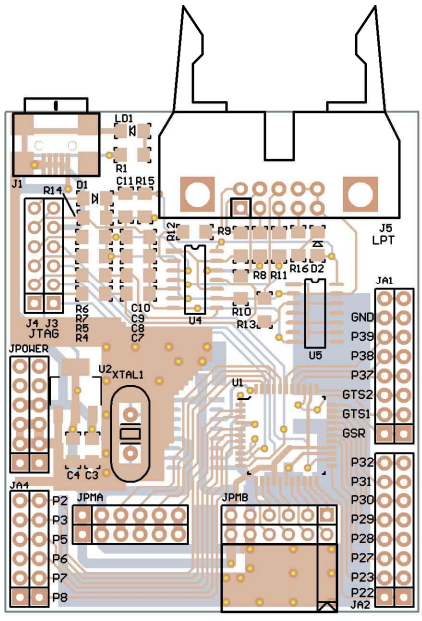


Rysunek 3. Schemat kabla IDC10-DB25 programatora DLC5

zamontować kątowe złącza IDC, co ułatwia wyprowadzenie sygnałów do układów zewnętrznych.

Układ zmontowany ze sprawdzonych elementów nie wymaga uruchamiania. Po dołączeniu zasilania z portu USB powinna zaświecić się dioda LD1. Jeżeli chcemy wykorzystywać wbudowany programator, należy mostkować 1:1 (pin J31 z J41 itd.) gniazda JTAG J3 z J4, wykorzystując zworki. Po podłączeniu do komputera i inicjalizacji





Rysunek 4. Rozmieszczenie elementów

w oprogramowaniu Impact łańcucha JTAG, powinien być widoczny układ XC9572XL, tak jak przedstawiono na **rysunku 5**.

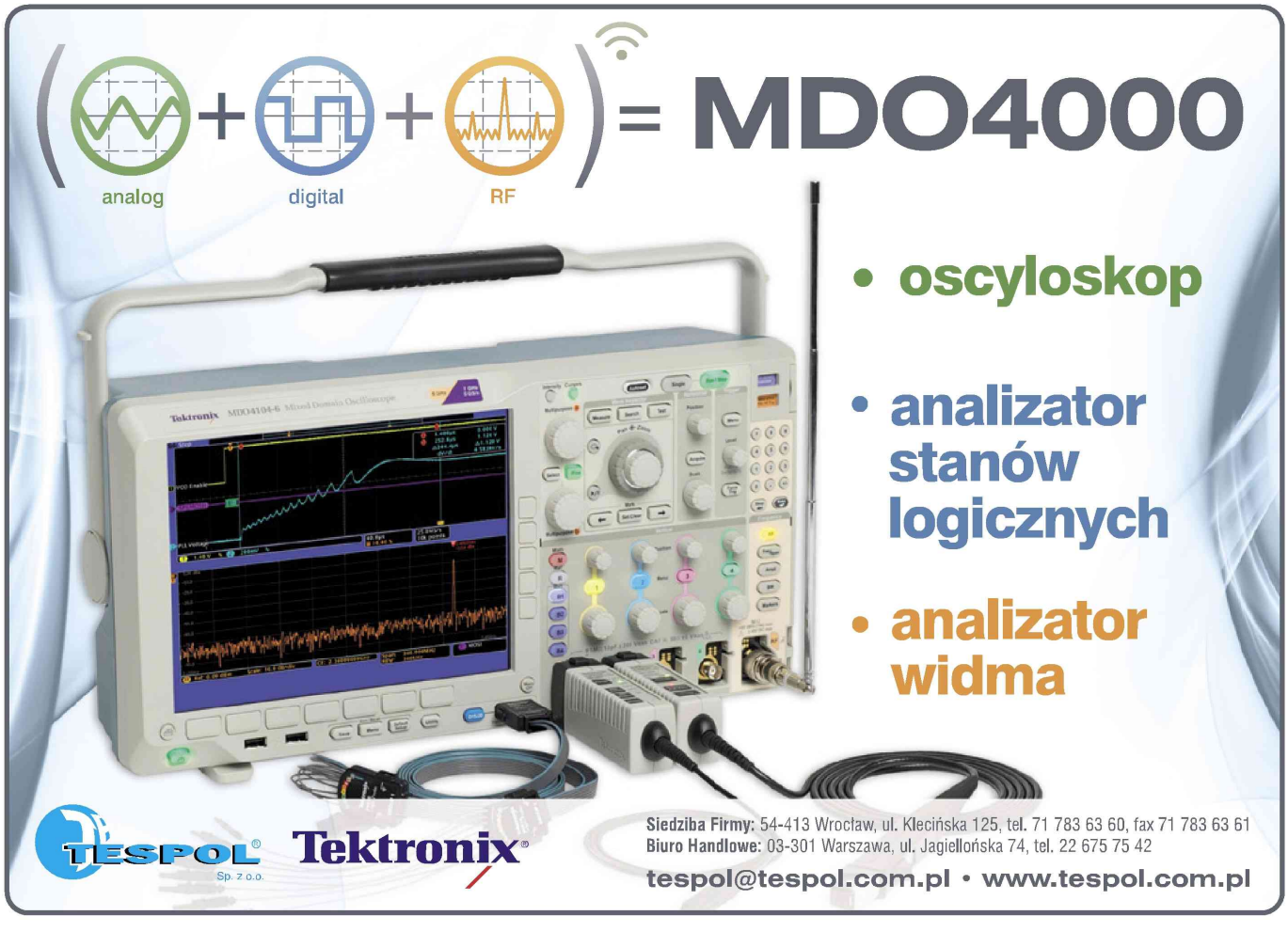
Moduł gotowy jest do pracy, a sposób jego wykorzystania zależy tylko od inwencji konstruktora.

Adam Tatuś, EP
atatus@ep.com.pl



Rysunek 5. Poprawnie zainicjowany zestaw AVTCPLDuino

REKLAMA



Miernik mocy skutecznej wzmacniacza audio

AVT 5318



Pomiar mocy wyjściowej wzmacniacza jest jednym z podstawowych pomiarów, jakie wykonuje się podczas uruchamiania nowego układu. Ze względu na znikomy wybór fabrycznych mierników mocy audio zazwyczaj dokonuje się pomiarów pośrednich za pomocą woltomierza m.cz. lub oscyloskopu, gdyż znając napięcie na znanym obciążeniu, można obliczyć moc. Nie jest to metoda specjalnie wygodna, zwłaszcza gdy sporządza się serie pomiarów w zależności od częstotliwości, obciążenia, zniekształceń, itp., gdzie konieczne jest zachowanie stałej mocy wyjściowej wzmacniacza. Dlatego proponujemy wykonanie nowoczesnego miernika skutecznej mocy wyjściowej wzmacniacza audio, który przyda się w warsztacie niejednego elektronika.

Rekomendacje: *miernik wskazuje moc do 50 W na typowych rezystancjach obciążenia 4/6/8/16 Ω, z dokładnością przewyższająca 3% w paśmie akustycznym.*

Mierniki starszej generacji są obecnie trudno dostępne, a ich ceny osiągają wielkości mocno przesadzone. Przykładem może być polski PWT-5A lub francuski Ferrisol, które po zakupie zazwyczaj wymagają odrestaurowania i kalibracji. Dodatkowo, miernik Ferrisol ze względu na indukcyjny charakter obciążenia (zastosowano w nim transformator dopasowujący impedancję wejściową do stałego rezystora mocy) powoduje problemy z pomiarami wzmacniaczy o mniejszym marginesie stabilności. Dodatkowym problemem jest określenie wartości mocy skutecznej, gdyż często pomiar mocy odbywa się przy założonym poziomie zniekształceń harmonicznych np. 1% lub 5%, które mają wpływ na otrzymane wyniki.

W opisywanym projekcie miernika wybrano pośrednią metodę pomiaru mocy przedstawioną na **rysunku 1**. Zgodnie z wyrażeniem:

$$P_{RMS} = U_{RMS}^2 / R_{LOAD} \quad [1]$$

wystarczy na znanej rezystancji obciążenia „tylko" zmierzyć napięcie skuteczne. Po podniesieniu do kwadratu i podzieleniu przez rezystancję obciążenia otrzymamy moc skuteczną.

Z definicji wartości skutecznej napięcia wiemy, że jest to taka wartość napięcia stałego, która wytworzy na tym samym obciążeniu identyczną ilość ciepła, jak badane napięcie zmienne. W większości woltomierzy wykorzystuje się fakt, że stosunek wartości skutecznej dla średniej danego kształtu przebiegu jest wartością stałą, określaną mianem współczynnika kształtu K:

$$K = U_{RMS} / U_{AVG} \quad [2]$$

Zatem dokonując pomiaru wartości średniej, do którego wystarczy prostownik i filtr, można obliczyć wartość skuteczną:

$$U_{RMS} = K * U_{AVG} \quad [3]$$

Zwykle nawet nie jest konieczne dokonywanie przeliczeń, bo miernik jest od razu wyskalowany dla wartości skutecznej przebiegu sinusoidalnego. Takie rozwiązanie najlepiej sprawdza się przy pomiarach nieodkształconych przebiegów sinusoidalnych. Wiedząc o tym, można zmierzyć rzeczywistą wartość średnią przebiegu o innym kształcie (np. prostokątnego, trójkątnego) i następnie obliczyć jego wartość skuteczną. Jednak staje się to kłopotliwe, a w dodatku ta metoda wprowadza duże błędy, jeśli przebieg jest odkształcony. Aby wyeliminować wadę tej metody pomiaru, konieczne staje się użycie przetwornika wartości skutecznej.

Przetworniki wywodzące się wprost z definicji termicznej metody przetwarzania wartości skutecznej na napięcie stałe są już

AVT-5318 w ofercie AVT:

AVT-5318/1A – płytka drukowana
AVT-5318/1B – płytka drukowana + elementy
AVT-5318/2A – płytka drukowana
AVT-5318/2B – płytka drukowana + elementy
AVT-5318/3A – płytka drukowana
AVT-5318/3B – płytka drukowana + elementy

Podstawowe informacje:

- W artykule opisano: miernik z przetwarzaniem sprzętowym, miernik z przetwarzaniem programowym, obciążenie (2/4/8/16 Ω).
- Pomiar mocy skutecznej wzmacniaczy m.cz. o mocy do 50 W z rozdzielczością 0,1 W
- Pasmo częstotliwości mierzonych sygnałów: 10 Hz...30 kHz.
- Sygnalizacja przekroczenia zakresu.
- Zasilanie 230 V_{AC}, pobór mocy ok. 2 W.

Dodatkowe materiały na CD/FTP:

ftp://ep.com.pl, user: 15352, pass: 760hp6s5

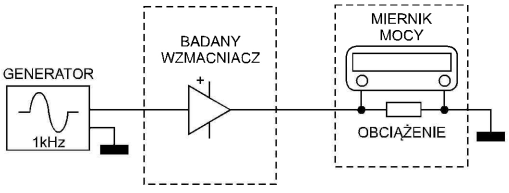
- wzory płytek PCB
- karty katalogowe i noty aplikacyjne elementów oznaczonych w Wykazie elementów kolorem czerwonym

Projekty pokrewne na CD/FTP:

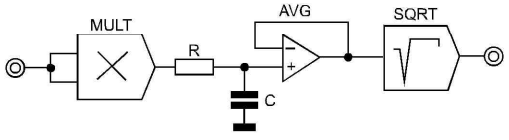
(wymienione artykuły są w całości dostępne na CD)

AVT-1458 Precyzyjny VU-metr (EP 11/2007)
AVT-382 Neonowy VU-metr (EP 3/2005)
AVT-2353 Pseudoanalogowy VU-metr (EdW 4/1999)
AVT-1190 Wskaźnik wysterowania (EP 8/1998)

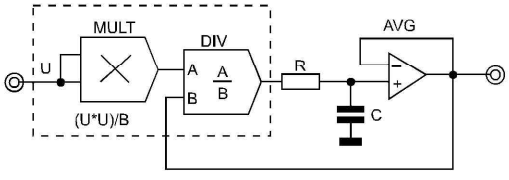
obecnie rzadko stosowane. W spotykanych jeszcze woltomierzach z termoelementem następuje przetworzenie mocy sygnału zmiennego na temperaturę i ponowne przetworzenie temperatury na napięcie. Czasem dokonuje się porównania dwóch temperatur: jednej wytworzonej przez grzejnik zasilany mierzonym napięciem i drugiej wytworzonej przez grzejnik wzorcowy. Z oczywistych względów układ taki jest duży, kosztowny i powolny. Ma jednak również zalety: szerokie pasmo i dużą dokładność pomiaru. Zresztą, nadal jest to najprostszy sposób pomiaru mocy w układach w.cz.



Rysunek 1. Układ do pomiaru mocy wzmacniacza



Rysunek 2. Układ bezpośredni do obliczania U_{RMS}



Rysunek 3. Układ pośredni do obliczania U_{rms}

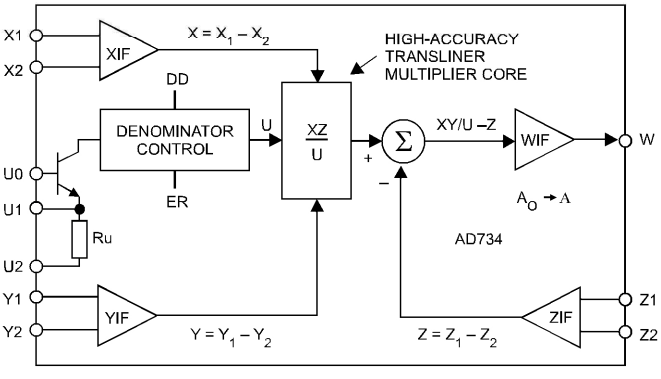
Bezpośrednie zastosowanie formuły matematycznej [4] jest kłopotliwe ze względu na dynamikę pośrednich wyników (przy zmianie napięcia wejściowego od 0.1 do 10 V, wynik kwadratu zmieni się 10000-krotnie!).

$$U_{RMS} = \frac{AVG(U^2(t))}{U_{RMS}} \quad [5]$$

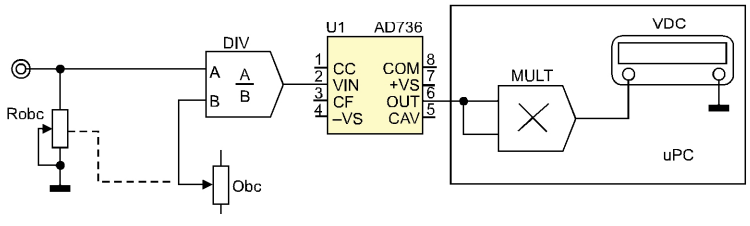
Przykładowy układ realizujący przetwarzanie tą metodą pokazano na **rysunku 2**. Jego zaletą jest dobra dokładność, duża szybkość i szerokie pasmo przenoszenia. Dlatego najczęściej wykorzystuje się metodę pośrednią (uwikłaną). Bazuje ona na tym, że przy niewielkich uproszczeniach można wykazać:

$$U_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T U^2(t)dt} \quad [4]$$

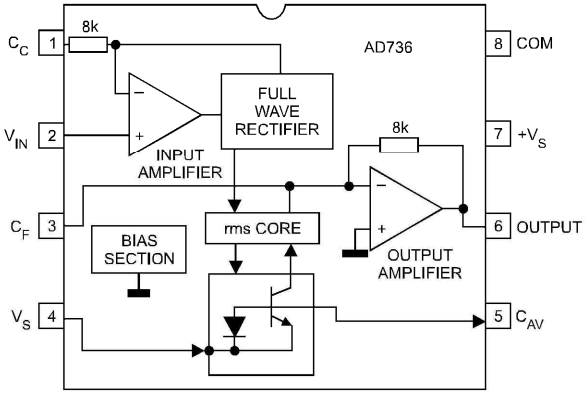
Schemat blokowy układu pomiarowego wykorzystującego opisaną metodę pokazano na **rysunku 4**. Dzięki temu, że sygnał na wyjściu układu mnożącego jest od razu dzielony przez wartość „poprzednią", wyeliminowano podstawową wadę poprzedniej metody. Zwiększył się zakres dynamiki ze względu na pracę na liniowych, a nie tak jak wcześniej kwadratowych zmianach sygnału, przy zachowaniu większości zalet metody bezpośredniej. Dla sprzętowej realizacji metody powstało kilka scalonych układów mnożących z podziałem, np. AD734, którego budowę przedstawiono na **rysunku 5**.



Rysunek 4. Budowa wewnętrzna układu AD734



Rysunek 5. Sprzętowa realizacja miernika mocy



Rysunek 6. Schemat wewnętrzny układu AD736

W artykule będą opisane dwa sposoby realizacji miernika mocy. W pierwszej konstrukcji konwersja na wartość skuteczną realizowana jest przez specjalizowany układ scalony AD736 wykorzystujący metodę uwikłaną. W drugiej wartość skuteczna mocy jest obliczana z próbek sygnału wejściowego wyłącznie na drodze programowej (łącznie z prostowaniem!).

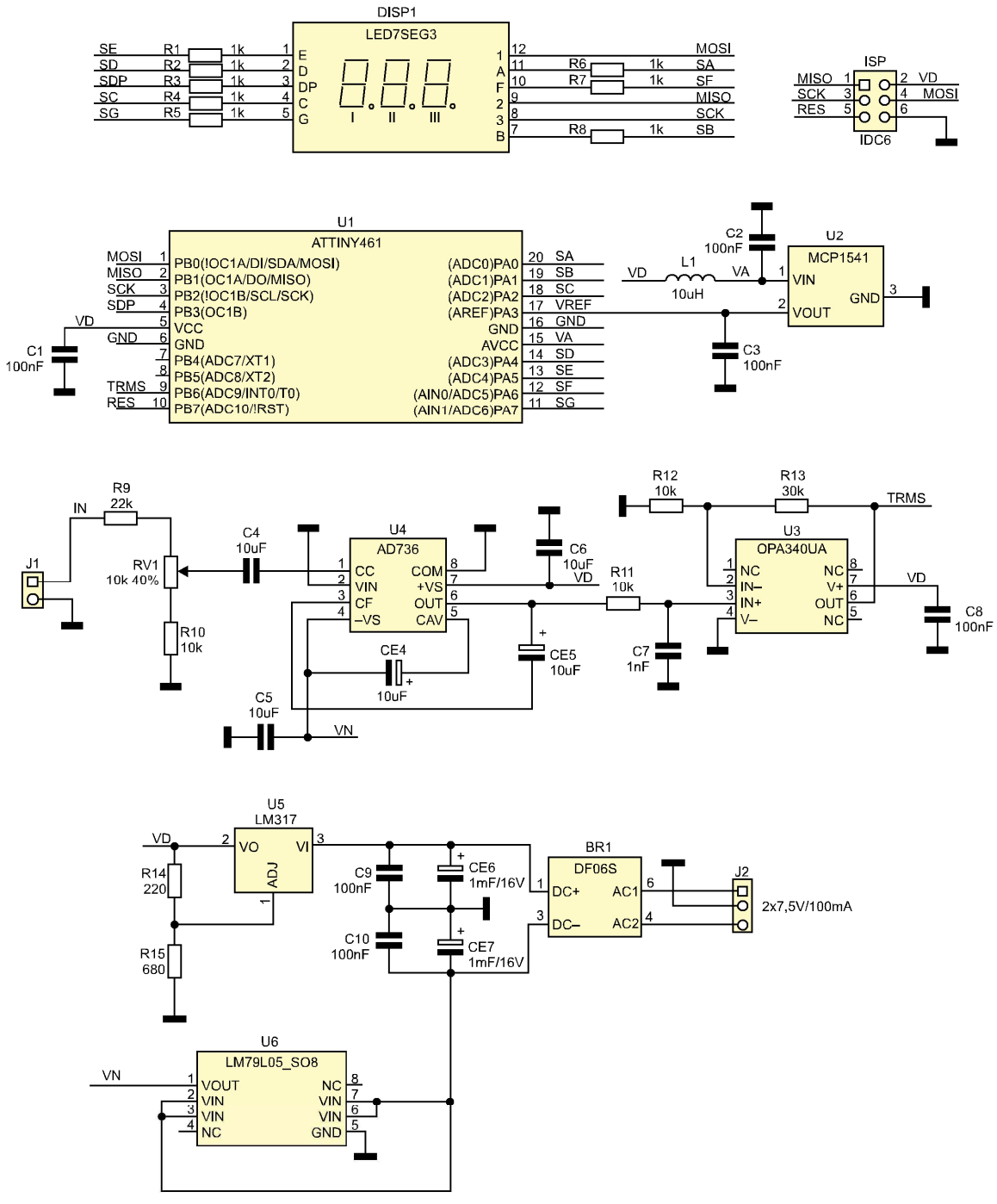
Budowa miernika mocy

Ideę sprzętowej realizacji pomiaru mocy przedstawiono na **rysunku 6**. Sygnał wejściowy jest doprowadzony do sztucznego obciążenia rezystancyjnego Robc. Stąd jest podawany na blok dzielnika, gdzie jest dzielony w zależności od ustawionej wartości rezystancji obciążenia (4/6/8/16 Ω). Podział zrealizowano w dzielniku potencjometrycznym, przełączanym zależnie od wybranego obciążenia (opis w dalszej części artykułu). Sygnał jest doprowadzony do wejścia specjalizowanego przetwornika wartości skutecznej typu AD736 (**rysunek 7**). Realizuje on kompleksowo przetwarzanie wartości skutecznej z uśrednianiem. Dodatkowo jest wyposażony w bufory wejściowe i wyjściowe, co upraszcza jego aplikację w układzie rzeczywistym. Największymi zaletami AD736 są: możliwość pracy przy niskich poziomach sygnału wejściowego, szerokie pasmo przenoszenia i duża dokładność przetwarzania. Nie bez znaczenia są też dostępność i akceptowalna cena tego elementu.

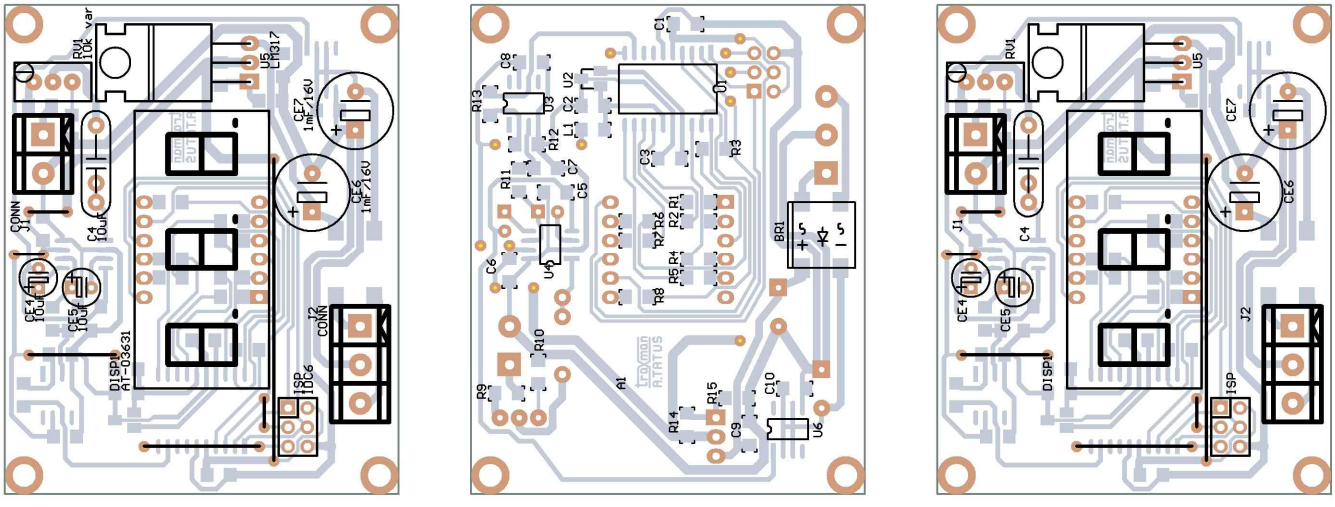
Schemat miernika mocy z AD736 pokazano na **rysunku 8**. Dzięki zastosowaniu układu AD736 schemat miernika jest stosunkowo nieskomplikowany. Sygnał wejściowy z obciążenia przez potencjometr do kalibracji wskazań jest doprowadzony na wejście AD736 (U4). W tym układzie zostaje wyprostowany, przetworzony i uśredniony. Na wyjściu AD736 otrzymujemy gotowe napięcie stałe odpowiadające wartości skutecznej sygnału wejściowego. W mierniku zastosowano konfigurację układu U4 z buforem o niższej rezystancji wejściowej i niższej czułości, za to o szerszym paśmie przenoszenia [1]. Zakres napięć wyjściowych i wej-

REKLAMA
WWW.STM32.EU
U nas znajdziesz wszystko na temat...
STM32 F4
KAMAMI

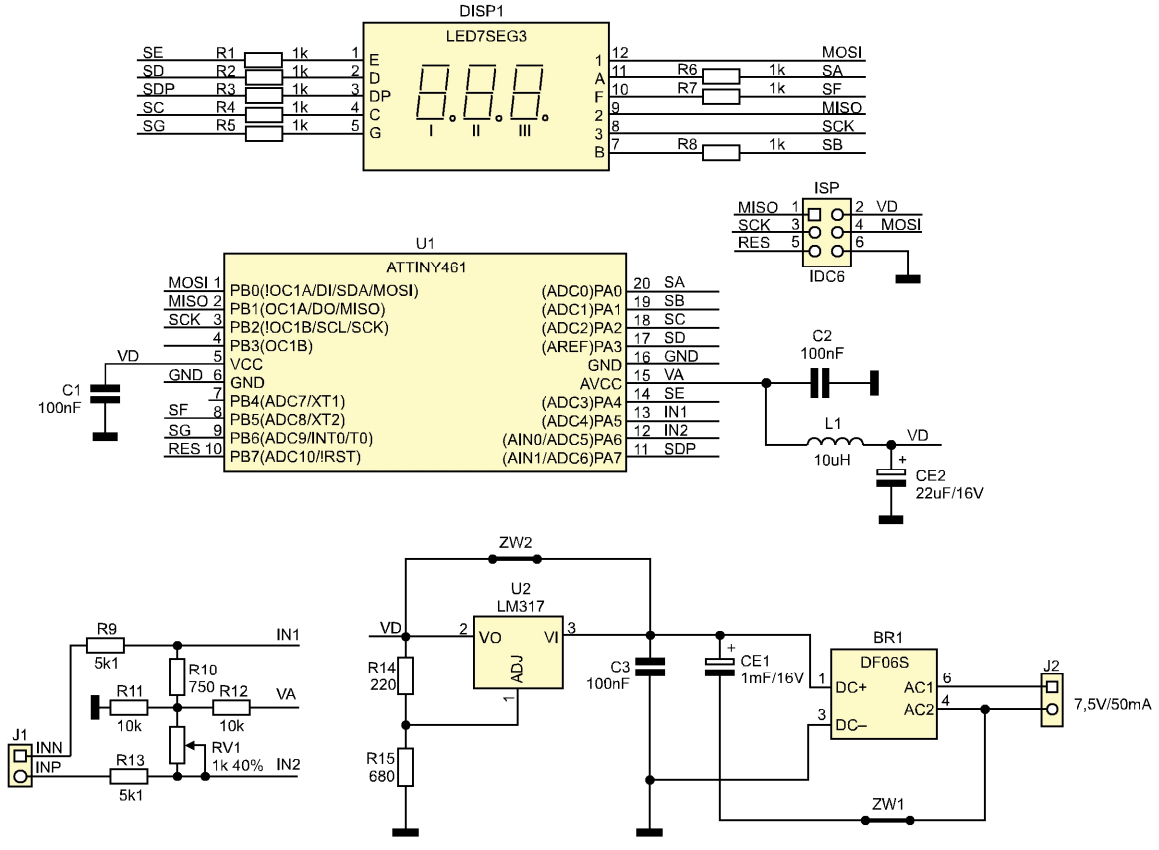
ściowych układu U4 to 0...1 V, co odpowiada wskazaniom mocy 0...50,0 W. Napięcie z wyjścia układu U4 jest wzmacniane czterokrotnie przez układ U3, aby dopasować i jak najlepiej wykorzystać przetwornik A/C wbudowany w mikrokontroler U1. Ten przetwornik współpracuje z zewnętrznym źródłem napięcia odniesienia U2 o wartości 4.096 V. Dławik L1 i kondensatory C2, C3 zapewniają dodatkową filtrację zasilania. Zadaniem mikrokontrolera jest odczytanie napięcia na wejściu ADC9, podniesienie odczytanej próbki do kwadratu, zsumowanie kwadratów próbek w jednostce czasu, przeskalowanie i wyświetlenie wyniku na potrójnym wyświetlaczu LED. Zastosowanie wyświetlacza LED tego typu (DISP1) pozwoliło ograniczyć liczbę ścieżek i umożliwiło sterowanie bezpośrednio



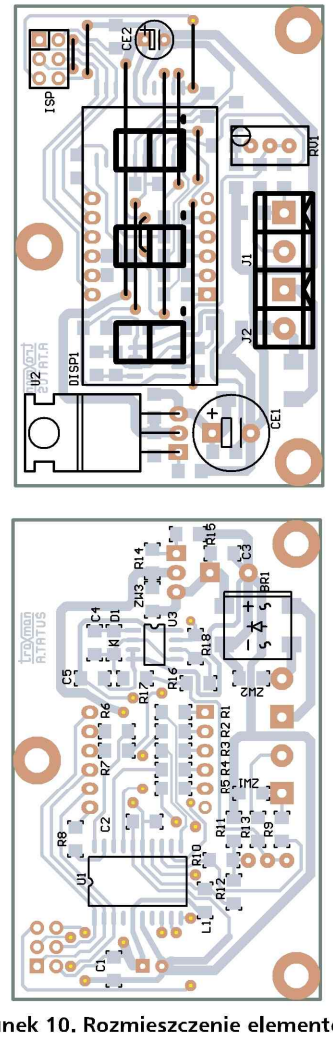
Rysunek 7. Schemat sprzętowego miernika mocy



Rysunek 8. Rozmieszczenie elementów płytki sprzętowego miernika mocy



Rysunek 9. Schemat programowego miernika mocy



Rysunek 10. Rozmieszczenie elementów płytki programowego miernika mocy

z portu mikrokontrolera. Ze względu na konieczność zasilania AD736 napięciem symetrycznym ±5 V zasilacz zbudowano na stabilizatorach scalonych LM317 (U5) i 79L05 (U6). Miernik wymaga zasilania napięciem przemiennym, symetrycznym (dwa uzwojenia transformatora) 2×7,5 V_{AC} (wzgl. 9 V_{AC}) z niewielkiego transformatora sieciowego o mocy 2 VA.

Montaż

Cały układ mieści się na niewielkiej jednostronnej płytce drukowanej. Rozmieszczenie elementów na płytce przedstawiono na **rysunku 9**. Układ zmontowany ze sprawnych elementów nie wymaga uruchomienia. Należy jednak stosować rezystory o tolerancji 1% oraz kondensatory elektrolityczne dobrej jakości, szczególnie w obwodach AD736. Po sprawdzeniu napięć zasilających należy zaprogramować pamięć programu mikrokontrolera plikiem wynikowym (RMS_TRUE_CC.HEX). Fusebity mogą mieć ustawienia domyślne (producenta).

Jedyną konieczną czynnością kalibracyjną jest wyskalowanie miernika poprzez porównanie wskazań miernika z wzorcowym woltomierzem wartości skutecznej. W tym celu należy doprowadzić do gniazda J1 sygnał o wartości 1 V_{RMS} i ustawić potencjometrem RV1 wskazanie „50.0". Warto też sprawdzić, czy wzmocnienie U3 wynosi dokładnie 4 V/V. Ewentualne rozbieżności można skorygować, zmieniając rezystancję R13.

Oprogramowanie miernika z układem AD736

Oprogramowanie miernika zostało napisane w języku C i uruchomione w zintegrowanym środowisku ICCAVR firmy ImageCraft.

Program składa się z jednej nieskończonej pętli uruchamianej co około 250 ms przez timer T0. Podczas jej przebiegu mikrokontroler odczytuje napięcie za pomocą wbudowanego przetwornika A/C (wejście ADC9), wynik podnosi do kwadratu i po dodaniu 1000 dzieli wynik przez 2000. W rezultacie otrzymujemy prawidłowo zaokrągloną liczbę całkowitą z zakresu 0...523, która nadaje się do wyświetlenia jako zmierzona moc skuteczna. Przy wyświetlaniu włączany jest przecinek przed najmniej znaczącą cyfrą. Konwersja wyniku na 3 cyfry 7-segmentowe odbywa się

REKLAMA
WWW.STM32.EU
Cortex-M4
- narzędzia
- zestawy
- układy
STM32 F4
KAMAMI

Wykaz elementów

Miernik sprzętowy

Rezystory:
R1…R8: 1 kΩ (SMD, 1206)
R9: 82 kΩ (SMD, 1206)
R10…R12: 10 kΩ (SMD, 1206)
R13: 30 kΩ (SMD, 1206)
R14: 220 Ω (SMD, 1206)
R15: 680 Ω (SMD, 1206)
RV1: potencjometr 10 kΩ
Kondensatory:
C1…C3, C8…C10: 100 nF (SMD, 1206)
C4: 10 µF/100 V
C5, C6: 10 µF (SMD, 1206)
C7: 1 nF (SMD, 1206)
CE4, CE5: 10 µF/25 V
CE6, CE7: 1 mF/16 V
Półprzewodniki:
BR1: DF06S
DISP1: wyświetlacz np. AT-03631
U1: ATtiny461 (SO20W)
U2: MCP1541 (SOT-23)
U3: OPA340UA (SO-8)
U4: AD736 (SO-8)
U5: LM317 (TO-220H)
U6: LM79L05 (SO-8)
Inne:
ISP: IDC6
J1: ARK2_200
J2: ARK3_200
L1: 10 µH (SMD, 1206)

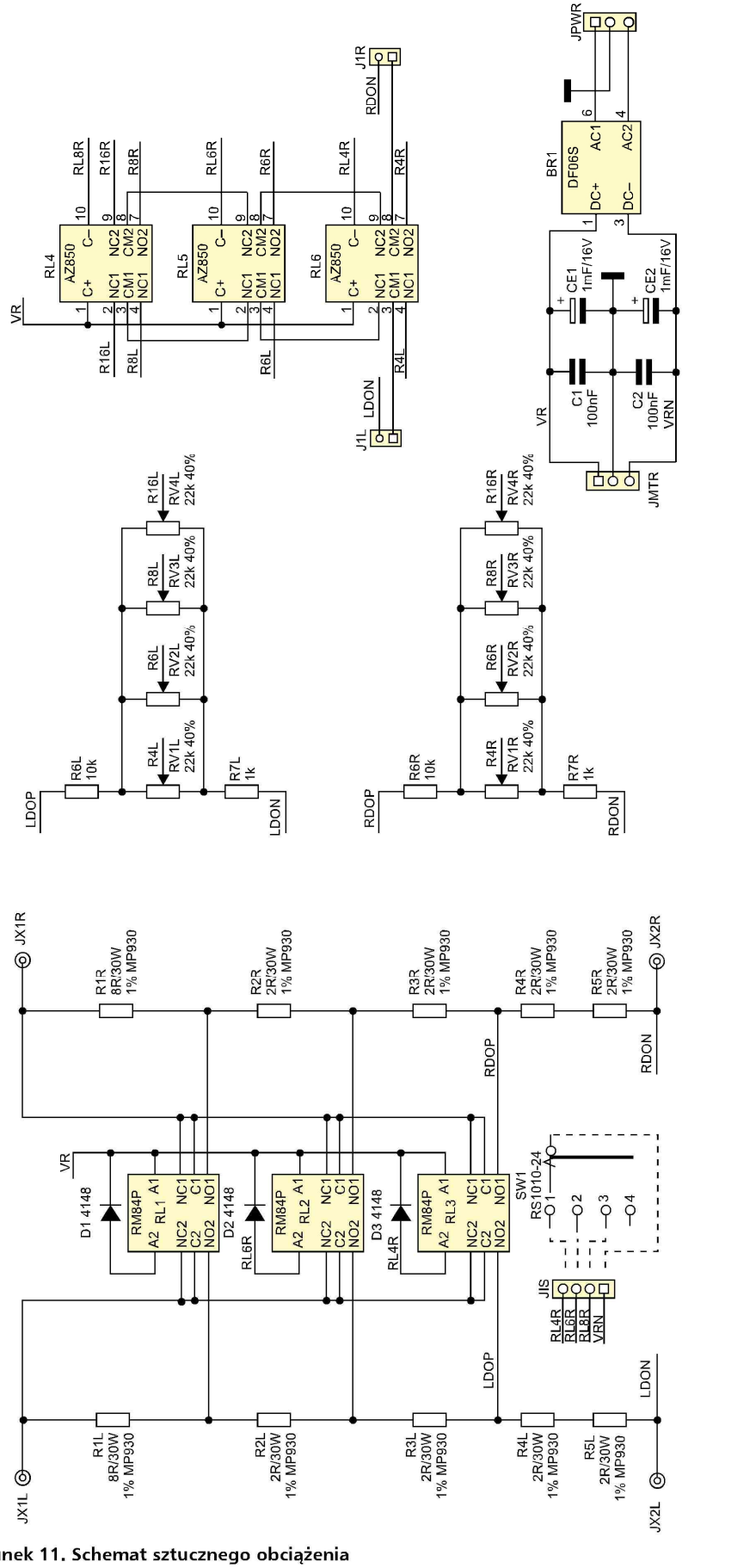
Miernik programowy

Rezystory:
R1…R8: 1 kΩ (SMD, 1206)
R9, R13: 5,1 kΩ (SMD, 1206)
R10: 750 Ω (SMD, 1206)
R11, R12: 10 kΩ (SMD, 1206)
R14: 220 Ω (SMD, 1206)
R15: 510 Ω (SMD, 1206)
RV1: potencjometr 1 kΩ
Kondensatory:
C1…C3: 100 nF (SMD, 1206)
CE1: 1 mF/16 V
CE2: 22 µF/16 V
Półprzewodniki:
BR1: DF06S
DISP1: wyświetlacz np. AT-03631
U1: ATtiny461 (SO20W)
U2: LM317 (TO-220H)
Inne:
ISP: IDC6
J1, J2: ARK2/200
L1: 10 µH (SMD, 1206)

Obciążenie

Rezystory:
R1L, R1R: 8 Ω/30 W (TO-220R 1% MP930)
R2L…R5L, R2R…R5R: 2 Ω/30 W (TO-220R 1% MP930)
R6L, R6R: 10 kΩ (SMD, 1206)
R7L, R7R: 1 kΩ (SMD, 1206)
RV1L…RV4L, RV1R…RV4R: potencjometr 22 kΩ
Kondensatory:
C1,C2: 100 nF (SMD, 1206)
CE1, CE2: 1 mF/16 V
Półprzewodniki:
BR1: DF06S
D1, D2, D3: LL4148 (DO)
Inne:
RL1, RL2, RL3: przekaźnik RM84-2P-12DC
RL4, RL5, RL6: przekaźnik AZ850-12
SW1: RS1010-24

w tablicy. Może to nieco rozrzutne rozwiązanie, ale tablica musiała być i tak przygotowana dla kolejnej „programowej" wersji miernika. Elementy tablicy o indeksach większych od 503 zostały wypełnione trzema poziomymi kreskami. Dzięki temu dla mocy ponad 50,3 W na wyświetlaczu są pokazywane trzy kreski. Powyżej 51,0 W kreski również za-



Rysunek 11. Schemat sztucznego obciążenia

Na CD: karty katalogowe i noty aplikacyjne elementów oznaczonych w wykazie elementów kolorem czerwonym

czynają migać, wskazując na przekroczenie zakresu i możliwość przeciążenia rezystorów tworzących sztuczne obciążenie. Wyświetlanie cyfr odbywa się sekwencyjnie co 1,2 ms.

Budowa „programowego" miernika mocy

Schemat elektryczny miernika w wersji „programowej" pokazano na **rysunku 10**. Uproszczono go do niezbędnego minimum. Sygnał wejściowy jest podawany na symetryczny dzielnik wejściowy i doprowadzony do wewnętrznego wzmacniacza różnicowego zawartego w układzie U1. Wstępna polaryzacja rezystorami R11 i R12 zapewnia poprawną pracę wzmacniacza zasilanego niesymetrycznym napięciem. Układ U2 dostarcza stabilizowanego napięcia zasilania. Ze względu na niewielki pobór prądu oraz konieczność odseparowania masy miernika i układu badanego, zalecane jest zasilanie z zasilacza wtyczkowego lub trzech połączonych szeregowo baterii typu LR6. W takim wypadku montujemy zwory ZW1 i ZW2 oraz nie montujemy stabilizatora U2 i rezystorów R14, R15. Część mostka prostowniczego jest wykorzystana do zabezpieczenia przed odwróceniem polaryzacji zasilania.

Schemat montażowy miernika „programowego" umieszczono na **rysunku 11**. Po zmontowaniu układu należy zaprogramować pamięć Flash procesora plikiem <RMS_DIFF_CC.HEX>. Programując nowy procesor, wystarczy zmienić zawartość fusebitu CKDIV8. W ten sposób wyłączamy preskaler, dzielący przez 8 częstotliwość wewnętrznego oscylatora RC.

Przed użyciem należy miernik wyskalować. Tym razem do skalowania można wykorzystać regulowane źródło napięcia stałego. Procedura jest identycznie, jak dla miernika sprzętowego.

Oprogramowanie „programowego" miernika mocy

Miernik „programowy" wykorzystuje dyskretną wersję definicji wartości skutecznej:

$$U_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{n=0}^{N} U^2(n)} \quad [6]$$

Przy znanym obciążeniu pozwala ono na obliczenie mocy skutecznej. W dodatku nie jest konieczne czasochłonne pierwiastkowanie, bo obliczając moc, operuje się na kwadracie wartości skutecznej napięcia (wzór [1]).

Przetworniki A/C, w które firma Atmel wyposaża swoje mikrokontrolery, zyskują coraz to nowe właściwości. Najpierw można było dokonywać pomiarów różnicowych, później wprowadzono możliwość 20-krotnego wzmocnienia sygnału różnicowego, teraz wprowadzono możliwość ustawienia wzmocnienia na 1, 8, 20 lub 32. Jeden z adresów wewnętrznego multipleksera na wejściu A/C adresuje czujnik temperatury wbudowany w strukturę procesora. Spośród nowości najważniejsza jest dla nas możliwość przetwarzania sygnałów bipolarnych. W tym trybie sygnał z wejść wzmacniacza różnicowego jest przetwarzany na 9-bitową liczbę ze znakiem na 10. bicie.

Dla poprawnego działania miernika w zakresie częstotliwości akustycznych konieczne jest próbkowanie sygnału z najwyższą osiągalną częstotliwością. Przy wewnętrznym zegarze systemowym 8 MHz i preskalerze przetwornika A/C ustawionym na podział przez 8 jest możliwe osiągnięcie częstotliwości próbkowania około 74 kHz, czyli co 108 taktów zegara systemowego. W tym czasie próbka musi zostać pobrana, podniesiona do kwadratu i zsumowana z pozostałymi próbkami w przedziale wyświetlania. Dla

Listing 1. Fragment programu odpowiedzialny za pomiar napięcia wejściowego

```
;****** Pomiar napiecia wejsciowego ******
  ldi akum,(1<<REFS1)+(1<<MUX3)+(1<<MUX2)+(1<<MUX0) ; Vref=2.56V, 1x, ADC4+/5-
  rjmp wyslij_ustawienie
czytaj_kolejna_probke:
  cp licl,0x00          ; odwracanie wejsc dla probek nr>=0x8000
  cpc lich,0x80         ; MSB licznika probek
  brne przeskocz_ustawianie  ; nr probki jest mniejszy
  ldi akum,(1<<REFS1)+(1<<MUX3)+(1<<MUX2)+(1<<MUX1)+(1<<MUX0) ; Vref=2.56V, 1x, ADC4-/5+
wyslij_ustawienie:
  out ADMUX,akum        ; odwroc wejscia
```

Listing 2. Sposób zmiany kanału pomiarowego

```
  sbi ADCSRA,ADIF       ; skasuj ADIF
wait_for_ignored_adc: ; pusta konwersja po zmianie kanalu
  sbis ADCSRA,ADIF
  rjmp wait_for_ignored_adc  ; czekaj na koniec przetwarzania
```

Listing 3. Pomiar napięcia i powielanie bitu znaku

```
  sbi ADCSRA,ADIF       ; skasuj ADIF
przeskocz_ustawianie:
wait_for_adc:
  sbis ADCSRA,ADIF
  rjmp wait_for_adc     ; czekaj na koniec przetwarzania
  sbi ADCSRA,ADIF       ; skasuj ADIF
  in napl,ADCL          ; odczytaj napiecie
  in naph,ADCH          ; 000000SX
                        ; ^-bit znaku w ADCH
  lsl naph              ; 00000SX0
  lsl naph              ; 0000SX00
  lsl naph              ; 000SX000
  lsl naph              ; 00SX0000
  lsl naph              ; 0SX00000
  lsl naph              ; SX000000
  asr naph              ; SSX00000 powielaj znak
  asr naph              ; SSSX0000
  asr naph              ; SSSSX000
  asr naph              ; SSSSSX00
  asr naph              ; SSSSSSX0
  asr naph              ; SSSSSSSX
;****** Skaluj probke do zakresu <-256,+255> ******
                        ; ADCH   C   ADCL
  asr naph              ; SSSSSSSS X YYYYYYYY
  ror napl              ; SSSSSSSS   XYYYYYYY
```

Listing 4. Prostowanie programowe

```
  cp napl,0x00          ; porownaj z 0x0000
  cpc naph,0x00
  brge bez_zmiany_znaku  ; przeskocz jesli nieujemne
  com napl              ; ujemna - zmien znak (zrob U2)
  com naph              ; zaneguj wszystkie bity
  add napl,0x01         ; dodaj 1
  adc naph,0x00
bez_zmiany_znaku:
  ...
```

Lisiting 5. Odczytanie kwadratu próbki z tablicy i sumowanie

```
;*** Odczytanie kwadratu probki z tablicy i sumowanie ***
  ldi ZL,low(sqr<<1)  ; mlodszy bajt adresu tablicy kwadratow
  ldi ZH,high(sqr<<1) ; starszy bajt adresu
  add ZL,napl         ; dodaj indeks *2 (element - 2 bajty)
  adc ZH,naph
  add ZL,napl
  adc ZH,naph
```

REKLAMA



Listing 6. Sumowanie kwadratów próbek

```
  lpm akum,Z+         ; pobierz mlodszy bajt kwadratu adc
  add sum0,akum       ; dodaj do sumy kwadratow
  lpm akum,Z          ; pobierz starszy bajt kwadratu adc
  adc sum1,akum       ; dodaj do sumy kwadratow
  adc sum2,0x00
  adc sum3,0x00
```

Listing 7. Obliczanie wartości do wyświetlenia

```
  add sum0,0x00       ; dodaj polowe dzielnika do poprawnego
                      ; zaokraglania
  adc sum1,0x00       ;   sum3     sum2     sum1     sum0
  adc sum2,0x40       ; 76543210 76543210 76543210 76543210
  adc sum3,0x00       ; 33333333 22222222 11111111 00000000
  mov rmsl,sum2       ;   rmsh     rmsl
  mov rmsh,sum3       ; / 2^23
  lsr rmsh
  ror rmsl            ; 03333333 32222222
  lsr rmsh
  ror rmsl            ; 00333333 33222222
  lsr rmsh
  ror rmsl            ; 00033333 33322222
  lsr rmsh
  ror rmsl            ; 00003333 33332222
  lsr rmsh
  ror rmsl            ; 00000333 33333222
  lsr rmsh
  ror rmsl            ; 00000033 33333322
  lsr rmsh
  ror rmsl            ; 00000003 33333332
```

Listing 8. Procedura sygnalizująca przekroczenie zakresu

```
  mov flash,0x00     ; wstepnie bez migania
  ldi akum,low(505)
  cp rmsl,akum       ; przekroczenie zakresu?
  cpc rmsh,0x01      ; high(505)
  brlt nie_przekroczony_zakres
  ldi akum,low(504)
  mov rmsl,akum      ; wyswietl „---” zamiast „50.4”
  mov rmsh,0x01
  mov flash,0x01     ; wlacz miganie
nieprzekroczony_zakres:
  ...
```

uproszczenia przyjęto, że wyświetlany będzie wynik uzyskany z 65536 próbek, co oznacza, że wyświetlacz będzie aktualizowany co 0,88 s.

Zestaw instrukcji procesora ATtiny461 nie obejmuje sprzętowego mnożenia, zatem jedynym sposobem na szybkie podniesienie do kwadratu było stablicowanie tego działania. Dlatego w programie umieszczono 256-elementową tablicę kwadratów.

Wymagania czasowe wymusiły napisanie programu w asemblerze. Oprogramowanie miernika „programowego” zostało napisane i uruchomione w środowisku *AVR Studio*.

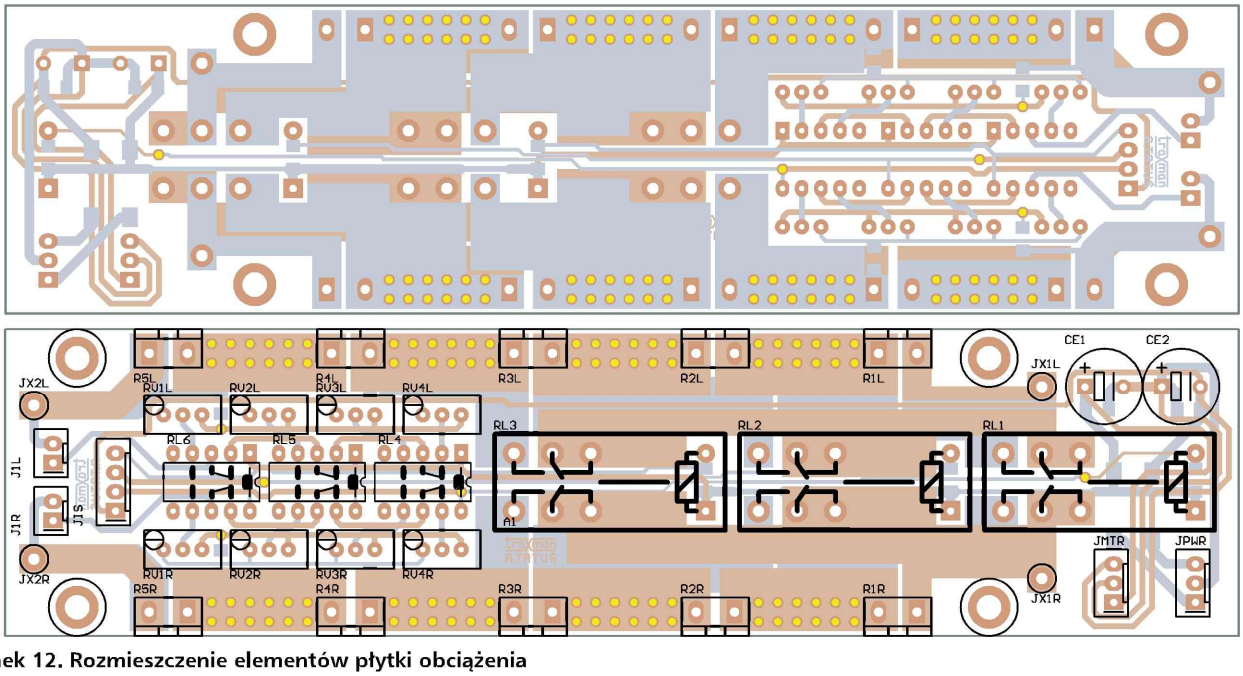
Program składa się z jednej nieskończonej pętli, której przebieg warto dokładnie przeanalizować.

Zaczyna się od wyzerowania 4-bajtowej sumy kwadratów próbek. Kolejnym krokiem jest skonfigurowanie wewnętrznego multipleksera i napięcia odniesienia. W zasadzie byłaby to pojedyncza instrukcja, gdyby nie fakt, że przy całkowaniu (tu: sumowaniu) nawet niewielki systematyczny błąd toru przetwarzania może skutkować pojawieniem się znaczącego błędu we wskazaniach. Błędy wzmocnienia można w pewnym stopniu skorygować ustawieniem potencjometru RV1 w dzielniku wejściowym. Znacznie trudniejsze do wyeliminowania są błędy przesunięcia. Fragment programu odpowiedzialny za pomiar napięcia zamieszczono na **listingu 1**. W celu zminimalizowania ich wpływu na wynik obliczeń, pierwsze 32768 próbek napięcia jest pobierane przy ustawieniu ADC4 jako wejście nieodwracające i ADC5 jako odwracające. W czasie pobierania pozostałych próbek funkcje wejść są przełączane – ADC4 jest odwracające, a ADC5 – nieodwracające. Skuteczność tego zabiegu widać szczególnie dokładnie przy wskazaniach przyrządu zbliżonych do zera.



Rysunek 13. Zmontowany miernik mocy

W przypadku zmiany ustawień multipleksera konieczne jest dokonanie jednej konwersji „pustej”, której wynik jest ignorowany (**listing 2**). Wynik przetwarzania A/C zawarty w rejestrach ADCH i ADCL ma postać „niedokończonego” uzupełnienia dwójkowego. „Niedokończonego”, bo zawiera tylko jeden bit znaku. Dla zapewnienia poprawności dalszych działań arytmetycznych bit znaku jest powielany, co pokazano na **listingu 3**. Taką próbkę można już poddać „prostowaniu” programowemu, które polega na wykonaniu uzupełnienia dwójkowego, jeśli próbka była liczbą ujemną (**listing 4**). Teraz próbka jest liczbą nieujemną i może zostać użyta do zaindeksowania tablicy kwadratów (**listing 5**). 2-bajtowe kwadraty próbek są sumowane w 4-bajtowym akumulatorze (**listing 6**). Do sumy jest dodawana stała wartość 2^22 (połowa dzielnika). Dodanie połowy dzielnika powoduje poprawne zaokrąglenie najmłodszej cyfry wyniku. Wynik



Rysunek 12. Rozmieszczenie elementów płytki obciążenia

jest skalowany przez podzielenie przez 2^23 (**listing 7**).

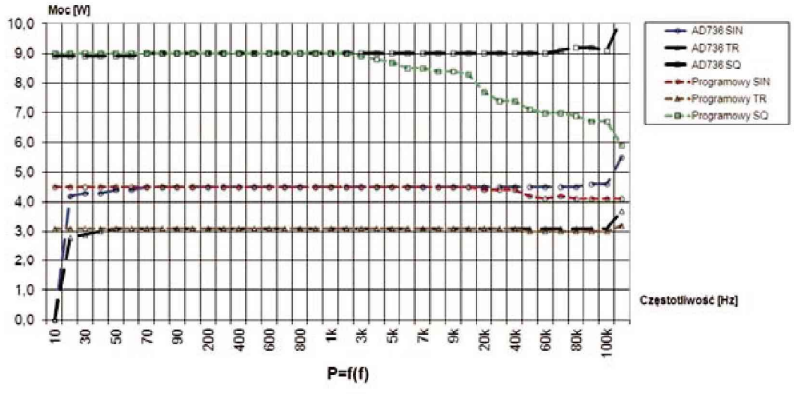
Przed samym wyświetleniem wskazania są ograniczane do 50,3 W. Liczby większe od tej wartości są zamieniane na trzy migające kreski, podobnie jak ma to miejsce w mierniku z układem AD736 (**listing 8**). Ostatnią czynnością w głównej pętli programu jest odczytanie kształtu cyfr z tablicy i ich sekwencyjne wystawianie na port podłączony do wyświetlaczy.

Sztuczne obciążenie

Dla uzupełnienia i ułatwienia użytkowania zaprojektowano dwukanałowe sztuczne obciążenie o adekwatnej mocy (2×50 W) i najczęściej spotykanych wartościach rezystancji obciążenia (4/6/8/16 Ω). Schemat tego układu zaprezentowano na **rysunku 12**. W wypadku dokonywania pomiarów tylko na typowym obciążeniu 8 Ω można zastosować pojedynczy rezystor połączony z wejściem miernika.

Zależnie od położenia przełącznika SW1 załączane są odpowiednio przekaźniki RL1...3. Styki tych przekaźników dołączają do JX1/2L i JX1/2R odpowiednią wartość rezystancji obciążenia. Rezystory obciążenia połączono szeregowo, aby nie rozwierać obciążenia podczas zmian nastawy. Jest to szczególnie groźne przy pomiarze Rwy wzmacniaczy lampowych. Jednocześnie ze zmianą obciążenia, przekaźnikami RL4 i RL6 jest przełączany regulowany dzielnik RV1/RV4 (R/I.).

Na płytce zmieścił się mostek prostowniczy z filtrem przydatny przy samodzielnej pracy obciążenia. Rozmieszczenie elementów pokazano na **rysunku 13**. Przy montażu układu należy trwale zamocować komponenty mechaniczne, aby nie narażać na uszkodzenie drogich rezystorów pomiarowych. Ze względu na możliwość rozpraszania znacznej mocy należy bezwzględnie zastosować radiatory. Po zmontowaniu układu warto wykonać kalibrację wskazań dla każdej wybranej wartości obciążenia.



Rysunek 14. Porównanie wskazań mierników programowego i sprzętowego (AD736)

Zmontowany moduł przedstawiono na **fotografii 14**. Prototyp współpracuje z generatorem HM8037 i miernikiem zniekształceń HM8027, więc zastosowano obudowę prototypową dopasowana do systemu pomiarowego Hameg 8000, z którego ramy miernik pobiera zasilanie.

Podsumowanie

Wyniki pomiarów uzyskane z obu mierników przedstawiono na **rysunku 15**. Poza różną złożonością układową mierniki mają też odmienne właściwości pomiarowe. Miernik sprzętowy cechuje się szerokim i równomiernym pasmem przenoszenia oraz dużą niezależnością błędu od kształtu przebiegu. Poważną wadą jest duży błąd dla niskich częstotliwości. Winę za to ponosi kondensator sprzęgający, którego pojemność ogranicza pasmo od dołu. Drugą wadą związaną z separacją pojemnościową jest niemożność dokonywania pomiarów przebiegów zmiennych nałożonych na składową stałą, ale przy pomiarach audio nie jest to specjalnie uciążliwe.

Nadspodziewanie dobrze wypadł miernik programowy. Ma on co prawda węższe pasmo przenoszenia, ale i tak znacznie przekraczające pasmo akustyczne. Nieco mniejsza jest też dokładność dla przebiegów niesinusoidalnych, ale niewielki koszt wykonania w pełni rekompensuje te wady. Widoczny na wykresie spadek wartości wskazywanej przy pomiarze sygnału prostokątnego wynika prawdopodobnie z ograniczonego pasma wzmacniacza różnicowego na wejściu A/C. Według danych katalogowych pasmo tego wzmacniacza wynosi 4 kHz. Miernik „programowy" jest również łatwiejszy w skalowaniu, które można przeprowadzić napięciem stałym.

Wydaje się, że przy wykorzystaniu procesora z rdzeniem ARM uzupełnionego szybkim zewnętrznym przetwornikiem A/D, można już teraz budować mierniki wartości skutecznych z wyłącznie programową obróbką sygnału wejściowego i o parametrach lepszych od tych opartych na sprzętowych przetwornikach RMS.

Adam Tatuś, EP
Tomasz Gumny, EP

Bibliografia:
[1] Nota aplikacyjne AD736, OPA340.

REKLAMA



intelliDom

System sterowania inteligentnego budynku z interfejsem ZigBee (2)

AVT 5313

*W swojej praktyce inżynierskiej już dwukrotnie podejmowałem wyzwanie zaprojektowania systemu automatyzacji różnych procesów związanych z utrzymaniem mieszkania, lecz za każdym razem były kompromisem pomiędzy ceną a funkcjonalnością. Głównym ograniczeniem była jak zwykle cena dobrej klasy modułów do bezprzewodowej transmisji sygnałów, która nawet w przypadku dość nieskomplikowanych podzespołów dochodziła do 70 złotych. Na szczęście ten okres mamy już za sobą i dzisiaj za cenę około 50 złotych można kupić zaawansowany technicznie moduł ZigBee, który swoją funkcjonalnością przewyższa tradycyjny moduł RF, rzec by można, o kilka dekad rozwoju technologii transmisji. Czas więc na projekt zaawansowany, w pełni konfigurowalny i pozbawiony wielu poprzednich ograniczeń a dodatkowo wyposażony w ultranowoczesny interfejs użytkownika – **intelliDom**.*

***Rekomendacje:** urządzenie przyda się wszystkim domatorom-majsterkowiczom, którzy chcą uczynić swoje mieszkanie jeszcze bardziej funkcjonalnym.*



Sercem sterownika jest nowoczesny mikrokontroler ATmega644P odpowiedzialny za realizację zamierzonej funkcjonalności. Mikrokontroler zarządzą mechanizmami współpracy z modułem ETRX357, realizuje obsługę panelu dotykowego za pośrednictwem wbudowanego interfejsu TWI, zewnętrznego przerwania INT0 (zgłaszanie raportów zdarzeń przez układ AR1020) i scalonego kontrolera paneli dotykowych AR1020 oraz steruje pracą wyświetlacza TFT o rozdzielczości 320×240 pikseli. Warto wspomnieć, iż celowo wybrano model wyświetlacza wyposażony w 16-bitową magistralę danych oraz 16-bitową głębię kolorów (model WF35DTIBCDF# firmy Winstar). Wymóg ten był podyktowany złożonością graficznego interfejsu użytkownika, a co za tym idzie wielką liczbą danych składających się na poszczególne obrazki reprezentujące elementy sterujące. Zastosowanie 16-bitowej magistrali danych jak i 16-bitowej głębi kolorów pozwoliło na znaczne przyśpieszenie procesu wczytywania obrazka i tym samym usprawniło funkcjonowanie samego interfejsu użytkownika, czyniąc go atrakcyjnym i nowoczesnym. Z tego samego powodu mikrokontroler jest taktowany zewnętrznym rezonatorem kwarcowym o częstotliwości 11.0592 MHz.

AVT-5313 w ofercie AVT:
AVT-5313A – płytka drukowana

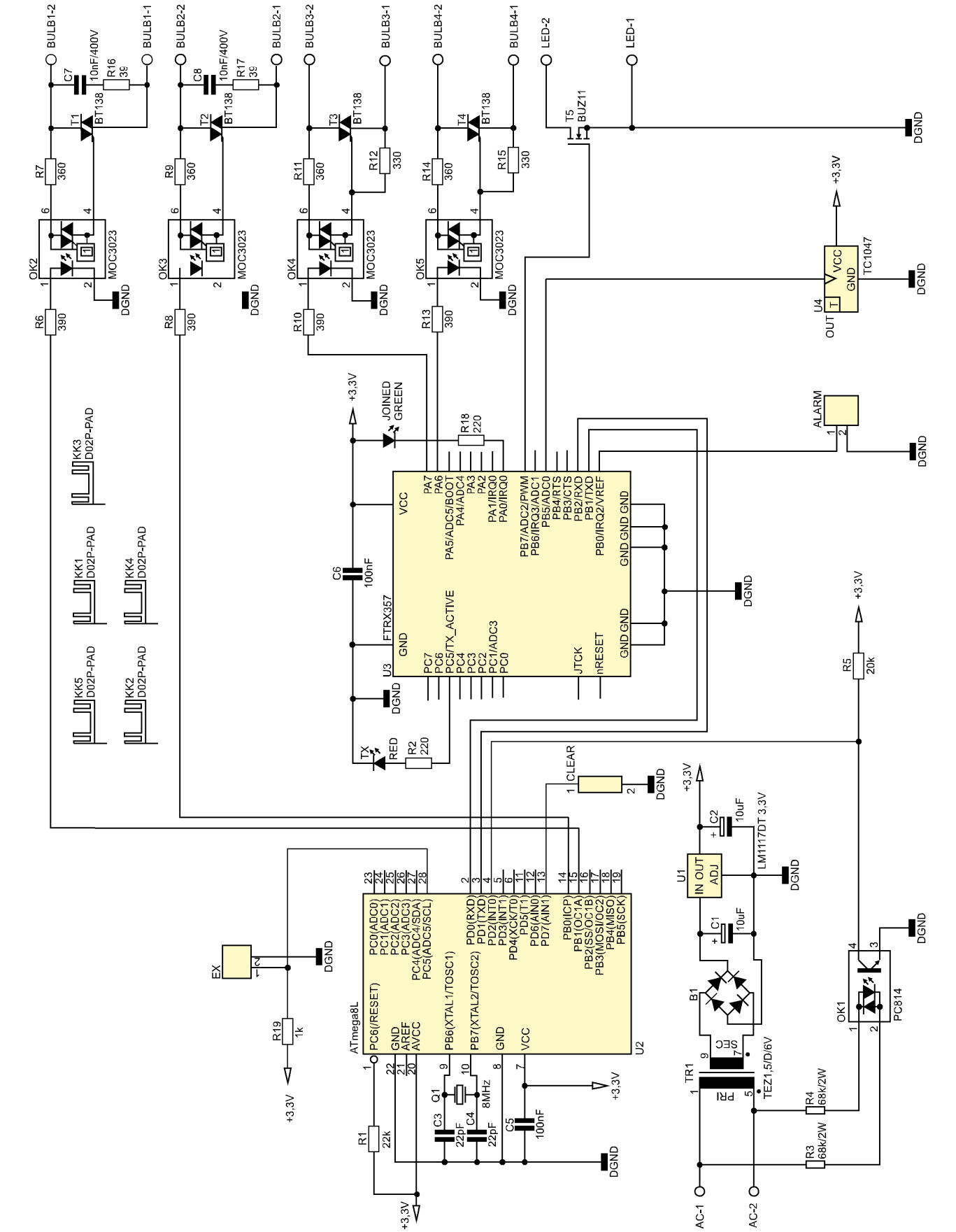
Podstawowe informacje:
- Ustawienia ważniejszych FUSE BIT'ów (sterownik główny):
  CKSEL3..0: 1111
  SUT1..0: 11
  JTAGEN: 1
  CKDIV8: 1
  EESAVE: 0
- Ustawienia ważniejszych FUSE BIT'ów (moduł pokojowy):
  CKSEL3..0: 1111
  SUT1..0: 11
- Napięcie zasilania modułów: 230 V_{AC}.
- Moduł sterownika i moduły wykonawcze.
- Sterowanie maksymalnie 8 modułami wykonawczymi za pomocą kontrolera z wyświetlaczem TFT i panelem dotykowym.
- Nowoczesny design, sterowanie za pomocą interfejsu dotykowego.
- Komunikacja za pomocą sieci ZigBee (moduły Telegesis ETRX357).

Dodatkowe informacje:
- Prezentację wideo demonstrującą funkcjonowanie systemu intelliDom można obejrzeć na stronie internetowej *http://www.youtube.com/watch?v=lcYnrZms7l8*

Dodatkowe materiały na CD/FTP:
ftp://ep.com.pl, user: 15352, pass: 760hp6s5
- wzory płytek PCB
- karty katalogowe i noty aplikacyjne elementów oznaczonych w Wykazie elementów kolorem czerwonym

Projekty pokrewne na CD/FTP:
(wymienione artykuły są w całości dostępne na CD)
AVT5276 RadioTherm – Bezprzewodowy system pomiaru i kontroli temperatury (EP 2/2011)

Wszystkie elementy przeznaczone do wyświetlania są przechowywane w pamięci Flash mikrokontrolera i mimo iż zostały przygotowane z użyciem specjalnie w tym celu napisanego konwertera (zamiana bitmap na ciąg bajtów informacji o kolorach pikseli w standardzie R(5) G(6)B(5)), to i tak zajmują prawie 33 kB pamięci stałej (plus ok. 2 kB na dane czcionek). Na szczęście Atmega644 dysponuje 64 kB pamięci Flash, co pozwoliło na bezproblemową implementację wszystkich niezbędnych procedur programowych. Warto również wspomnieć, że w ramach realizacji procedur obsługi modułu ZigBee zaimplementowano programowy bufor cykliczny interfejsu USART o pojemności 256 bajtów



Rysunek 3. Schemat ideowy modułu pokojowego systemu intelliDom

Z racji, iż na płytce modułu pokojowego zbudowano kompletny układ zasilający łącznie z transformatorem zasilanym napięciem sieciowym 230 V oraz zamontowano inne elementy, na których występuje napięcie sieci energetycznej, istnieje niebezpieczeństwo porażenia prądem elektrycznym o napięciu 230 V, co jest zagrożeniem dla życia i zdrowia. W związku z tym montaż układu w tym zakresie należy powierzyć osobie posiadającej uprawnienia elektryczne w zakresie eksploatacji urządzeń o napięciu do 1 kV.

(korzystający z przerwania sprzętowego), dzięki czemu zminimalizowano ryzyko utraty danych przesyłanych przez moduły pokojowe w ramach komunikatów wysyłanych do koncentratora danych (koordynatora) czy zgłoszeń nowo zalogowanych urządzeń. Niemniej jednak, włączanie nowych modułów pokojowych i ich logowanie do sieci powinno odbywać się stopniowo by umożliwić poprawną konfigurację każdego z nich (nadawanie nazwy i proces odświeżenia wartości nastaw) bez ryzyka utraty danych. Przejdźmy, zatem do modułów wykonawczych nazywanych w naszym systemie modułami pokojowymi. Schemat ideowy takiego modułu pokazano na **rysunku 3**.

Tym razem do czynienia mamy z bardziej rozbudowanym systemem mikroprocesorowym, który do realizacji zamierzonej funkcjonalności wykorzystuje mikrokontroler ATmega8. Na pierwszy rzut oka wydawać by się mogło, iż zastosowanie mikrokontrolera ATmega8L jest rozwiązaniem nadmiarowym, gdyż wykorzystano jedynie niewielki potencjał zasobów sprzętowych. Po części jest to prawdą, ponieważ ten mikrokontroler poza przeprowadzaniem konfigurowani modułu ZigBee jest odpowiedzialny wyłącznie za sterowanie fazowe dwoma żarówkami 230 V oznaczonymi jako *BULB1* i *BULB2*, realizowane w wyniku odebranych od modułu ETRX357 komend typu *unicast*. Jednak biorąc pod uwagę fakt, że różnice cenowe pomiędzy „małymi" mikrokontrolerami ATtiny a bardziej rozbudowanymi ATmega są niewielkie, zdecydowano się na wybór popularnej ATmegi8, co daje możliwość dalszej rozbudowy na przykład o sterowanie lokalne (przewidziano opcjonalne gniazdo rozszerzeń EX). W takim przypadku moduł ETRX357 realizuje sterowanie typu włącz/wyłącz dwoma żarówkami 230 V (za pośrednictwem optotriaka z detekcją zera napięcia sieci 230 V i triaka wykonawczego), sterowanie PWM przeznaczone do zasilania diod typu LED, obsługę czujnika alarmowego (opadające zbocze sygnału na wejściu PB0/IRQ2 modułu wymusza automatyczne wysłanie wiadomości do koncentratora danych) oraz pomiar temperatury z użyciem wbudowanego przetwornika ADC (wejście ADC0) oraz scalonego przetwornika typu temperatura/napięcie TC1047. Ponadto, wykorzystano sprzętową funkcję *TX_Active* modułu ETRX357, dzięki której użytkownik jest informowany o pracy nadajnika modułu ZigBee za pomocą diody oznaczonej jako TX oraz mechanizm, dzięki któremu sygnalizowany jest fakt zalogowania się modułu do sieci ZigBee (za pomocą diody oznaczonej jako JOINED).

Kilka słów uwagi wymaga zastosowany algorytm pozwalający na realizację sterowania fazowego źródłami światła na napięcie 230 V_{AC}. Sterowanie takie polega na ograniczeniu prądu płynącego przez odbiornik zasilany napięciem sieciowym 230 V (w naszym wypadku żarówkę) poprzez „wycięcie" części przebiegu napięcia zasilającego w każdym okresie, podobnie jak to ma miejsce przy sterowaniu PWM tyle, że tu regulujemy „wypełnienie" sinusoidy napięcia zasilającego. „Wypełnienie" to regulujemy poprzez zmianę czasu, który upływa od przejścia przebiegu napięcia zasilającego przez 0 do czasu załączenia triaka wykonawczego. Im jest on dłuższy, tym jest mniejsza moc średnia dostarczana do odbiornika. Aby tego dokonać niezbędny jest dokładny układ synchronizujący nasz algorytm z przebiegiem napięcia sieciowego. Do tego celu wykorzystano popularny optoizolator PC814, który w swojej strukturze integruje dwie diody LED połączone przeciwsobnie i fototranzystor wyjściowy. Dzięki temu na wyjściu tego elementu (kolektor wbudowanego fototranzystora) otrzymujemy bardzo wąską szpilkę dla każdego

Tabela 28.

Rejestr	0x1F	Tylko odczyt
Opis	Rejestr danych przetwornika ADC, kanał „0"	
Wartość domyślna	brak	
Składnia komendy odczytującej	Lokalnie: ATS1F? Zdalnie: ATREMS:<address>,1F?	
Zastosowanie	Rejestr ten pozwala na odczyt napięcia mierzonego przez wbudowany przetwornik ADC na wyprowadzeniu PB5/ADC0 modułu ZigBee. Zwracany zakres wartości 0000…2EE0 (dziesiętnie 0…12000) odpowiada mierzonemu napięciu z zakresu 0…1200mV.	

Tabela 29.

Rejestr	0x25	Zapis	Wartośc nieulotna
Opis	Definiuje rodzaj akcji automatycznej podejmowanej przez moduł ZigBee po wyzwoleniu przerwania zewnętrznego IRQ2.		
Wartość domyślna	0001 (wybudza moduł ZigBee, jeśli pozostawał w trybie uśpienia)		
Wartość ustawiana	0110 (wysyła do koncentratora danych stany portów wejściowych modułu ZigBee, wartości mierzonych napięć przetwornika ADC, wartość napięcia zasilania oraz wartośc 8-bitowego licznika transmisji, który podlega inkrementacji po każdej tego typu transmisji. Jeśli w chwili zajścia zdarzenia nie jest znany adres koncentratora danych to moduł ZigBee uruchomi bezzwłocznie procedurę wyszukiwania koncentratora danych, jeśli został tak skonfigurowany - ustawiono bit 8 rejestru 0x10).		
Składnia komendy konfigurującej	Lokalnie: ATS25=0110 Zdalnie: ATREMS:<address>,25=0110		
Zastosowanie	Jak wyżej.		

Tabela 30.

Rejestr	0x28	Zapis	Wartośc nieulotna
Opis	Definiuje rodzaj akcji automatycznej podejmowanej przez moduł ZigBee po zalogowaniu się do sieci.		
Wartość domyślna	0000 (brak)		
Wartość ustawiana	0050 (ustawia stan niski na porcie wyjściowym PA0).		
Składnia komendy konfigurującej	Lokalnie: ATS28=0050 Zdalnie: ATREMS:<address>,28=0050		
Zastosowanie	Jak wyżej.		

Tabela 31.

Timer	Interwał czasu	Podejmowana akcja automatyczna
Timer0	1s	Urządzenia typu End Device wysyłają zapytanie o przeznaczone dla nich dane (do swoich „rodziców" – routerów). Funckję tą wykorzystują zazwyczaj urządzenia typu SED lub MED (urządzenia końcowe w trybie uśpienia).
Timer1	1min	Koncentrator danych wysyła informacje o swoim adresie oraz optymalizowane są drogi routingu dla wiadomości na drodze do tegoż koncentratora
Timer2	1min i 1s	Urządzenie opuszcza sieć, jeśli pozostało jako jedyne
Timer3	1min	Urządzenie loguje się do sieci, jeśli nie jest już częścią jakiejkolwiek sieci ZigBee

przejścia przez zero przebiegu napięcia sieciowego. Narastające zbocze tejże szpilki wyzwala przerwanie zewnętrzne INT0, którego procedura obsługi odpowiedzialna jest za programowy mechanizm obsługi 2 kanałów regulacji fazowej. W procedurze tej uruchamiany jest układ czasowo-licznikowy Timer2 w trybie CTC, dla którego parametry pracy dobrano w taki sposób, by w czasie jednej połówki przebiegu napięcia zasilającego (pomniejszonej o połowę szerokości szpilki wyzwalającej) nastąpiło 150 przerwań OC2 Timera2 w wyniku porównania zawartości licznika z wartością rejestru OCR2. Przerwanie OC2 realizuje natomiast obsługę zaimplementowanych dwóch kanałów regulacji fazowej. Dla każdego z nich przewidziano 150 kroków regulacyjnych, których wartość zadawana jest przy pomocy zmiennych globalnych w głównej pętli programu obsługi (jako rezultat wykonania rozkazów przesłanych przez sterownik główny przy użyciu wiadomości *unicast*). Jako, że regulacja taka niesie za sobą niedogodność w postaci silnych zniekształceń prądu płynącego przez odbiornik, a co za tym idzie powstanie harmonicznych wyższego rzędu powodujących zakłócenia radioelektryczne (zwłaszcza w zakresie fal długich i średnich), zastosowano prosty układ gasika na wyjściu (C7/R16 i C8/R17) zmniejszający wspomniane zakłócenia. Kierując się tymi samymi wymogami, do sterowania pracą żarówek BULB3 i BULB4 (typu włącz/wyłącz), przewidziano zastosowanie optotriaka w wersji z wykrywaniem przejścia przez 0, ograniczając ryzyko pojawienia się niepożądanych zakłóceń.

Tabela 32.

Sterownik główny	
Komenda sterująca	**Znaczenie**
ATS0E=1CC4	Ustanawia blokady powiadomień: PWRCHANGE:nn, ACK:XX, NACK:XX, SR:XX, SINK, SEQ:XX.
ATS0F=007F	Ustanawia dodatkowe blokady powiadomień: menedżera sieci, DataMODE, CLOSED, OPEN, sink advertisement, COO, FFD, SED, MED.
ATS10=0011	Wyłącza dołączanie numeru EUI64 do nagłówka wiadomości sieciowych. Ustanawia bieżący moduł ZigBee koncentratorem danych.
ATS09=<key>:password	Ustanawia wartość klucza uwierzytelniającego.
ATS0A=0114:password	Wymusza użycie predefiniowanego klucza uwierzytelniającego.
AT+N?	Sprawdza czy moduł ZigBee jest już składnikiem wcześniej utworzonej sieci ZigBee. Kontrola tego typu jest niezbędna z uwagi na fakt, iż po zaniku zasilania wszystkie moduły ZigBee pamiętają swoje parametry sieciowe w związku, z czym jeśli proces tworzenia sieci był już przeprowadzany to nie ma potrzeby ponownego ustanawiania sieci (w tym przypadku moduł zgłosiłby błąd).
AT+EN	Utworzenie nowej sieci ZigBee w przypadku, gdy proces ten nie był wykonywany wcześniej (j.w.)

Tabela 33.

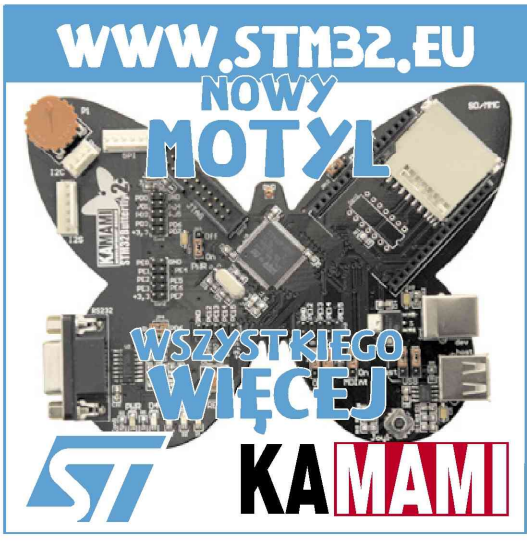
Moduł pokojowy	
Komenda sterująca	**Znaczenie**
ATS13=00000500	Ustawia właściwości portów I/O modułu ZigBee
ATS16=00FFDAFF	Ustawia kierunek portów I/O modułu ZigBee (wartość ulotna)
ATS17=00FFDAFF	Ustawia domyślną wartośc rejestru kierunku portów wczytywaną po restarcie modułu lub po włączeniu zasilania
ATS18=00000001	Ustawia stany na wyjściach modułu ZigBee (wartość ulotna)
ATS19=00000001	Ustawia domyślne stany na wyjściach modułu ZigBee wczytywaną po restarcie modułu lub po włączeniu zasilania
ATS1B=2EE0	Ustawia częstotliwość przebiegu PWM: 1 kHz (wartość ulotna)
ATS1C=2EE0	Ustawia domyślną wartość częstotliwości przebiegu PWM: 1 kHz wczytywaną po restarcie modułu lub po włączeniu zasilania
ATS1D=0000	Ustawia wypełnienie przebiegu PWM: 0%
ATS1E=0000	Ustawia domyślną wartość wypełnienia przebiegu PWM: 0% wczytywaną po restarcie modułu lub po włączeniu zasilania
ATS11=8110	Ustanawia wyzwalanie przerwania zewnętrznego IRQ2 modułu ZigBee przy pomocy opadającego zbocza sygnału na wejściu PB0. Uruchamia moduł niwelujący drgania styków dla wszystkich wejść przerwań zewnętrznych. Włącza generowanie przebiegu PWM na wyjściu PB7 modułu ZigBee
ATS15=00202600	Uaktywania wyjście TXD i wejście RXD interfejsu RS232 (ustawienie domyślne). Uaktywania wejście ADC0 wbudowanego przetwornika ADC. Uaktywania wyjście TX_Active modułu ZigBee.
ATS0E=1CC4	Ustanawia blokady powiadomień: PWRCHANGE:nn, ACK:XX, NACK:XX, SR:XX, SINK, SEQ:XX.
ATS0F=007F	Ustanawia dodatkowe blokady powiadomień: menedżera sieci, DataMODE, CLOSED, OPEN, sink advertisement, COO, FFD, SED, MED.
ATS25=0110	Definiuje rodzaj akcji automatycznej podejmowanej przez moduł ZigBee po wyzwoleniu przerwania zewnętrznego IRQ2.
ATS28=0050	Definiuje rodzaj akcji automatycznej podejmowanej przez moduł ZigBee po zalogowaniu się do sieci.
ATS09=<key>:password	Ustanawia wartość klucza uwierzytelniającego.
ATS0A=0114:password	Wymusza użycie predefiniowanego klucza uwierzytelniającego.
AT+N?	Sprawdza czy moduł ZigBee jest już składnikiem wcześniej utworzonej sieci ZigBee. Kontrola tego typu jest niezbędna z uwagi na fakt, iż po zaniku zasilania wszystkie moduły ZigBee pamiętają swoje parametry sieciowe w związku, z czym jeśli proces logowania do sieci był już przeprowadzany to nie ma potrzeby ponownego logowania do tejże sieci (w tym przypadku moduł zgłosiłby błąd).
AT+JN	Zalogowanie do sieci ZigBee w przypadku, gdy proces ten nie był wykonywany wcześniej (j.w.)

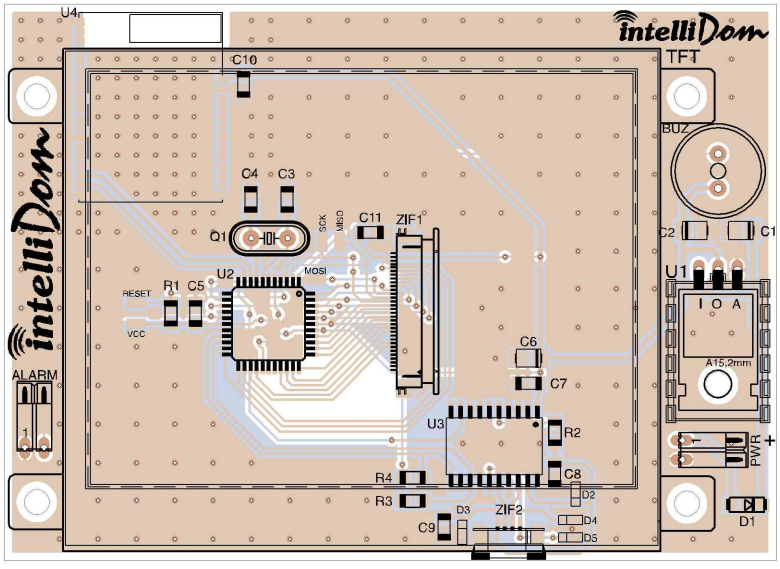
Montaż

Z uwagi na fakt, iż moduł sterownika głównego wykonano z przewagą technologii SMD zaś moduł pokojowy jako typowy układ przeznaczony do montażu przewlekanego, opisy montażowe obu układów zostaną przedstawione oddzielnie. Schemat montażowy sterownika głównego pokazano na rysunku **rysunku 4**.

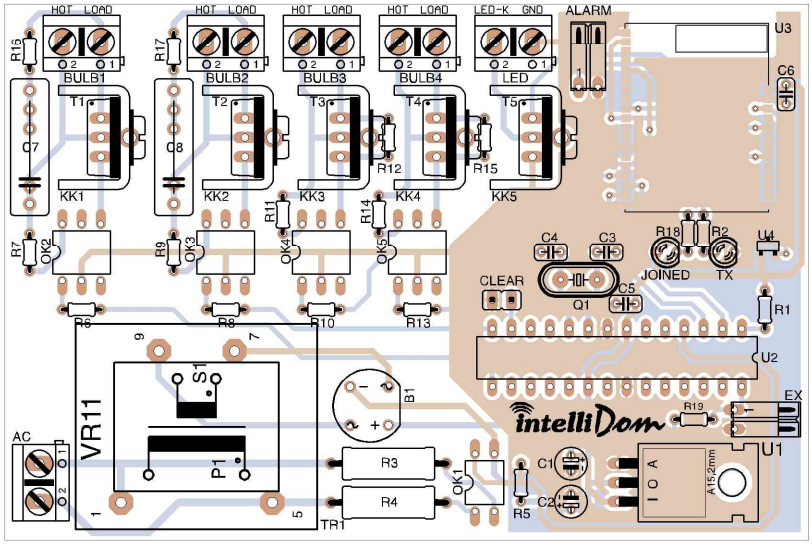
Płytkę sterownika głównego zaprojektowano tak, aby można ją było przykręcić do naszego wyświetlacza w typowej konstrukcji „kanapkowej". Zdecydowana większość elementów (łącznie z modułem ZigBee) znajdzie się pod wyświetlaczem. Montaż układu należy rozpocząć od wlutowania mikrokontrolera. Najprostszym sposobem montażu elementów o takim zagęszczeniu wyprowadzeń, niewymagającym jednocześnie posiadania specjalistycznego sprzętu, jest użycie typowej stacji lutowniczej, cyny o dobrej jakości z odpowiednią ilością topnika oraz plecionki rozlutowniczej, która umożliwi usunięcie nadmiaru cyny spomiędzy wyprowadzeń układów. Należy przy tym uważać, by nie uszkodzić termicznie układu. Po zamontowaniu mikrokontrolera, przystępujemy do montażu złączy ZIF, przeznaczonych do podłączenia taśmy panelu

REKLAMA





Rysunek 4. Schemat montażowy sterownika głównego systemu intelliDom



Rysunek 5. Schemat montażowy modułu pokojowego systemu intelliDom

złącza, wszystkie półprzewodniki (mikrokontroler najlepiej wyposażyć w dedykowana podstawkę), a na końcu transformator zasilający. Wszystkie triaki, tranzystor BUZ11 i scalony stabilizator napięcia dobrze jest wyposażyć w niewielkie radiatory. **Należy przy tym pamiętać, że na metalowej obudowie triaków występuje napięcie sieciowe 230 V w związku należy zastosować odpowiednie przekładki izolujące od radiatora.**

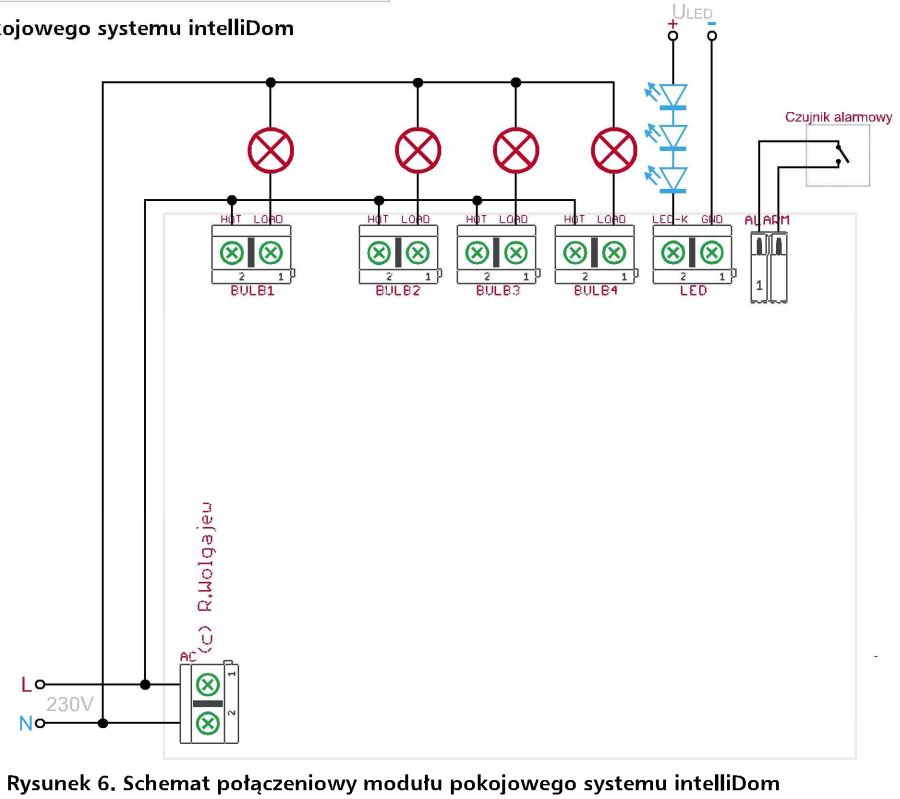
Poprawnie zmontowany układ powinien działać tuż po włączeniu zasilania. Schemat połączeniowy modułu pokojowego pokazano na **rysunku 6**. Napięcie zasilania diod świecących stanowiących oświetlenie diodowe dobrać należy w zależności od liczby i rodzaju zastosowanych elementów.

Obsługa

Podstawowym założeniem projektowym podczas konstruowaniu graficznego interfejsu użytkownika systemu intelliDom była chęć zbudowania możliwie najprostszego, a zarazem czytelnego i funkcjonalnego środowiska współpracy urządzenia z użytkownikiem, korzystającego ze znanych z systemów operacyjnych kontrolek. W ten oto sposób utworzono interfejs, w którym nastawy dla każdego z zalogowanych modułów ZigBee podzielone zostały na tzw. strony używające zakładek. Zebrane na nich wszystkie kontrolki odpowiedzialne za nastawy poszczególnych parametrów (przyciski „+" i „–" oraz symbole podświetlanych włączników) i symbole graficzne informujące o stanie regulowanych urządzeń (symbole żarówki i diody LED). Dodatkowo, w prawej części ekranu, zgrupowano symbole 8 diod świecących sygnalizujących wystąpienie alarmu na odpowiadającym im module pokojowym (wystąpienie opadającego zbocza sygnału na złączu „Alarm" modu-

TFT oraz taśmy panelu dotykowego. Następnie montujemy układ kontrolera panelu dotykowego (AR1020) oraz pozostałe elementy. Na końcu, kierując się obrysem obudowy, montujemy moduł ZigBee używając do tego celu pól lutowniczych umieszczonych na krawędziach jego obwodu drukowanego. Tuż przed przykręceniem wyświetlacza do płyty naszego układu, należy go dołączyć korzystając ze złącza ZIF umieszczonego po stronie elementów i odpowiedniej długości taśmy połączeniowej. Po przykręceniu wyświetlacza TFT dołączamy złącze ZIF panelu dotykowego. Poprawnie zmontowany układ (warto sprawdzić jakość montażu mikrokontrolera i pozostałych elementów o dużym zagęszczeniu wyprowadzeń) powinien działać tuż po włączeniu zasilania.

Przejdźmy do schematu montażowego modułu pokojowego, który pokazano na **rysunku 5**. Jest to układ mikroprocesorowy znacznie łatwiejszy w montażu od poprzedniego. Jego montaż rozpoczynamy od wlutowania modułu ZigBee postępując jak w poprzednim wypadku. Następnie wlutowujemy elementy bierne, potem



Rysunek 6. Schemat połączeniowy modułu pokojowego systemu intelliDom

łu pokojowego). Alarm taki powoduje dodatkowo ustawienie wyjścia „Alarm" sterownika głównego na czas około 0,5 sekundy.

Trzeba podkreślić, że algorytm obsługi panelu dotykowego zoptymalizowano pod kątem obsługi za pomocą palca, co dodatkowo upraszcza proces dokonywania wszelkich regulacji. Zmianę stron grupujących elementy regulacyjne dla poszczególnych modułów ZigBee wykonujemy przy pomocy symboli strzałek umieszczonych w dolnej części ekranu, przy czym zmiana taka możliwa jest, co oczywiste, w ramach dostępnych i zalogowanych wcześniej modułów pokojowych. Wartość temperatury mierzonej przez poszczególne moduły pokojowe odświeżana jest w odstępach ok. 5-sekundowych. Jako, że po wyłączeniu i ponownym włączeniu zasilania sterownika głównego, pamięta on parametry sieciowe zalogowanych wcześniej modułów pokojowych, nie ma potrzeby każdorazowego logowania tych modułów do sieci ZigBee. W takim wypadku sterownik główny jedynie odpytuje wszystkie zalogowane moduły pokojowe o stan elementów regulacyjnych, które podlegają regulacji, aby wartości wyświetlane na ekranie odpowiadały rzeczywistym ustawieniom modułów pokojowych. Każda udana regulacja sygnalizowana jest krótkim dźwiękiem emitowanym przez wbudowany buzzer piezoelektryczny. Błędy mogące pojawić się w czasie wysyłania rozkazów sterujących (np. brak odpowiedzi modułu pokojowego czy wyłączenie zasilania tegoż modułu) generują długi sygnał dźwiękowy. W pwypadku pierwszego włączenia modułu sterownika głównego i braku jakichkolwiek modułów pokojowych, sterownik ten będzie oczekiwał na włączenie i zalogowanie co najmniej jednego modułu pokojowego – do tego czasu ekran regulacyjny będzie niedostępny. Każdorazowe logowanie nowego modułu pokojowego uruchamia procedurę nadawania „przyjaznej" nazwy użytkownika dla tegoż modułu, która to pokazywana będzie w pasku zakładek. Proces ten wywołuje ekran konfiguracyjny.

Po nadaniu nazwy, sterownik główny odpyta moduł pokojowy o wszystkie nastawy regulacyjne, po czym doda odpowiednią zakładkę do paska zakładek, pod warunkiem, że nie przekroczono dopuszczalnej liczby 8 obsługiwanych modułów pokojowych. W przeciwnym wypadku zgłoszenie nowego modułu pokojowego zostanie odrzucone, a sam moduł wylogowany zdalnie z sieci ZigBee (należy w takim wypadku wyłączyć jego zasilanie, gdyż będzie się on zgłaszał w odstępach 1-minutowych). W wypadku restartu zasilania modułu pokojowego, który był wcześniej zalogowany do sieci, moduł taki poinformuje sterownik główny o takim zdarzeniu oraz o fakcie wyzerowania wszystkich ustawień regulacyjnych – stan domyślny po włączeniu zasilania, co spowoduje aktualizację stosownych nastaw i automatyczne przejście sterownika głównego do odpowiedniej zakładki grupującej nastawy tego modułu. Pomimo iż w programie obsługi sterownika głównego zaimplementowano programowy bufor cykliczny interfejsu USART o pojemności 256 bajtów, zmniejszający ryzyko utraty danych przesyłanych przez moduły pokojowe w ramach komunikatów wysyłanych do koncentratora danych (koordynatora) czy zgłoszeń nowo zalogowanych urządzeń, włączanie nowych modułów pokojowych powinno odbywać się stopniowo, by umożliwić poprawną konfigurację każdego z nich bez ryzyka utraty danych (kolejny moduł należy włączać dopiero po zakończeniu procesu konfiguracji aktualnie zgłoszonego modułu). Dodatkowo, przewidziano możliwość rekonfiguracji całego systemu poprzez wyczyszczenie parametrów wszystkich urządzeń (w tym informacji o konfiguracji sieci ZigBee) zalogowanych wcześniej do systemu. W tym celu podczas włączania sterownika głównego należy przycisnąć prawy górny róg ekranu interfejsu użytkownika w miejscu wskazanym ikoną „rączki". Następnie podczas sukcesywnego włączania kolejnych modułów pokojowych należy zewrzeć zworę umieszczoną na ich obwodach drukowanych oznaczoną symbolem „CLEAR" (tylko na czas włączenia urządzenia) co spowoduje ponowne zgłoszenie się takiego modułu do sterownika głównego zapewniając możliwość konfiguracji nazwy oraz zapamiętanie parametrów sieciowych urządzenia.

Robert Wołgajew, EP

REKLAMA



Tor komunikacyjny PLC

Transmisja danych po liniach zasilania



na CD

AVT 5319

Koncepcja transmisji danych z użyciem przewodów zasilających jako kanału komunikacyjnego (Power Line Communication) jest znana od wielu lat. Próby jej implementacji były podejmowane już w pierwszej połowie ubiegłego wieku, jednak z powodu niewystarczającego poziomu ówczesnej techniki, nie mogła ona być zastosowana na masową skalę. Jednak współcześnie możliwość użycia istniejących sieci elektroenergetycznych do wymiany danych przyczyniła się do wdrożenia usług świadczonych za pośrednictwem linii zasilania. Największą zaletą tej technologii jest brak konieczności budowania medium transmisyjnego. W wypadku implementacji PLC np. w samochodzie jest to dodatkowy atut, gdyż z racji istniejących obwodów zasilania proces ten nie wymaga ingerencji w wewnętrzną strukturę tych obiektów, a sygnał jest dostępny niemal w każdym jego punkcie.

***Rekomendacje:** System transmisyjny mogący znaleźć zastosowanie w każdym projekcie, w którym istnieje potrzeba połączenia urządzeń w sieć.*

Celem niniejszego projektu było zaprojektowanie oraz wykonanie węzłów komunikacyjnych o funkcjonalności umożliwiającej wykorzystanie współdzielonych linii zasilania jako medium do transmisji danych. Strukturę budowy węzła transmisyjnego w najogólniejszej postaci sprowadzić można do trzech elementów (**rysunek 1**), do których należą:

– moduł komunikacyjny,
– moduł sterujący,
– moduł zasilania.

Moduł komunikacyjny jest odpowiedzialny za cały proces związany z transmisją danych, a więc nadawaniem i odbiorem informacji. Po odebraniu wiadomości nadanej po liniach zasilania jest ona interpretowana i przekazywana w formie cyfrowej do modułu sterującego. Odwrotna sytuacja jest analogiczna – odebranie informacji użytkowej od modułu sterującego inicjuje transmisję danych po liniach zasilania.

Zadaniem modułu sterującego jest poprawna obsługa modułu komunikacyjnego – konfigurowanie, przetwarzanie odbieranych wiadomości oraz sterowanie nadawaniem. Dodatkowo, za pośrednictwem tego modułu do węzła transmisyjnego mogą być dołączone dodatkowe urządzenia lub układy peryferyjne, którymi węzeł może zarządzać.

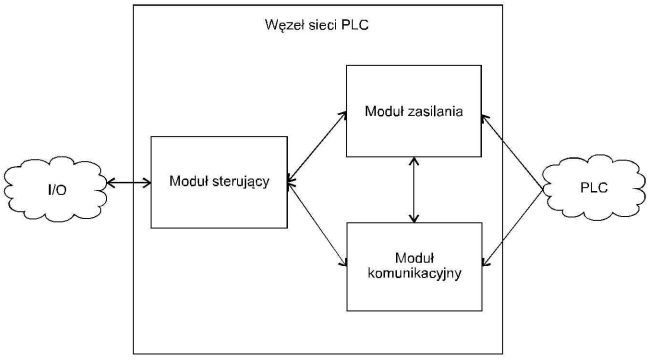
AVT-5319 w ofercie AVT:
AVT-5319A – płytka drukowana

Podstawowe informacje:
- Płytka o wymiarach 90 mm×39 mm.
- Zasilanie 12 V_{DC}.
- Transmisja przez kable zasilające.
- Mikrokontroler STM32F103C8T6.
- Transceiver SIG60 firmy Yamar.

Najważniejsze parametry układu SIG60:
- Napięcie zasilania: 3,0...3,6 V
- Interfejs komunikacyjny: UART (9600 bps...115200 bps)
- Częstotliwość sygnału PLC: 1,75 MHz; 4,5 MHz; 5,5 MHz; 6 MHz; 6,5 MHz; 10,5 MHz; 13 MHz
- Pobór prądu w trybie: nadawania: 40 mA, odbioru: 50 mA, uśpienia: 80 µA,
- Temperatura pracy: –40...+125°C

Dodatkowe materiały na CD/FTP:
ftp://ep.com.pl, user: 15352, pass: 760hp6s5
- wzory płytek PCB
- karty katalogowe i noty aplikacyjne elementów oznaczonych w Wykazie elementów kolorem czerwonym

Ostatni moduł zwany zasilającym odpowiedzialny jest za dostarczenie do pozostałych modułów napięcia umożliwiającego ich poprawną pracę. Odbywa się to poprzez konwersję napięcia dostępnego na liniach transmisyjnych do poziomu wyma-

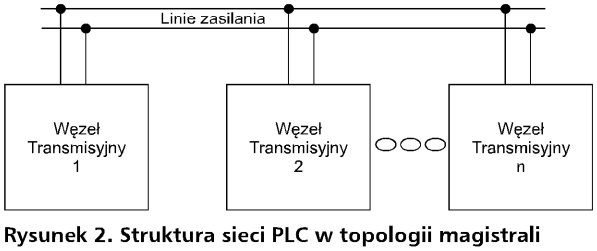


Rysunek 1. Schemat ideowy węzła komunikacyjnego PLC

ganego przez moduł komunikacyjny i sterujący.

Tor komunikacyjny to nie tylko węzły komunikacyjne, ale również pozwalające na ich połączenie medium transmisyjne, którym w tym wypadku są obwody zasilania. Linie zasilania umożliwiają budowę toru transmisyjnego, który ma charakter sieci, dlatego sposób łączenia węzłów za pomocą medium musi być zgodny z obowiązującą topologią, która jest zbiorem zasad fizycznego dołączania węzłów do sieci, jak również określa reguły komunikacji węzłów poprzez dane medium.

Topologią wykonanego w ramach niniejszego projektu toru transmisyjnego jest popularnie stosowana między innymi w sieciach przemysłowych magistrala. Topologia ta charakteryzuje się tym, że wszystkie elementy sieci podłączone są do jednego, współdzielonego przez nie nośnika danych, tutaj przewodu zasilania. Sieć o takiej topologii umożliwia tylko jedną transmisję w danym momencie. Sygnał nadany przez jedną ze stacji odbierany jest przez wszystkie pozostałe, jednakże tylko stacja, do której pakiet został zaadresowany, interpretuje go.



Rysunek 2. Struktura sieci PLC w topologii magistrali

Strukturę modelu sieci PLC o charakterze magistrali przedstawiono na **rysunku 2**. Umożliwia on stworzenie wszechstronnego rozwiązania będącego kompleksowym systemem przesyłowym wykorzystującym linie zasilania.

Dobór podzespołów

Moduł sterujący składa się z układu mikrokontrolera oraz elementów peryferyjnych zapewniających jego poprawną pracę. Myśląc perspektywicznie, warto wybrać układ, który oprócz realizacji funkcji przewidzianych w ramach współpracy modułu sterującego z modułem komunikacyjnym będzie w stanie pełnić w przyszłości również większą liczbę zadań. Zgodnie z tym założeniem na potrzeby projektu wybrany został wszechstronny mikrokontroler STM32F103C8T6 firmy STMicroelectronics oparty na rdzeniu ARM Cortex-M3. Gwarantuje on dużą wydajność (możliwość taktowania do 72 MHz) oraz uniwersalność, o której świadczą jego zasoby sprzętowe.

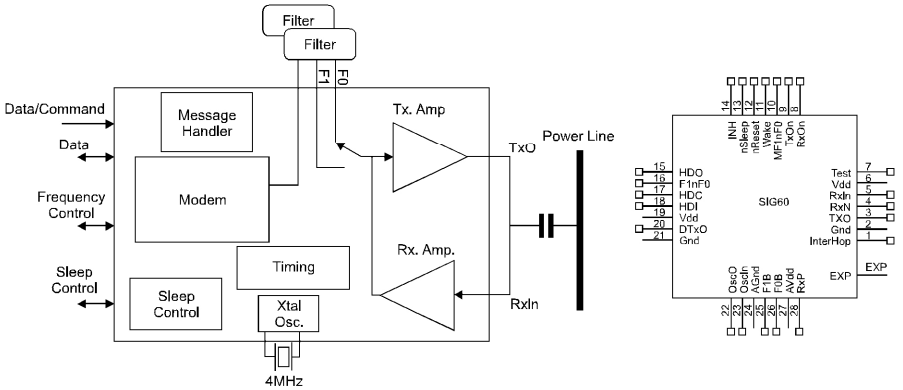
Kolejnym kluczowym dla urządzenia elementem jest moduł komunikacyjny. Głównym jego podzespołem jest układ transmisyjny. Jego wybór ma fundamentalne znaczenie, gdyż jest to element określający w największym stopniu funkcjonalność całego urządzenia. Wśród obecnych na rynku producentów oferujących rozwiązania w zakresie zintegrowanych układów nadawczo-odbiorczych do transmisji danych po liniach zasilania są takie firmy jak Maxim (MAX298x, MAX299x), Cypress Semiconductor (CY8CPLC10), STMicroelectronics (*ST757x*, ST758x, ST759x), Echelon (PL3120, PL3150, PL3170), Semitech Semiconductor (SM2200). Oprócz wyżej wymienionych producentów, dla których technologia PLC jest tylko jednym z wielu obszarów zainteresowania, istnieją również firmy, które traktują tę dziedzinę priorytetowo i jest to dla nich główny lub nawet jedyny obszar badań. Do takich firm należy Yamar Electronics, która w swojej ofercie posiada całą gamę układów do transmisji po liniach zasilania (SIG60, ISL40, DCB500, DCAN250) wykorzystujących zarówno napięcie przemienne, jak i stałe.

W zrealizowanym urządzeniu zastosowane zostały układy, których producentem jest właśnie firma Yamar Electronics – konkretnie układy SIG60. Strukturę wewnętrzną układu SIG60 oraz jego wyprowadzenia na **rysunku 3**. Układ składa się z interfejsu komunikacyjnego, mechanizmu zegarowego, modemu, modułu zarządzającego poborem energii, wzmacniaczy wspomagających odbiór i nadawanie danych.

Głównym elementem układu SIG60 jest modem. Zgodnie ze swoją nazwą jego rolą jest modulacja odebranych przez interfejs komunikacyjny danych cyfrowych do postaci sygnału transmitowanego dalej poprzez linie zasilania, jak również demodulacja sygnału pochodzącego z obwodów zasilania do postaci użytkowej przekazywanej następnie do interfejsu użytkownika.

Zaimplementowany w układzie SIG60 moduł zarządzania energią umożliwia pracę w trybie o obniżonym poborze prądu. Odbywa się to poprzez uśpienie układu (wyprowadzenie *nSleep*), który przebywając w tym stanie, pobiera prąd rzędu 80 µA. W tym trybie układ budzi się każdorazowo po czasie 32 ms, po czym sprawdza stan magistrali i w wypadku braku transmisji, ponownie przechodzi w stan uśpienia.

Kolejnym elementem układu SIG60 jest interfejs komunikacyjny, który umożliwia konfigurowanie i obsługę układu. Interfejs



Rysunek 3. Struktura wewnętrzna układu SIG60 oraz jego wyprowadzenia

Wykaz elementów

Rezystory: (SMD, 0805)
R1, R2, R5...R9: 10 kΩ
R3: 600 Ω
R4: 100 Ω
R10: 1 MΩ
Kondensatory: (SMD, 0805):
C1...C5, C23: 100 nF
C6, C7: 22 pF
C8, C9: 10 pF
Półprzewodniki:
IC1: STM32F103C8T6
D1: dioda prostownicza (SMD, SOD80)
LED1, LED2: dioda LED (SMD, 0805)
Inne:
SIG60: moduł SIG60
Q1: rezonator kwarcowy 8 MHz (SMD)
Q2: rezonator kwarcowy 32,768 kHz (SMD)
S1: przełącznik suwakowy
SV1: złącze kołkowe proste 2×10 pin SMD
EXTENSION_BOARD: złącze kołkowe proste 2×7 pin SMD
INPUT: gniazdo zasilania

Na CD: karty katalogowe i noty aplikacyjne elementów oznaczonych w wykazie elementów kolorem czerwonym

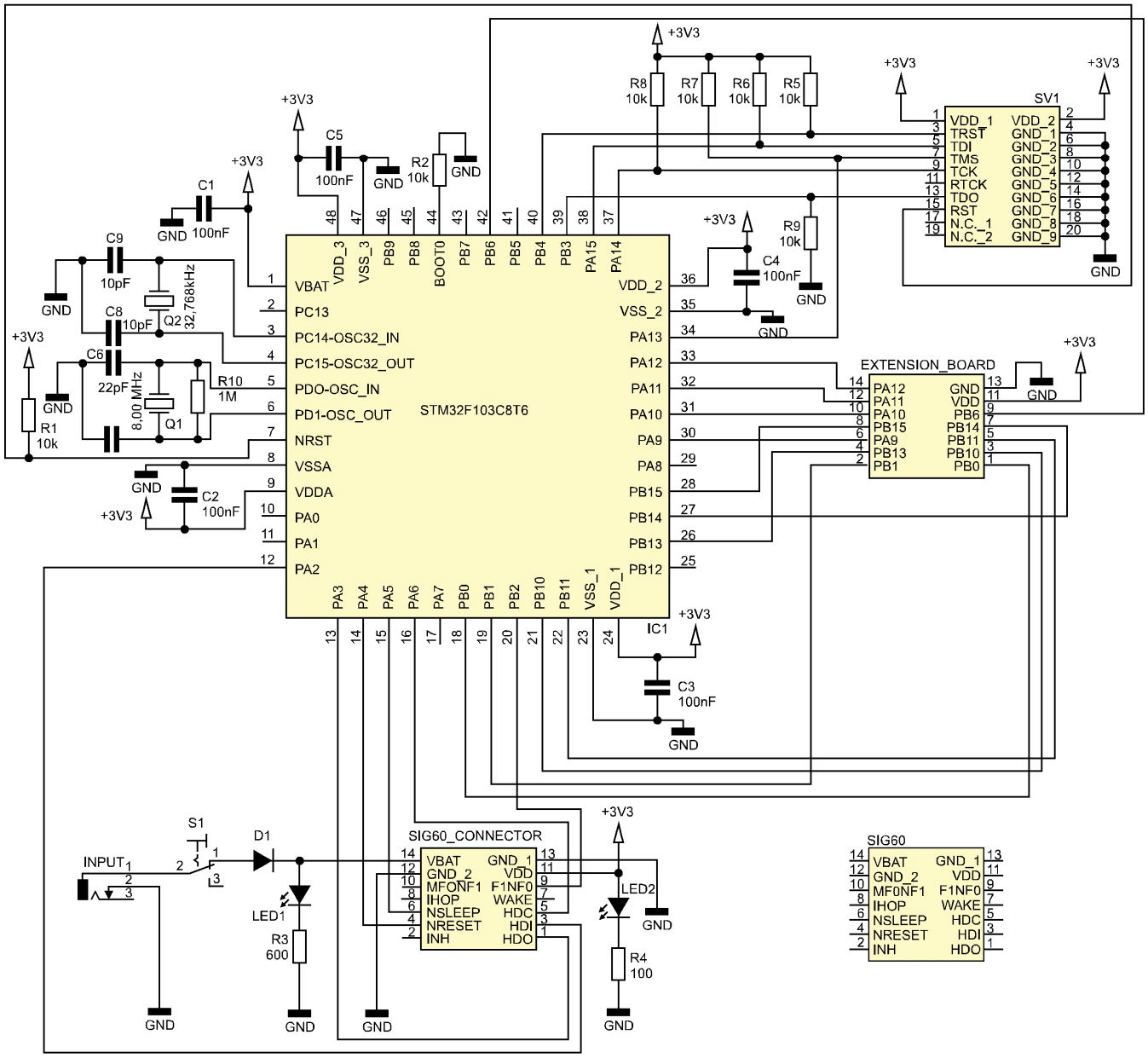
komunikacyjny jest oparty na standardzie transmisyjnym UART (wyprowadzenia układu HDO, HDI) o predefiniowanych parametrach: baudrate 19200 bps, 8 bitów danych, 1 bit stopu, brak parzystości, brak handshakingu. Wybór pomiędzy transmisją danych i konfigurowaniem odbywa się poprzez zmianę stanu logicznego na wyprowadzeniu HDC (stan niski – konfigurowanie, stan wysoki – transmisja danych).

Tryb konfigurowania pozwala na dostęp do dwóch 8-bitowych wewnętrznych rejestrów układu. Procedura zapisu do rejestru polega na wysterowaniu linii HDC stanem niskim, a następnie przesłaniu dwóch bajtów – adresu rejestru i danych do jego wypełnienia. Rejestr Control Register 0 służy do aktywacji opcji dodatkowych np. trybu *loopback mode* i funkcji autousypiania układu po 8 s. Rejestr *Control Register 1* przechowuje informacje o ustawionych parametrach układu – prędkości transmisji UART (możliwe ustawienia: 9600, 19200, 38400, 57600, 115200) oraz częstotliwości nośnej sygnału PLC. Spośród siedmiu dostępnych częstotliwości (1,75 MHz; 4,5 MHz; 5,5 MHz; 6 MHz; 6,5 MHz; 10,5 MHz lub 13 MHz) wybrać należy dwie (zwane jako F0 i F1), między którymi przełączać się można w trakcie pracy układu za pomocą wyprowadzenia F1nF0 (stan wysoki – częstotliwość F1, stan niski – częstotliwość F0).

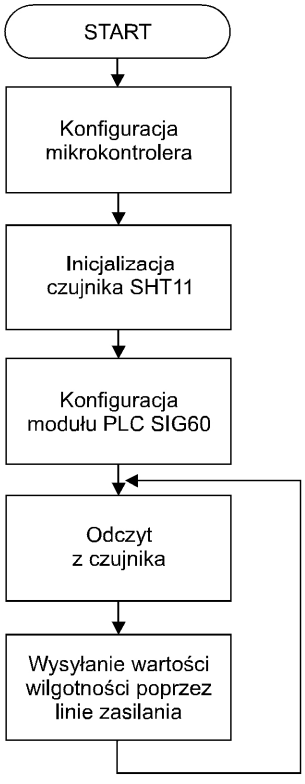
Tryb pracy normalnej umożliwia obsługę transmisji danych. Polega ona na przekazywaniu wszystkich odebranych przez interfejs UART bajtów do modemu, który następnie wysyła je poprzez linie zasilania. Odwrotna sytuacja jest analogiczna – każdy bajt odebrany z linii zasilania jest przekazywany przez modem na interfejs UART.

Interesującą cechą układu SIG60 jest możliwość automatycznej zmiany częstotliwości po wykryciu kolizji na linii transmisyjnej. Aktywacja tej funkcji odbywa się poprzez ustawienie stanu wysokiego na wyprowadzeniu *InterHop*. Wystąpienie kolizji skutkuje przełączeniem przez układ częstotliwości modulacji z wartości F1 na F0 bądź odwrotnie.

Transmisja danych między układami SIG60 jest zapewniona jedynie na podstawowych warstwach modelu OSI/ISO, co oznacza, że układy te nie mają mechanizmu regulującego dostęp do medium. W celu uniknięcia efektu występowania kolizji ramek o tej samej częstotliwości modulacji wysyłanych przez różne moduły, producent zaleca, aby układy pracowały zgodnie z modelem master–slave. Model ten polegać może na nadaniu adresów wszystkim węzłom w sieci oraz wyznaczeniu jednego węzła jako układu nadrzędnego (master), który zarządzałby dostępem do medium poprzez nadawanie pozostałym węzłom (slaves) prawa do transmisji (w danej chwili tylko jeden węzeł może nadawać).



Rysunek 4. Schemat elektryczny węzła komunikacyjnego



Rysunek 5. Schemat blokowy programu węzła nadawczego

Schemat aplikacyjny dla układu SIG60 przewiduje zastosowanie szeregu elementów dodatkowych, których połączenie z układem jest wymagane do jego poprawnej pracy. Firma Yamar Electronics, chcąc ułatwić rozpoczęcie pracy z jej produktem oraz skrócić czas budowy urządzeń na nim opartych, przygotowała specjalne moduły będące zestawami ewaluacyjnymi. Umożliwiają one wykorzystanie pełnej funkcjonalności układu SIG60 i są przeznaczone głównie do zastosowań prototypowych. Płytka modułu SIG60 oprócz układu nadawczo-odbiorczego została wyposażona między innymi w tor sprzęgający układ z liniami zasilania, filtry częstotliwościowe, układ taktujący, gniazda sygnałowe oraz zasilacz. Jej schemat blokowy i ideowy są dostępne w dokumencie *SIG60 Module Manual* dostępnym na stronie internetowej firmy Yamar [6].

Budowa

Urządzenie składa się z trzech modułów: sterującego, komunikacyjnego oraz zasilania. Do realizacji modułu sterującego wybrano mikrokontroler STM32F103C8T6, natomiast funkcję komunikacyjną pełni moduł SIG60, który dzięki zintegrowanemu zasilaczowi może ponadto grać rolę modułu zasilającego. Wybór tych komponentów sprawia, iż urządzenie węzła komunikacyjnego to przede wszystkim mikrokontroler połączony poprzez interfejs komunikacyjny z modułem SIG60.

Schemat elektryczny bloku sterowania pokazano na **rysunku 4**. Do nóżek zasilających mikrokontrolera STM32F103C8T6 (VDD1...3, VBAT, VDDA) doprowadzono napięcie zasilania 3,3 V z przetwornicy. Analogicznie, masy układu (VSS1...3, VSSA) połączono z potencjałem ujemnym. W celu zapewnienia dobrej jakości napięcia zasilania mikrokontrolera do każdej pary wyprowadzeń zasilających dołączono kondensator ceramiczny 100 nF (C1...C5).

Aby wykorzystać w pełnym zakresie potencjału, układu zegarowego mikrokontrolera zastosowano dwa rezonatory zewnętrzne (Q1, Q2). Pierwszy, o częstotliwości 8 MHz, umożliwia zwielokrotnianie częstotliwości taktowania rdzenia oraz peryferii, natomiast drugi (32,768 kHz) jest wymagany do pracy zegara RTC.

Programowanie mikrokontrolera odbywa się za pomocą interfejsu JTAG. Jego linie sygnałowe (PA13...PA15, PB3, PB4, PB6, NRST) zostały wyprowadzone na gnieździe SV1. Do każdej z linii dołączono opornik podciągający 10 kΩ (R5...R8) lub ściągający (R9). Ich włączenie jest opcjonalne (oprócz linii NRST), gdyż producent zadbał o ustalenie odpowiedniego poziomu na linii interfejsu JTAG wewnątrz mikrokontrolera, dzięki czemu użycie dodatkowych oporników nie jest niezbędne.

Mikrokontroler STM32F103C8T6 ma możliwość wykonywania kodu programu z pamięci wewnętrznej FLASH lub SRAM, lub z pamięci zewnętrznej o interfejsie równoległym. Wyboru aktywnej pamięci dokonuje się poprzez ustalenie stanu na wyprowadzeniach BOOT0 oraz BOOT1. W wypadku korzystania z wewnętrznej pamięci FLASH należy dołączyć wyprowadzenie BOOT0 do masy.

Połączenie modułu komunikacyjnego SIG60 z układem mikrokontrolera wymaga użycia interfejsu UART oraz kilku linii ogólnego przeznaczenia. Do tego celu zastosowano wyprowadzenia PA2, PA3 (odpowiednio *USART2_TX* oraz *USART2_RX*), PA4...PA6, PB2. Napięcie wejściowe (może to być napięcie z linii zasilania służących do transmisji danych) jest dołączone do gniazda *INPUT*. Poprzez przełącznik S1 oraz diodę D1 (zabezpieczenie przed odwrotną polaryzacją) napięcie doprowadzone jest do wyprowadzenia VBAT modułu SIG60 (*SIG60_CONNECTOR*), gdzie dalej jest obniżane przez przetwornicę do wartości 3,3 V. Napięcie to wyprowadzono na gniazdo *SIG60_CONNECTOR*, dzięki czemu służy ono również do zasilania mikrokontrolera. Obecność napięcia wejściowego oraz praca przetwornicy 3,3 V są sygnalizowane przez świecenie diod LED1 i LED2.

W celu umożliwienia dołączenia do mikrokontrolera dodatkowych elementów peryferyjnych przewidziano użycie dodatkowego złącza sygnałowego (*EXTENSION_BOARD*). Zostało na nim wyprowadzone zasilanie oraz 12 linii portów I/O (PA9...PA12, PB0, PB1, PB6, PB10, PB11, PB13...PB15), które mogą pełnić funkcję linii ogólnego przeznaczenia, przetwornika A/C, timera oraz interfejsów komunikacyjnych SPI, I²C, CAN, USB, USART.

Listing 1. Konfiguracja zegarów mikrokontrolera STM32

```
ErrorStatus HSEStartUpStatus;

RCC_DeInit();
RCC_HSEConfig(RCC_HSE_ON);
HSEStartUpStatus = RCC_WaitForHSEStartUp();
if(HSEStartUpStatus == SUCCESS)
{
  RCC_HCLKConfig(RCC_SYSCLK_Div1);
  RCC_PCLK2Config(RCC_HCLK_Div1);
  RCC_PCLK1Config(RCC_HCLK_Div2);
  RCC_PLLConfig(RCC_PLLSource_HSE_Div1, RCC_PLLMul_5);
  RCC_PLLCmd(ENABLE);
  while(RCC_GetFlagStatus(RCC_FLAG_PLLRDY) == RESET)
  {
  }
  RCC_SYSCLKConfig(RCC_SYSCLKSource_PLLCLK);
  while(RCC_GetSYSCLKSource() != 0x08)
  {
  }
}
RCC_APB2PeriphClockCmd(RCC_APB2Periph_GPIOA | RCC_APB2Periph_GPIOB, ENABLE);
RCC_APB1PeriphClockCmd(RCC_APB1Periph_USART2, ENABLE);
```

Listing 2. Konfigurowanie interfejsu USART

```
//A.2 - USART2 TX
GPIO_InitStructure.GPIO_Pin = GPIO_Pin_2;
GPIO_InitStructure.GPIO_Speed = GPIO_Speed_50MHz;
GPIO_InitStructure.GPIO_Mode =  GPIO_Mode_AF_PP;
GPIO_Init(GPIOA, &GPIO_InitStructure);
//A.3 - USART2 RX
GPIO_InitStructure.GPIO_Pin = GPIO_Pin_3;
GPIO_InitStructure.GPIO_Speed = GPIO_Speed_50MHz;
GPIO_InitStructure.GPIO_Mode =  GPIO_Mode_IN_FLOATING;
GPIO_Init(GPIOA, &GPIO_InitStructure);
USART_InitStructure.USART_BaudRate = 19200;
USART_InitStructure.USART_WordLength = USART_WordLength_8b;
USART_InitStructure.USART_StopBits = USART_StopBits_1;
USART_InitStructure.USART_Parity = USART_Parity_No ;
USART_InitStructure.USART_HardwareFlowControl = USART_HardwareFlowControl_None;
USART_InitStructure.USART_Mode = USART_Mode_Rx | USART_Mode_Tx;
USART_Init(USART2, &USART_InitStructure);
USART_Cmd(USART2, ENABLE);
```

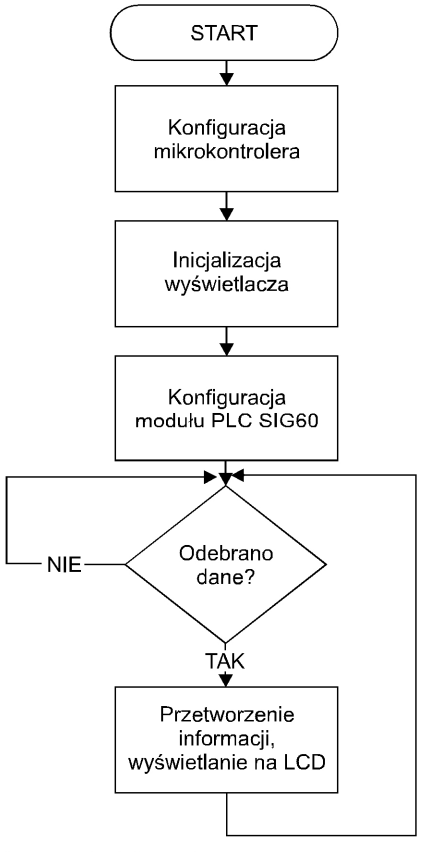
Przykładowy system PLC

Duża funkcjonalność wykonanych węzłów komunikacyjnych PLC pozwala na użycie ich do różnorodnych zastosowań wymagających transmisji danych. W ramach testów urządzenia wykonany został prosty system czujnikowy zbudowany z dwóch węzłów transmisyjnych, które połączono za pomocą linii zasilania, dla których źródłem napięcia był akumulator 12 V_{DC}. Pierwszy węzeł wyposażono w czujnik temperatury i wilgotności Sensirion SHT11, natomiast do drugiego węzła dołączono wyświetlacz LCD EA DOGM128 firmy Electronic Assembly. Taka konfiguracja systemu pozwoliła na wykorzystanie węzła nr 1 do pozyskiwania w wyznaczonym miejscu pomiarów podstawowych parametrów środowiskowych, a następnie przesyłanie ich za pomocą linii napięciowej 12 V do oddalonego węzła nr 2, który wizualizował pomiary na wyświetlaczu LCD.

Jest to przykład bardzo nieskomplikowanego systemu, ponieważ nie tylko składa się z minimalnej liczby węzłów, ale również komunikacja odbywa się w najprostszej formie, a więc tylko w jednym kierunku (węzeł z czujnikiem wysyła dane, węzeł z wyświetlaczem odbiera). Zaletą tego rozwiązania jest brak konieczności implementacji adresacji oraz sposobu dostępu do medium.

Schemat blokowy programu węzła nadawczego przedstawiono na **rysunku 5**. Obejmuje on konfigurowanie mikrokontrolera, inicjalizację czujnika SHT11, konfigurowanie modułu SIG60, a następnie cykliczny odczyt pomiarów z czujnika i wysyłanie ich poprzez obwody zasilania.

W pierwszej kolejności następuje konfiguracja zegarów mikrokontrolera, która obejmuje włączenie taktowania z zewnętrznego źródła będącego kwarcem o częstotliwości 8 MHz. Następnie jest aktywowana pętla PLL, której zwielokrotnienie ustawione zostaje na wartość 5, co w efekcie daje częstotliwość 40 MHz. Włączone zostają ponadto



Rysunek 6. Schemat blokowy programu węzła odbiorczego

Listing 3. Konfigurowanie wyprowadzeń sterujących modułem SIG60 oraz inicjalizacja modułu

```
//A.4 - SIG60 RESET,A.5 - SIG60 SLEEP, A.6 - SIG60 HDC
GPIO_InitStructure.GPIO_Pin = GPIO_Pin_4 | GPIO_Pin_5 | GPIO_Pin_6;
GPIO_InitStructure.GPIO_Speed = GPIO_Speed_50MHz;
GPIO_InitStructure.GPIO_Mode =  GPIO_Mode_Out_PP;
GPIO_Init(GPIOA, &GPIO_InitStructure);

//B.2 - SIG60 F1NF0
GPIO_InitStructure.GPIO_Pin = GPIO_Pin_2;
GPIO_InitStructure.GPIO_Speed = GPIO_Speed_50MHz;
GPIO_InitStructure.GPIO_Mode =  GPIO_Mode_Out_PP;
GPIO_Init(GPIOB, &GPIO_InitStructure);

void SIG60_configurtion(void)
{
  GPIO_SetBits(GPIOA, GPIO_Pin_4);    //reset_pin
  GPIO_SetBits(GPIOA, GPIO_Pin_5);    //sleep_pin
  GPIO_SetBits(GPIOA, GPIO_Pin_6);    //HDC_pin
  GPIO_SetBits(GPIOB, GPIO_Pin_2);    //F1NF0_pin
}

…

SIG60_configurtion();
```

Listing 4. Konfigurowanie wyprowadzeń interfejsu czujnika SHT11 oraz inicjalizacja czujnika

```
  //A.11 - sensor (SHT11) clock line
  GPIO_InitStructure.GPIO_Pin = GPIO_Pin_11;
  GPIO_InitStructure.GPIO_Speed = GPIO_Speed_50MHz;
  GPIO_InitStructure.GPIO_Mode = GPIO_Mode_Out_PP;
  GPIO_Init(GPIOA, &GPIO_InitStructure);

  //A.10 - sensor (SHT11) data line
  GPIO_InitStructure.GPIO_Pin = GPIO_Pin_10;
  GPIO_InitStructure.GPIO_Speed = GPIO_Speed_50MHz;
  GPIO_InitStructure.GPIO_Mode = GPIO_Mode_Out_PP;
  GPIO_Init(GPIOA, &GPIO_InitStructure);
  …
  SHT11_configuration();
```

Listing 5. Pętla główna programu węzła nadawczego

```
while(1)
{
   for(delay = 0; delay <= 300000; delay++) {}
   humidity = SHT11_Read_Humidity();
   USART_SendData(USART2, humidity);
   while(USART_GetFlagStatus(USART2, USART_FLAG_TXE) == RESET)
   {
   }
}
```

Listing 6. Konfigurowanie interfejsu SPI, inicjalizacja wyświetlacza

```
//B.13, B.15 - SPI2 (SCK, MOSI) for LCD (EA DOGM128)
GPIO_InitStructure.GPIO_Pin = GPIO_Pin_13 | GPIO_Pin_15;
GPIO_InitStructure.GPIO_Speed = GPIO_Speed_50MHz;
GPIO_InitStructure.GPIO_Mode = GPIO_Mode_AF_PP;
GPIO_Init(GPIOB, &GPIO_InitStructure);

//B.14 - LCD controll (data/instructions)
GPIO_InitStructure.GPIO_Pin = GPIO_Pin_14;
GPIO_InitStructure.GPIO_Speed = GPIO_Speed_50MHz;
GPIO_InitStructure.GPIO_Mode = GPIO_Mode_Out_PP;
GPIO_Init(GPIOB, &GPIO_InitStructure);

//B.11 - LCD controll (reset)
GPIO_InitStructure.GPIO_Pin = GPIO_Pin_11;
GPIO_InitStructure.GPIO_Speed = GPIO_Speed_50MHz;
GPIO_InitStructure.GPIO_Mode = GPIO_Mode_Out_PP;
GPIO_Init(GPIOB, &GPIO_InitStructure);
SPI_InitStructure.SPI_Direction = SPI_Direction_1Line_Tx;
SPI_InitStructure.SPI_Mode = SPI_Mode_Master;
SPI_InitStructure.SPI_DataSize = SPI_DataSize_8b;
SPI_InitStructure.SPI_CPOL = SPI_CPOL_Low;
SPI_InitStructure.SPI_CPHA = SPI_CPHA_1Edge;
SPI_InitStructure.SPI_NSS = SPI_NSS_Soft;
SPI_InitStructure.SPI_BaudRatePrescaler = SPI_BaudRatePrescaler_2;
SPI_InitStructure.SPI_FirstBit = SPI_FirstBit_MSB;
SPI_InitStructure.SPI_CRCPolynomial = 7;
SPI_Init(SPI2, &SPI_InitStructure);
SPI_Cmd(SPI2, ENABLE);
…
LCD_Init();
```

sygnały taktujące dla wykorzystanych peryferii: GPIOA, GPIOB, USART2 (**listing 1**).

W następnym etapie działania programu skonfigurowane zostają nóżki mikrokontrolera PA2 oraz PA3 do pracy w trybie interfejsu UART, po czym zostają ustawione parametry samego interfejsu zgodnie z tymi obsługiwanymi przez moduł SIG60 (**listing 2**).

Kolejną fazą jest przygotowanie do pracy modułu SIG60. Skonfigurowane zostają wyprowadzenia łączące mikrokontroler z modułem SIG60 (PA4, PA5, PA6, B2), a następnie wystawiony zostaje na nich stan wysoki, co skutkuje zresetowaniem układu, wyjściem ze stanu uśpienia, wyborem częstotliwości modulacji F1 (6,5 MHz) oraz przejściem do trybu transmisji danych (**listing 3**). W celu odczytu pomiarów z czujnika został zaimplementowany kod do jego poprawnej obsługi. Czynność przygotowania czujnika do pracy obejmuje konfigurację pinów, do których został on dołączony (PA10, PA11) oraz wywołanie funkcji ustawiającej parametry pomiarów (**listing 4**). Następnie rozpoczyna się proces wykonywania przewidzianych przez węzeł czynności, które realizowane są cyklicznie w nieskończonej pętli *while(1)*. Co określony odstęp czasu odczytywana jest z czujnika wartość zmierzonej wilgotności, po czym wysyłana jest ona interfejsem UART do modułu SIG60, który modulując otrzymane dane, transmituje je poprzez linie zasilania 12 V (**listing 5**).

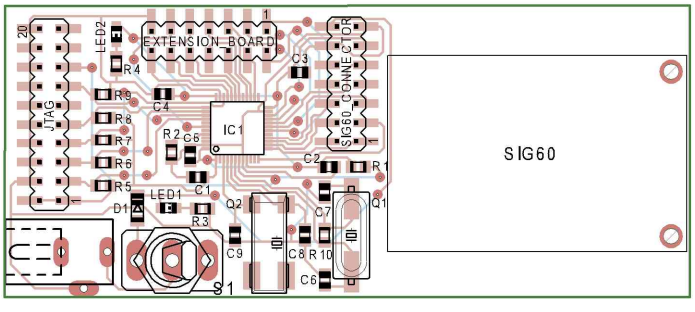
Znaczny fragment kodu węzła odbiorczego pokrywa się z programem węzła nadawczego. Wspólna dla obu węzłów jest konfiguracja zegarów oraz interfejsu UART, jak również sposób przygotowania do pracy modułu SIG60. Elementem nowym w module odbiorczym jest obsługa wyświetlacza LCD. Pełny schemat blokowy programu węzła odbiorczego zamieszczono na **rysunku 6**.

Wyświetlacz LCD w module odbiorczym ma interfejs komunikacyjny SPI. Jego sprzętową realizację w mikrokontrolerze pełnią między innymi wprowadzone na gnieździe *EXTENSION_BOARD* nóżki PB13, PB14 oraz PB15. Dodatkowo, wyświetlacz wymaga sterowania poprzez dwie kolejne linie, które zostały podłączone do pinów PB11 oraz PB14. Polecenia konfigurowania wszystkich wyprowadzeń wyświetlacza LCD, interfejsu SPI oraz wywołanie funkcji inicjalizacji przedstawiono na **listingu 6**.

Działanie węzła odbiorczego polega na oczekiwaniu na dane z modułu SIG60. Każdorazowo po otrzymaniu bajtu danych poprzez interfejs UART informacja jest przetwarzana, a następnie zinterpretowana wartość wilgotności aktualizowana jest na wyświetlaczu LCD (**listing 7**).

Montaż

Schemat montażowy toru transmisji PLC pokazano na **rysunku 7**. Projekt płytki został zoptymalizowany pod kątem małych gabarytów urządzenia. Z tego względu zdecydowano się na zastosowanie głównie elementów w obudowach SMD i umieszczenie ich blisko siebie, co wydatnie przyczyniło się do małej powierzchni płytki (90 mm×39 mm).



Rysunek 7. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej węzła komunikacyjnego

Listing 7. Pętla główna programu węzła odbiorczego

```
while(1)
{
   if(USART_GetFlagStatus(USART2, USART_FLAG_RXNE) == SET)
   {
      UART_Buffer = USART_ReceiveData(USART2);
      Measurement[0] =  UART_Buffer/100;
      Measurement[1] = (UART_Buffer - 100*Measurement[0])/10;
      Measurement[2] =  UART_Buffer - 100*Measurement[0] - 10*Measurement[1];
      LCD_SetXY(80,6);
      LCD_PutChar(Measurement[0] + 48);
      LCD_PutChar(Measurement[1] + 48);
      LCD_PutChar(Measurement[2] + 48);
   }
}
```

Montaż płytki najwygodniej rozpocząć od przylutowania mikrokontrolera. W następnej kolejności należy przejść do przytwierdzenia pozostałych elementów powierzchniowych: kondensatorów, rezystorów, kwarców oraz diod LED. Kolejna faza montażu to elementy mechaniczne: gniazdo zasilające, szpilkowe gniazda sygnałowe, przełącznik. Ostatnim etapem jest umieszczenie na płytce modułu SIG60 i połączenie go taśmą sygnałową z przeznaczonym mu gniazdem.

Podsumowanie

Technologia PLC to niezwykle obiecująca dziedzina telekomunikacji. Duży potencjał oraz liczne zalety powinny skutkować jej dalszym rozwojem, co może przyczynić się do dalszego dopracowywania i optymalizacji tej metody transmisji danych. Na podstawie przeprowadzonych testów działania dla wykonanych węzłów komunikacyjnych i systemu transmisyjnego na nich opartego można stwierdzić, że opracowany tor transmisyjny może być solidną podstawą dla różnorodnych zastosowań, nie tylko amatorskich, ale również komercyjnych. Jednocześnie trzeba mieć jednak świadomość faktu, iż na obwodach zasilania niejednokrotnie występują różnorodne zakłócenia, co może skutkować wprowadzaniem błędów do transmitowanych danych, które w efekcie dostarczane są z przekłamaniami. Z tego powodu przed podjęciem decyzji o zastosowaniu linii zasilania jako medium przesyłu danych należy odpowiedzieć sobie na pytanie, czy środowisko, w którym będzie pracować taki system, nie zagraża jego poprawnej pracy.

Autor składa podziękowania Panom: Łukaszowi Konarskiemu z firmy Embedded Systems Design Center oraz Yaira Maryanka z firmy Yamar za pomoc w realizacji projektu.

Szymon Panecki
szymon.panecki@pwr.wroc.pl

Bibliografia

[1] Maryanka Y.: Wiring Reduction by Battery Power Line Communication, Maj 2000.
[2] Pavlidou N., VINCK A., YAZDANI J., HONARY B.: Power Line Communications: State of the Art And Future Trends, Kwiecień 2003.
[3] www.lcd-module.com: DOGM Graphic Series.
[4] www.sensirion.com: Datasheet SHT1x.
[5] www.st.com: Datasheet STM32, STM32F10xxx hardware development: getting started.
[6] www.yamar.com SIG60 Module Manual, 2009, SIG60 – UART over Powerline, for AC/DC-BUS Network, 2009.

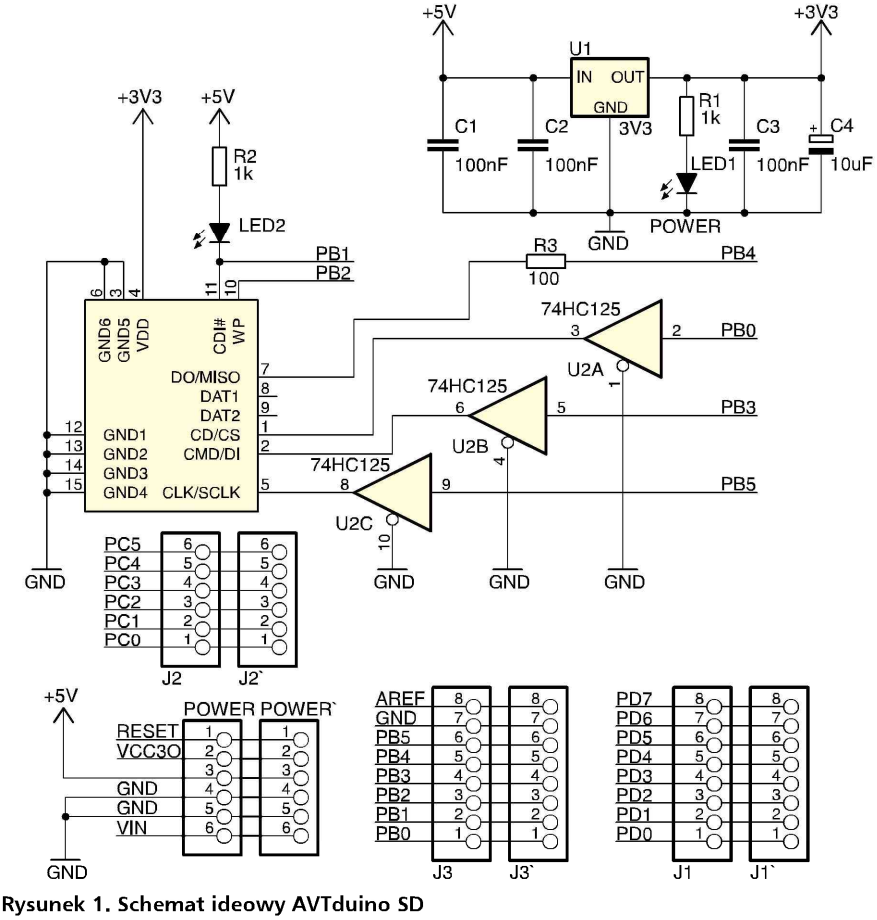
http://sklep.avt.pl

AVTduino SD
Moduł karty pamięci kompatybilny z Arduino

Moduł rozszerza możliwości płytki AVTduino o funkcję zapisu danych na karcie pamięci SD. Dzięki temu AVTduino może być używane np. do akwizycji danych w systemach pomiarowych.



Płytka modułu została wyposażona zarówno w złącza szpilkowe umożliwiające jej montaż w płytce AVTduino, jak i gniazda pozwalające dołączyć do całości kolejne moduły. Schemat ideowy modułu pokazano na **rysunku 1**. Sygnały z karty pamięci zostały doprowadzone do portów PB0...PB5 za pośrednictwem bufora typu 74HC125. Napięcie wejściowe jest podawane na stabilizator U1 dostarczający napięcia 3,3 V. Zasila on kartę pamięci oraz układ U2. Dioda LED POWER informuje o załączeniu napięcia zasilania natomiast dioda LED oznaczona CARD o obecności w slocie karty pamięci. Urządzenie prototypowe zmontowano na płytce drukowanej, której schemat montażowy pokazano na **rysunku 2**. **EB**



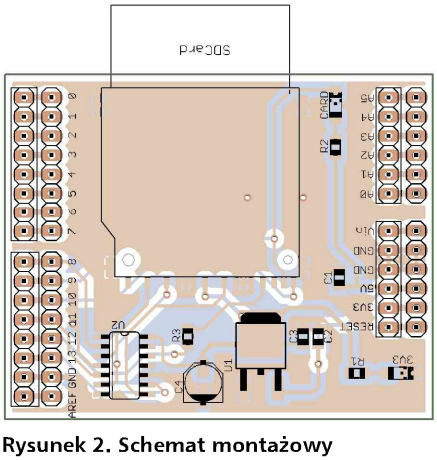
Rysunek 1. Schemat ideowy AVTduino SD

AVT-1649 w ofercie AVT:
AVT-1649A – płytka drukowana
AVT-1649B – płytka drukowana + elementy

Dodatkowe materiały na CD/FTP:
ftp://ep.com.pl, user: 15352, pass: 760hp6s5
- wzory płytek PCB
- karty katalogowe i noty aplikacyjne elementów oznaczonych w Wykazie elementów kolorem czerwonym

Wykaz elementów
R1, R2: 1 kΩ (SMD, 0805)
R3: 100 Ω (SMD, 0805)
C1, C2, C3: 100 nF (SMD, 0805)
C4: 10 µF/25 V
U1: LM1117 3,3 V
U2: 74HC125
LED1, LED2: dioda LED SMD
J1, J2, J3, POWER: listwa goldpin
J1`, J2`, J3`, POWER`: gniazdo goldpin
Złącze kart pamięci SD

Na CD: karty katalogowe i noty aplikacyjne elementów oznaczonych w wykazie elementów kolorem czerwonym

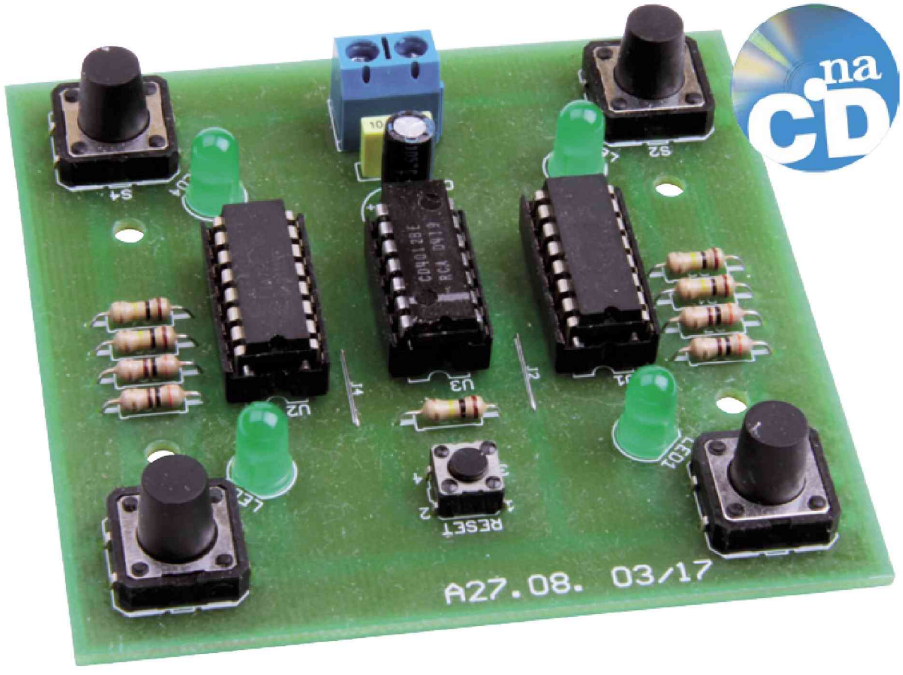


Rysunek 2. Schemat montażowy AVTduino SD

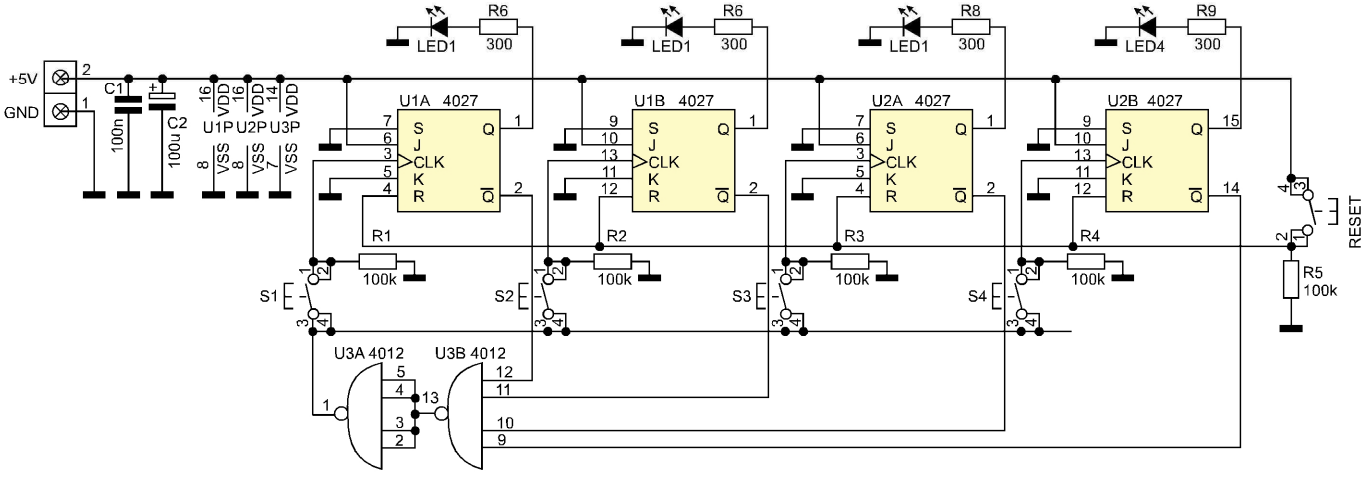
Gra „Kto pierwszy ten lepszy”

AVT 1651

Ten nieskomplikowany układ, zbudowany z układów cyfrowych, co ważne – bez mikrokontrolera, przyda się na przykład do organizowanie teleturniejów, w których kto pierwszy zgłosi się do odpowiedzi, ten lepszy.



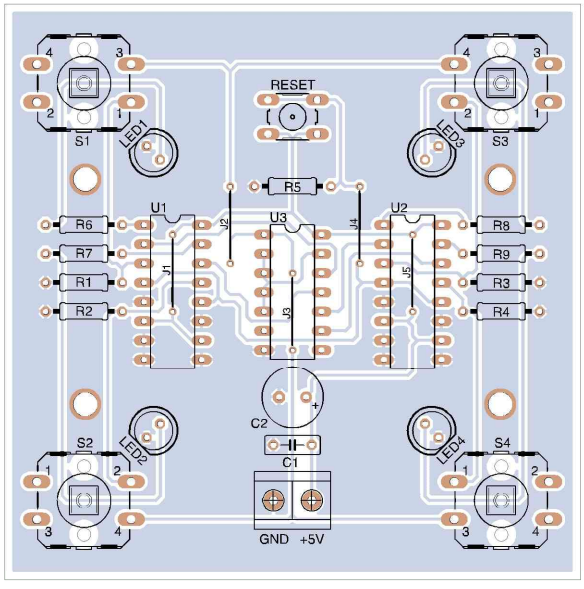
Schemat ideowy układu przedstawiono na **rysunku 1**. Jest zbudowany z czterech przerzutników typu JK oraz dwóch czterowejściowych bramek NAND. Przyciśniecie przycisku *RESET* powoduje wyzerowanie wszystkich przerzutników. Na ich wyjściach Q jest wówczas stan niski. Przyciśnięcie jednego z czterech przycisków S1...S4 powoduje pojawienie się stanu wysokiego na wyjściu Q jednego z układów powodując za-



Rysunek 1. Schemat ideowy układu „Kto pierwszy...”

świecenie się diody LED oraz zablokowanie trzech pozostałych. W celu dalszej zabawy należy wyzerować układ za pomocą przycisku *RESET*.

Schemat montażowy przedstawiono na **rysunku 2**. Płytkę zaprojektowano na laminacie jednostronnym, co wymusiło zastosowanie kilku zworek. Od nich najlepiej jest rozpocząć montaż. Nie powinien on sprawić kłopotów nawet początkującym, ponieważ wszystkie elementy są duże i łatwe do przylutowania, a jedyne na co trzeba zwrócić uwagę, to polaryzacja elementów półprzewodnikowych oraz kondensatora



Rysunek 2. Schemat montażowy układu „Kto pierwszy...”

AVT-1651 w ofercie AVT:
AVT-1651A – płytka drukowana
AVT-1651B – płytka drukowana + elementy

Dodatkowe materiały na CD/FTP:
ftp://ep.com.pl, user: 15352, pass: 760hp6s5
- wzory płytek PCB
- karty katalogowe i noty aplikacyjne elementów oznaczonych w Wykazie elementów kolorem czerwonym

Wykaz elementów
R1...R5: 100 kΩ
R6...R9: 300 Ω
C1: 100 nF
C2: 100 µF/16 V
U1, U2: 4027
U3: 4012
LED1...LED4: dioda LED 5 mm
S1...S4: przycisk (12×12×7) mm
RESET: przycisk miniaturowy 1 mm
ARK2: 5 mm

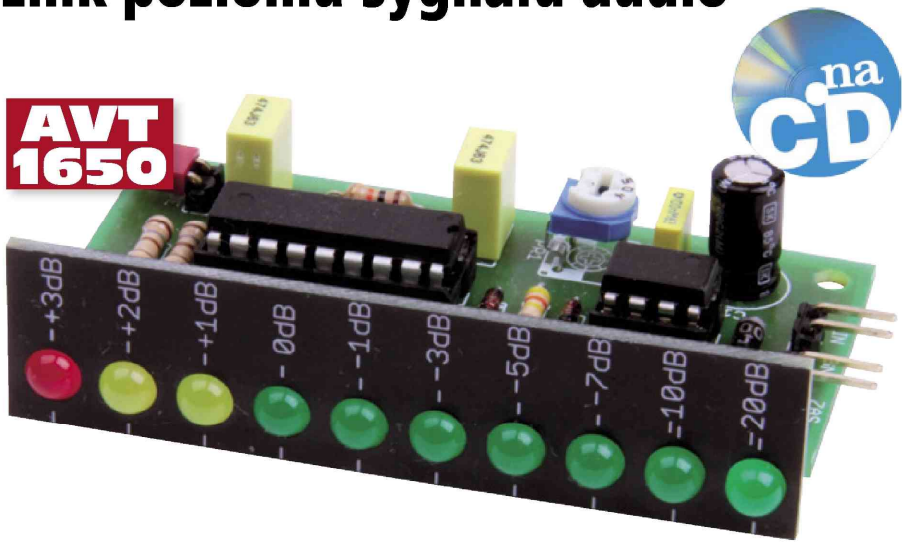
C2. Układ nie wymaga programowania i po zmontowaniu oraz dołączeniu zasilania od razu jest gotowy do pracy.

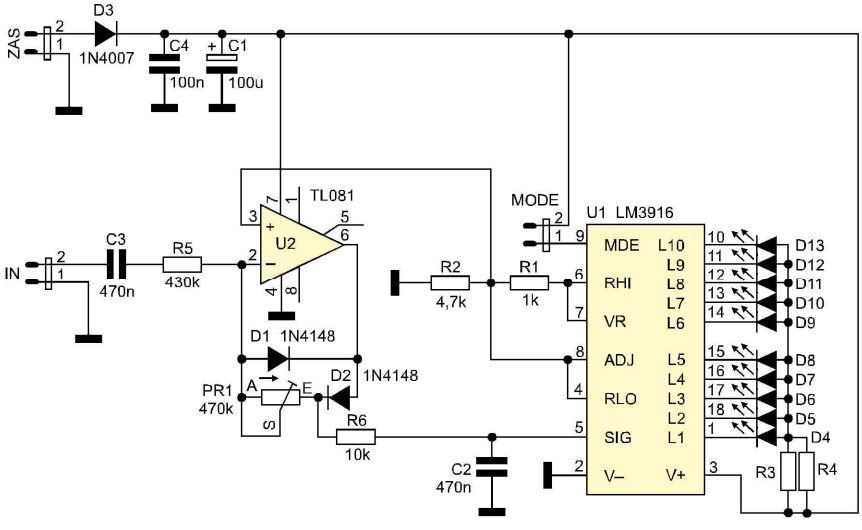
AW

Na CD: karty katalogowe i noty aplikacyjne elementów oznaczonych w wykazie elementów kolorem czerwonym

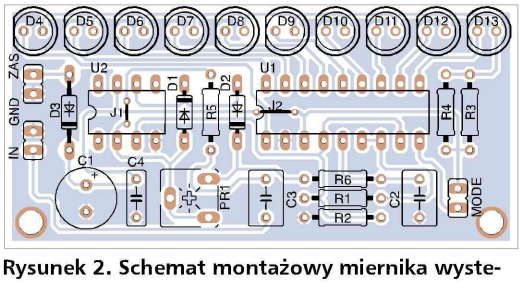
10-diodowy wskaźnik poziomu sygnału audio

Wskaźniki poziomu sygnału lub jak się je nazywa potocznie – wysterowania, są przydatnym elementem toru audio. Pozwalają na szybką kontrolę poziomu sygnału, a tym samym, unikanie przesterowania np. końcówek mocy wzmacniacza. Układ znajdzie głównie zastosowanie w mikserach oraz różnego typu przedwzmacniaczach audio.





Rysunek 1. Schemat ideowy miernika wysterowania



Rysunek 2. Schemat montażowy miernika wysterowania

Wskaźnik ma 10- punktowe pole odczytowe wykonane z diod LED. Diody wyskalowano w dB nadając im, odpowiednio od D4 do D13, następujące wagi: –20 dB, –10 dB, –7 dB, –5 dB, –3 dB, –1 dB, 0 dB, +1 dB, +2 dB, +3 dB.

Wskaźnik może pracować w trybie linii lub punktowym. Wybiera się go za pomocą położenia zwory *MODE*. Jeśli jest ona zwarta, miernik działa w trybie linijkowym. Jeśli rozwarta, w trybie punktowym.

Na **rysunku 1** pokazano schemat ideowy wskaźnika wysterowania. Sygnał wejściowy jest doprowadzony do wejścia *In* poprzez kondensator C3 i rezystor R5. Następnie jest podawany na wejście detektora szczytowego zbudowanego z diod D1 i D2, potencjometru PR1 oraz wzmacniacza operacyjnego U2. Za pomocą potencjometru PR1 można regulować amplitudę napięcia wyjściowego. Rezystancja wejściowa detektora jest duża, więc nie obciąża zbytnio źródła sygnału.

Schemat montażowy umieszczono na **rysunku 2**. Po zmontowaniu jedyną wymaganą czynnością regulacyjną jest kalibracja detektora. Za poziom 0 dB przyjęto napięcie 0,775 V (0 dBu). W celu kalibracji należy na wejście układu podać napięcie stałe 1,1 V (dokładniej: 1,096V), a następnie potencjometrem PR1 ustawić świecenie się diody D13 (+3 dB).

AW

AVT-1650 w ofercie AVT:
AVT-1650A – płytka drukowana
AVT-1650B – płytka drukowana + elementy

Dodatkowe materiały na CD/FTP:
ftp://ep.com.pl, user: 15352, pass: 760hp6s5
- wzory płytek PCB
- karty katalogowe i noty aplikacyjne elementów oznaczonych w Wykazie elementów kolorem czerwonym

Wykaz elementów

R1: 1 kΩ
R2: 4,7 kΩ
R3, R4: 180 Ω/0,5W
R5: 430 kΩ
R6:10 kΩ
PR1: 470 kΩ
C1: 100 µF/16 V
C2, C3: 470 nF
C4: 100 nF
U1: LM3916
U2: TL081
D1, D2: 1N4148
D3: 1N4007
D4...D10: LED 5 mm zielona
D11, D12: LED 5 mm żółta
D13: LED 5 mm czerwona
In, Zas: goldpin kątowy 1×2
Mode: goldpin kątowy 1×2 + jumper

Na CD: karty katalogowe i noty aplikacyjne elementów oznaczonych w wykazie elementów kolorem czerwonym

http://forum.ep.com.pl



Przedwzmacniacze audio

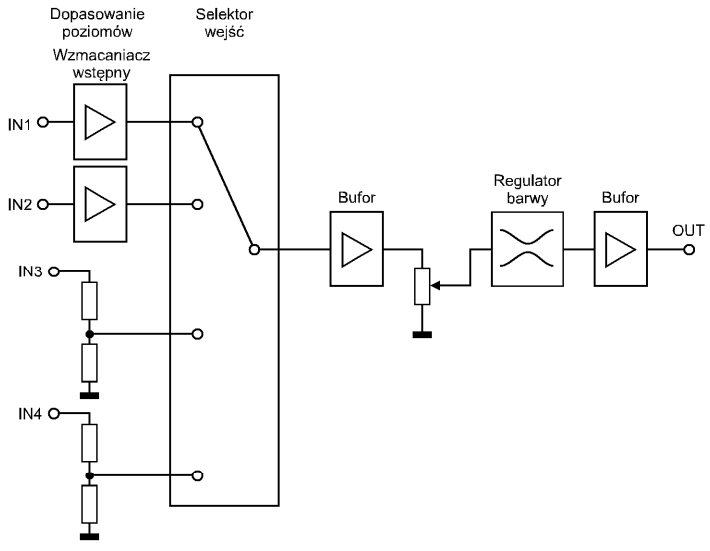
Układy scalone przedwzmacniaczy z regulacją parametrów dźwięku

Typowo, we wzmacniaczu audio można wyróżnić bloki funkcjonalne przedwzmacniacza i wzmacniacza mocy. Wzmacniacz mocy ma za zadanie dostarczenie odpowiedniej (projektowanej) mocy do obciążenia (głośnika). Sygnał wyjściowy musi spełniać wymagania odnośnie do pasma przenoszenia, zniekształceń nieliniowych i poziomu szumów. Inaczej jest z przedwzmacniaczem. Jego głównym zadaniem jest regulacja poziomu sygnału na wejściu wzmacniacza mocy. Niegdyś przedwzmacniacze były bardzo złożonymi układami, zbudowanymi z elementów dyskretnych. „Cuda" współczesnej techniki pozwoliły na ich miniaturyzację i zamknięcie w obudowie pojedynczego układu scalonego, nierzadko z selektorem źródeł. A jeśli jeszcze dodać do tego technikę DSP... W artykule przedstawiamy przegląd współczesnych układów scalonych przedwzmacniaczy, który ułatwi decyzję co wybrać do projektowanego wzmacniacza.

W uproszczeniu rolę „przedwzmacniacza" może spełniać sam potencjometr tłumiący sygnał wyjściowy ze źródła: odtwarzacza CD, tunera radiowego itp. W światku audiofilskim przyjęła się nawet dla takiego rozwiązania nieco wprowadzająca w błąd nazwa – przedwzmacniacz pasywny.

Schemat blokowy typowego przedwzmacniacza pokazano na **rysunku 1**. Oprócz regulacji poziomu sygnału na wejściu wzmacniacza mocy, przedwzmacniacz dopasowuje poziomy sygnałów oraz zapewnie dopasowanie do źródła sygnału, a jeżeli jest taka potrzeba, koryguje charakterystykę częstotliwościową sygnałów z różnych wejść. Dopasowanie poziomów może polegać na wstępnym tłumieniu sygnałów o dużej amplitudzie i/lub wzmacnianiu sygnałów o małej amplitudzie. Na przykład, gdybyśmy bezpośrednio na wejście przedwzmacniacza podali sygnał z odtwarzacza CD o maksymalnej amplitudzie około 2,8 Vpp, a potem sygnał z tunera radiowego o amplitudzie 0,5 Vpp, to przy każdym przełączeniu źródła sygnału należałoby regulować wzmocnienie, bo sygnał będzie albo za głośny, albo za cichy. Korekcja charakterystyki częstotliwościowej i dość duże wzmocnienie jest niezbędna dla toru sygnału gramofonu z wkładką dynamiczną, ponieważ w sygnale oryginalnie dostarczanym przez wkładkę jest znaczna przewaga tonów wysokich i prawie wcale nie słychać tonów niskich. Muzyki o takiej charakterystyce po prostu nie da się słuchać. Innym źródłem sygnału, który może wymagać sporego wzmocnienia i korekcji charakterystyki jest mikrofon. A i tych spotyka się wiele rodzajów, o różnych parametrach użytkowych.

Kolejną ważną funkcją przedwzmacniacza jest dopasowanie impedancji. Dąży się,



Rysunek 1. Schemat blokowy przedwzmacniacza

aby impedancja wejściowa była jak największa po to, by nie obciążać źródła sygnału. Z kolei impedancja wyjściowa powinna być jak najmniejsza. Mała impedancja wyjściowa powoduje, że unikniemy problemów przy dołączaniu obciążenia, którym jest wejście wzmacniacza mocy. Brak dopasowania może spowodować problemy z uzyskaniem dostatecznego wzmocnienia całego toru oraz problemy z charakterystyką pasma przenoszenia spowodowane wpływem pojemności pasożytniczych.

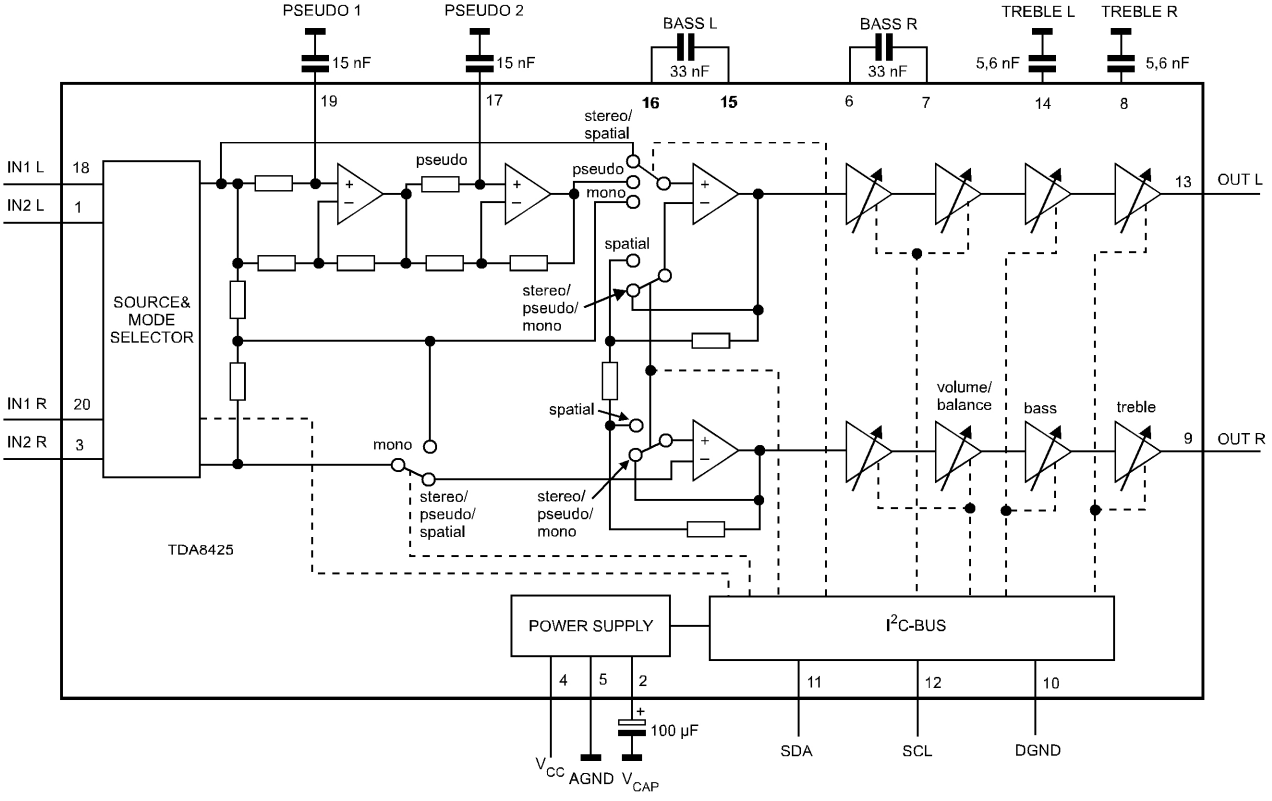
Kiedyś w każdym przedwzmacniaczu, nawet we wzmacniaczach wysokiej klasy, stosowano układ regulacji barwy krańców pasma, jak się potocznie mówi do dziś – basów i sopranów. Dodawano też filtr kontur podbijający krańce pasma przy małym poziomie głośności. Teraz takie regulacje są stosowane w urządzeniach popularnych: odbiornikach TV, odtwarzaczach samochodowych, nawet odtwarzaczach MP3 i innych. Z powodów „ideologicznych" praktycznie nie używa się ich w sprzęcie wyższej klasy przeznaczonym dla audiofilów. Większość z nich uważa, że takie regulatory dokonują niedopuszczalnej ingerencji w odtwarzany materiał.

Można przyjąć, że do elementów przedwzmacniacza zalicza się też selektor wejść. Wbrew pozorom, to istotny element toru związany również z funkcją dopasowania poziomów sygnału. Nieprawidłowo zaprojektowany lub wykonany selektor może być źródłem zakłóceń albo wnoszonych zniekształceń spowodowanych na przykład złymi stykami.

Przedwzmacniacz powinien charakteryzować się określonymi parametrami elektrycznymi. Ponieważ możemy mieć do czynienia z małymi sygnałami, to duże znaczenie ma niski poziom szumów, a co za tym idzie – wysoka wartość współczynnika SNR. Szczególnie dotyczy to na przykład torów wzmacniaczy mikrofonowych. Ważna jest też wspomniana już impedancja wejściowa i wyjściowa, oraz czułość wejściowa i całkowite wzmocnienie. We wzmacniaczach stereofonicznych trzeba zachować dobrą separacje kanałów (przesłuch pomiędzy kanałami) i współbieżność regulacji poziomu sygnału. Przy wzmacnianiu małych dużą rolę odgrywa napięcie zasilające o odpowiednich parametrach. Sam przedwzmacniacz powinien mieć odpowiednio wysoki współczynnik tłumienia wpływu zasilania (*Power Supply Rejection Ratio – PSRR*) na sygnał wyjściowy.

Przedwzmacniacze analogowe

Początkowo przedwzmacniacze były budowane z wykorzystaniem elementów dyskretnych: lamp, tranzystorów czy scalonych wzmacniaczy operacyjnych. Wraz z rozwojem techniki układów scalonych zaczęły powstawać specjalizowane układy zawierające w swojej strukturze wszystkie lub znakomitą większość układów wchodzących w skład przedwzmacniacza: wzmacniacze wstępne, bufory wyjściowe, układy regulacji poziomu sygnału i barwy, oraz selektory sy-



Rysunek 2. Procesor audio TDA8425

Tabela 1. Ważniejsze parametry TDA8425

Parametr	Jednostka	Wartość
Napięcie zasilania	V	12
Pobór prądu	mA	26
Sygnał wejściowy	V RMS	2
Impedancja wejściowa	kΩ	10
Impedancja wyjściowa	Ω	100
Pasmo przenoszenia dla spadku –0,5 dB	Hz	20–20000
Współczynnik SNR ważony dla Vo=600 mV Wzmocnienie +6 dB Wzmocnienie 0 dB Wzmocnienie –20 dB	dB	 78 86 68
Współczynnik zniekształceń harmonicznych THD F od 20 Hz do 12,5 kHz Vi=0,3 V wzmocnienie +6 dB do –40 dB Vi=0,6 V wzmocnienie 0 dB do –40 dB Vi=2 V wzmocnienie –12 dB do –40 dB	%	 0,05 0,07 0,1
Separacja międzykanałowa f=10 kHz, wzmocnienie 0 dB	dB	80

gnałów. Scalone przedwzmacniacze pozwalały na uzyskanie większej funkcjonalności: zaczęto umieszczać w nich dodatkowe układy na przykład poszerzania bazy stereo, czy analogowe układy dźwięku dookólnego na przykład SRS. We wcześniejszym okresie scalone przedwzmacniacze znalazły zastosowanie głównie w sprzęcie popularnym: odbiornikach telewizyjnych, przenośnych odtwarzaczach i sprzęcie stacjonarnym niższej klasy, chociaż powstawały układy pretendujące do miana klasy Hi-Fi.

Analogowe scalone przedwzmacniacze audio można podzielić na 3 grupy

- **Procesory audio.** Najczęściej to układy scalone sterowane przez mikrokontroler za pomocą interfejsu szeregowego np. I²C lub SPI. Dostępne jest też sterowanie przyciskami dołączanymi bezpośrednio do wyprowadzeń układu. Procesory audio zwykle zawierają wiele bloków funkcjonalnych: selektor wejść, układy regulacji barwy w zakresie tonów niskich, średnich i wysokich, regulacje poziomu sygnału wyjściowego oraz dodatkowe układy typu poszerzenie bazy stereo, czy efektów dźwięku dookólnego.
- **Scalone potencjometry audio.** Spełniają rolę pojedynczych lub wielokanałowych potencjometrów sterowanych przez mikrokontroler podobnie jak procesory audio, ale również spotyka się sterowanie stykami przycisków lub za pomocą impulsatora czy enkodera. Oprócz samego potencjometru mogą zawierać bufory wejściowe i wyjściowe. Takie potencjometry są wykorzystywane coraz chętniej w konstrukcjach wysokiej jakości, bo zapewniają bardzo dobrą współbieżność regulacji, małe zniekształcenia i szumy. Eliminują podstawową wadę klasycznych potencjometrów, czyli nierównomierność tłumienia w funkcji obrotu oski. Ponadto, są niezastąpione w wielokanałowych wzmacniaczach dźwięku dookólnego.
- **Scalone regulatory siły głosu.** Bazują na topologii wzmacniaczy o regulowanym wzmocnieniu, podobnie jak większość procesorów audio, ale są przeznaczone tylko do regulacji poziomu sygnału, bez regulatorów barwy, selektorów wejść itp.

Scalone procesory audio

Kiedyś układy te były bardzo popularne i produkowane przez wielkie firmy, takie jak Philips (obecnie NXP), czy STM. Po przejrzeniu ofert firm NXP, Maxim, STM i National Semiconductor okazuje się, że nie ma zbyt wielu nowych konstrukcji układów scalonych tego typu. Nadal przez konstruktorów są chętnie stosowane również starsze układy scalone, których już na próżno szukać dziś w ofertach producentów, ale paradoksalnie bez problemu można je znaleźć w ofertach dystrybutorów. Czyżby producenci wyprodukowali układy „na zapas" a teraz oczekują na jakiś przełom np. związany z cyfrową obróbką sygnałów?





REKLAMA

TDA8425

Przegląd scalonych procesorów audio rozpocznę od popularnego układu TDA8425 produkowanego przez firmę Philips od 1988 roku. Układ jest opisywany przez producenta jako *Hi-Fi stereo audio processor with I²C-bus*.

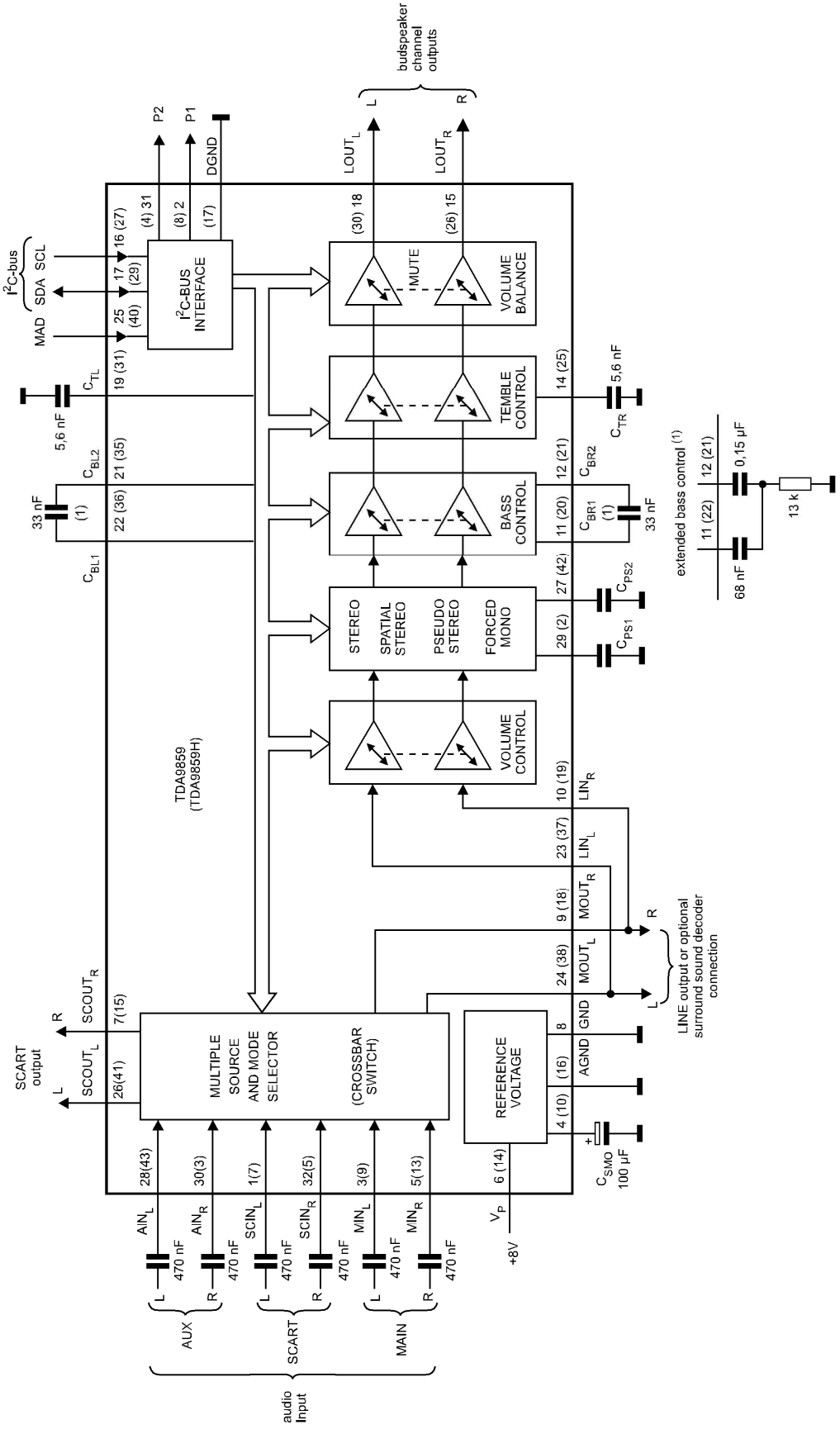
Schemat blokowy TDA8425 umieszczono na **rysunku 2**. Na wejściu jest umieszczony selektor dwóch wejść stereofonicznych IN1 i IN2. Blok selektora, oprócz wyboru aktywnego wejścia, zawiera układ przełączania trybu pracy pomiędzy stereo, brzmieniem A i brzmieniem B. Dodatkowo, można włączyć tryb monofoniczny (suma sygnałów z obu kanałów), pseudo stereofoniczny i rozszerzenie bazy stereo (*spatial*). Za układami trybów pracy jest umieszczony podwójny regulator poziomu sygnału. Regulacja odbywa się niezależnie w zakresie od –64...+6 dB z krokiem co 2 dB. Można też włączyć funkcję wyciszenia (*Mute*), przy której sygnał jest tłumiony o 80 dB. Niezależne ustawianie poziomów w każdym kanale umożliwia dokładną regulację balansu. Układ wyposażono w 2-pasmowy regulator barwy: dla tonów niskich (*bass*) i dla tonów wysokich (*treble*). Regulacja tonów niskich odbywa się w zakresie –12...+15 dB z krokiem co 3 dB, a tonów wysokich w zakresie ±12 dB, również z krokiem co 3 dB.

Wszystkie ustawienia układu: wybór wejścia, załączanie efektu dźwiękowego, wzmocnienie sygnału i barwa tonu są zapisywane do układu przez interfejs I²C. Kiedyś do tego celu stosowano specjalizowane sterowniki, a teraz najprościej jest sterować układ za pomocą mikrokontrolera.

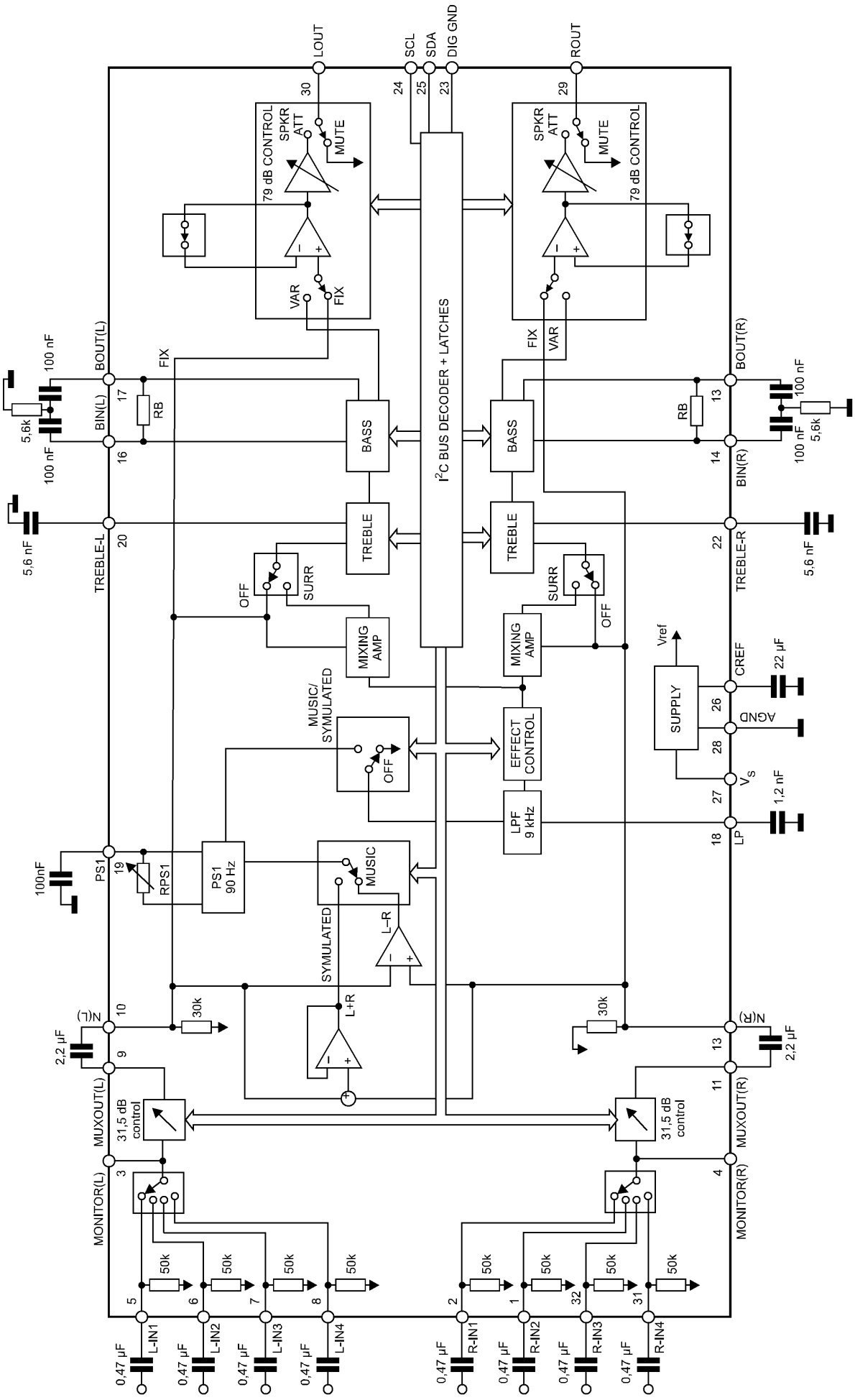
Układ TDA8425 jest popularny do dzisiaj. Można go kupić dosłownie za kilka złotych w sklepie AVT i stosując popularny mikrokontroler zbudować tani i stosunkowo dobrych parametrach przedwzmacniacz stereo. Mimo, że dzisiejsze wymagania co do wysokiej jakości toru audio znacznie wzrosły trzeba pamiętać, że układ spełniał ówczesne normy Hi-Fi. Na **rysunku 3** pokazano ważniejsze parametry TDA8425.

TDA9859

TDA9859 również zaprojektowany w firmie Philips jest przedwzmacniaczem audio przeznaczonym dla odbiorników telewizyjnych. Najważniejszym blokiem wyróżniającym go do tego zastosowania jest selektor wejść. Odbiorniki telewizyjne szczególnie te produkowane w Europie lub na europejski rynek były wyposażane w wielopinowe złącza SCART umożliwiające podłączenie różnych sygnałów wideo (composit video, RGB, S-video) i wejściowego oraz wyjściowego sygnału audio. Selektor wejść może przełączać 3 stereofoniczne sygnały z wejść SCART, MAIN i AUX – **rysunek 4**.



Rysunek 3. Schemat blokowy układu TDA9859

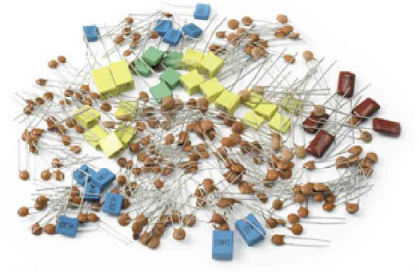


Rysunek 4. Schemat blokowy TDA7442

ZESTAWY STARTOWE



AVT701 Rezystory
Rezystory przewlekane 0,125 - 0,25 W



AVT702 Kondensatory
Kondensatory przewlekane ceramiczne i styrofleksowe



AVT703 Elektrolity
Kondensatory elektrolityczne przewlekane



AVT705 Elementy mechaniczne
Sruby, nakr tki i podkładki w rozmiarze 2,5...4 mm.



AVT719 Diody LED
Rózne kolory i rozmiary

www.sklep.avt.pl
AVT-Korporacja Sp. z o.o., 03-197 Warszawa, ul. Leszczynowa 11,
tel.: 22 257 84 50, fax: 22 257 84 55, e-mail: handlowy@avt.pl

REKLAMA

Sygnał wyjściowy z selektora jest podawany na wejście wewnętrznego regulatora poziomu sygnału, oraz na wyjście audio przeznaczone do podłączenia w złączu SCART. Przewidziano również wyjście sygnału na zewnętrzny dekoder surround. Sygnał z wyjścia selektora trafia na wyprowadzenia MOUT i musi być połączony wprost lub przez dekoder na wyprowadzenie wejścia LIN. Regulacja poziomu sygnału odbywa się dwuetapowo. Pierwszy etap to regulacja wspólna dla obu kanałów w zakresie od –40 do 15 dB z krokiem 1 dB. Drugi etap regulacji pozwala na ustawienie balansu. Poziom sygnału można ustawiać w zakresie od –23 dB do 0 dB niezależnie w każdym z kanałów. Barwa tonu zawiera regulatory tonów niskich i tonów wysokich. Oba zakresy mogą tłumić lub podbijać pasmo w zakresie od –15 dB do +15 dB z krokiem 1,5 dB. Po dodaniu dodatkowych elementów zewnętrznych (filtr typu T) basy są regulowane w rozszerzonym zakresie od –15 dB do +19 dB. Podstawowe parametry układu TDA9859 zostały pokazane na **rysunku 5**

TDA7442

TDA7442 jest bardziej rozbudowanym procesorem audio, niż dwa opisywane dotychczas. Oprócz klasycznych bloków funkcyjnych przedwzmacniacza: selektora wejść. regulowanego wzmacniacza wstępnego, regulatora barwy i poziomu sygnału

Tabela 2. Ważniejsze parametry TDA9859

Parametr	Jednostka	Wartość
Napięcie zasilania	V	8
Pobór prądu	mA	25
Maksymalny sygnał wejściowy	V RMS	2
Impedancja wejściowa	kΩ	30
Impedancja wyjściowa	Ω	100
Pasmo przenoszenia dla spadku –1 dB	Hz	20–20000
Współczynnik SNR ważony dla Vo=600 mV Wzmocnienie +6 dB Wzmocnienie 0 dB Wzmocnienie –20 dB	dB	 78 86 68
Współczynnik zniekształceń harmonicznych THD F od 20 Hz do 12,5 kHz Vi=0,2 V wzmocnienie +15 dB do –30 dB Vi=1 V wzmocnienie 0 dB do –30 dB Vi=2 V wzmocnienie –6 dB do –30 dB	%	 0,1 0,1 0,1
Separacja międzykanałowa f=10 kHz, wzmocnienie 0 dB	dB	75
PSSR	dB	–55

Tabela 3. Ważniejsze parametry TDA7442

Parametr	Jednostka	Wartość
Napięcie zasilania	V	9
Pobór prądu	mA	18
Maksymalny sygnał wejściowy	V RMS	2
Impedancja wejściowa	kΩ	50
Impedancja wyjściowa	Ω	50
Pasmo przenoszenia dla spadku -1dB	Hz	20–20000
Współczynnik SNR dla Vo=1V (tryb OFF – bez surround)	dB	106
Współczynnik zniekształceń harmonicznych THD Vi=1 V F=1 kHz	%	0,01
Separacja międzykanałowa f=1 kHz	dB	90

Tabela 4. Ważniejsze parametry TDA7466

Parametr	Jednostka	Wartość
Napięcie zasilania	V	9
Pobór prądu	mA	25
Maksymalny sygnał wejściowy	V RMS	2
Impedancja wejściowa	kΩ	50
Impedancja wyjściowa	Ω	50
Pasmo przenoszenia dla spadku -1dB	Hz	20-20000
Współczynnik SNR dla Vo=1 V (tryb OFF – bez surround)	dB	106
Współczynnik zniekształceń harmonicznych THD Vi=1 V F=1 kHz	%	0,01
Separacja międzykanałowa f=1 kHz	dB	90
Napięcie szumów na wyjściu f=20 Hz...20 kHz Tryb OFF Tryb Music Tryb Simulated Tryb SRS	µV rms	 5 30 30 50

wyjściowego, wyposażono go w programowany procesor efektów dźwięku dookólnego (**rysunek 4**). Sterowanie funkcjami TDA7442 odbywa się jak uprzednio, poprzez zapisywanie odpowiednich wartości do wewnętrznych rejestrów za pomocą interfejsu I²C.

Umieszczony na wejściu selektor wejść wybiera jeden z 4 sygnałów stereofonicznych. Wstępny ma programowane tłumienie w zakresie 0 dB…–31,5 dB z krokiem co 0,5 dB. Program sterujący może być tak napisany, że po wybraniu selektorem aktywnego wejścia zostanie zaprogramowane przypisane do tego wejścia tłumienie. Można w ten prosty sposób wyrównać wstępnie poziomy sygnałów o różnych amplitudach.

Układ generowania dźwięku dookólnego jest oparty o programowany przesuwnik fazowy. Może pracować w kilku trybach: *simulated stereo*, *music*, *var* i *fix*. W każdym z tych trybów określa się „głębokość" efektu i wartość rezystora przesuwnika fazowego. Tony niskie i wysokie reguluje się w zakresie –14 dB…+14 dB z krokiem co 2 dB. Końcowy regulator poziomu sygnału wyjściowego tłumi go w zakresie 0…–80 dB z krokiem co 1 dB. Ponadto, jest możliwe włączenie wyciszenia *Mute* (tłumienie –100 dB).

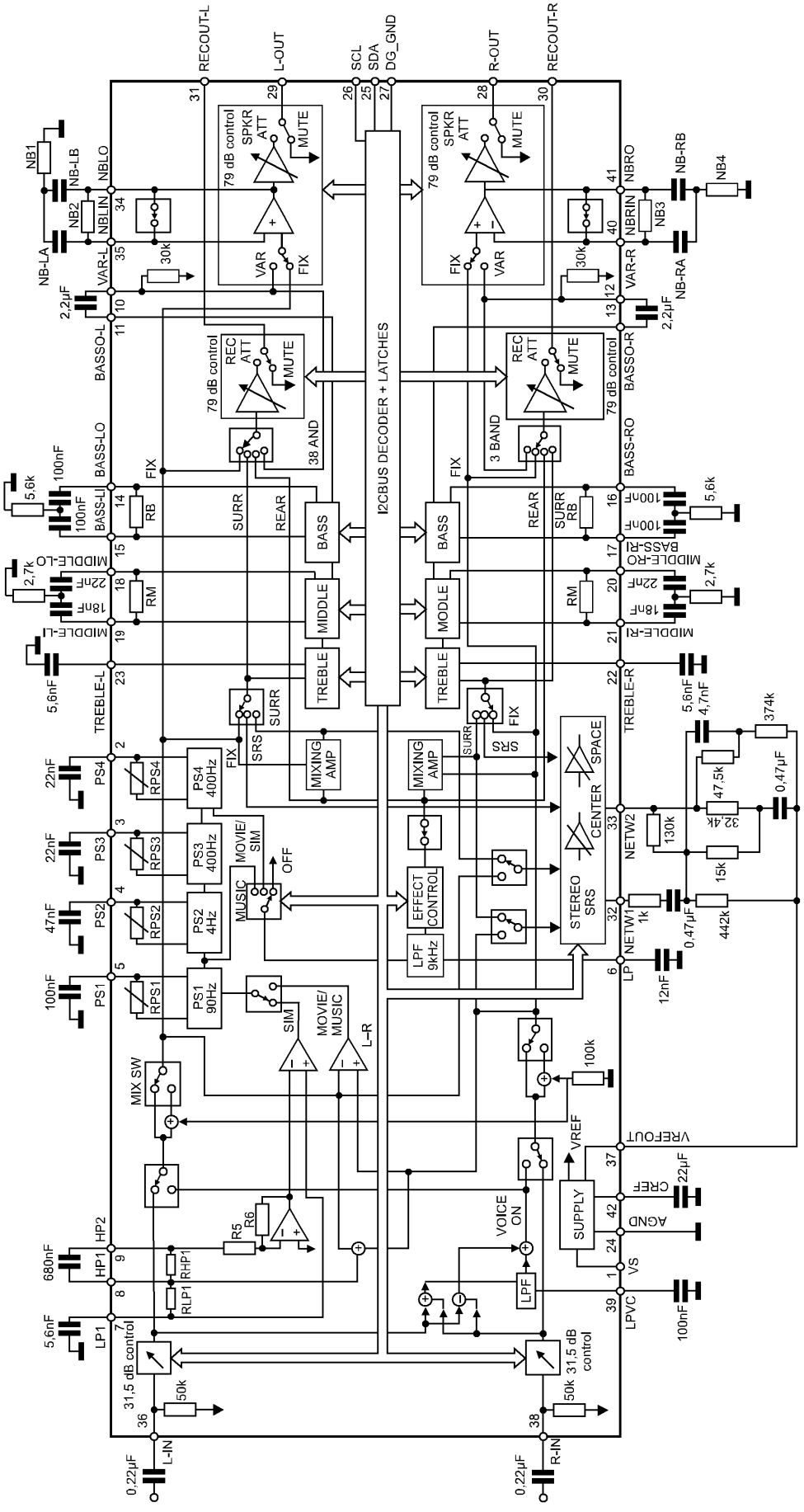
Podstawowe parametry układu TDA9859 zamieszczono w **tabeli 3**.

Współczynnik SNR ma bardzo dobrą wartość przy wyłączonych obwodach dźwięku dookólnego. Jeżeli zostaną one włączone, poziom szumów znacząco rośnie. Dla trybu *Off* sygnał szumów wyjściowych ma wartość ok. 5 μV_{RMS} w całym paśmie 20…20 kHz. Po włączeniu efektu *surround* napięcie szumów rośnie do wartości 30 μV_{RMS}.

TDA7466

Schemat blokowy TDA7464 pokazano na **rysunku 5**. To najbardziej rozbudowany układ z opisywanych tu analogowych procesorów audio. Pełni wszystkie funkcje typowego przedwzmacniacza, a oprócz tego ma wbudowany analogowy procesor *surround SRS* będący dziełem firmy SRS Labs Inc. Jego zadaniem jest generowanie efektu dźwięku przestrzennego na podstawie sygnałów z dwóch kanałów stereofonicznych.

TDA7466 nie ma selektora wejść. Wejściowy sygnał audio trafia na wzmacniacz wstępny o tłumieniu programowanym w zakresie od 0…–31,5 dB z krokiem co 1,5 dB. Za tym stopniem jest umieszczony rozbudowany układ procesora dźwięku dookólnego SRS pracującego w kilu trybach: *Simulated*, *Music*, *Movie*, *Var* i *Fix*. Możliwe jest tez włączenie opcji *Karaoke* (*Voice Canceller*) i całkowite wyłączenie toru efektów dookólnych (tryb *Off*). Analogowe układy *surround* są rzadko używane w sprzęcie po-



Rysunek 5. Schemat blokowy układu TDA7466

pularnym, ponieważ są wypierane przez procesory cyfrowe umożliwiające przesyłanie rzeczywistych kanałów efektowych i dające przez to dużo bardziej rzeczywiste efekty dookólne. Ale oferowana jest też cyfrowa wersja klasycznego SRS pozwalająca na tworzenie efektów dookólnych z wykorzystaniem cyfrowego stereofonicznego sygnału audio.

Kiedyś zaprojektowałem kompletny przedwzmacniacz ze sterownikiem mikroprocesorowym wykorzystującym ten układ (AVT5105) i miałem okazje przekonać się jak działa w rzeczywistości. Uzyskiwane efekty zależały do materiału dźwiękowego i najlepiej były odczuwalne podczas oglądania filmów. Dokładne opisywanie działania układów SRS znacznie wykracza poza ramy tego artykułu, a zainteresowani mogą zaczerpnąć więcej informacji z dokumentacji technicznej układu i z artykułu opisującego działanie AVT5105.

Za procesorem jest umieszczony 3-pasmowy regulator barwy: dla tonów niskich, średnich i wysokich. Umożliwia on regulację w zakresie –14…+14 dB z krokiem co 2 dB. Poza tym, można po dołączeniu zewnętrznych elementów do wyprowadzeń NBRIN, NBRO, NBLIN, NBLO włączyć dodatkowe podbicie basów. Końcowy regulator poziomu sygnału wyjściowego tłumi sygnał w zakresie 0…–80 dB z krokiem co 1 dB.

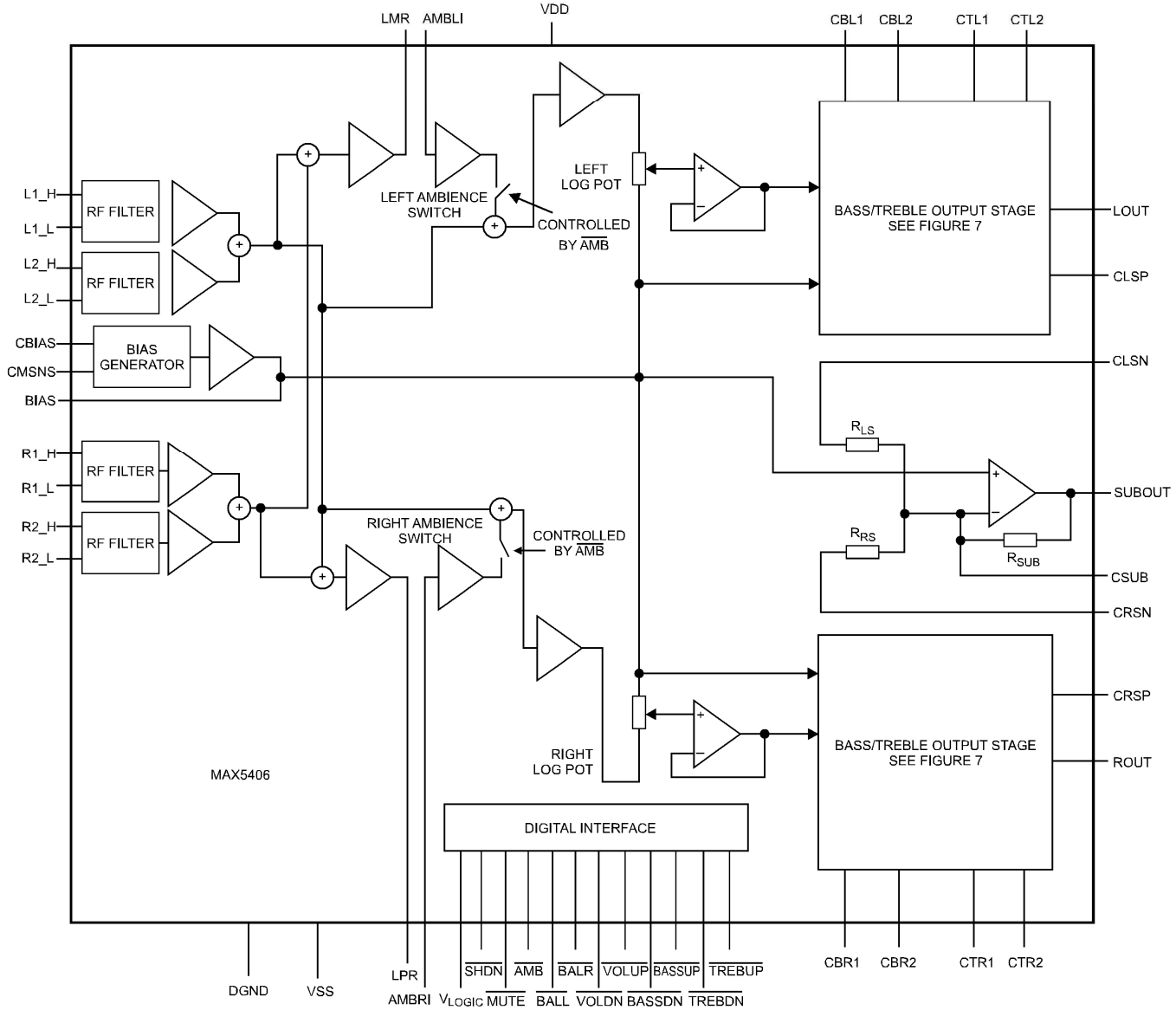
Wybrane parametry TDA7466 zamieszczono w **tabeli 4**.

Tabela 5. Wybrane parametry MAX5406

Parametr	Jednostka	Wartość
Napięcie zasilania	V	+2,7 V…+5,5 V ± 2,7 V
Pobór prądu	mA	+20 mA Dla ±2,7 V –10 mA dla –2,7 V +10 mA dla +2,7 V
Maksymalny sygnał wejściowy	V RMS	2
Impedancja wejściowa	kΩ	10
Impedancja wyjściowa	Ω	10
Pasmo przenoszenia dla spadku –1 dB	Hz	20–20000
Napięcie szumów na wyjściu – volume 0 dB pasmo 20 Hz–20 kHz	µV	25
Współczynnik zniekształceń harmonicznych THD Vi=1 V F=1 kHz	%	0,02
Przesłuch międzykanałowy	dB	–70
PSSR	dB	–65

MAX5406

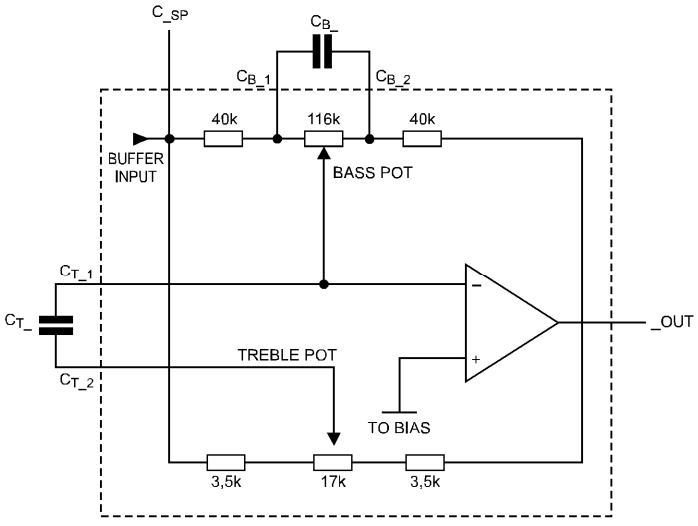
Dotychczas opisywane procesory audio wymagały do sterowania mikrokontrolera



Rysunek 6. Schemat blokowy MAX5406

albo specjalizowanego sterownika. MAX5406, którego schemat blokowy umieszczono na **rysunku 6**, sterownika nie potrzebuje, bo wszystkie ustawienia są wykonywane za pomocą zwieranych przycisków dołączanych do wyprowadzeń układu. Upraszcza to układ sterowania i znacząco redukuje koszty gotowego wyrobu produkowanego seryjnie. Z drugiej strony, układ nie ma nieulotnej pamięci nastaw i musi mieć bateryjne podtrzymanie zasilania. Układ MAX5406 można wprowadzić w tryb czuwania (*Shutdown Supply Current*). Wówczas pobór prądu jest ograniczany do wartości 0,2 µA.

Na wejściu jest umieszczony selektor umożliwiający wybór jednego z dwóch wejść stereofonicznych. Sygnał z selektora trafia do obwodów generowania efektu poszerzonej bazy stereofonicznej. Można je włączać i wyłączać przyciskiem dołączanym do wejścia *AMB*. Regulacja poziomu sygnału jest wykonywana przez sterowany cyfrowo, typowy potencjometr stereofoniczny. Drabinka rezystorowa jest wykonana w strukturze układu, a za jej przełączanie odpowiadają klucze analogowe. Przed i za potencjometrem są umieszczone bufory (wtórniki napięciowe). Układ trzeba zasilić albo napięciem symetrycznym ±2,7 V. albo pojedynczym z zakresu +2,7…+5 V. W wypadku zasilania niesymetrycznego sygnał wejściowy powinien mieć składową stałą równą połowie napięcia zasilającego.

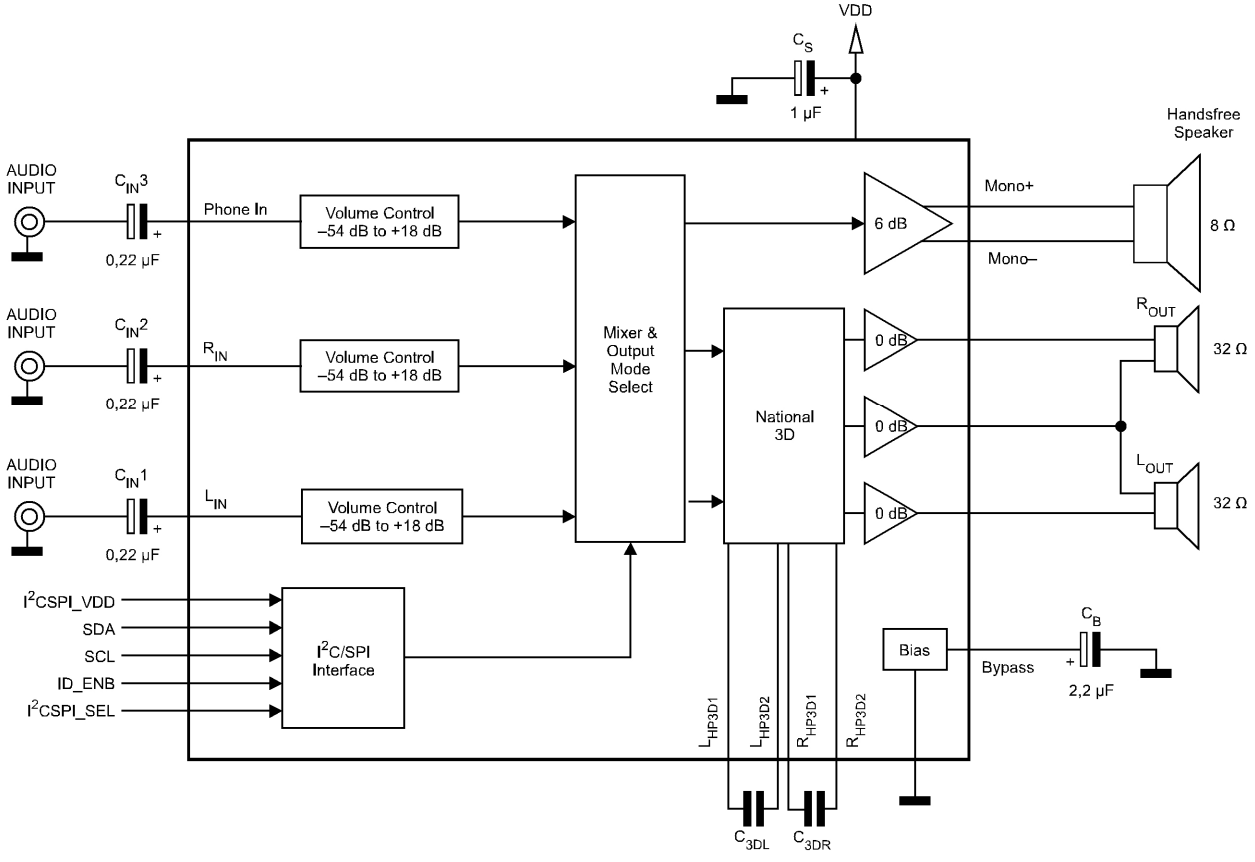


Rysunek 7. Regulacja barwy MAX5406

Sygnał wyjściowy jest tłumiony przez potencjometr w 32 krokach z rozdzielczością 2 dB. Typowo wygląda też układ regulacji barwy (**rysunek 7**). Tony niskie i wysokie można regulować w zakresie od –15… +15 dB. Zakres ich regulacji jest uzależniony od wartości elementów zewnętrznych. Na wyjściu *SUBOUT* jest dostępny sygnał do sterowania subwoofera. Jest on tworzony przez zsumowanie sygnałów z obu kanałów i poddanie ich filtracji dolnoprzepustowej. Pasmo przenoszenia filtra jest określane pojemnością kondensatora dołączanego do wyprowadzeń *CRSN* i *CSUB*.

Tabela 6. Ważniejsze parametry LM4845

Parametr	Jednostka	Wartość
Napięcie zasilania	V	+2,2 V…+5,5 V
Pobór prądu	mA	11 bez obciążenia BTL
Mocy wyjściowa wzmacniacza BTL	mW	500
Moc wyjściowa wzmacniacza SE	mW	30...42
Impedancja wejściowa	kΩ	11
Napięcie szumów na wyjściu – volume 0 dB pasmo 20 Hz – 20 kHz	µV	26
Współczynnik zniekształceń harmonicznych THD Vi=1 V F=1 kHz dla mocy max	%	0,5
PSSR zależnie od trybu	dB	min 63



Rysunek 8. Schemat blokowy LM4845

Wybrane parametry MAX5406 zamieszczono w **tabeli 5**.

LM4845

Układ LM4845 o schemacie blokowym pokazanym na **rysunku 8** jest przykładem procesora audio zintegrowanego ze wzmacniaczem małej mocy. Tego typu rozwiązania są coraz bardziej popularne, bo pozwalają na uproszczenie całego toru. Ma to szczególne znaczenie w sprzęcie przenośnym, na przykład w odtwarzaczach MP3. Sygnał wejściowy może pochodzić z jednego z 3 wejść: dwóch kanałów stereo (wejścia *Lin* i *Rin*) oraz z wejścia przeznaczonego dla mikrofonu (*Phone In*). Każde z wejść ma swój własny regulator poziomu sygnału. Regulacja odbywa się w zakresie od –54…+18 dB. Blok selektora wejść jest połączony z mikserem. Zapisując odpowiedni rejestr sterujący można dowolnie sumować sygnały z wejść i kierować do trzech wyjść wzmacniaczy mocy. Wzmacniacz mocy ma 2 wyjścia typu SE o mocy 30 mW i obciążalności 32 Ω. Jest to typowy wzmacniacz przystosowany do sterowania słuchawek. Trzecie wyjście o topologii BTL jest przystosowane do obciążenia 8 Ω i ma moc 500 mW (THD+N=1%). Może ono sterować głośniczkiem o małej mocy. W dwukanałowy tor stereo jest wbudowany układ poszerzania bazy stereo o firmowej nazwie *3D*. Ważniejsze parametry układu zamieszczono w **tabeli 6**.

Analogowe procesory audio – podsumowanie

Przedstawiłem tutaj tylko kilka wybranych przykładów analogowych procesorów audio. Jak widać tego typu układy oferują wszystkie możliwe funkcje potrzebne do budowy klasycznego przedwzmacniacza. Ponadto można wybrać układy z dodatkowymi układami analogowych układów dźwięku przestrzennego. Cechy konstrukcyjne określają główne obszary zastosowa-

Tabela 7. Wybrane parametry DS1802

Parametr	Jednostka	Wartość
Napięcie zasilania	V	+2,7 V…+5,5 V ±2,7 V
Tolerancja absolutna	dB	±1
Rezystnancja	kΩ	45
Impedancja wyjściowa	Ω	10
Napięcie szumów na wyjściu – volume –6 dB	µV	2,2
Współczynnik zniekształceń harmonicznych THD	%	0,002

Tabela 8. Wybrane parametry MAX5440

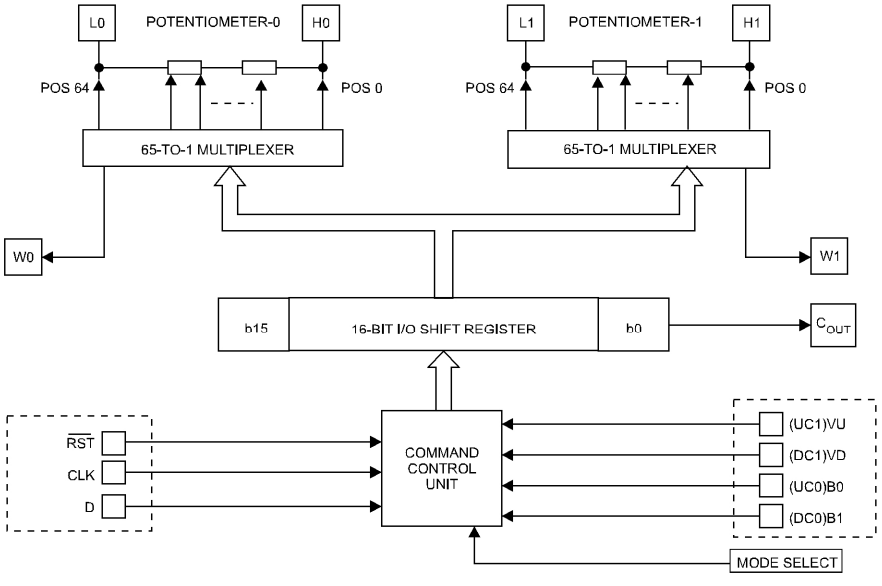
Parametr	Jednostka	Wartość
Napięcie zasilania	V	+2,7 V…+5,5 V ±2,7 V
Tolerancja absolutna	dB	±0,25
Rezystancja potencjometru	kΩ	40
Impedancja wyjściowa	Ω	10
Napięcie szumów na wyjściu – volume –6 dB	µV	3,2
Współczynnik zniekształceń harmonicznych THD	%	0,006
Separacja kanałów	dB	100
Obciążenie wyjścia	kΩ	3
Rezystancja wyjściowa	Ω	6
PSSR	dB	60

Tabela 9. Wybrane parametry TDA7448

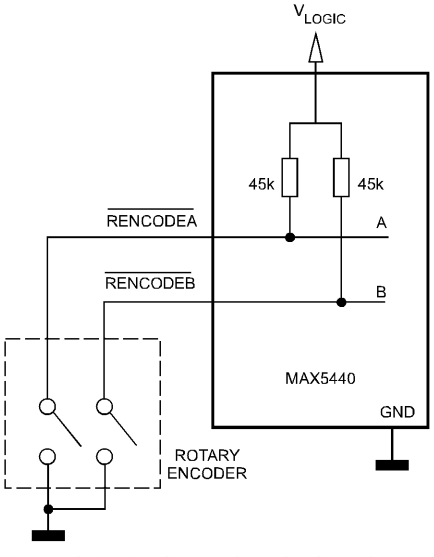
Parametr	Jednostka	Wartość
Napięcie zasilania	V	9
Pobór prądu	mA	7
Maksymalny sygnał wejściowy	V RMS	2
Impedancja wejściowa	kΩ	50
Współczynnik SNR dla Vo=1 V	dB	100
Współczynnik zniekształceń harmonicznych THD Vi=1 V F=1 kHz	%	0,01
Separacja międzykanałowa f=1 kHz	dB	90

Tabela 10. Wybrane parametry PGA2311

Parametr	Jednostka	Wartość
Napięcie zasilania	V	±5
Prąd zasilania	Ma	±10
Impedancja wejściowa	kΩ	10
Napięcie szumów na wyjściu – volume –6 dB	µV	2,5
Współczynnik zniekształceń harmonicznych THD+N	%	0,0002
Zakres dynamiki	dB	120



Rysunek 9. Schemat blokowy DS1802



Rysunek 10. Podłączenie enkodera do MAX5440

nia tych elementów: przenośnie radioodtwarzacze, odbiorniki telewizyjne, i stacjonarny popularny sprzęt audio. Zastosowanie procesora audio znacznie ułatwia budowę przedwzmacniacza. Nie trzeba stosować drogich i kłopotliwych mechanicznych potencjometrów i kabli ekranowanych do ich podłączenia. Znacznie łatwiej jest sobie poradzić z problemami przydźwięku sieciowego, bo tor audio ma zdecydowanie krótsze połączenia.

Scalone potencjometry audio

DS1802

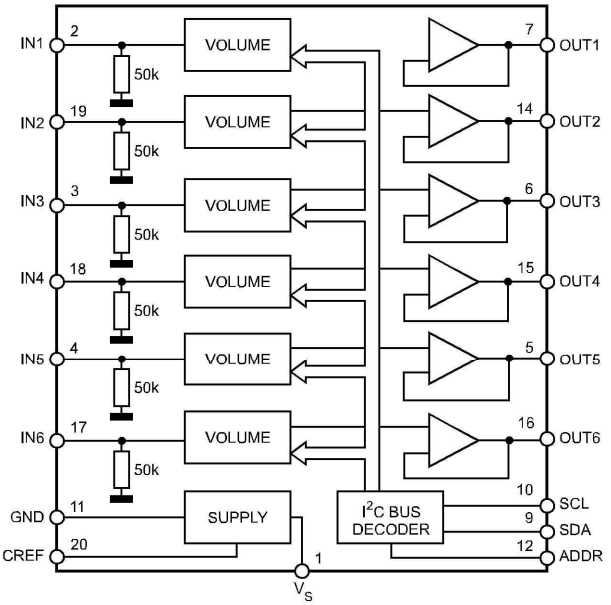
Popularny i uznawany za „klasyk" układ DS1802 jest podwójnym potencjometrem logarytmicznym o rezystancji 45 kΩ. W strukturę układu, oprócz rezystorów dzielnika i analogowego multipleksera, wbudowane są układy sterujące. Podział dzielnika można zmieniać zewnętrznym sterownikiem mikroprocesorowym poprzez 3-przeowdowy interfejs szeregowy. DS182 ma też wewnętrzny sterownik pozwalający na sterowanie za pomocą zwierania styków dołączanych do odpowiednich wyprowadzeń układu W tym drugim wypadku nie potrzeba sterownika mikroprocesorowego, ale układ nie zapamiętuje w pamięci nieulotnej ostatniego ustawienia. Żeby był zachowany odpowiedni komfort użytkowania, trzeba zastosować podtrzymanie bateryjne.

Schemat blokowy układu pokazano na **rysunku 9**. Ścieżka sygnałowa nie zawiera żadnych buforów i dopasowanie impedancyjne musi być wykonane na zewnątrz układu. Układ może być zasilany napięciem asymetrycznym (pojedynczym) +5 V lub symetrycznym ±2,7 V. W pierwszym wypadku sygnał wejściowy powinien mieć składową stałą równą połowie napięcia zasilania.

Używam takiego układu do regulacji poziomu sygnału we wzmacniaczu słuchawkowym wysokiej klasy. Na wejściu i wyjściu jest umieszczony bufor z dwóch dwuparowanych tranzystorów FET. Pomiary i testy odsłuchowe potwierdziły wysoką jakość toru z układem DS1802. Wybrane parametry DS1802 zamieszczono w **tabeli 7**.

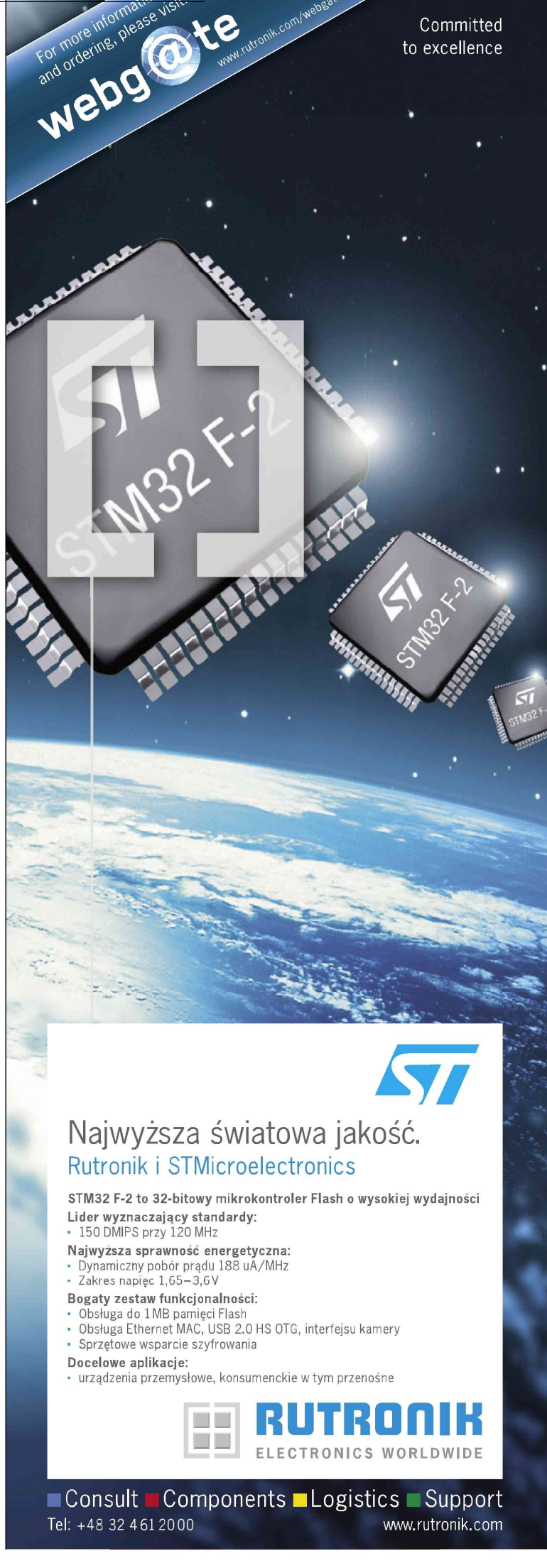
MAX5440

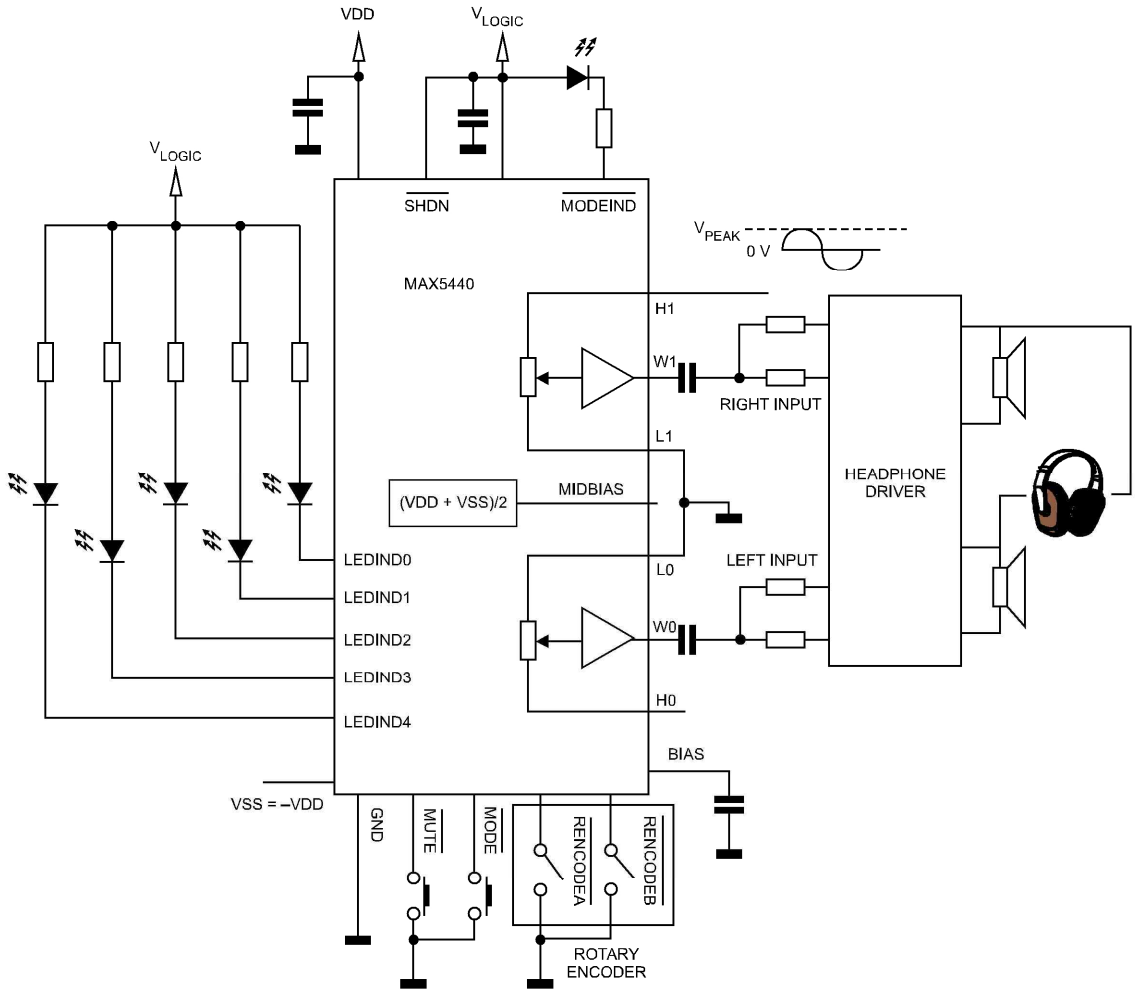
Jest to potencjometr podobny DS1802 i trudno się dziwić, bo firma Maxim – producent MAX5440 – przejął firmę Dallas Semiconductor, projektanta i producenta DS1802. MAX5440 to podwójny potencjometr logarytmiczny o rezystancji 40 kΩ zasilany napięciem pojedynczym +5 V lub podwójnym ±2,7 V. Aby uniknąć kłopotliwego przesuwani a składowej stałej sygnału wejściowego dla zasilania asymetrycznego jest dostępne napięcie *BIAS* na wyprowadzeniu *MIDBIAS* o wartości połowy napięcia zasilania.



Rysunek 12. Schemat blokowy TDA7448

REKLAMA





Rysunek 11. Schemat aplikacyjny MAX5440

To, co znacząco różni MAX5440 od DS1802, to sposób sterowania oraz umieszczenie na wyjściu bufora. Regulacja położenia „suwaka" potencjometru jest wykonywana za pomocą dołączanego do wyprowadzeń *RENCODEA* i *RENCODEB* enkodera obrotowego (impulsatora). Sposób dołączenia enkodera pokazano na **rysunku 10**. Dodatkowo, w strukturę układu wbudowano sterownik 5-punktowego, optycznego wskaźnika położenia „suwaka" potencjometru, sygnalizujący jego położenie za pomocą diod LED, które można dołączyć do wyprowadzeń *LEDIND0….LEDIND4*.

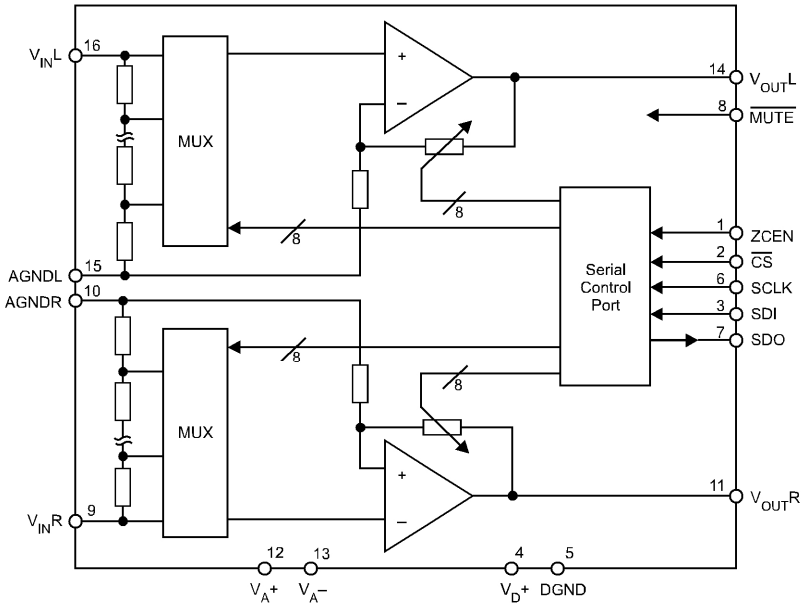
Schemat blokowy i aplikacyjny MAX5440 pokazano na **rysunku 11**, a zestawienie wybranych parametrów w **tabeli 8**.

Scalone potencjometry audio – podsumowanie

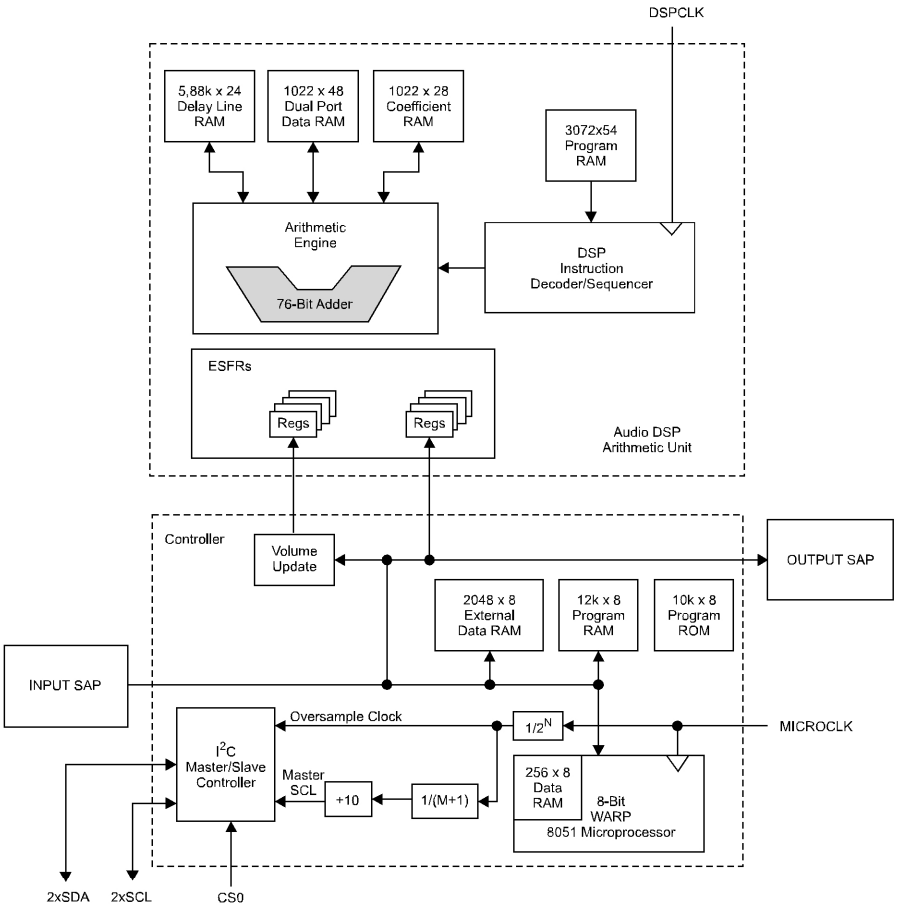
Scalone potencjometry, to elementy, które coraz częściej zastępują procesory audio. Potencjometr oferuje tylko regulację poziomu sygnału i nie wbudowanych elementów procesorów audio takich jak selektor wejść. układ regulacji barwy, czy układów poszerzani bazy stereo. Oferuje za to znacznie mniejsze zniekształcenia i poziom szumów. Scalone potencjometry w odróżnieniu od procesorów audio znalazły swoje miejsce i zostały zaakceptowane w urządzeniach przeznaczonych dla audiofili.

Scalone regulatory PGA TDA7448

O ile regulacja w torze stereo może być wykonywana za pomocą zwykłego podwójnego potencjometru, to w analogowych urządzeniach wielokanałowych jest konieczne zastosowanie regulatorów scalonych. Przykładem takiego układu przeznaczonego głównie do regulacji w systemach kina domowego jest układ TDA7448 produkowany przez firmę STM. Sześć jednakowych torów jest sterowanych niezależnie



Rysunek 13. Schemat blokowy PGA2311



Rysunek 14. Schemat blokowy procesora DSP wspomaganego przez mikrokontroler 8051

zewnętrznym mikrokontrolerem poprzez interfejs I²C. Każdy tor składa się z regulatora PGA i wtórnika napięciowego (bufora) i może regulować tłumienie sygnału wejściowego w zakresie 0...-79 dB z krokiem co 1 dB. Schemat blokowy TDA7448 pokazano na rysunku 12, a wybrane parametry zamieszczono w **tabeli 9**.

PGA2311

PGA2311 firmy Texas Instruments jest popularnym układem przeznaczonym do regulowania poziomu sygnału w torze stereofonicznym. Doskonałe parametry powodują, że może być stosowany w konstrukcjach wysokiej klasy. Zasadniczymi elementami struktury jednego toru układu są: rezystorowy dzielnik, analogowy multiplekser (klucze) i wysokiej jakości wzmacniacz operacyjny (**rysunek 13**). Można domyślać się, że gdy sygnał wejściowy jest tłumiony (w zakresie 0...–95,5 dB), to jest to wykonywane za pomocą dzielnika rezystorowego, a wzmacniacz operacyjny ma wzmocnienie równe 1. Po ustawieniu wzmocnienia (w zakresie 0...+31,5 dB) dzielnik wejściowy jest wyłączany, a wzmocnienie jest ustawiane rezystorem regulowanym włączonym w pętli sprzężenia zwrotnego wzmacniacza nieodwracającego. Wejścia i wyjścia układu są asymetryczne. Maksymalne napięcie wejściowe i wyjściowe może mieć amplitudę 7,5 V_{pp}. Jak przystało na nowoczesny układ o dobrych parametrach, PGA2311 ma rozdzielone masy toru analogowego (AGND) i interfejsu cyfrowego (DGND). Wybrane parametry układu zamieszczono w **tabeli 10**.

Podsumowanie

Scalone przedwzmacniacze i procesory są ważnymi elementami toru audio. Jest wiele urządzeń, w których tor audio jest niezbędny: od telefonów poprzez wszelkiego typu odtwarzacze, laptopy, tablety, odbiorniki telewizyjne i radiowe, do stereofonicznego i wielokanałowego sprzętu audio. Trudno zatem dziwić się olbrzymiej ofercie nie tylko samych typów układów scalonych, ale również różnorodnych rozwiązań układowych dostosowanych do zmieniających się potrzeb. W technice analogowej scalone przedwzmacniacze znacznie upraszczają konstrukcję, ale najczęściej wymagają dodatkowego sterownika – hosta. Sterowanie tak zbudowanym przedwzmacniaczem podnosi komfort użytkowania, ponieważ dzięki mikrokontrolerowi – hostowi można zbudować wygodny interfejs użytkownika składający się z wyświetlacza, toru sterowania w podczerwieni, regulacji za pomocą obrotowego impulsatora itp. Jest to tym łatwiejsze, że programy sterujące można pisać szybko wykorzystując na przykład kompilator Bascom lub narzędzie graficzne Flowcode.

Scalone cyfrowe procesory audio

Cyfrowe procesory audio spełniają podobne funkcje, jak ich odpowiedniki analogowe. Są to niewątpliwie układy o wiele bardziej zaawansowane technologicznie, ale zapewne mimo tego w obecnym stanie techniki, łatwiejsze do zaprojektowania i wykonania.

Procesory te można podzielić na 2 grupy:

- Procesory czysto cyfrowe. Zawierają w swojej strukturze tylko bloki cyfrowe: interfejsy PCM (np. I²S), interfejsy SPI oraz bloki DSP wykonujące na przykład operacje cyfrowego filtrowania czy skalowania (regulacji poziomu sygnału). Sygnał wejściowy i wyjściowy jest cyfrowy. Jakość wykonywanych operacji zależy głównie od jakości sygnału zegarowego taktującego układ. Napięcie zasilające nie musi spełniać wysokich wymagań, za wyjątkiem napięcia zasilającego układy PLL odbiorników SPDIF.
- Procesory z sygnałami mieszanymi, analogowo – cyfrowymi, zwane również kodekami. Mogą zawierać w swojej strukturze wszystkie bloki procesorów z poprzedniej grupy, ale są uzupełnione o przetworniki analogowo – cyfrowe (ADC) i cyfrowo – analogowe (DAC). Wykonanie takich układów jest bardziej skomplikowane, ich implementacja wymaga więcej wysiłku, ale są bardziej uniwersalne w aplikacjach z sygnałami analogowymi. Uzyskiwane parametry zależą od jakości sygnału taktującego, jakości przetworników i towarzyszących im układów analogowych filtrów dolnoprzepustowych. W trakcie implementacji należy zwrócić uwagę na napięcie zasilające, w tym na separację zasilania obwodów analogowych i cyfrowych.

TAS3108

TAS3108 jest produkowany przez jednego z liderów rynku cyfrowych procesorów audio – firmę Texas Instruments. Jest to procesor 8-kanałowy (4 kanały stereo) mogący obsługiwać dane wejściowe o długości słowa od 16 do 32 bitów, próbkowane z maksymalną częstotliwością 192 kHz. Wbudowany, specjalizowany procesor sygnałowy DSP operuje na danych 48-bitowych i może wykonać sprzętowe operacje mnożenie 76-bitowych liczb w czasie jednego cyklu zegarowego. TAS3108 ma również w swojej strukturze procesor 8051 przeznaczony do komunikowania się za pomocą interejsu I²C z zewnętrznym sterownikiem – hostem (**rysunek 14**) oraz do sterowania pracą procesora DSP.

Do sterowania DSP są przeznaczone rejestry ESFR umieszczone w zewnętrznej pamięci danych. Dokładny opis architektury, rejestrów i sposobu programowania można znaleźć w firmowym dokumencie *TAS3108 Audio DSP Instruction Set*.

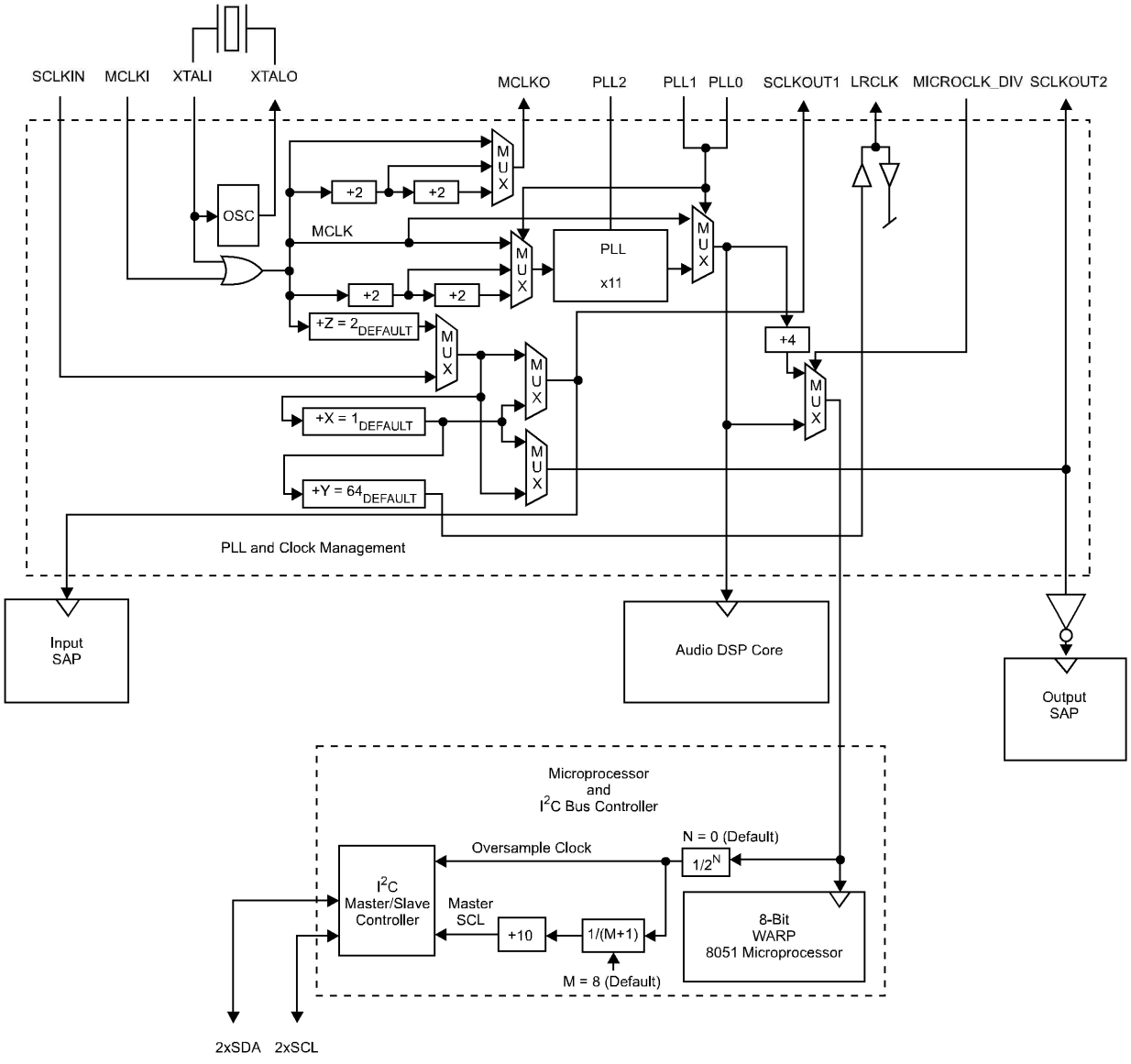
Procesor sygnałowy może wykonywać na sygnale wejściowym szereg operacji: filtrowanie, regulacja poziomu sygnału (siły głosu), kompresja sygnału, regulacja barwy, w tym filtry typu *loudness*, miksowanie, generowanie opóźnień itp. Ponieważ DSP jest programowany, to operacje na cyfrowym sygnale są tak naprawdę określane przez programistę i ograniczenia sprzętowe (lista rozkazów, wielkość pamięci, długość i format danych). Elastyczność wykorzystania układu jest jednak okupiona koniecznością napisania programu, a to wiąże się z posiadaniem dodatkowych narzędzi i oczywiście niezbędnej wiedzy.

Tak skomplikowany układ wymaga rozbudowanego taktowania sygnałami zegarowymi. Schemat blokowy układów dystrybucji sygnałów zegarowych pokazany na **rysunku 15**. Ogólny schemat blokowy pokazano na **rysunku 16**, a wybrane parametry w **tabeli 11**.

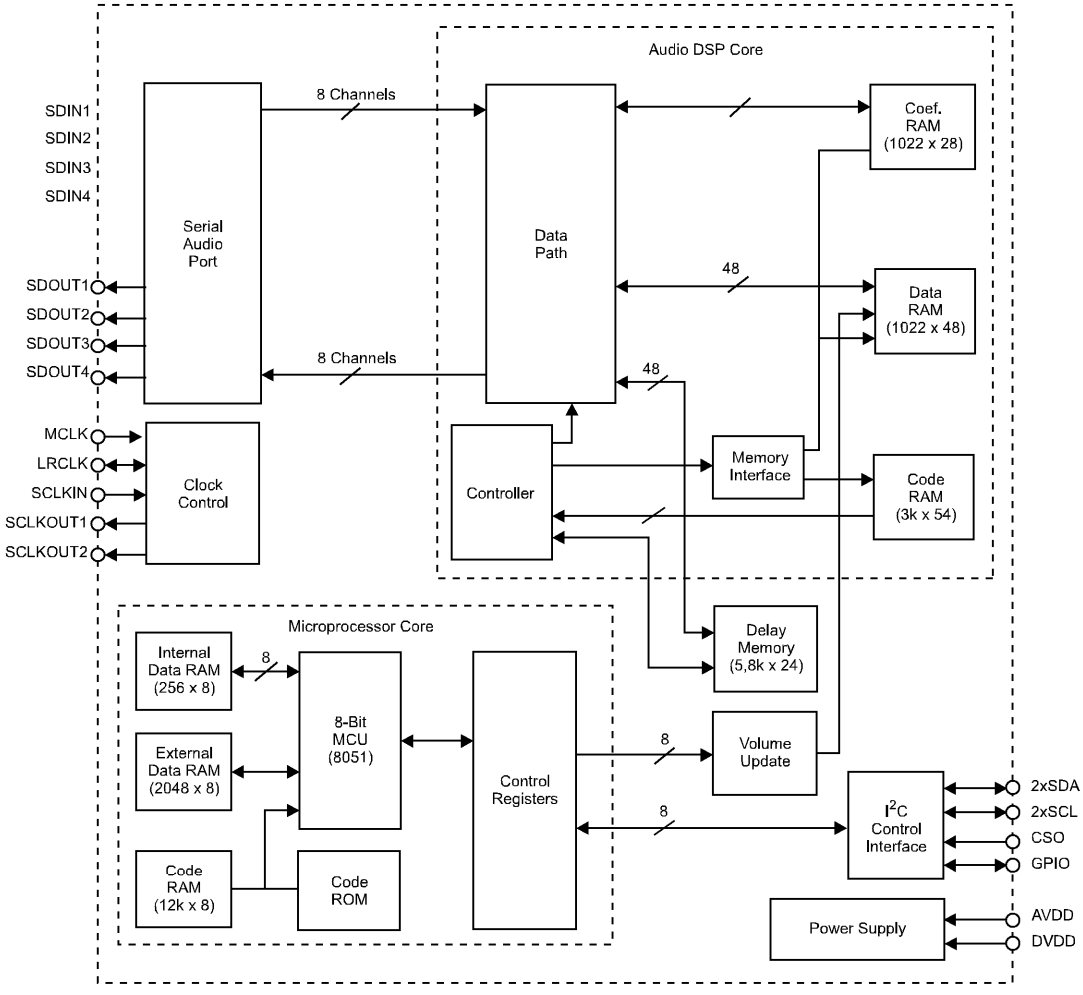
TAS3208

Układ TAS3208, podobnie jak TAS3108, ma procesor DSP i rdzeń 8051, jednak ma bardziej rozbudowane układy peryferyjne. Cyfrowe dane wejściowe są podawane na trzy wejścia stereofoniczne (porty PCM). Oprócz tego poprzez 10-wejściowy analogowy multiplekser można na wejście wbudowanego przetwornika analogowo – cyfrowego podawać stereofoniczny, asymetryczny sygnał analogowy o maksymalnej amplitudzie 2,8 V_{RMS}. Sygnał wyjściowy jest wyprowadzany w formacie PCM (interfejs I²S) przez dwa porty, wyjście SPDIF, 6-wyjściowy przetwornik cyfrowo – analogowy (DAC) i stereofoniczne wyjście wzmacniacza mocy 24 mW do zasilania słuchawek o impedancji 16 Ω.

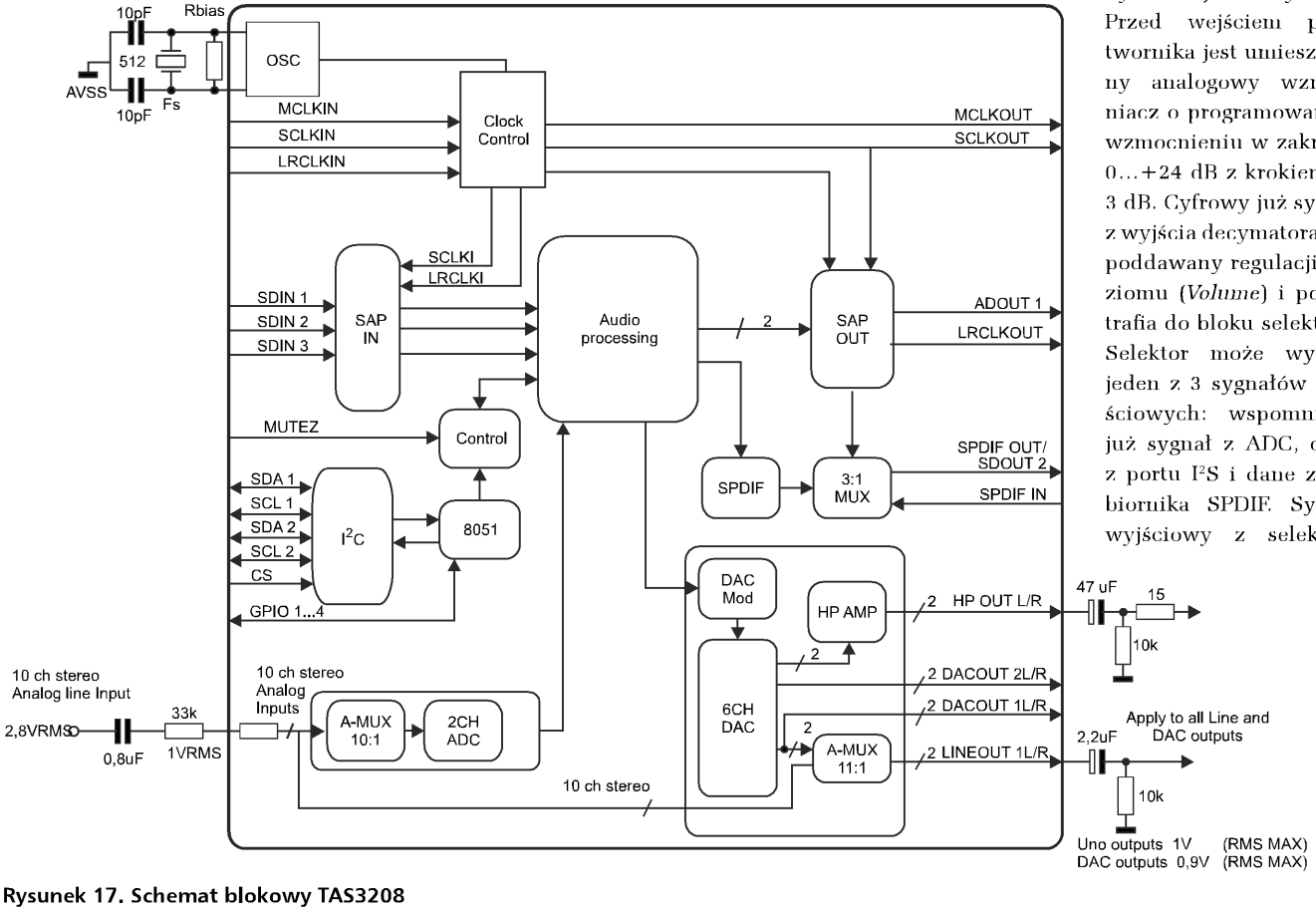
Jak wspomniałem przy okazji opisywania TAS3108, użycie procesora DSP i rdzenia 8051 powoduje, że aplikowanie układu jest bardzo elastyczne. Z drugiej strony, praca doświadczonego programisty lub zespołu programistów jest droga i może być zbyt kosztowana dla mniejszych serii gotowych produktów. Szybkie i tanie tworzenie jest kluczowe dla wszystkich układów, których działanie jest definiowane przez program. TI zdając sobie z tego sprawę udostępnia specjalizowane narzędzie programowe *PurePath Studio*. Jest to aplikacja pozwalająca graficznie tworzyć programy i dla DSP TAS3xxx, w tym również dla poprzednio opisywanego 3108. Na ekranie roboczym *PurePath Studio* umieszcza się elementy graficzne odpowiadające blokom funkcyjnym tworzonego programu. Biblioteka programowa zawiera szereg gotowych podstawowych elementów: regulacja poziomu sygnału (*Volume*), barwy tonu (*Bass/treble*), filtry cyfrowe IIR i FIR, detektor szczytu (*Peak Detector*), generatory szumu, tonu itp. Ponadto, dostępne są elementy typu *Bass Bost*, korektor graficzny



Rysunek 15. Schemat blokowy układu generowania i dystrybucji sygnału zegarowego



Rysunek 16. Schemat blokowy TAS3108



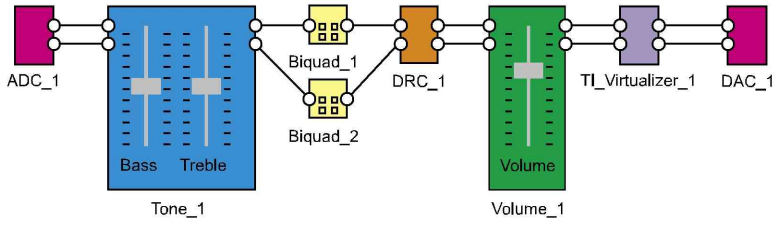
Rysunek 17. Schemat blokowy TAS3208

(*TI Graphic EQ*), analizator widma, filtr kontur (*TI Loudness*). Wysoka wydajność procesora DSP umożliwia też implementowanie efektów dźwięku przestrzennego: *SRS Wow*, *QSurround*, a nawet *Dolby ProLogic II*. Na **rysunku 18** pokazano ekran edycji ścieżki sygnałowej w programie *PurePath Studio*.

Kodek UDA1355

UDA1355 jest przykładem procesora audio – przedwzmacniacza, w którym połączono technikę analogową z cyfrową. Ma wbudowane wszystkie elementy cyfrowego przedwzmacniacza: wejściowy port PCM (I^2S), 4 wejścia SPDIF, wyjściowy port PCM i wyjście SPDIF. Oprócz tego do dyspozycji jest kompletny stereofoniczny tor analogowy. Wejściowy sygnał analogowy SE jest próbkowany w przetwornikach ADC, a potem poddawany filtracji i decymacji. Przed wejściem przetwornika jest umieszczony analogowy wzmacniacz o programowanym wzmocnieniu w zakresie 0…+24 dB z krokiem co 3 dB. Cyfrowy już sygnał z wyjścia decymatora jest poddawany regulacji poziomu (*Volume*) i potem trafia do bloku selektora. Selektor może wybrać jeden z 3 sygnałów wejściowych: wspomniany już sygnał z ADC, dane z portu I^2S i dane z odbiornika SPDIF. Sygnał wyjściowy z selektora

Tabela 11. Wybrane parametry układu TAS3108		
Parametr	**Jednostka**	**Wartość**
Napięcie zasilania	V	+3,3 V
Prąd zasilania MCLK=24,576 MHz, LRCK=192 kHz	mA	110 mA
Częstotliwość XTAL	MHz	6...20
Częstotliwość MCLK	MHz	6...25
Jitter MCLKO	ps	80
Fs	kHz	32...192
Długość słowa danych audio	bity	16, 24, 32



Rysunek 18. Przykładowa ścieżka sygnałowa w programie *PurePath Studio*

może być poddany konwersji na postać analogową w bloku przetwornika cyfrowo – analogowego DAC. Przetwornik cyfrowo – analogowy zamienia na postać analogową dane wyjściowe z bloku selektora. Dane te mogą pochodzić z wyjścia przetwornika analogowo – cyfrowego, wejścia I²S lub wyjścia odbiornika S/PDIF. Na wejściu przetwornika umieszczono filtr interpolatora zwiększający częstotliwość próbkowania 64-krotnie lub 128-krotnie. Wbudowany w tor interpolatora procesor DSP operuje na danych o długości 24 bitów. Może miksować dwa sygnały cyfrowych danych audio (wyjścia selektora), liniowo tłumić poziom sygnału wyjściowego w zakresie 0...–78 dB z krokiem co 0,25 dB oraz ma funkcję wyciszania *Mute*. Ponadto, jest możliwa regulacja poziomu tonów wysokich, niezależnie w każdym z kanałów, w zakresie 0...+6 dB i tonów niskich 0...+18 dB dla fc=250 Hz lub od 0...+24 dB dla fc=300 Hz (po włączeniu funkcji *Bass Boost*). W mikserze regulowany jest niezależnie poziom każdego z sygnałów wejściowych i sygnał sumy z rozdzielczością 0,25 dB. Aby zapobiec zniekształceniom powstającym w trakcie miksowania, sygnały wejściowe są automatycznie tłumione o –6 dB, a suma jest automatycznie wzmacniana +6 dB. Sygnał z wyjścia miksera jest poddawany korekcji barwy tonu (tony niskie i wysokie). Możliwe jest również miksowanie sygnału o skorygowanym brzmieniu z kanału pierwszego z sygnałem nieskorygowanym z kanału drugiego.

Układ UDA1355 ma wbudowany kompletny odbiornik S/PDIF. Sygnał na wejściu odbiornika może być podawany przez elektroniczny przełącznik z wyprowadzeń *SPDIF0...SPDIF3*. Musi on mieć amplitudę określoną w standardzie IEC60958-3 czyli ±0,5 V lub standardzie TTL. Oprócz odbiornika S/PDIF, układ UDA1355 jest wyposażony również w nadajnik S/PDIF. W trybie pracy ze sterownikiem mikroprocesorowym możliwe jest ustawienie wszystkich bitów kanału statusowego. Domyślnie wszystkie bity tego kanału są wyzerowane i taka wartość jest wysyłana w trybie pracy statycznej.

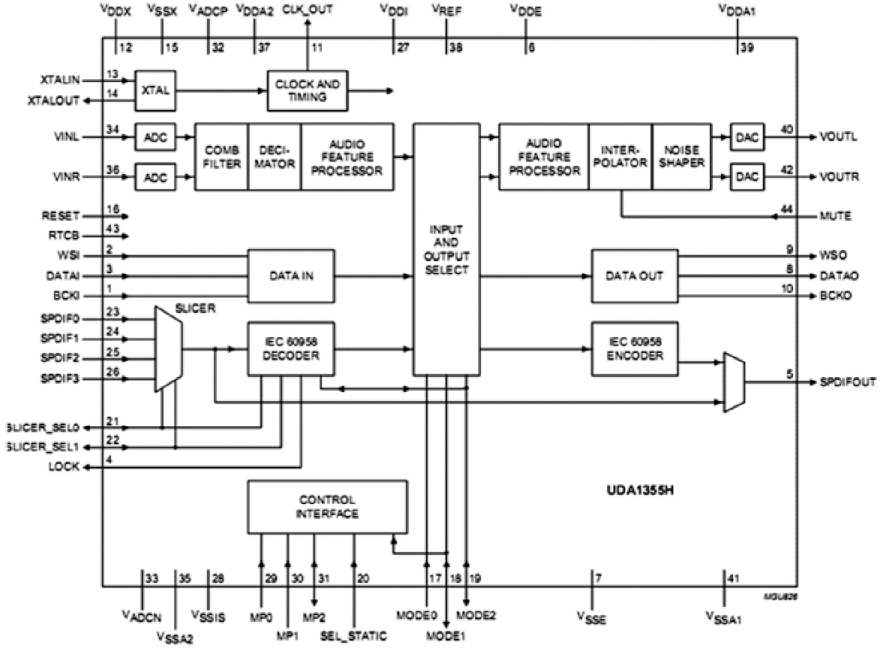
Dane do wejścia nadajnika są przesyłane z modułu selektora wejść. Możliwe jest bezpośrednie przesłanie sygnału w jednego z wybranych wejść SPDIF0...SPDIF3 na wejście nadajnika S/PDIF bez pośrednictwa odbiornika. Sygnał wyjściowy może mieć w statycznym trybie pracy częstotliwość próbkowania: 32 kHz; 44,1 kHz i 48 kHz. W trybie pracy z mikrokontrolerem częstotliwość ta może mieć następujące wartości: 16 kHz; 22,05 kHz; 24 kHz; 32 kHz; 44,1 kHz; 48 kHz; 64 kHz; 88,2 kHz i 96 kHz. Sygnał wyjściowy spełnia wymagania standardu TTL i aby wyjście spełniało parametry standardu S/PDIF niezbędne jest zastosowanie dodatkowego bufora prądowego.

Cyfrowe dane audio mogą być wprowadzane i wyprowadzane przez standardową, 3-przewodową magistralę audio PCM składająca się z linii sygnału danych, linii sygnału zegarowego i linii sygnału identyfikacji kanałów. Port wyjściowy PCM (linia danych *DATAO* jest wyjściem) jest portem *Master*. Wszystkie sygnały zegarowe są sygnałami wyjściowymi (*WSO* – sygnał identyfikacji kanałów i *BCKO* – taktowanie przesyłaniem danych). Port wejściowy (doprowadzenie *DATAI*) jest portem *Slave*. Linie identyfikacji kanałów *WSI* i linia sygnału zegara taktującego przesyłaniem danych *BCKI* są wejściami.

Każdy z portów może mieć niezależnie programowany format danych. Dostępny format danych podawanych na port wejściowy, to I²S dosunięty do lewej lub dosunięty do prawej. Port wyjściowy wyprowadza dane w tym samym formacie. Interfejs wejściowo/wyjściowy cyfrowego portu danych audio może pracować z częstotliwościami próbkowania z zakresu 16...100 kHz. Oba porty PCM są przewidziane do dołączenia zewnętrznego procesora DSP. Można również wykonać zapętlenie toru przez połączenie *DATAO* z *DATAI*, *BCKO* z *BCKI* i *WSO* z *WSI*.

UDA1355 może być stosowany w trybach pracy:

– statycznym, w którym nie wymaga sterowania przez mikrokontroler, ale nie ma możliwości zaprogramowania większości funkcji: np. regulacji DSP,
– z mikrokontrolerem, w którym układ ten jest sterowany za pomocą interfej-



Rysunek 19. Schemat blokowy UDA1355

su I²C lub L3bus; w tym trybie można zaprogramować wszystkie rejestry układu UDA1355H i wykorzystać wszystkie jego funkcje.

Schemat blokowy UDA1355 pokazano na **rysunku 19**, a wybrane jego parametry zamieszczono w **tabeli 12**.

Tabela 12. Wybrane parametry układu UDA1355

Parametr	Jednostka	Wartość
Napięcie zasilania układów cyfrowych Vdd	V	+3,3
Prąd zasilania układów cyfrowych	mA	35
Napięcie zasilania układów analogowych Vdd	V	+3,3
Prąd zasilania układów analogowych	mA	15
THD+N przetwornika ADC dla fs=48 kHz	dB	–85
S/N przetwornika ADC dla fs=48 kHz	dB	97
THD+N przetwornika DAC dal fs=48 kHz	dB	–88
S/N przetwornika DAC dla fs=48 kHz	dB	96

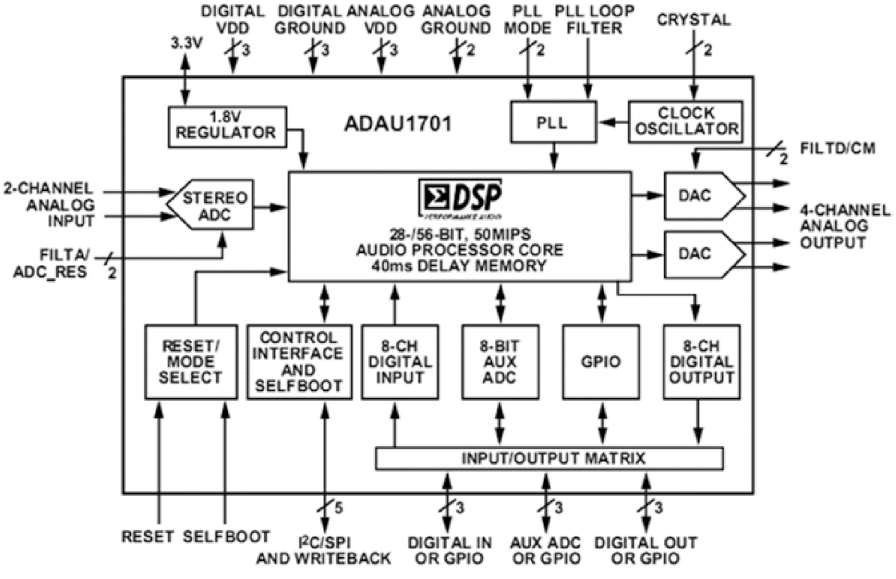
ADAU1701

Układ scalony firmy Analog Devices ADAU1701 jest przykładem ciekawego rozwiązania w dziedzinie cyfrowych procesorów audio. Podobnie jak TAS3208, ma wbudowany programowany specjalizowany procesor audio, ale podobnie jak UDA1355 operuje też na stereofonicznych, analogowych sygnałach wejściowych i wyjściowych.

Na wejściu układu jest umieszczony stereofoniczny przetwornik sigma – delta z wejściem różnicowym. Przetwornik ten ma dobre parametry: SNR=100 dB, a THD+N=–83 dB. Sygnał danych z tego przetwornika trafia do specjalizowanego, w pełni programowanego procesora sygnałowego DSP o firmowej nazwie *Sigma DSP*. Oprócz danych z przetwornika, na wejście procesora mogą być podawane dane z wejściowego portu PCM (na przykład w formacie I²S). Do przesyłania tych danych są przeznaczone uniwersalne wejścia/wyjścia MP0....MP11. Wyprowadzenia te można też zaprogramować jako wejścia przetworników analogowo – cyfrowych, do których można doprowadzić na przykład napięcie z suwaków potencjometrów wykorzystywanych do regulacji poziomu sygnału, barwy tonu itp.

Sygnał danych z wyjścia procesora DSP jest podawany na wejścia dwóch przetworników cyfrowo – analogowych delta – sigma (SNR=104 dB, THD+N=–90 dB) lub do wyjściowego portu PCM (wyprowadzenia MP0...MP11).

Do programowania procesora *Sigma DSP* producent przygotował specjalizowaną aplikację *Sigma Studio*. Podobnie jak w wypadku *PurePath Studio*, aplikację tworzy się graficznie umieszczając na ekranie wcześniej przygotowane komponenty: regulatory poziomu, regulatory barwy, korektory graficzne, filtry itp.

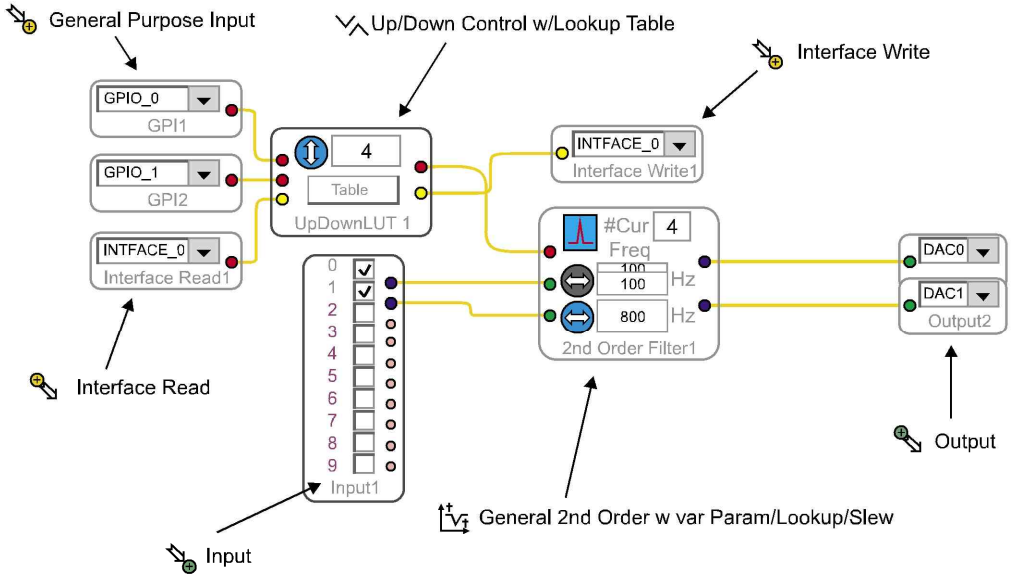


Rysunek 20. Schemat blokowy ADAU1701

Podsumowanie

O ile w wypadku przedwzmacniaczy analogowych stosunkowo łatwo zbudować ekwiwalent funkcjonalny układu scalonego z elementów dyskretnych, o tyle w wypadku stosowania cyfrowej techniki DSP do obróbki sygnału audio, konstruktor jest niejako skazany na użycie gotowych rozwiązań. Mało tego, znaczny stopień skomplikowania i konieczność posiadania specjalistycznej wiedzy na temat interfejsów cyfrowych oraz algorytmów przetwarzania sygnałów może ograniczać stosowanie tych układów przez mniej zaawansowanych konstruktorów. Barierą może też być dostępność specjalizowanych narzędzi programowych oraz samych układów. Z drugiej strony, takie układy jak UDA1355 są równie łatwe w użyciu jak jak analogowe procesory audio. Mam nadzieję, że trend wyznaczony przez ten układ będzie się utrzymywał i na rynku pojawią się konkurencyjne wyroby o jeszcze ciekawszych możliwościach.

Tomasz Jabłoński, EP
tomasz.jablonski@ep.com.pl



Rysunek 21. Przykładowa ścieżka sygnałowa w programie *Sigma DSP Studio*

Lantronix XPort Pro

Przyśpieszenie projektowania i sposób na obniżenie kosztów

Konwertery XPort firmy Lantronix służą do zamiany transmisji szeregowej na Ethernet LAN. W tej grupie produktów przybył nowy wyrób XPort Pro. Wyposażony w mocny, 32-bitowy mikroprocesor, może pracować pod kontrolą systemu Linux lub Evolution OS. Dzięki temu i zapasowi mocy obliczeniowej pozwala nie tylko na wykonywanie konwersji standardów transmisyjnych, ale również na uruchamianie własnych, zaawansowanych aplikacji.



Dodatkowe informacje:
SOS electronic, ul. Tatarkiewicza 17, 92-753 Łódź, tel. 42 648 45 76, faks 42 648 45 76, info@soselectronic.pl, *www.soselectronic.pl*

Konwertery XPort umożliwiają szybkie dołączenie urządzenia z interfejsem szeregowym do sieci Ethernet LAN. W obudowie niewiele większej od zwykłego złącza RJ45 umieszczono podzespoły składające się na kompletny adapter LAN. Rozwiązania firmy Lantronix są unikatowe pod względem wymiarów i dostępnej funkcjonalności. Wyróżnia je też stosunek ceny do cech użytkowych. Wszystkie moduły Xport są teraz dostępne w ofercie firmy SOS electronic. W celu zachęcenia do ich stosowania prezentujemy krótkie opisy modułów XPort Pro i Xport.

XPort Pro

Moduł Xport Pro jest nowym wyrobem firmy Lantronix. Producent zachował kompatybilność pod względem wyprowadzeń z najchętniej używanym przez konstruktorów modułem Xport. Moduł pracuje pod kontrolą systemu operacyjnego Linux lub Evolution OS, co uproszcza procedury dołączenia do sieci LAN i umożliwia wykorzystanie zaawansowanych aplikacji oraz technologii M2M (*Machine-to-Machine*) w urządzeniach końcowych. Mocny, 32-bitowy mikroprocesor oraz duża ilość dostępnych zasobów sprzętowych pozwalają na niemal nieograniczoną swobodę zastosowania zgodnie z wymaganiami aplikacji. Dzięki mechanizmom autentykacji oraz wydajnym algorytmom szyfrowania danych, moduł Xport PRO zapewnia bezpieczeństwo transmisji. Moduł jest przygotowany również na nadciągające zmiany, a to dzięki obsłudze protokołu komunikacyjnego IPv6. System operacyjny Linux umożliwia korzystanie z aplikacji „na miarę". Dodatkowo, umożliwia użycie wielu bibliotek dostępnych dla Linuksa. Xport Pro wspiera również technologię Virtual IP Access umożliwiającą bezproblemową integrację z platformą usług zdalnych ManageLinx.

Najważniejsze cechy użytkowe modułu XPort Pro:

- ekstremalnie upraszcza dołączenie urządzeń do sieci LAN oraz Internet,
- mocny mikroprocesor z 32-bitowym rdzeniem,
- praca pod kontrolą systemu operacyjnego Linux lub Evolution OS,
- możliwość korzystania z zaawansowanych aplikacji (np. dostępnych dla systemu Linux) w urządzeniu docelowym,
- wspiera technologię virtual IP Access dla platformy ManageLinxTM,
- obszerne zasoby sprzętowe, zaspokajające potrzeby większości aplikacji użytkownika (8 lub 16 MB SDRAM i 16 MB Flash),
- bezpieczeństwo komunikacji dzięki mechanizmom autentykacji i zaawansowanym algorytmom szyfrowania danych.

XPort

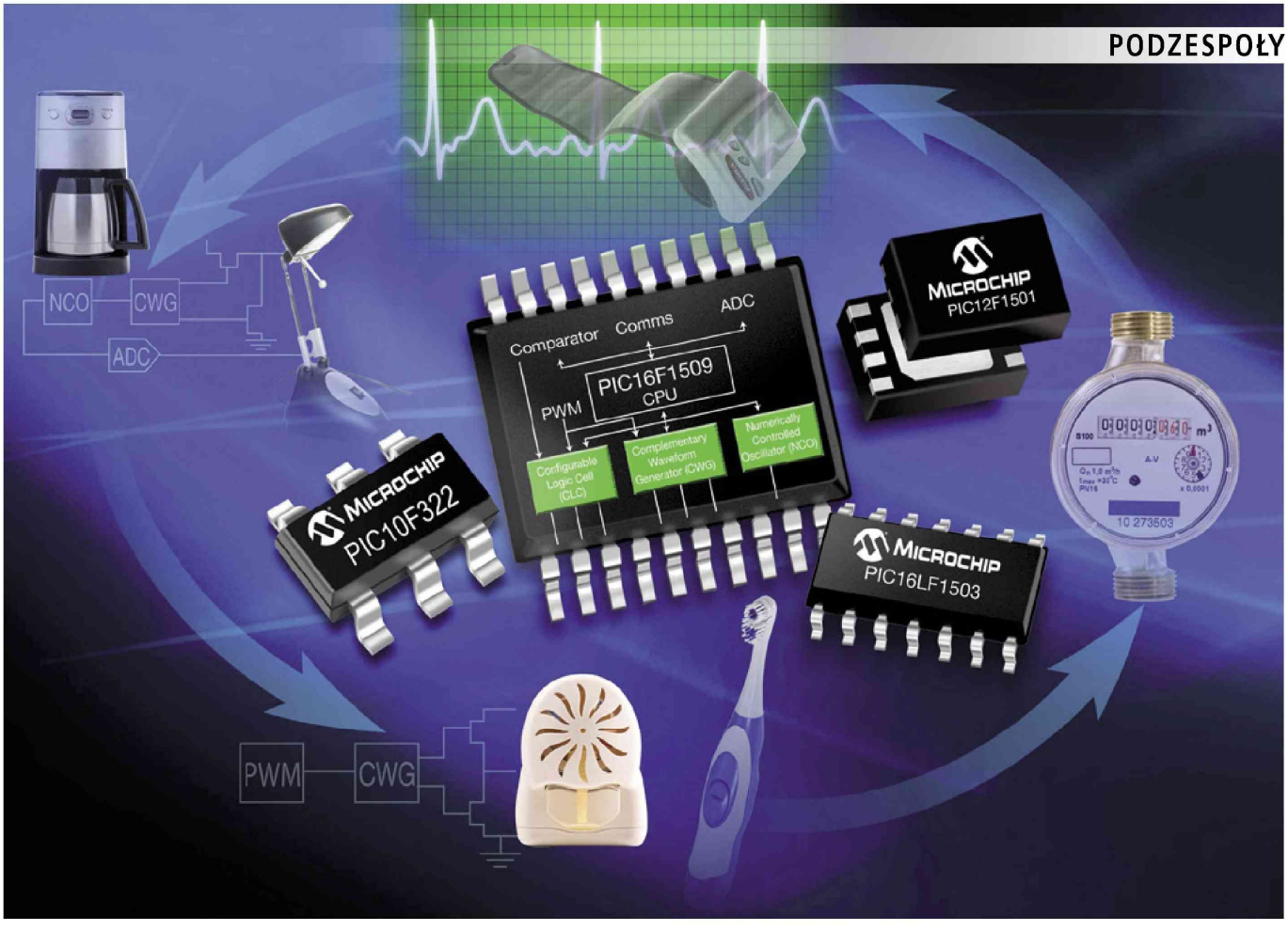
Moduł XPort to wyjątkowe, kompaktowe rozwiązanie służące do dołączenia urządzenia z interfejsem RS232 do sieci LAN. Dzięki nieskomplikowanemu dołączeniu modułu do urządzenia można w przeciągu krótkiego czasu zwiększyć jego wartość użytkową. Xport zawiera zintegrowany procesor, pamięć oraz system operacyjny, a mimo tego jest tylko niewiele większy od typowego złącza RJ-45, co jeszcze bardziej rozszerza możliwości zastosowania modułu.

Sercem modułu Xport jest procesor z wbudowanym interfejsem 10/100 Mbit/s MAC/PHY oraz 256 kB pamięci SRAM. Oprócz tego zawiera 512 kB pamięci Flash, do której są zapisywane dane konfiguracyjne oraz kod stron web. Wbudowany serwer web umożliwia zdalną komunikację z XPortem za pomocą standartowej przeglądarki internetowej.

Najważniejsze cechy użytkowe modułu XPort:

- bardzo łatwa zmiana standardu komunikacji z RS232 na Ethernet LAN,
- sterowanie zdalne oraz monitoring urządzeń końcowych
- informacja o stanie urządzenia w czasie rzeczywistym dzięki ostrzeżeniom e-mailowym,
- szyfrowanie 256-bit AES dla zabezpieczenia transmisji danych przed nieuprawnionym dostępem,
- zgodny z normami EMC/EMI i dyrektywami RoHS,
- wszystkie potrzebne elementy w małej obudowie konektora RJ45.

Dla wsparcia projektowania producent oferuje również zestaw deweloperski XPort, którego można używać zarówno z modułami XPort, jak i XPort PRO. Na stronach internetowych firm Lantronix oraz SOS electronic są dostępne instrukcje użytkownika, które ułatwiają podjęcie decyzji przed zakupem oraz zorientowanie się co do możliwości modułów.



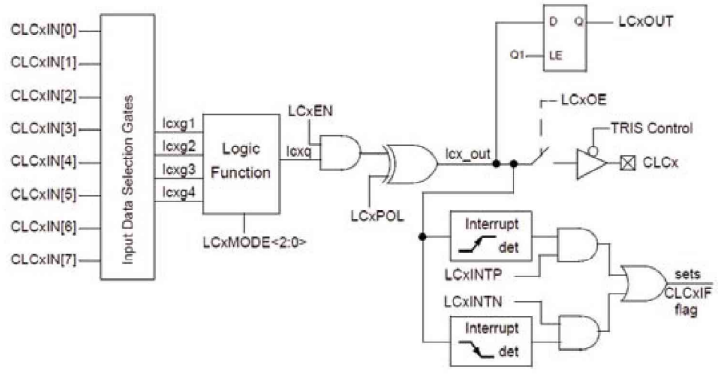
Nowe peryferia w mikrokontrolerach PIC10/16

Mikrokontrolery PIC10/16 są znane i popularne od lat, mimo tego nadal mają potencjał rozwojowy pozwalający „zakochanym" w nich konstruktorom implementować je w coraz bardziej wymagających aplikacjach. O ich rynkową kondycję producent dba konsekwentnie co jakiś czas wprowadzając nowe wersje mikrokontrolerów, a także nowe wersje ich wyposażenia peryferyjnego. Jedną z wybranych nowości przedstawiamy w artykule.

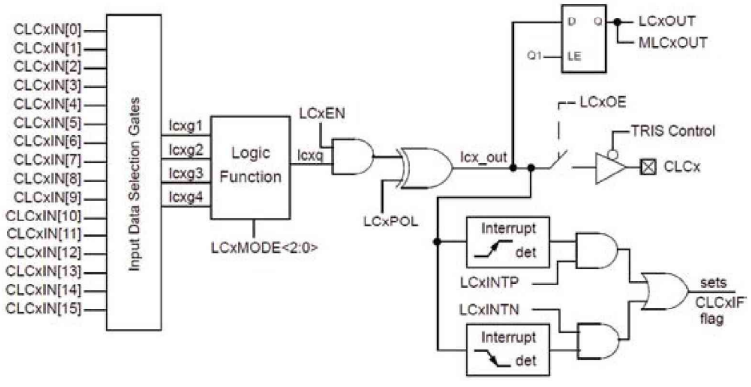
W artykule skupimy się na konfigurowalnych blokach logicznych CLC (*Configuration Logic Cells*), pozostawiając opisy pozostałych nowości (w tym *Complementary Waveform Generators* oraz *Numerically Controlled Oscillator*) do opisania w kolejnych wydaniach EP.

W konfigurowalne komórki logiczne CLC wyposażono mikrokontrolery z podrodzin PIC10F32x oraz PIC1xF150x. Są to stosunkowo proste, konfigurowalne bloki sprzętowe, budową przypominające komórki logiczne układów SPLD (jak GAL/PAL). Na **rysunku 1** pokazano budowę CLC stosowanych w mikrokontrolerach PIC10F32x, a na **rysunku 2** CLC z mikrokontrolerów PIC1xF150x. Budowa komórek CLC umożliwia utworzenie wielu funkcji kombinacyjnych (bazujących na strukturze logicznej A-O-I i przerzutniku RS) i synchronicznych (przerzutniki JK, D, latch) czterech zmiennych z wewnętrznych sygnałów występujących w mikrokontrolerze lub sygnałów zewnętrznych. Warianty funkcji dostępne w logicznych CLC pokazano na **rysunku 3**. Komórki CLC można używać do generacji na przykład sygnałów przerwań (wyzwalanie wybranymi zboczami lub poziomem), wyzwalających (na przykład przetwornik A/C) lub sygnałów sterujących zewnętrznymi obwodami (sygnał wyjściowy z CLC jest podawany na linię GPIO poprzez bufor trójstanowy lub bezpośrednio). W mikrokontrolerach PIC10F32x zastosowano jedną komórkę CLC, a w PIC1xF150x do czterech takich komórek (ich liczba zależy od typu mikrokontrolera), które – co interesujące – można łączyć ze sobą kaskadowo.

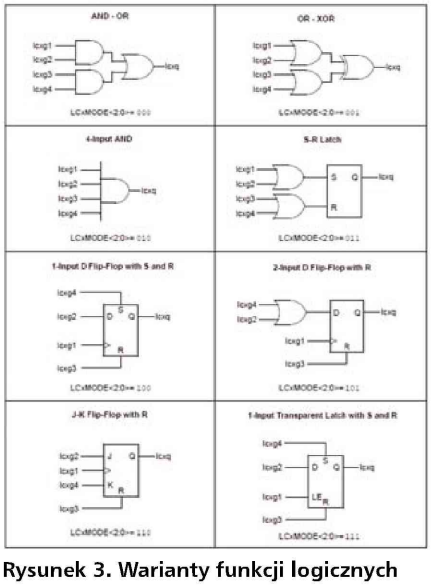
Oprogramowanie CLC Designer jest dostępne bezpłatnie pod adresem *www.microchip.com/get/euclctool*



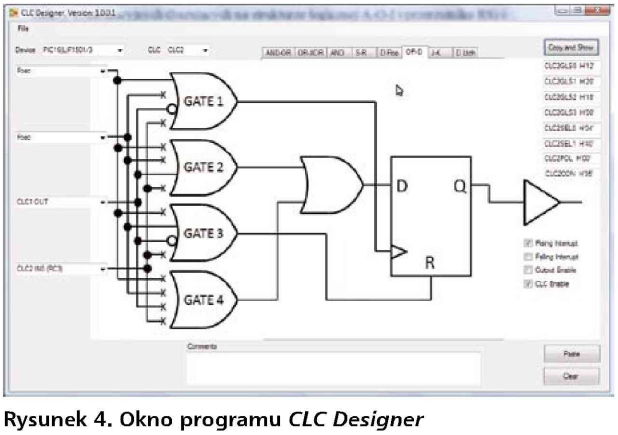
Rysunek 1. Budowa komórki CLC stosowanej w mikrokontrolerach PIC10F32x



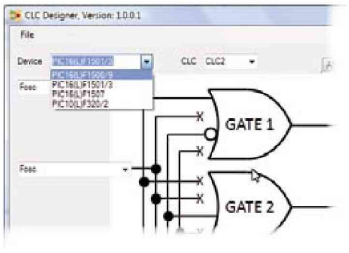
Rysunek 2. Budowa komórki CLC stosowanej w mikrokontrolerach PIC1xF150x



Rysunek 3. Warianty funkcji logicznych w CLC



Rysunek 4. Okno programu *CLC Designer*



Rysunek 5. Dostępna w CLC Designer lista wyboru docelowej platformy sprzętowej

Żeby ułatwić konfigurację komórek CLC firma Microchip udostępniła konstruktorom łatwy w obsłudze, bezpłatny program narzędziowy *CLC Designer*, którego okno pokazano na **rysunku 4**. Program ten jest „niewspółczesny": ma niewielkie wymagania w stosunku do komputera, archiwum ZIP po spakowaniu obydwu plików programu ma zaledwie 104 kB, działa na wszystkich stosowanych obecnie Windows (od XP, przez Vistę po Windows 7), nie wymaga też instalacji. Ta prostota budzi niemalże zachwyt w dobie gigabajtowych plików instalacyjnych, składających się – jak sugerują równie potężne objętościowo „łaty" – głównie z błędów.

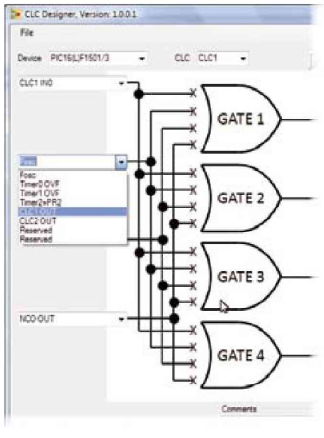
Od strony funkcjonalnej CLC Designer to generator konfiguracji rejestrów CLC z wygod-

Listing 1. Przykładowy plik asemblerowy wygenerowany przez CLC Designera

```
; File: assy.inc
; Generated by CLC Designer,
Version: 1.0.0.1
; Date: 2011-10-11 19:08
; Device:PIC16(L)F1501/3

        BANKSEL  CLC1GLS0
        movlw    H'00'
        movwf    CLC1GLS0
        movlw    H'00'
        movwf    CLC1GLS1
        movlw    H'00'
        movwf    CLC1GLS2
        movlw    H'00'
        movwf    CLC1GLS3
        movlw    H'00'
        movwf    CLC1SEL0
        movlw    H'00'
        movwf    CLC1SEL1
        movlw    H'00'
        movwf    CLC1POL
        movlw    H'4E'
        movwf    CLC1CON

        BANKSEL  CLC2GLS0
        movlw    H'12'
        movwf    CLC2GLS0
        movlw    H'20'
        movwf    CLC2GLS1
        movlw    H'18'
        movwf    CLC2GLS2
        movlw    H'00'
        movwf    CLC2GLS3
        movlw    H'04'
        movwf    CLC2SEL0
        movlw    H'40'
        movwf    CLC2SEL1
        movlw    H'00'
        movwf    CLC2POL
        movlw    H'95'
        movwf    CLC2CON
```



Rysunek 6. Jedna z list wyboru sygnału wejściowego do CLC

Listing 2. Przykładowy plik wygenerowany przez CLC Designera w języku C

```
// File: c.inc
// Generated by CLC Designer,
Version: 1.0.0.1
// Date: 2011-10-11 19:08
// Device:PIC16(L)F1501/3

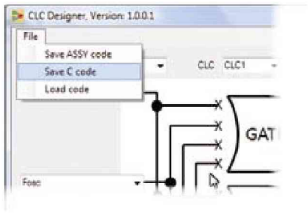
        CLC1GLS0 = 0x00;
        CLC1GLS1 = 0x00;
        CLC1GLS2 = 0x00;
        CLC1GLS3 = 0x00;
        CLC1SEL0 = 0x00;
        CLC1SEL1 = 0x00;
        CLC1POL  = 0x00;
        CLC1CON  = 0x4E;

        CLC2GLS0 = 0x12;
        CLC2GLS1 = 0x20;
        CLC2GLS2 = 0x18;
        CLC2GLS3 = 0x00;
        CLC2SEL0 = 0x04;
        CLC2SEL1 = 0x40;
        CLC2POL  = 0x00;
        CLC2CON  = 0x95;
```



nym interfejsem graficznym. W wyniku jego działania programista otrzymuje pliki *include* w asemblerze (**listing 1**) lub języku C (**listing 2**), w których znajdują się zdefiniowane wartości do wpisania do rejestrów konfigurujących CLC.

Na **rysunku 5** pokazano listę wyboru docelowej platformy sprzętowej, na **rysunku 6**



Rysunek 7. Menu programu *CLC Designer* jest bardzo proste

listę wyboru sygnału wejściowego (listy są różne dla poszczególnych wejść i CLC). Pliki wyjściowe powstają na żądanie – rodzaj docelowego pliku wybiera się w pasku menu (**rysunek 7**). Jak widać, obsługa programu nie jest specjalnie wymagająca, brakuje natomiast kreatora typowych projektów przydatnych modułów do zaimplementowania w blokach CLC, jak na przykład sekwencerów, enkoderów (NRZ, Manchester itp.), serializerów, generatorów liczb losowych (co prawda dość „krótkich") itp. Być może producent wyposaży w takie narzędzie kolejne wersje oprogramowania, tymczasem zapraszamy do zabawy: komórki CLC, przejmując realizację części zadań od CPU, pozwala nieco „poszaleć" programistom zwiększając jednocześnie elastyczność sprzętową nowych mikrokontrolerów.

Andrzej Gawryluk, EP

REKLAMA

CONTRANS TI
Mikrokontrolery i procesory z rdzeniem ARM

Mikrokontrolery Stellaris®

Rdzeń ARM® Cortex™-M3
- do 100 Mhz, 512 KB Flash, 96 KB SRAM
- 10/100 Ethernet MAC i PHY(!!!)
- USB Host + Device/USB OTG/CAN

Wygodne w użyciu narzędzia
- wbudowany uniwersalny emulator
- współpraca z IAR, Keil, Code Red, Code Sourcery, Code Composer Studio 4

Texas Instruments

StellarisWare™
bezpłatne oprogramowanie dla mikrokontrolerów Stellaris
- Driver LIB - biblioteki obsługi peryferiów
- SafeRTOS - prosty system operacyjny
- biblioteki graficzne
- biblioteki programistyczne zgodne z IEC60730



Sitara™ - szybkie i wydajne procesory aplikacyjne

Sitara AM3517/3505
- rdzeń ARM Cortex-A8 + koprocesor NEON™, 500 MHz
- silnik graficzny OpenVG 2D / OpenGL ES 3D
- EMAC/Can/USB 2.0 Host/OTG
- kontroler LCD i TV out, PIP
- Windows CE, Linux

Sitara AM3715/3703
- rdzeń ARM Cortex-A8 + koprocesor NEON™, 1000 MHz

Texas Instruments

Sitara AM1705/1707
- rdzeń ARM926EJ-S™, do 450 MHz
- kontroler MAC/USB OTG
- pobór mocy: <270mW @ 300MHz, 1.2V, 70'C
- obudowa zgodna z OMAP-L137
- Windows CE, Linux

Zastosowania: automatyka przemysłowa i domowa, terminale przenośne, POS, e-kiosk, przyrządy pomiarowe.

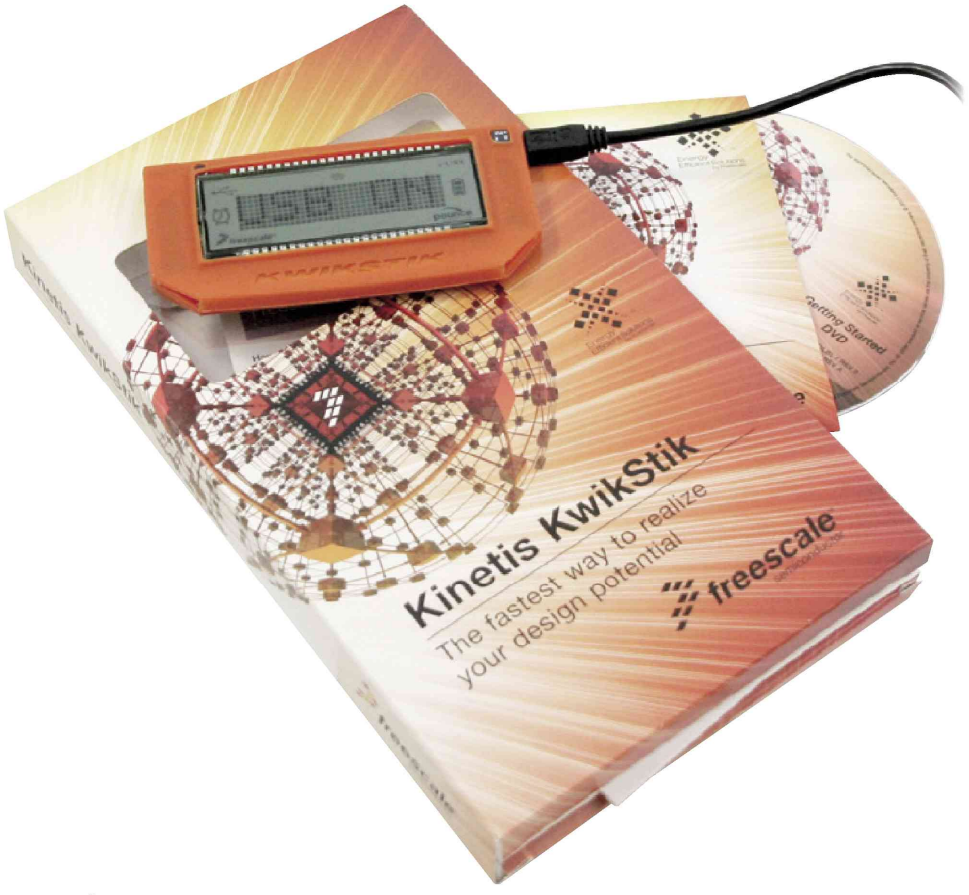


CONTRANS TI Sp. z o.o.

ul. Polanowicka 66, 51-180 Wrocław,
tel. 071/325-26-21...24, fax 071/325-44-39,
e-mail:contrans@contrans.pl http://www.contrans.pl

Cortex-M4 dla każdego!
Freescale Kinetis KwikStik

Firma Freescale Semiconductor bardzo poważnie podeszła do szerokiego promowania swoich mikrokontrolerów z rodziny Kinetis, co objawia się dostępnością w wielu sklepach „za rogiem" doskonale wyposażonego zestawu uruchomieniowego o nazwie KwikStik. Oszałamiający jest nie tylko zastosowany w nim mikrokontroler (z Cortex-M4 w środku!), ale także wyposażenie zestawu (świetne!) i cena (malutka!).



Fotografia 1.

KwikStik na pierwszy rzut oka nie wygląda na zestaw uruchomieniowy: z wyglądu przypomina raczej efektowny gadżet (**fotografia 1**), zamknięty w intrygującej wyglądem „obudowie" w postaci silikonowego, elastycznego pokrowca. Nowatorski wygląd Kwiksitka może odstraszać elektroników lubiących typowe rozwiązania, ale na pewno przyciągnie ich wyposażenie zestawu, które jest zdecydowanie ponadstandardowe. Biorąc dodatkowo pod uwagę, że „sercem" zestawu jest jeden z „najgorętszych" wyrobów z oferty Freescale – mikrokontroler z rodziny Kinetis (rdzeń Cortex -M4) – silniejszych zachęt do wypróbowania możliwości Kwikstika nie potrzeba.

W skład standardowego wyposażenia płytki ewaluacyjnej Kwikstik wchodzi monochromatyczny wyświetlacz LCD składający się z 306 segmentów, sterowany bezpośrednio przez sterownik wbudowany w mikrokontroler z podrodziny K40X256 (wyposażenie poszczególnych podrodzin mikrokontrolerów Kinetis pokazano na **rysunku 2**), który jest wykorzystywany także w module CPU oznaczonym symbolem TWR-K40X256-KIT zestawu Tower.

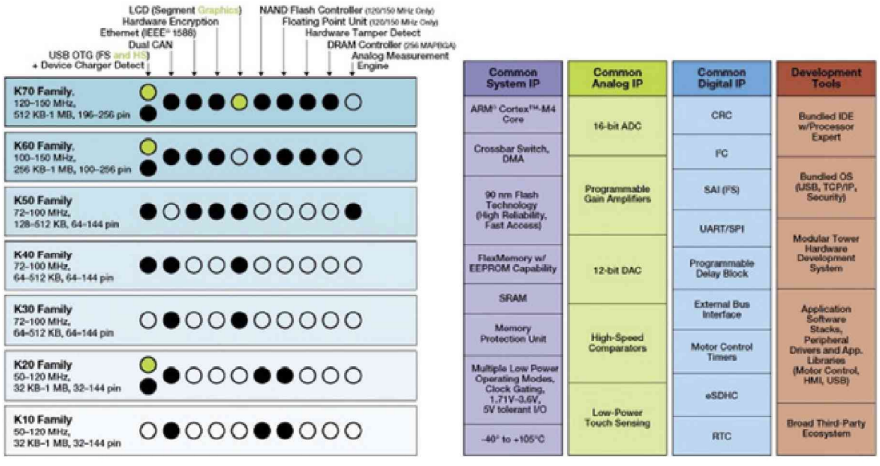
Użytkownik zestawu Kwikstik ma do dyspozycji 256 kB pamięci Flash wbudowanej w mikrokontroler. Zastosowano w nim rzadko spotykany typ pamięci Flash, noszą-

Kinetisy: dla każdego coś dobrego z Cortex-M4 w środku

Rodzina mikrokontrolerów z rdzeniem Cortex-M4, produkowanych przez Freescale, nosi nazwę Kinetis. W jej skład wchodzi sześć podrodzin oznaczonych symbolami K10, K20, K30, K40, K60 i K70, które różnią się wyposażeniem wewnętrznym i wynikającym z niego ukierunkowaniem aplikacyjnym. Podrodziny K10 i K20 (w planach producenta taktowane sygnałem zegarowym od 50 do 150 MHz) są ze sobą praktycznie identyczne (i wymienne), najistotniejszą różnicą jest wyposażenie K20 w interfejs USB-OTG. Obydwie podrodziny mikrokontrolerów - podobnie jak największe z podrodziny K60 - wyposażono w kontrolery pamięci NAND Flash i zmiennoprzecinkowe jednostki obliczeniowe FPU. Wszystkie mikrokontrolery z rodziny Kinetis wyposażono w podwójny interfejs CAN2.0B, ich standardowym wyposażeniem jest także wiele bloków i interfejsów peryferyjnych, w tym 16-bitowy przetwornik A/C, wzmacniacze analogowe o programowanym wzmocnieniu, szybkie komparatory analogowe, a także interfejsy do obsługi bezstykowych paneli użytkownika. Mikrokontrolery Kinetis wyposażono także w bogaty zestaw interfejsów komunikacyjnych: I²C, SPI, UART, generator-kontroler CRC, cyfrowy interfejs audio I²S, timery z generatorami PWM przeznaczone do sterowania pracą silników elektrycznych, a także sprzętowy interfejs kart SDHC.

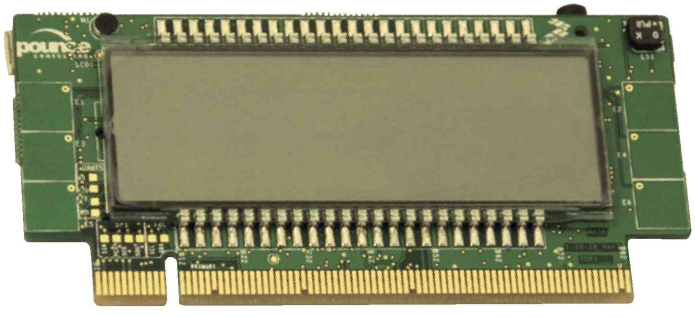
Mikrokontrolery Kinetis z podrodzin K30 i K40 (przystosowane do taktowania sygnałami o częstotliwości w zakresie od 50 do 100 MHz) wyposażono w sprzętowy sterownik segmentowych LCD, pozbawiono je natomiast jednostki FPU i kontrolera NAND Flash. Najlepiej wyposażone są mikrokontrolery z podrodziny K60 (w planach producenta częstotliwości taktowania rdzenia będą wynosić od 100 do 180 MHz): oprócz sprzętowego bloku kryptograficznego (obsługuje algorytmy DES, 3DES, AES, MD5, SHA-1 oraz SHA-256) wbudowano w nie moduł MAC interfejsu Ethernet 10/100Mb/s (zgodny z IEEE1588, interfejsy MII i RMII) oraz kontroler pamięci SDRAM. Obsługuje on pamięci DRAM: LPDDR, DDR oraz DDR2 o 16-bitowej magistrali danych i łącznej pamięci do 256 MB. Niektóre wersje mikrokontrolerów wyposażono w kontroler magistrali zewnętrznej FlexBus, dzięki któremu CPU uzyskuje dostęp do zewnętrznej przestrzeni adresowej wynoszącej 2 GB w konfiguracji 8-/16- i 32-bitowej. Można w niej ulokować m.in. pamięci PROM, EPROM, Flash, SRAM i EEPROM, a także dowolne inne peryferia.

Mikrokontrolery z rodziny K70 są poszerzonymi funkcjonalnie wersjami układów K60, dodatkowo wyposażonymi w kontroler LCD SVGA.



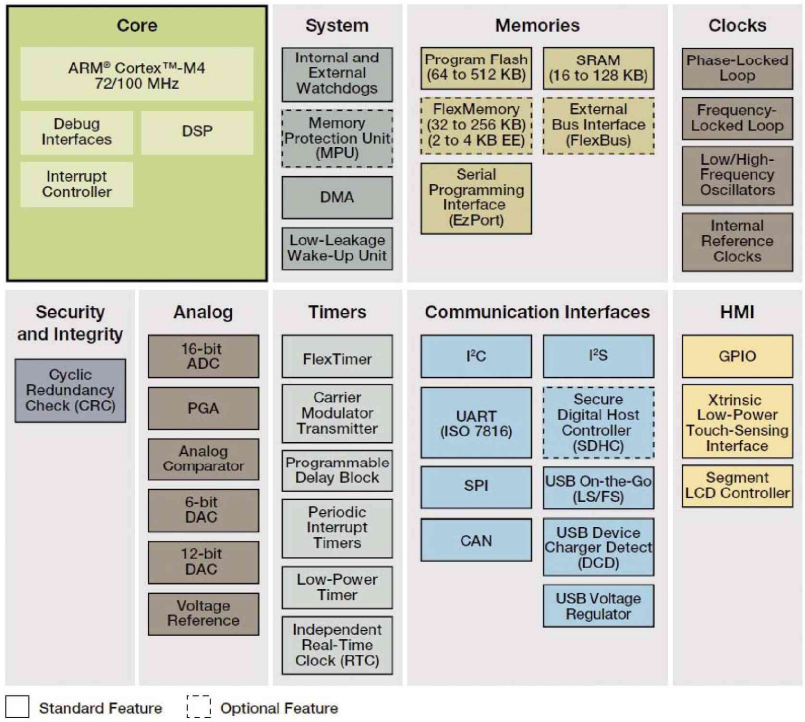
Rysunek 2.

cy firmową nazwę FlexMemory, która jest wykonywana w technologii TFS (*Thin Film Storage*) o wymiarze charakterystycznym 90 nm. Charakteryzuje się możliwością pracy przy napięciach zasilania dochodzących do 1,71 V, a deklarowany przez producenta czas dostępu do danych nie przekracza 30 ns (co ma znaczenie, ze względu na wysoką – 100 MHz – częstotliwość taktowania CPU). Kontroler pamięci FlexMemory umożliwia użytkownikowi definiowanie niektórych jej bloków jako pamięci EEPROM o typowej liczbie cykli kasowanie/zapis wynoszącej 1 mln, charakteryzującej się dodatkowo bardzo krótkim czasem kasowania i zapisu – nie przekracza on 1,5 ms/bajt.



Fotografia 3.

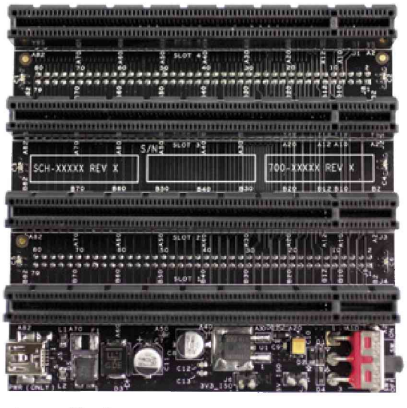
Budowa mikrokontrolerów z podrodziny K40



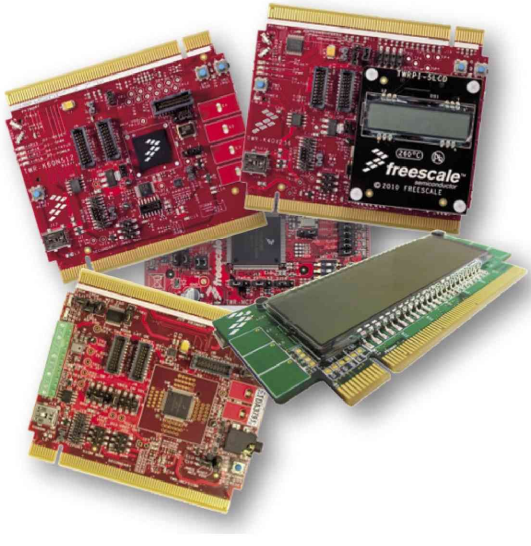
W skład zestawu Kwikstik wchodzą:
- płytka z mikrokontrolerem K40X256 i wyposażeniem opisanym w artykule,
- silikonowe „opakowanie" płytki,
- kabel USB,
- pyta DVD z pakietem oprogramowania:
  - systemem operacyjnym Freescale MQX RTOS
  - IAR Embedded Workbench (wersja do 32 kB)
  - Keil MDK (wersja do 32kB)
  - Green Hills Software MULTI IDE (wersja ewaluacyjna)

Z obydwu stron LCD ulokowano pola czujników zbliżeniowych (**fotografia 3**), które spełniają rolę bezstykowej klawiatury (obsługiwanej przez mikrokontroler K40) wykorzystywanej w przykładowych aplikacjach, mogą z nich korzystać także aplikacje użytkowników.

Szczególne możliwości rdzenia Cortex -M4 ujawniają się w aplikacjach wymagających obróbki sygnałów (DSP), co ułatwia wyposażenie Kwikstika w mikrofon analogowy oraz analogowy tor wyjściowy audio bazujący na wewnętrznym przetworniku C/A z wyjściem sygnału na złączu mini-jack, na które sygnał jest podawany z wyjścia wzmacniacza mocy z regulacją głośności. Akustyczną sygnalizację zdarzeń zapewnia wbudowany w zestaw miniaturowy głośnik elektromagnetyczny, którego skuteczność akustyczną poprawia otwór wycięty w sili-



Fotografia 4.



konowej osłonie, dzięki czemu po jego założeniu natężenie emitowanego sygnału nie jest tłumione.

W skład standardowego wyposażenia Kwikstika wchodzi także złącze karty MicroSD, akumulator litowy ułatwiający testowanie trybów oszczędzania energii, złącze USB umożliwiające wykorzystanie interfejsu USB FS wbudowanego w mikrokontroler K40X256, a także prosty, optyczny interfejs komunikacyjny, który może pracować w trybie IrDA. Konstruktorzy zestawu wyposażyli go w złącze TWRPI (Tower Plug-in) oraz – co wydaje się niezwykle trafionym pomysłem – także w złocone złącze krawędziowe, umożliwiające montaż zestawu w płycie *elevator* (boczne płytki nośne – **fotografia 4**) zestawu Tower. Dzięki temu mikrokontroler zamontowany na Kwikstiku ma możliwość korzystania z większości modułów peryferyjnych systemu Tower, w tym m.in. interfejsów bezprzewodowych, wyświetlaczy graficznych, CAN, RS485/232 itp.

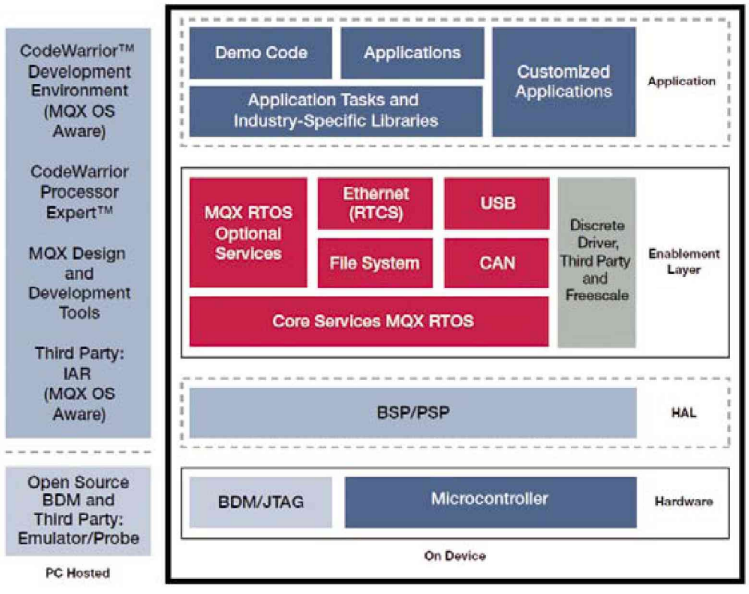
Konstruktorów przyzwyczajonych do możliwości debugowania pracy mikrokontrolera w systemie ucieszy zapewne wyposażenie Kwikstika w interfejs J-Link firmy Segger (**fotografia 5**, co ciekawe zaimplementowano go w mikrokontrolerze MCF51JM128VLD), dzięki czemu zestaw może współpracować z wieloma popularnymi środowiskami programistycznymi (m.in. Keil µVision, IAR Workbench). Interfejs ten jest obsługiwany także przez natywne środowisko programistyczne opracowane przez firmę Freescale (Code Warrior), które producent oferuje w bezpłatnej wersji *Special Edition* z ograniczeniem do 128 kB objętości pliku wynikowego. Za pomocą zintegrowanego J-Linka można zarówno programować pamięć Flash mikrokontrolera jak i monitorować jego pracę.

Na koniec prezentacji Kwikstika bardzo ważna informacja: kompletny zestaw kosztuje poniżej 140 PLN brutto, co – biorąc pod uwagę jego wyposażenie – czyni z niego jedno z najbardziej atrakcyjnych rozwiązań tego typu na rynku. Czy się przyjmie w naszym kraju? Na pewno ma duże szanse.

Andrzej Gawryluk, EP

MQX RTOS – coś specjalnie dla „freescaleowców"

System operacyjny jest oprogramowaniem zarządzającym dostępem do zasobów sprzętowych systemu. Spełnia on także zazwyczaj rolę interfejsu pośredniczącego pomiędzy sprzętem a aplikacjami, m.in. poprzez wykorzystanie bibliotek zapewniających obsługę peryferiów wewnętrznych i zewnętrznych.



Najpopularniejsze peryferia, dla których sterowniki zawarto w MQX to: interfejsy UART, SPI, I2C, FlexBus, moduł RNG, pamięć Flash oraz linie GPIO. Przykładowe funkcje udostępniane przez sterowniki urządzeń peryferyjnych to:

- fopen (*device driver*),
- read (*specific driver parameters*),
- write (*specific drivers parameters*),
- ioctl (*supported command*),
- fclose (*file handler*).

Zestawy sterowników wchodzą w skład zestawów plików BSP (*Board Support Package*), których zadaniem jest: inicjalizacja mikrokontrolera oraz innych elementów warstwy sprzętowej, zdefiniowanie specyficznych parametrów systemu (jak np. częstotliwość zegara systemowego), ustawienie wektorów przerwań, parametrów wykorzystywanych sterowników, skonfigurowanie funkcji wejść/wyjść, umożliwienie startu funkcji main() i samego systemu operacyjnego.

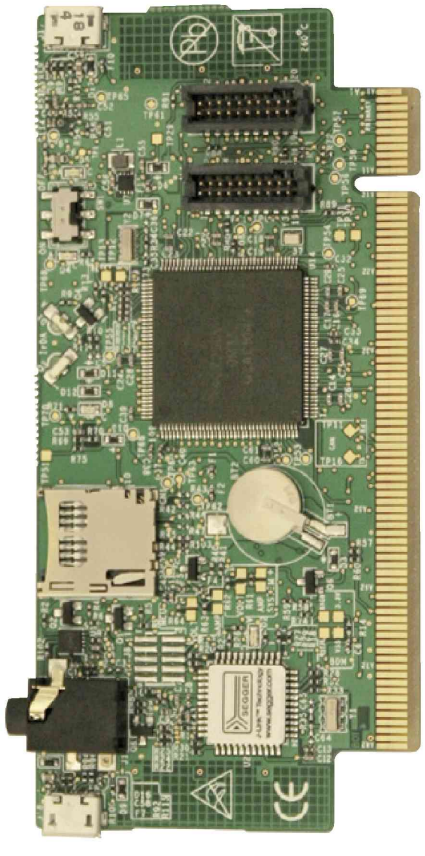
Przykładem specyficznego sterownika stosowanego w systemie MQX jest obsługa systemu plików MFS (MSDOS File System), który obsługuje standartowe systemy plików FAT12, FAT16 oraz FAT32. Sterownik MFS zawiera zestaw sterowników niższego poziomu, przeznaczonych do obsługi różnych mediów, np.: dysku Flash, stacji dyskietek, pamięci Flash USB, kart SD itd.

We współczesnych aplikacjach dużą rolę odgrywa interfejs USB, którego sterownik jest także standardowym elementem systemu MQX. Obsługuje on interfejs USB w trybie host (z obsługą urządzeń klasy HID (myszy, klawiatury), MSD (dyski Flash), HUB oraz CDC (komunikacja szeregowa). Obsługiwany jest także tryb USB device, w ramach którego obsługiwane są urządzenia należące do klas: HID, CDC, PHDC (*Personal Health Core Device Class*) oraz MSD.

Standardowym elementem systemu MQX jest stos TCP/IP czasu rzeczywistego o nazwie RTCS. Zastosowano w nim standardowy mechanizm interfejsu opartego na gniazdach (*sockets*), zapewnia on obsługę wielu protokołów:

- Telnet serwer i klient,
- FTP serwer i klient,
- TFTP serwer i klient,
- agent SNMP,
- serwer Echo,
- serwer EDS (Winsock),
- klient SNTP,
- DNS Resolver,
- serwer i klient DHCP.

Stos RTCS jest skalowalny zarówno podczas kompilacji aplikacji jak i w czasie działania. Programista może wybrać implementację tylko tych protokołów, które są w aplikacji wykorzystywane. Implementacja stosu RTCS jest wspomagana przez środowisko programistyczne CodeWarrior, dzięki czemu podczas uruchamiania i śledzenia wykonywania programu można monitorować stan obciążenia CPU i pamięci mikrokontrolera przez protokół sieciowy.

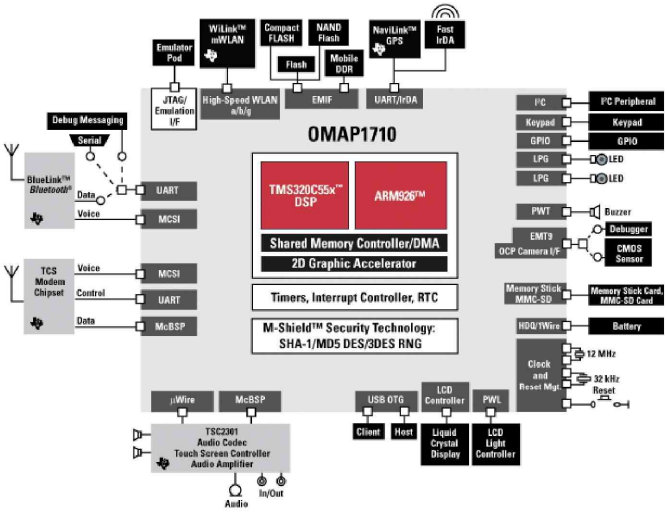


Fotografia 5.

Platforma OMAP 4

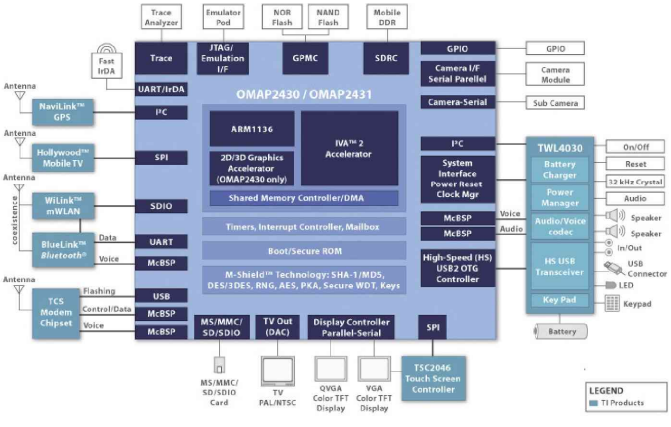
Niedostępna ciekawostka czy rozwiązanie do urządzeń mobilnych dla każdego?

Z całą pewnością wielu elektroników nieraz zastanawiało się, jakie podzespoły znajdują się w nowoczesnych smartphone'ach. Jakie technologie pozwalają na osiągnięcie dużych wydajności obliczeniowych przy małych wymiarach i tak wysokim stopniu upakowania? Czy, aby pracować przy takich układach, trzeba mieć ogromną wiedzę, pracować w dużej firmie czy stosować techniki reverse engineeringu? Artykuł ten opisuje platformę OMAP 4 wykorzystywaną w nowoczesnych urządzeniach mobilnych oraz demonstruje zestawy ewaluacyjne możliwe do nabycia nawet przez osoby, które nie chcą zbytnio nadwerężyć swojego budżetu.

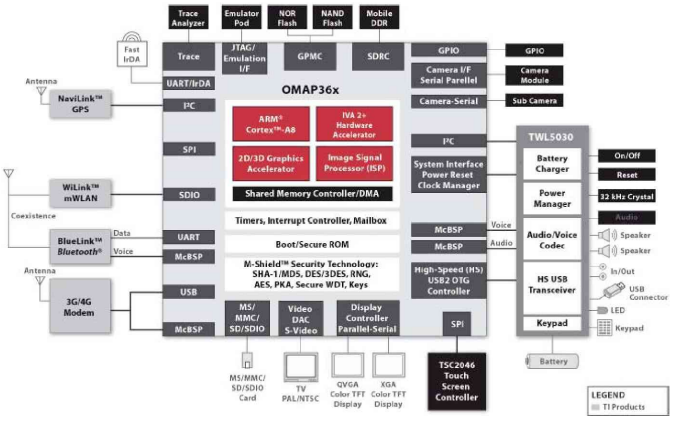


Rysunek 1. Platforma OMAP pierwszej generacji

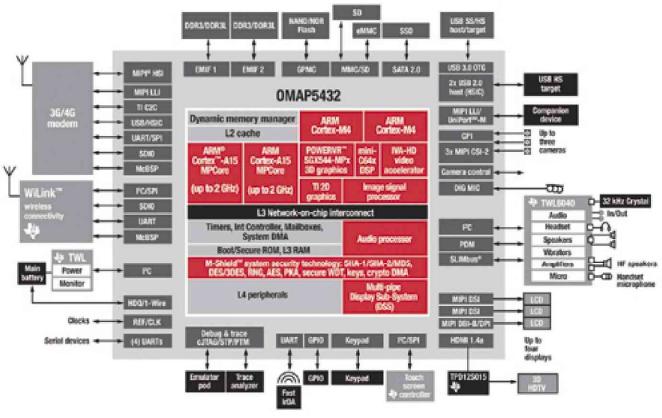
Człowiek ma tendencję do postrzegania otoczenia w ciągły, płynny sposób. Pewne zmiany następujące stosunkowo wolno są trudne do zaobserwowania. Jeżeli temperatura powietrza od południa do wieczora stopniowo maleje lub w przeciągu kilku godzin oglądania filmów wyświetlacz stopniowo obniżałby swoją jasność to w wybranym, krótkim okresie czasu zmiana temperatury czy jasności jest niewyczuwalna przez człowieka. Jednak po pewnym długim czasie można dojść do wniosku, że zrobiło się zimno czy że nie da się już oglądać filmu ponieważ obraz jest zbyt ciemny. Natomiast w przypadku dużych, natychmiastowych zmian są one szybko odczuwalne – zmiana jasności przy wyłączeniu monitora czy zmiana temperatury podczas wejścia do sauny. W taki sam sposób ludzie często nie zdają sobie sprawy z postępu technologicznego dopóki nie zaczną sobie przypominać jak wyglądało ich życie 5, 10 czy 30 lat wcześniej. Naukowcy i inżynierowie swoją pracą starają się ulepszyć i uprościć codzienne życie ludzi. Realizowane jest to między innymi dzięki postępowi technologicznemu, który umożliwia wprowadzanie do życia codziennego nowych rozwiązań, urządzeń, etc. Można stwierdzić, że cały świat znajduje się w nieustannej pogoni za nowoczesnością. Dlaczego w nieustannej? Francuska dziennikarka *Louise Lévêque de Vilmorin* napisała tak: „Być nowoczesnym, to znaczy wyprzedzać swój czas dokładnie o tyle, by mógł on nas wygodnie dogonić" – i należy dodać, że zawsze dogania. Co zatem można określić mianem nowoczesności w dzisiejszych czasach? Urządzenia mobilne wydają się być godne tego określenia. W ostatnich latach można obserwować duży rozwój szerokiej gamy *netbook'ów*, *smartphone'ów* czy urządzeń typu *MID* (*Mobile Internet Devices*). Producenci prześcigają się w tworzeniu urządzeń *All-in-one*, dzięki którym użytkownicy mogą telefonować, pisać *SMS'y*, czytać książki, edytować dokumenty, słuchać muzyki, przeglądać Internet, przesyłać dane, itd. Lista ta nie ma końca. Jej nowe pozycje są dodawane dzięki ciągle zwiększającym i zmieniającym się wymaganiom użytkowników. Firmy tworzące oprogramowanie na swoje urządzenia w obawie przed zbyt dużym wzrostem zapotrzebowań na rodzaje aplikacji otwierają specjalne portale internetowe w których użytkownicy mogą dzielić się lub sprzedawać opracowane przez siebie programy – przykładem jest *App Store* firmy *Apple Inc.* Kolejne generacje multimedialnych urządzeń mobilnych zaskakują nowymi możliwościami, technologiami oraz zużyciem energii. Co jest „sercem" takich urządzeń? Niektórzy producenci tworzą własne układy, a inni korzystają z wyspecjalizowanych rozwiązań znanych firm. Przykładem tej ostatniej grupy są *Nokia*, *Samsung* czy *Motorola*, których pewne *smartphone'y* zbudowane są na bazie układów *SoC* firmy *Texas Instruments* (*TI*)– *OMAP*.



Rysunek 2. Platforma OMAP drugiej generacji



Rysunek 3. Platforma OMAP trzeciej generacji



Rysunek 5. Platforma OMAP piątej generacji

OMAP'owa historia

Platforma *OMAP* jest dobrze znana producentom telefonów komórkowych, *smartphone'ów* oraz *tablet'ów* od wielu lat. Pierwsza generacja układów rozpoczęła się od ulepszenia rdzenia *ARM925T*, a następnie bazowała na standardowym rdzeniu *ARM926EJ-S*. Dodatkowo, zastosowany został procesor sygnałowy *TI* serii *C55x*. Maksymalna częstotliwość taktowania sięgała 220 MHz (**rysunek 1**).

Druga generacja kryła w sobie rdzeń ARM1136 z zegarem 330 MHz oraz 220 MHz procesor sygnałowy. Nowością w którą została zaopatrzona platforma był dedykowany układ graficzny *PowerVR MBX (lite) GPU* (**rysunek 2**) – stosowany między innymi w mobilnych produktach firmy *Apple*.

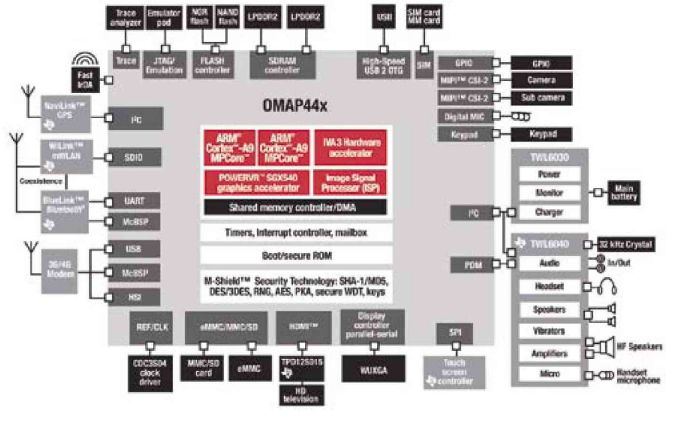
Trzecia generacja rozpoczęła stosowanie rdzeni *ARM* stworzonych specjalnie do wykorzystania w *tablet'ach* i *smartphone'ach*, a mianowicie *ARM Cortex-A8*. Taktowanie – w zależności od wersji rdzenia – dochodziło do 800 MHz. Układ graficzny *MBX* zastąpiono jest ulepszoną wersją *SGX530* (**rysunek 3**). Zastosowano również sprzętowy akcelerator *IVA2* (image, video, audio) oraz procesor sygnałowy przeznaczony do przetwarzania obrazów z możliwością wsparcia 12 mega pikselowych matryc aparatów.

W kolejnej, czwartej generacji użyto dwóch rdzeni *ARM Cortex-A9* taktowanych zegarem do 1,5 GHz. Układ *SGX* ulepszono do wersji *SGX540* oraz pojawił się akcelerator *IVA* w wersji 3 (**rysunek 4**).

W nadchodzącym roku światło dzienne ma ujrzeć najnowsza generacja platformy *OMAP* – wersja 5. Głównymi jednostkami obliczeniowymi będą dwa rdzenie *ARM Cortex-A15* (taktowane zegarem 2 GHz każdy). W celu odciążenia rdzeni, a zatem zwiększenia użytecznej mocy obliczeniowej zostaną zastosowane układy grafiki 2D oraz 3D, procesor *DSP* oraz audio, akcelerator *IVA-HD*, dwa rdzenie *ARM Cortex -M4* oraz wiele innych dedykowanych modułów (**rysunek 5**).

OMAP w wersji 4

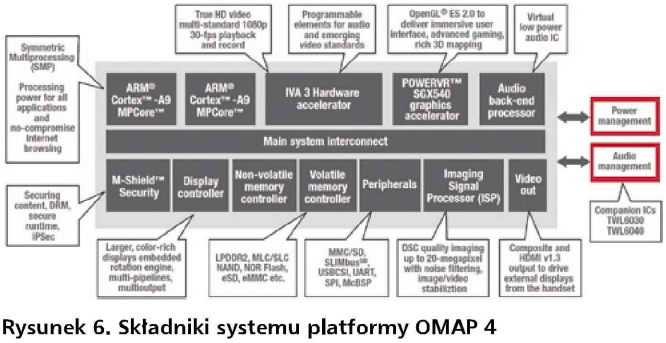
Układy z serii OMAP 4 są obecnie najnowszą dostępną wersją platformy. W obudowie typu *PoP* (*Package-on-Package*) kryje się wiele



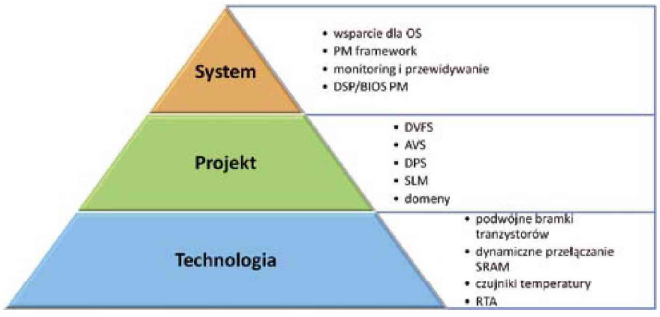
Rysunek 4. Platforma OMAP czwartej generacji

podsystemów balansujących pomiędzy dużą wydajnością, a małym zużyciem energii. Dzięki temu platforma jest dobrą bazą dla nowoczesnych urządzeń takich jak *smartphone'y* czy *tablet'y*. Główne składniki systemu to między innymi (**rysunek 6**):

- Dwa rdzenie *ARM Cortex-A9* – każdy taktowany zegarem o częstotliwości 1 GHz (*OMAP4430*). Zastosowanie wielu rdzeni wymuszane jest poprzez ciągle rosnący apetyt na moc obliczeniową aplikacji uruchamianych w urządzeniach przenośnych. Dlatego konieczne jest tworzenie architektur umożliwiających przetwarzanie równoległe. Platforma *OMAP 4* obsługuje przetwarzanie symetryczne *SMP* (*symmetric multiprocessing*). Pozwala ono na pracę wielu rdzeni z jednym systemem operacyjnym przy założeniu, że każdy z rdzeni jest identyczny oraz posiadają one równe prawa do obsługi przerwań, dostępu do pamięci czy portów wejść/wyjść,
- Sprzętowy akcelerator *IVA 3* – akcelerator pozwala na obsługę wielu dostępnych kodeków multimedialnych (*H.264 HP*, *MPEG4 ASP*, *MPEG-2 MP*, etc.). Posiada też możliwość zaprogramowania w celu obsługi nowych standardów, które nie były jeszcze znane podczas projektowania akceleratora. Wydajność akceleratora pozwala na przetwarzanie obrazu w rozdzielczości 1080p@30fps,
- Akcelerator graficzny *POWERVR SGX540* – *smartphone'y* nie służą już tylko do dzwonienia i organizowania sobie czasu w kalendarzu. Dzięki Internetowi i sieciom komórkowym są swego rodzaju oknem na świat. Użytkownicy na urządzeniach przenośnych przeglądają zasoby sieciowe, portale społecznościowe, oglądają filmy, prezentacje, wizualizacje, grają w gry, itd. Wszystko to, jak i same graficzne interfejsy użytkowników *smartphone'ów* wymagają do obsługi układów graficznych. Zastosowany akcelerator *SGX540* wspomaga grafikę 2D i 3D oraz posiada wsparcie dla *OpenGL* (*ES v2.0*, *ES v1.1*), *OpenVG v1.1* i *EGL v1.3*,
- *Audio back-end processor* – ten zoptymalizowany pod względem poboru prądu podsystem używany jest podczas odtwarzania ścieżek audio w celu odciążenia reszty systemu i oszczędności energii, dzięki czemu, według *TI*, platforma *OMAP* może odtwarzać dźwięk z jednej baterii przez 140 godzin,
- *Display controller* i *Video out* – dzięki tym podsystemom zapewnione jest wsparcie dla szerokiej gamy stosowanych wyświetla-



Rysunek 6. Składniki systemu platformy OMAP 4



Rysunek 7. Nowoczesne rozwiązania platformy OMAP 4

czy, w tym również dotykowych, wielopunktowych. Aby można było w pełni rozkoszować się multimedialnością urządzeń przenośnych nie mogło zabraknąć wsparcia dla podłączania zewnętrznych, dużych wyświetlaczy. Możliwe jest sterowanie odbiornikami z systemem *PAL/NTSC*, jak również podłączanie monitorów czy telewizorów z interfejsem *HDMI v1.3*,

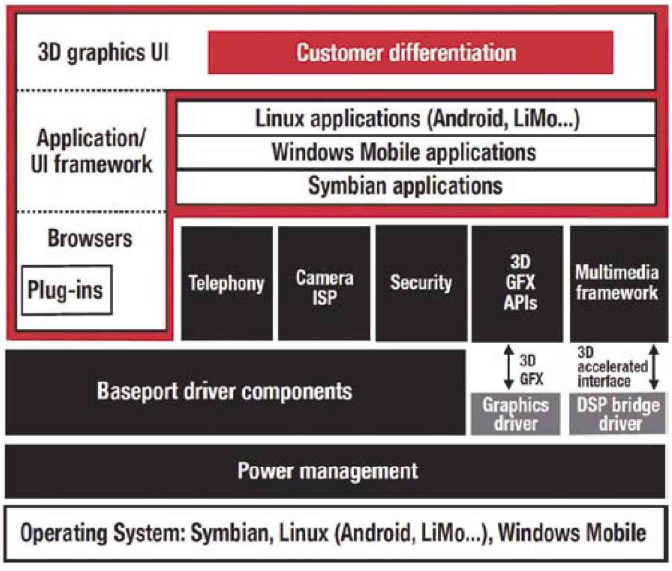
- *Imaging Signal Processor (ISP)* – wbudowany specjalny procesor zapewnia przetwarzanie obrazów o rozdzielczości 20 mega pikseli oraz wsparcie między innymi dla metod przetwarzania obrazów, na przykład dla filtracji szumów, stabilizacji obrazu czy cyfrowego powiększania,
- Liczne peryferia, jak na przykład *USB*, *SDIO*, *UART*, *I²C*, *SPI* czy *MMC/SD* i wiele innych pozwalają na komunikację z szeroką gamą układów.

SmartReflex 2

Integracja coraz to większej liczby funkcji, które realizują dzisiejsze i przyszłe urządzenia mobilne wymusza stosowanie w nich procesorów o dużych mocach obliczeniowych, a co za tym idzie o większym poborze prądu. Niestety, zwiększanie pojemności baterii stosowanych w *smartphone'ach* i telefonach komórkowych przy zachowaniu ich wymiarów nie postępuje tak szybko jak rozwój procesorów. Aby nie rezygnować z małych gabarytów urządzeń mobilnych inżynierowie ciągle poszukują nowych rozwiązań. Podstawowymi problemami są między innymi: prąd upływu, zwiększający się wraz ze zmniejszaniem wymiarów tranzystorów oraz prąd pobierany podczas przełączania tranzystorów – jeżeli zwiększamy taktowanie zegara układu, to w jednostce czasu tranzystory będą przełączane większą ilość razy, a zatem w tym przedziale czasu zwiększy się pobór prądu. Do walki z tymi zjawiskami, w celu ograniczenia zużycia energii zachowując jednocześnie wydajność urządzeń inżynierowie z firmy *TI* opracowali technologię *SmartReflex* (obecnie w wersji 2), która jest stosowana w wielu ich produktach – między innymi w platformie *OMAP 4*. W związku z wysokim poziomem złożoności platformy, metody oszczędzania energii nie mogą bazować wyłącznie na stanach uśpienia rdzeni. Skupiono się na trzech obszarach w których można zredukować pobór mocy (**rysunek 7**) wydłużając autonomiczny czas działania urządzenia podczas rozmów i stanu czuwania, a także wydłużyć żywotność akumulatora.

Pierwszy obszar to technologia. Platforma OMAP 4 została stworzona w technologii 45 nm. Zastosowano podwójne bramki tranzystorów o różnych długościach. Dzięki temu w przypadku, gdy w danym momencie nie jest konieczna duża wydajność (szybkość przełączania), używane są długie bramki dla ograniczenia prądu upływu. Dodatkowo, możliwa jest zmiana napięcia zasilania pamięci SRAM oraz układów logicznych bez utraty zapamiętanych w nich informacji. To również zmniejsza całościowy prąd upływu. Redukcja prądu upływu realizowana jest również dzięki technologii *RTA* (*SRAM Retention 'Til Access*), która pozwala na podtrzymywanie informacji w blokach pamięci *SRAM* przy obniżonym napięciu zasilania w chwilach w których nie są one używane.

Kolejne rozwiązania zostały zastosowane podczas projektowania układu *System-on-Chip* (*SoC*):



Rysunek 8. Pakiet oprogramowania dla OMAP 4 od TI

- *Adaptive voltage scaling* (*AVS*) – pozwala na utrzymanie wysokiego poziomu wydajności układu, jednocześnie obniżając napięcie zasilania na podstawie odczytów z czujników temperatury,
- *Dynamic power switching* (*DPS*) – bazując na informacji o poziomie aktywności systemu pozwala na dynamiczne przełączanie pomiędzy stanami uśpienia, redukując prąd upływu,
- *Dynamic voltage and frequency switching* (*DVFS*) – pozwala na dostosowywanie napięcia zasilania oraz częstotliwości zegara do wymaganej wydajności,
- *Standby leakage management* (*SLM*) – w celu zredukowanie prądu upływu składowe systemu utrzymywane są w możliwie najniższym stanie uśpienia stosownym do aktualnych wymagań,
- Zastosowanie wielu domen napięć zasilania, poziomów logicznych oraz zegarów taktujących pozwala na optymalne sterowanie systemem dostosowując całościowy pobór mocy do wymaganej wydajności.

Trzeci obszar to obszar systemu w sensie oprogramowania. Zostały stworzone programy pod systemy operacyjne (*Symbian*, *Linux*) pozwalające na sterowanie zasilaniem (*Power Management framework*) bazując na kontroli i przewidywaniu wymaganego obciążenia systemu, jak również programu pozwalające na sterowanie procesorem *DSP* (*DSP/BIOS software kernel foundation*).

Wsparcie z TI

Pomysły wizjonerów, ograniczonych tylko przez ich wyobraźnie, oraz ciągle zmieniające się trendy i potrzeby ludzi kreują nowe techniki i rozwiązania do realizacji tych koncepcji. Jednak droga od momentu wypuszczenia na rynek układu takiego jak *OMAP* do chwili pojawienia się w sklepach gotowych urządzeń w pełni go wykorzystujących jest długa. Dlatego firma *TI* dba o to, żeby jak najbardziej skrócić czas pomiędzy tymi momentami. Ponieważ platforma *OMAP* jest bardzo złożona, firmy chcące z niej korzystać w swoich produk-



Rysunek 9. Platforma bezprzewodowa WiLink 7.0



Rysunek 10. Zestaw ewaluacyjny TI – Blaze (OMAP 4)

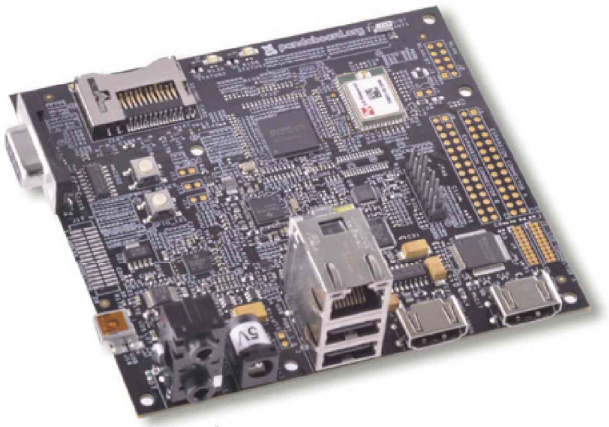
tach nie mogą pozwolić sobie na żmudne i czasochłonne zapoznawanie się z całą dokumentacją (sam tylko dokument *„OMAP4430 Multimedia Device Silicon Revision 2.x"* liczy ponad 5000 stron), uruchamianie poszczególnych podsystemów, następnie dostosowywanie systemu operacyjnego wraz z pisaniem sterowników, a na koniec tworzenie swoich aplikacji i interfejsu granicznego. Projektanci, którzy korzystają z platformy *OMAP* otrzymują do dyspozycji również pakiet oprogramowania (**rysunek 8**). Pakiet ten zawiera biblioteki wspierające różne systemy operacyjne – *Symbian*, *Linux* czy *Windows Mobile*. Dostarczone są również sterowniki dla poszczególnych modułów systemu platformy oraz biblioteki *BSP* (*Board Support Package*) pozwalające na szybkie i bezproblemowe uruchamianie oficjalnych płytek ewaluacyjnych. Z pakietem zintegrowano również szereg narzędzi oraz rozwiązań przyspieszających proces powstawania urządzenia końcowego. Są nimi między innymi: wspomagane sprzętowo kodeki multimedialne, obsługa zarządzania wydajnością i zużyciem energii, obsługa grafiki 3D czy środowisko zarządzania zabezpieczeniami i narzędzia do tworzenia aplikacji multimedialnych – wszystko to napisane, zoptymalizowane pod względem energetycznym i wydajnościowym, gotowe do użycia. Dzięki takiemu podejściu firmy *TI* i oferowanemu zestawowi składającemu się zarówno z platformy sprzętowej oraz oprogramowania i sterowników, czas potrzebny na pełen proces projektowania gotowego do użycia urządzenia ulega znacznemu skróceniu. Dodatkowo, zaimplementowana została komunikacja z niektórymi układami *TI*. Przykładem może być platforma *WiLink*™ (**rysunek 9**) obsługująca standardy *WLAN* czy *Bluetooth*.

Nie dla każdego(?)

Pomimo szerokiego zakresu zastosowań platformy i jej obecności na rynku urządzeń mobilnych, istnieje pewnego rodzaju bariera odgradzająca szarego Kowalskiego, który zajmuje się hobbystycznie elektroniką od możliwości kupna układów z serii *OMAP*. Jeżeli chcemy wykorzystać platformę w projektowanych przez nas urządzeniach, które ukaże się w ilości kilkuset tysięcy lub milionów sztuk, to sprawa jest rozwiązana – wystarczy skontaktować się z firmą *TI* i rozpoczną się rozmowy wstępne. *TI* nie interesuje sprzedaż pojedynczych sztuk do zastosowań amatorskich. Czy zatem warto czytać o tej platformie i wykazywać choć cień zainteresowania? Oczywiście – tak, ponieważ potencjał możliwości zamknięty w tych



Rysunek 11. Zestaw ewaluacyjny TI – Blaze Tablet (OMAP 4)

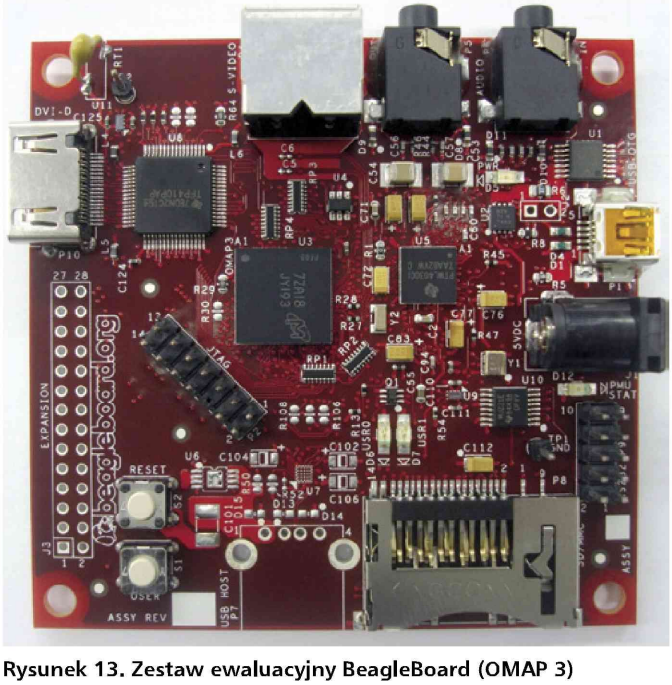


Rysunek 12. Zestaw ewaluacyjny PandaBoard (OMAP 4)

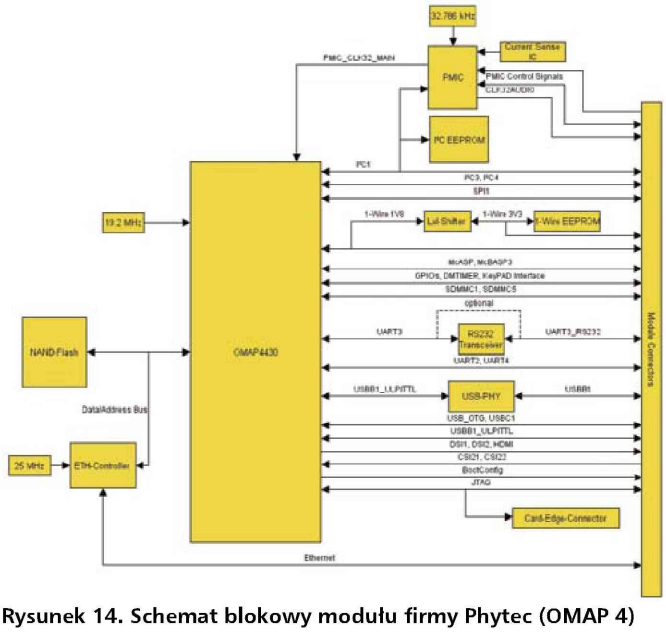
układach jest olbrzymi, a rozwiązania w nich zastosowane tworzą coraz to nowe trendy w urządzeniach multimedialnych. Na rynku znajduje się szereg płytek ewaluacyjnych produkowanych przez różne firmy. Część tych płytek to kompletne systemy (Single Board Computer) oparte na platformie *OMAP 4*, które z powodzenie można użyć w projektach, nie poświęcając czasu na „projektowanie elektroniki".

TI stworzyło *Blaze'a* (**rysunek 10**) – urządzenie w postaci *smartphone'a* spełniające rolę mobilnej platformy uruchomieniowej. Dodatkowo skonstruowano *tablet* na bazie czwartej generacji platformy – *Blaze Tablet* (**rysunek 11**). Choć oba urządzenia bardzo dobrze nadają się do testowania układów oraz tworzenia oprogramowania, to ich ceny (~$2000) mogą być granicą nie do przejścia dla hobbystów. Dla nich pomocna może okazać się płytka testowa *PandaBoard* (**rysunek 12**) – cena $174. Podobnie jak płytka *BeagleBoard* (**rysunek 13**), która została zaprojektowana dla trzeciej generacji platformy *OMAP*, tak i *PandaBoard* zyskuje coraz większą popularność wśród projektantów oprogramowania i aplikacji na urządzenia mobilne, między innymi ze względu na fakt, iż jest platformą otwartą.

Jeżeli zachodzi potrzeba zastosowania w projekcie platformy *OMAP*, jednak wszelkie dodatkowe komponenty i peryferia muszą być zaprojektowane osobno, np. z uwagi na wysoką optymalizację zużycia energii lub wymiary urządzenia, to istnieją firmy, które oferują układy *OMAP* w postaci modułów (**rysunek 14**). Jedną z nich jest amerykański *Phytec* (*www.phytec.com*). Podstawowe, niezbędne do uruchomienia systemu układy umieszczone na płytce *PCB* oraz wyprowadzenia



Rysunek 13. Zestaw ewaluacyjny BeagleBoard (OMAP 3)



Rysunek 14. Schemat blokowy modułu firmy Phytec (OMAP 4)

pozwalają na stworzenie własnego produktu zawierającego platformę *OMAP*, jednak produkowanego w niewielkich ilościach.

Podsumowanie

Platforma *OMAP 4* jest niewątpliwie ciekawą pozycją na rynku elektronicznym. Trwające prace nad piątą generacją układów pokazują, że platforma jest ciągle rozwijana i przynosi zyski firmie. Zainteresowanie całym pakietem zawierającym część sprzętową oraz oprogramowanie jest znaczące. Wielkie firmy korzystają i wiążą przyszłość swoich multimedialnych produktów z układami *OMAP*. Przykładem może być *Motorola*, która oparła swój nowoczesny *smartphone Milestone 2* właśnie na platformie *OMAP 3*, a całkiem nowy *Milestone 3* kryje w sobie czwartą wersję tych układów.

W dzisiejszych czasach mobilność jest dewizą wielu pracujących osób. Dodatkowo każdy chce być dostępny dla innych niezależnie od miejsca przebywania. Tożsamościowo, każdy chce mieć dostęp do wszelakich źródeł informacji, a przede wszystkich dostęp do Internetu. *Smartphone* musi realizować coraz więcej funkcji, jednak oczekuje się, aby nadal mieścił się w kieszeni oraz zachowywał standardy dotyczące czasu czuwania oraz czasu trwania rozmów pomiędzy ładowaniami akumulatora.

Dla skrócenia czasu projektowania urządzenia końcowego, *TI* bierze na siebie część zadań, które do niedawna leżały po stronie producentów tych urządzeń. Inżynierowie z TI tworzą zaawansowaną platformę sprzętową oraz dostarczają wsparcie w postaci oprogramowania, sterowników oraz bibliotek dla popularnych systemów operacyjnych urządzeń mobilnych. Dzięki temu twórcy *smartphone'ów* i innych multimedialnych urządzeń mogą poświęcić więcej czasu na dopracowywanie aplikacji oraz graficznego interfejsu użytkownika, które są bardzo ważne dla użytkownika końcowego. Dodatkowo prostota i intuicyjność obsługi często skłaniają konsumentów do zakupu danego urządzenia. Potrzeba również zaznaczyć, że firma *TI* projektując nowe generacje platform *OMAP* musi przewidywać trendy oraz wymagania użytkowników, aby produkt końcowy był w stanie spełnić oczekiwania i standardy panujące w chwili pojawienia się na rynku urządzenia finalnego.

Przedstawione przykłady zestawów ewaluacyjnych pokazują, że nie tylko duże firmy jak *Nokia* czy *Motorola* mogą pozwolić sobie na korzystanie z *OMAP'ów*. Nawet amatorzy elektroniki mogą nabyć i wykorzystać w swoich projektach moc jaka drzemie w platformie z Texasu.

Michał Szpala, Wojciech Gelmuda
AGH Akademia Górniczo-Hutnicza Katedra Elektroniki

REKLAMA

Elhurt zaprasza na bezpłatne szkolenie z komunikacji bezprzewodowej



22 listopada 2011r., Katowice

Poznaj tajniki, o których inni jeszcze nie wiedzą.

- W którą stronę podąża rynek M2M?
- Czy opłaca się stosować moduły GPS/ GLONASS?
- Jeśli nie ZigBee to co?
- Jak szybko i tanio wykorzystać technologie WiFi i Bluetooth?

Szkolenie poprowadzą specjaliści z firm: **Cinterion, Microchip, Microrisc.**

Osoby chcące wziąć udział powinny zgłaszać swoją obecność na adres e-mail: **szkolenie@elhurt.com.pl**
Liczba miejsc ograniczona.

Elhurt Sp. z o.o.
ul. Galaktyczna 35A; 80-299 Gdańsk
tel.: 58 554 08 00; fax: 58 554 08 06
elhurt@elhurt.com.pl

www.elhurt.com.pl

STM32 Releasing your creativity

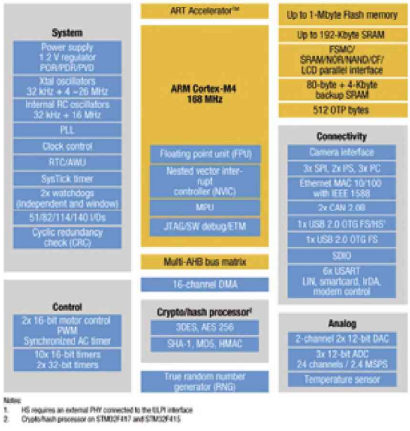


Tanio, taniej, STM32F4Discovery...

Cortex-M4 w pełnej okazałości

Firma STMicroelectronics konsekwentnie rozpieszcza swoich klientów: w ostatnich dniach września światło dzienne ujrzały nowe w ofercie ST mikrokontrolery, które – zgodnie z obowiązującymi współcześnie trendami – wyposażono w szybki, dobrze wyposażony rdzeń Cortex-M4. Równie ważne jest to, że niemalże natychmiast do sprzedaży trafiły ultratanie zestawy ewaluacyjne Discovery z mikrokontrolerem z serii STM32F4.

Nowa rodzina mikrokontrolerów firmy STMicroelectronics, wyposażona w rdzeń Cortex-M4, nosi kodową nazwę STM32-F4 i uzupełnia dotychczas produkowane (wyposażone w rdzeń Cortex-M3) rodziny STM-32-F1, STM32-L1, STM32-F2 i STM32W. Zgodnie z informacjami producenta mikrokontrolery STM32-F4 są pinowo zgodne z STM32-F2, zastosowano w nich także identyczne bloki peryferyjne i interfejsy komunikacyjne, niektóre z nich nieco tylko poprawiono.



Rys. 1. Budowa mikrokontrolerów STM-32-F4

Budowę mikrokontrolerów STM32-F4 pokazano na **rysunku 1**. Schemat do złudzenia przypomina budowę mikrokontrolerów STM32-F2. W nowych mikrokontrolerach zastosowano znany ze starszych rodzin moduł ART pozwalający na odczyt zawartości Flash z pełną prędkością taktowania CPU do 168 MHz (jednak z niezbędnymi *wait state'ami*), zastosowano w nich także zoptymalizowaną 7-poziomową magistralę AHB, dzięki której użytkownik może wpływać na sposób komunikacji niektórych, najbardziej wymagających bloków peryferyjnych z CPU i innymi blokami peryferyjnymi. Producent zapewnia, że zachowano kompatybilność „w dół" bloków peryferyjnych wbudowanych w STM32-F4 z peryferiami zastosowanymi w STM32-F2. Z dostępnych obecnie opisów wynika, że parametry niektórych z nich poprawiono. I tak:

- timery-generatory PWM mogą być taktowane sygnałem o częstotliwości do 168 MHz,
- liczniki RTC zapewniają większą iż dotychczas rozdzielczość pomiaru (dziesiąte i setne części sekund),
- interfejs cyfrowego audio I²S umożliwia w pełni dupleksowy transfer danych, co pozwala stosować mikrokontrolery STM32-F4 w profesjonalnym sprzęcie muzycznym,
- interfejs MAC Ethernet obsługuje protokół synchronizacji czasu IEEE1588 w nowej wersji v2.

Dodatkowe informacje o zestawie Discovery dla mikrokontrolerów STM32-F4 są dostępne pod adresem: *www.st.com/stm32f4-discovery*

Kompatybilność STM32-F2 i STM32-F4

Z informacji udostępnionych przez firmę STMicroelectronics wynika, że mikrokontrolery z tych dwóch rodzin są wzajemnie kompatybilne sprzętowo w zakresie pojemności pamięci Flash od 384 kB do 1 MB i obudowach o liczbie wyprowadzeń od 64 do 176.

Tab. 1. Zestawienie wyposażenia mikrokontrolerów STM32-F4 dostępnych w sprzedaży

Typ	Obudowa	Flash [kB]	SRAM [kB]	Timery 16-bitowe (IC/OC/PWM)	Timery 32-bitowe (IC/OC/ PWM)	Przetworniki A/C kanały/ rozdz.	Przetworniki C/A kanały/ rozdz.	Interfejsy komunikacyjne
STM32F405RG	LQFP64 WLCSP66	1024	192	12x16-bit (24/24/30)	2x32-bit (8/8/8)	16x12-bit	2x12-bit	3xSPI/2xI2S/2xI2C/3xUSART(IrDa, ISO7816)/3xUART/1xUSB OTG FS/HS, 2xCAN/ SDIO
STM32F405VG	LQFP100	1024	192	12x16-bit (24/24/30)	2x32-bit (8/8/8)	16x12-bit	2x12-bit	3xSPI/2xI2S/2xI2C/3xUSART(IrDa, ISO7816)/3xUART/1xUSB OTG FS/HS, 2xCAN/ SDIO
STM32F405ZG	LQFP144	1024	192	12x16-bit (24/24/30)	2x32-bit (8/8/8)	24x12-bit	2x12-bit	3xSPi/2xI2S/2xI2C/3xUSART/1xUSB OTG FS/HS, 2xCAN/ SDIO
STM32F407IE	LQFP176	512	192	12x16-bit (24/24/30)	2x32-bit (8/8/8)	24x12-bit	2x12-bit	3xSPI/2xI2S/2xI2C/3xUSART(IrDa, ISO7816)/3xUART/2xUSB OTG FS/HS, 2xCAN/ Ethernet MAC10/100, SDIO
STM32F407IG	BGA176 LQFP176	1024	192	12x16-bit (24/24/30)	2x32-bit (8/8/8)	24x12-bit	2x12-bit	3xSPI/2xI2S/2xI2C/3xUSART(IrDa, ISO7816)/3xUART/2xUSB OTG FS/HS, 2xCAN/ Ethernet MAC10/100, SDIO
STM32F407VE	LQFP100	512	192	12x16-bit (24/24/30)	2x32-bit (8/8/8)	16x12-bit	2x12-bit	3xSPI/2xI2S/2xI2C/3xUSART(IrDa, ISO7816)/3xUART/2xUSB OTG FS/HS, 2xCAN/ Ethernet MAC10/100, SDIO
STM32F407VG	LQFP100	1024	192	12x16-bit (24/24/30)	2x32-bit (8/8/8)	16x12-bit	2x12-bit	3xSPI/2xI2S/2xI2C/3xUSART(IrDa, ISO7816)/3xUART/2xUSB OTG FS/HS, 2xCAN/ Ethernet MAC10/100, SDIO
STM32F407ZE	LQFP144	512	192	12x16-bit (24/24/30)	2x32-bit (8/8/8)	24x12-bit	2x12-bit	3xSPI/2xI2S/2xI2C/3xUSART(IrDa, ISO7816)/3xUART/2xUSB OTG FS/HS, 2xCAN/ Ethernet MAC10/100, SDIO
STM32F407ZG	LQFP144	1024	192	12x16-bit (24/24/30)	2x32-bit (8/8/8)	24x12-bit	2x12-bit	3xSPI/2xI2S/2xI2C/3xUSART(IrDa, ISO7816)/3xUART/2xUSB OTG FS/HS, 2xCAN/ Ethernet MAC10/100, SDIO
STM32F415RG	LQFP64	1024	192	12x16-bit (24/24/30)	2x32-bit (8/8/8)	16x12-bit	2x12-bit	3xSPI/2xI2S/2xI2C/3xUSART(IrDa, ISO7816)/3xUART/1xUSB OTG FS/HS, 2xCAN/ SDIO
STM32F415VG	LQFP100	1024	192	12x16-bit (24/24/30)	2x32-bit (8/8/8)	16x12-bit	2x12-bit	3xSPI/2xI2S/2xI2C/3xUSART(IrDa, ISO7816)/3xUART/1xUSB OTG FS/HS, 2xCAN/ SDIO
STM32F415ZG	LQFP144	1024	192	12x16-bit (24/24/30)	2x32-bit (8/8/8)	24x12-bit	2x12-bit	3xSPI/2xI2S/2xI2C/3xUSART(IrDa, ISO7816)/1xUSB OTG FS/HS, 2xCAN/ SDIO
STM32F417IE	LQFP100	512	192	12x16-bit (24/24/30)	2x32-bit (8/8/8)	24x12-bit	2x12-bit	3xSPI/2xI2S/2xI2C/3xUSART(IrDa, ISO7816):3xUART/2xUSB OTG FS/HS, 2xCAN/ Ethernet MAC10/100, SDIO
STM32F417IG	BGA176 LQFP176	1024	192	12x16-bit (24/24/30)	2x32-bit (8/8/8)	24x12-bit	2x12-bit	3xSPI/2xI2S/2xI2C/3xUSART(IrDa, ISO7816)/3xUART/2xUSB OTG FS/HS, 2xCAN/ Ethernet MAC10/100, SDIO
STM32F417VE	LQFP100	512	192	12x16-bit (24/24/30)	2x32-bit (8/8/8)	16x12-bit	2x12-bit	3xSPI/2xI2S/2xI2C/3xUSART(IrDa, ISO7816)/3xUART/2xUSB OTG FS/HS, 2xCAN/ Ethernet MAC10/100, SDIO
STM32F417VG	LQFP100	1024	192	12x16-bit (24/24/30)	2x32-bit (8/8/8)	16x12-bit	2x12-bit	3xSPI/2xI2S/2xI2C/3xUSART(IrDa, ISO7816)/3xUART/2xUSB OTG FS/HS, 2xCAN/ Ethernet MAC10/100, SDIO
STM32F417ZE	LQFP144	512	192	12x16-bit (24/24/30)	2x32-bit (8/8/8)	24x12-bit	2x12-bit	3xSPI/2xI2X/2xI2C/3xUSART(IrDa, ISO7816)/3xUART/2xUSB OTG FS/HS, 2xCAN/ Ethernet MAC10/100, SDIO
STM32F417ZG	LQFP144	1024	192	12x16-bit (24/24/30)	2x32-bit (8/8/8)	24x12-bit	2x12-bit	3xSPI/2xI2S/2xI2C/3xUSART(IrDa, ISO7816)/3xUART/2xUSB OTG FS/HS, 2xCAN/ Ethernet MAC10/100, SDIO

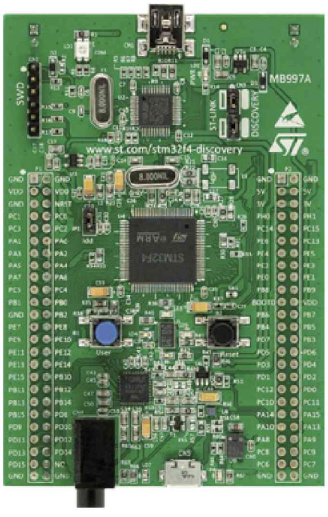
Wprowadzono także klika pomniejszych udoskonaleń, będziemy o nich informować po wprowadzeniu nowych mikrokontrolerów do sprzedaży w sieci dystrybucyjnej i opublikowaniu przez producenta oficjalnych wersji dokumentacji.

Interesującą cechą FPU wbudowanej w mikrokontrolery STM32-F4 jest możliwość bezpośredniego wykonywania kodu wygenerowanego za pomocą pakietu Matlab, co otwiera przed konstruktorami i programistami niewyobrażalne wręcz możliwości obliczeniowe i to zarówno w zakresie cyfrowej obróbki sygnałów, jak i obliczeń konstrukcyjnych i inżynierskich w różnych dziedzinach wiedzy i techniki.

Korzystanie z możliwości mikrokontrolerów w zakresie DSP upraszczają biblioteki CMSIS, których specyfikacja przewiduje dostępność bogatego zestawu obliczeń, jak na przykład: interpolacje, obliczenia statystyczne, transformaty (także w dziedzinie liczb zespolonych), operacje na macierzach, filtrowanie sygnałów, a także (sic!) programowo realizowany regulator PID.

W **tabeli 1** pokazano zakresy wyposażenia i dostępnych obudów mikrokontrolerów STM32-F4, które jako pierwsze wprowadzono na rynek. Jak widać, STMicroelectronics stoi na twardym gruncie rzeczywistości: dostępne są przede wszystkim wersje obudów łatwych w tanim montażu. W obudowach BGA dostępne jest zaledwie kilka typów nowych mikrokontrolerów.

Czytelników zainteresowanych praktyką informujemy, że producent zadbał o to, żeby im maksymalnie ułatwić start: w najbliższych dniach dostępne będą bardzo tanie zestawy DiscoveryKit z nowymi mikrokontrolerami (**fotografia 2**), których budowa i wyposażenie są podobne do dobrze znanych na rynku DiscoveryKitów dla starszych rodzin STM32. Na płytce zestawu zintegrowano m.in. programator-debugger zgodny z ST-LinkV2 (pracuje w trybie SWD), a na potrzeby osób chcących przełamać potencjalne kłopoty podczas samodzielnego odkrywania tajników nowych mikrokontrolerów przygo-



Fot. 2. Wygląd zestawu Discovery Kit z mikrokontrolerem z rodziny STM32-F4

Marketing nie zastąpi „realu"

Jednym z podstawowych celów większości współczesnych producentów mikrokontrolerów jest wprowadzenie do swojej oferty produkcyjnej „czegoś" z Corteksów. Do tego dobrze by było, że być pierwszym w jakimś segmencie corteksowego rynku.

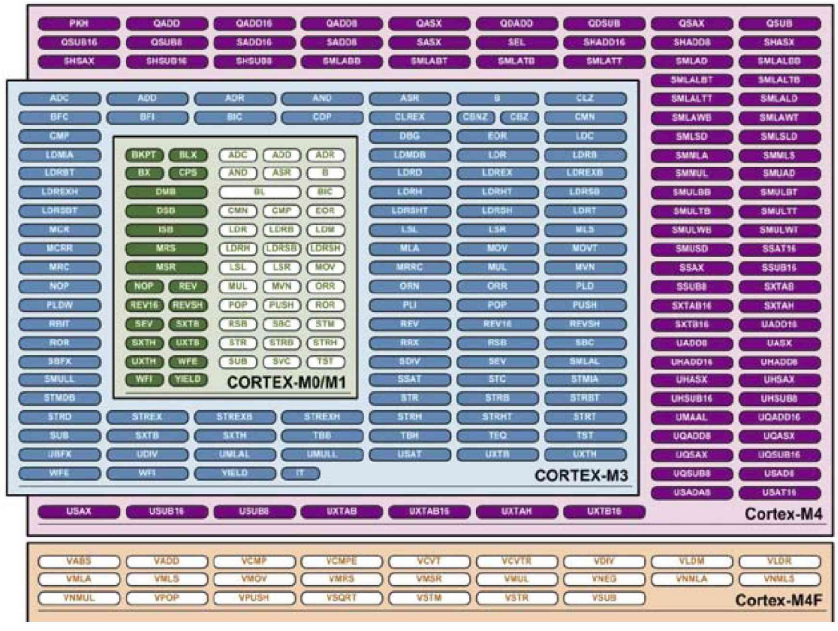
Dotychczas kilku producentów mikrokontrolerów ogłosiło się pionierami rdzeni Cortex-M4, ale – jak pokazuje sklepowa praktyka – w większości były to chwyty marketingowe oraz niezbyt udane próby wdrożeń („niezbyt udane" ze względu na ograniczenia funkcjonalne lub czasowe krzemowych implementacji rdzeni). Wiele wskazuje na to, że pod koniec listopada w większości sklepów z podzespołami będzie można kupić przynajmniej kilka typów mikrokontrolerów STM32-F4. W ten sposób po raz kolejny rzeczywistość wygra z marketingowymi imaginacjami.

towano projekty referencyjne dla typowych środowisk programistycznych: EWARM, MDK-ARM, TrueSTUDIO oraz TASKING. W skład wyposażenia sprzętowego zestawu Discovery wchodzi także konwerter audio C/A zintegrowany ze wzmacniaczem pracującym w klasie D, MEMS-owy mikrofon z oferty STMicroelectronics (MP45DT02), a także 3-osiowy, MEMS-owy czujnik przyspieszenia LIS302DL. Użytkownicy zestawu mogą wygodnie prowadzić próby z interfejsem USB-OTG (płytkę wyposażono w złącze USB A/B), komfort korzystania z zestawu podnoszą zainstalowane na płytce diody LED i przyciski. Niebagatelnym atutem prezentowanego zestawu są wyprowadzone na standardowe gold-piny 2,54 mm linie GPIO mikrokontrolera, łatwo dostępne także dla tych konstruktorów, którzy swoje pomysły weryfikują na płytkach zaciskowych (*bread-boardach*).

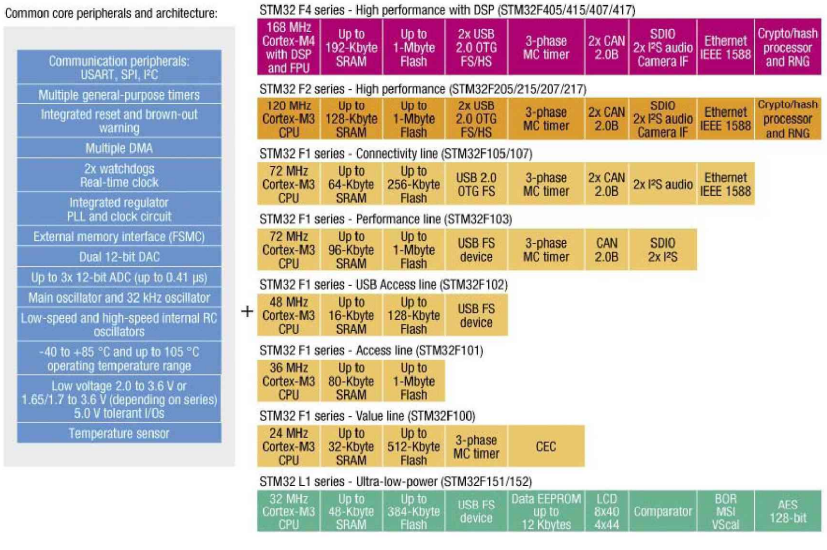
W skład rodziny mikrokontrolerów STM32 wchodzi obecnie ponad 250 różnych wersji układów, w wielu przypadkach wzajemnie kompatybilnych ze sobą pinowo. Uporządkowanie budowy peryferiów implementowanych w STM32 upraszcza tworzenie uniwersalnych, łatwo przenośnych aplikacji, w czym pomocne są także biblioteki CMSIS. Na **rysunku 4** przedstawiono uproszczone schematy blokowe obecnie dostępnych grup mikrokontrolerów tworzących rodzinę STM32. Na rysunku tym można łatwo oszacować potencjał techniczny tej rodziny, jak i jej potęgę rynkową. Na horyzoncie zdarzeń – jak na razie – żadnego zagrożenia nie widać…

Tomasz Starak, EP

Najistotniejszą różnicą pomiędzy STM32-F4 i starszymi rodzinami mikrokontrolerów STM32 jest zastąpienie w nich rdzenia Cortex-M3 jego rozszerzoną wersją, wyposażoną w sprzętową jednostkę FPU (*Floating Point Unit*) o pojedynczej precyzji, możliwość dekodowania zestawu jednotaktowych instrukcji wspomagających realizację algorytmów DSP, a także zwiększoną do 168 MHz częstotliwość sygnału taktującego CPU (przy zachowaniu poboru prądu przez CPU na poziomie 230 µA/MHz!). Właśnie te elementy wyposażenia nowych mikrokontrolerów wyznaczają ich obszary aplikacyjne, dotąd zarezerwowane głównie dla procesorów DSP i/lub mikrokontrolerów DSC (*Digital Signal Controllers*). Sztandarowym przykładem jest wyposażenie STM32-F4 w jednostkę MAC (*Multiply-ACcumulates*), która pozwala wykonać w jednym takcie zegara operację mnożenia dwóch liczb 32-bitowych i dodanie uzyskanego wyniku do liczby 64-bitowej.



Na rysunku powyżej pokazano zestawienie „obszarów" instrukcji obsługiwanych przez wszystkie rdzenie Cortex-M, jak widać Cortex-M4 obsługuje znacznie więcej instrukcji niż Cortex-M3, co pozwala na wykonywanie wielu złożonych operacji na danych za pomocą pojedynczych poleceń asemblerowych. Ponieważ STM32-F4 wyposażono w sprzętową jednostkę FPU, ich jednostka centralna dekoduje także instrukcje zaznaczone na rysunku 1 jako obsługiwane przez rdzeń Cortex-M4F – w rzeczywistości to on jest „sercem" nowych mikrokontrolerów firmy STMicroelectronics.



Rys. 3. Wyposażenie i możliwości poszczególnych podrodzin tworzących rodzinę STM32



Elo TouchSystems

Ekrany do wymagających aplikacji przemysłowych

Wiele lat temu ekrany dotykowe były postrzegane jako produkty „egzotyczne", drogie interfejsy stosowane wyłącznie w kosztownych gadżetach lub w najbardziej zaawansowanych aplikacjach, takich jak np. kontrola ruchu powietrznego czy sterowanie elektrowniami atomowymi. Z biegiem czasu urządzenia te coraz częściej pojawiały się w bardziej powszechnej elektronice przemysłowej i w sprzęcie konsumenckim. Usprawniają one komunikację pomiędzy przyrządem a operatorem. Dzięki możliwości wyświetlania dowolnych informacji na monitorze, pozwalają sterować wieloma urządzeniami przemysłowymi lub procesami za pomocą jednego ekranu.

Dodatkowe informacje:
Semicon Sp. z o.o., ul. Zwoleńska 43/43A, 04-761 Warszawa, tel. 22 615 73 71, faks 22 615 73 75, info@semicon.com.pl, www.semicon.com.pl

Firma TE Connectivity, producent wysokiej klasy ekranów dotykowych Elo TouchSystems, ma w swojej ofercie monitory wolno stojące, monitory do zabudowy oraz terminale komputerowe w rozmiarach od 5,7 do 42 cali, zależnie od wybranej technologii. Ekrany dostępne są w trzech głównych technologiach dotykowych: AccuTouch (AT), Acoustic Pulse Recognition (APR) oraz IntelliTouch (IT).

Panele rezystancyjne

Technologia AccuTouch potocznie zwana „rezystancyjną" umożliwia reakcje na dotyk wszelkimi przedmiotami oraz jest odporna na zanieczyszczenia. Ekran tworzą dwie warstwy przewodzące, oddzielone izolatorem. Wewnętrzna – napylona na warstwę szklaną i zewnętrzna, napylona na poliestrową membranę. Dotknięcie ekranu powoduje zwarcie ze sobą dwóch warstw przewodzących. Powstałe napięcie elektryczne jest analogową reprezentacją miejsca dotknięcia.

Membrana chroni ekran przed uszkodzeniami. Jej ewentualne zniekształcenia nie mają wpływu na poprawne działanie powierzchni dotykowej. Izolator i warstwy przewodzące są przezroczyste, dzięki czemu wykonany w tej technologii ekran dotykowy Elo AccuTouch przepuszcza około 87% światła.

Niestety, ekrany te w naturalny sposób się zużywają. Ich trwałość wynosi ok. 35 mln nacisków na punkt, a ponadto łatwo jest uszkodzić taki ekran poprzez przecięcie znajdującej się na nim warstwy poliestru. Zaleca się więc, aby z ekranu korzystał tylko przeszkolony personel (np. inżynierowie produkcji), a nie przypadkowe osoby.

Technika wykrywania dźwięków

Kolejnym popularnym typem ekranu jest APR. Wykorzystuje on technikę wykrywania dźwięków akustycznych. Zbudowany jest ze szkła, a w brzegach ekranu ma ukryte mikrofony – cztery przetworniki piezoelektryczne, które przetwarzają fale akustyczne (dźwięki) na sygnał cyfrowy, możliwy do przetwarzania przez komputer. Dotknięcie ekranu dotykowego tego typu powoduje powstanie fali akustycznej, która dociera do przetworników

Tabela 1. Główne technologie ekranów dotykowych w ofercie Elo TouchSystems

	AccuTouch	IntelliTouch	Acoustic Pulse Recognition
Odporność na wodę	Bardzo duża	Mała (ekran musi być suchy)	Bardzo duża
Odporność na suchy brud	Bardzo duża	Duża (dobrze znosi kurz)	Bardzo duża
Odporność na zużycie	Średnia (źle znosi obsługę twardymi przedmiotami)	Bardzo duża	Bardzo duża
Odporność na hałas	Bardzo duża	Bardzo duża	Mała (źle znosi hałas >50 dBA)
Precyzja dotyku	Duża (odchylenia nie większe niż 5 mm)	Bardzo duża	Duża (wzrasta przy obsłudze rysikiem)
Jakość emulacji myszy	Bardzo duża	Bardzo duża	Mała (źle działa tzw. dragging)
Trzymanie parametrów kalibracyjnych	Średnie (ekrany czasami wymagają rekalibracji)	Duże (ekran jednorazowo wymaga kalibracji)	Bardzo duża (ekran nie wymaga kalibracji)
Rodzaje obsługiwanych wskaźników	Wszystkie	Tylko miękkie (palec, rysik IT)	Wszystkie

z różnym natężeniem. Przetworzone, cyfrowe sygnały z przetworników, po przesłaniu do komputera, są porównywane z matrycą dźwięków zaprogramowaną w kontrolerze w trakcie produkcji. Wynikiem porównania jest informacja o miejscu, w którym dotknięto ekran. Technologia APR może być stosowana w urządzeniach z normą szczelności IP65.

Ekrany te nie zużywają się, nie wymagają kalibracji, reagują na dotyk różnymi przedmiotami oraz nie wpływają na jakość wyświetlanego obrazu, tak jak w przypadku technologii z warstwą poliestru. Mają niestety także swoje wady. Słabo działają w brudnym, a zwłaszcza mokrym środowisku, ale przede wszystkim w głośnym otoczeniu, w którym natężenie hałasu tła wynosi powyżej 50 dBA. Istotną wadą może być także brak percepcji nieruchomego dotyku, co powoduje, że operator nie będzie w stanie np. zaznaczyć obszaru na ekranie ani przeciągnąć ikony.

Wykrywanie powierzchniowych fal akustycznych

Trzecią alternatywą są ekrany w technologii IntelliTouch, potocznie znaną jako SAW (Surface Acoustic Wave). Wykorzystuje ona fale ultradźwiękowe, generowane oraz odbierane przez przetworniki ukryte w ten sam sposób jak w ekranach APR. Obszar roboczy ekranu wykonany jest z czystego szkła. Kontroler ekranu dotykowego dokonuje odczytu informacji przekazanych przez przetworniki i porównuje wyniki z cyfrową mapą odbić zaprogramowaną w kontrolerze. Wynikiem porównania jest precyzyjna informacja o miejscu dotknięcia ekranu, która w formie cyfrowej przekazywana jest do komputera.

Podobnie do APR, ekrany IntelliTouch nie zużywają się, nie wymaga kalibracji i nie wpływają na jakość obrazu. Mogą natomiast pracować w głośnym otoczeniu i są odporne na wandalizm. Niestety, podobnie jak ekrany APR, słabo działają w brudnym, a zwłaszcza mokrym środowisku.

Zalety ekranów dotykowych

Użycie ekranów dotykowych pozwala na znaczne ułatwienie i przyspieszenie dostępu do wszelkiego rodzaju mediów cyfrowych. Są znacznie szybsze w użytkowaniu niż myszki, klawiatury czy trackballe. Operator nie musi zastanawiać się, gdzie w danej chwili znajduje się kursor – jest zawsze tam, gdzie potrzeba. Dzięki temu czas potrzebny na wykonanie poszczególnych czynności jest krótszy, co ma niemałe znaczenie w przypadku wszelkich aplikacji typu POS – w restauracjach, hotelach, kinach, sklepach i automatach sprzedających.



Obsługa urządzeń za pomocą ekranów dotykowych jest intuicyjna, dzięki czemu znacznie lepiej postrzegana przez osoby starsze i dzieci. Nie wymaga zbyt szybkich czy zbyt precyzyjnych ruchów. Daje poczucie komfortu i zmniejsza obawy o popełnienie błędu. Interfejs dotykowy jest łatwy do zrozumienia. Osoby z niego korzystające popełniają mniej błędów w wykonywanych operacjach niż posługujący się tradycyjną klawiaturą lub myszką.

Bardzo ważny jest też fakt, że interfejs dotykowy zamontowany na wyświetlaczu to optymalne rozwiązanie pod względem zajmowanej przestrzeni. Nie ma potrzeby dołączania dodatkowych urządzeń peryferyjnych, które musiałyby być umieszczone obok wyświetlacza. W przeciwieństwie do klawiatur i myszy, monitory z ekranami dotykowymi są proste w czyszczeniu i trudne w uszkodzeniu. Nie mają kabli, które można byłoby splątać lub przerwać, a ponieważ są na stałe zintegrowane z wyświetlaczem – czyli często z obudową urządzenia, są jednocześnie w naturalny sposób zabezpieczone przed kradzieżą. W przeciwieństwie do klawiatur i myszy bezprzewodowych, nie można ich sobie tak po prostu zabrać.

Podsumowanie

Każda z opisanych technologii ma swoje wady i zalety (patrz tabela), ale we wszystkich technologiach lekkie zachlapanie nie spowoduje uszkodzenia sprzętu. Ekrany te są także odporne na większość środków czyszczących. Dostępne są również wersje wandaloodporne (SecureTouch – odporny odpowiednik IntelliTouch) oraz z klasą szczelności IP65 (AccuTouch v. IP65). Ekrany produkowane są w długich seriach 3...4-letnich, a nowe modele są kompatybilne z poprzednimi. Dzięki temu w przypadku konieczności dokupienia nowych egzemplarzy nie będzie problemu z ich współpracą z dotychczas używanymi urządzeniami. Ekrany spełniają podstawowe normy: CE, RoHS, WEEE oraz wyspecjalizowane normy dla sprzętu medycznego.

Jarosław Cygan, Semicon
jcygan@semicon.com.pl
Marcin Karbowniczek, EP
Marcin.karbowniczek@ep.com.pl

Multimetr Brymen BM869

Multimetry cyfrowe to przyrządy, które nie są kupowane zbyt często. Na ogół korzystamy z nich przez wiele lat, a powodem do ewentualnej zmiany nie jest uszkodzenie starego egzemplarza czy katastrofalne obniżenie parametrów, a raczej jego tzw. zużycie moralne. Bywa też, że przypadkowo odkrywamy ofertę, z której wynika, że oto pojawia się jakiś nowy model przyrządu z funkcją, która może rozwiązać szereg naszych problemów.

Firma Brymen jest znana polskim elektronikom jako jeden z wiodących producentów multimetrów cyfrowych. Świadczą o tym pozytywne oceny przyrządów tej marki dokonywane przez użytkowników, a także bardzo dobre parametry potwierdzone licznymi certyfikatami (CENELEC, 2006/95/EC, 2004/108/EEC, CE). O przydatności miernika decydują nie tylko jego parametry techniczne, takie jak: zakresy pomiarowe, dokładność, rozdzielczość, ale również funkcje pomiarowe, możliwość współpracy z komputerem, bezpieczeństwo itp.

Cechy miernika BM869

W artykule zostanie przedstawiony jeden z najnowszych produktów firmy Brymen – miernik BM869. Oprócz dużej dokładności charakteryzuje się on licznymi funkcjami pomiarowymi i możliwością współpracy z komputerem via optycznie izolowany port USB. Jego wyświetlacz składa się z kilku pól odczytowych, pozwalających na wyświetlanie wyników kilku pomiarów jednocześnie, przy zachowaniu bardzo dobrej czytelności. Maksymalne wskazanie głównego pola odczytowego (5 4/5 cyfry) jest równe 500000 (99999 dla pomiaru częstotliwości). Na polu pomocniczym można wyświetlić maksymalnie liczbę 9999. Wyświetlacz może pracować w trybie *fast mode* (4 4/5 cyfry), w którym jest odświeżany 5 razy na sekundę i *stable mode* (5 4/5 cyfry), w którym wskazania są modyfikowane 1,25 razy na sekundę. Na uwagę zasługuje funkcja pomiaru przewodności elektrycznej, spotykana w droższych miernikach, a także szybko działający przełącznik zakresów pomiarowych w trybie Auto. Cechą wyróżniającą multimetr BM869 jest jednak zaimplementowana w nim funkcja VFD (Variable-frequency drive), stosowana do badania napędów z przemiennikami częstotliwości. W tym trybie dokonywany jest jednoczesny pomiar częstotliwości i napięcia w zakresie 5...440 Hz/5...1000 V. Urządzenia VFD są coraz częściej stosowane w przemyśle, pozwalają bowiem znacząco redukować zużycie energii elektrycznej. Sterownik VFD steruje obrotami wału silnika elektrycznego poprzez zasilanie go napięciem przemiennym o odpowiednio dobranej częstotliwości. Parametr ten jest obliczany automatycznie, zawsze optymalnie do rzeczywistych potrzeb. Pomiar urządzeń ze sterownikami VFD miernikiem usprawnia czynności serwisowe i obsługowe tego typu urządzeń.

O sprofilowaniu miernika BM869 do zastosowań przemysłowych świadczy również najwyższy stopień bezpieczeństwa (KAT IV 1000 V), ochrona przeciwprzepięciowa 12 kV i ochrona przeciążeniowa na wszystkich zakresach 1050 V_{RMS}/1450 V_p. Są to parametry wyróżniające miernik BM869 spośród wielu wyrobów konkurencyjnych, ale lista zalet jest dłuższa. Przykładem może być bardzo szeroki, częstotliwościowy zakres pomiaru rzeczywistej wartości skutecznej napięcia przemiennego ze składową stałą. Wynik jest obliczany jako pierwiastek z sumy kwadratów składowej stałej i zmiennej. Częstotliwość składowej zmiennej powinna mieścić się w przedziale od 20 Hz (40 Hz dla prądów) do 100 kHz.

Miernikiem BM869 można dokonywać pomiarów względnych napięcia przemiennego. Na podstawie zmierzonego napięcia obliczana jest moc, jak wydzieliłaby się na obciążeniu o zadanej impedancji (4, 8, 16, 32, 50, 75, 93, 110, 125, 135, 150, 200, 250, 300, 500, 600, 800, 900, 1000, 1200 Ω), przestawianej po każdym naciśnięciu przycisku *Range*. Następnie moc ta jest odniesiona do 1 mW, a wynik podany w dBm. Możliwy jest również bezpośredni pomiar stosunku napięć. W tym celu, do końcówek pomiarowych należy doprowadzić najpierw napięcie odniesienia i nacisnąć przycisk Δ, który przełącza miernik w tryb pomiarów względnych.



Dodatkowe informacje:
Multimetr Brymen został udostępniony do testów przez firmę Biall Sp. z o.o. z Gdańska. Więcej informacji: Biall Sp. z o.o., 80-174 Gdańsk, Otomin, Słoneczna 43, tel.: 058-322-11-91...93, www.biall.com.pl

Teraz każda zmiana napięcia spowoduje wyświetlenie stosunku aktualnego napięcia do wcześniej określonej wartości wzorcowej. I w tym przypadku wynik jest podawany w dBm, co jest trochę mylące, gdyż jednostką w takim pomiarze powinny być dB. Kolejną „przemysłową" funkcją pomiarową na zakresach prądowych jest badanie obwodów z pętlą prądową 4–20 mA. Wyniki są podawane w procentach w odniesieniu do zakresu pętli (4 mA=0%, 20 mA=100%).

Miernik BM869 jest przystosowany do pomiaru napięć i prądów stałych (DC), przemiennych (AC) i zmiennych (AC+DC). Podawana jest prawdziwa wartość skuteczna *True RMS*, przy czym maksymalna wartość współczynnika szczytu (*Crest Factor*) nie powinna być większa niż 2,25 dla pełnej skali i 4,5 dla środka skali. Parametr ten określa dopuszczalny stopień odkształcenia sygnału badanego w porównaniu z idealnym przebiegiem sinusoidalnym, dla którego błąd obliczenia wartości skutecznej jest jeszcze akceptowalny. Przypomnijmy, że współczynnik szczytu jest definiowany jako stosunek wartości maksymalnej do wartości skutecznej sygnału. Dla przebiegu sinusoidalnego wynosi on 1,41, a dla fali prostokątnej jest równy 1. Na pulpicie miernika zwraca uwagę przycisk opisany jako *Crest*, co jednak nie ma żadnego związku z zagadnieniem opisanym wyżej. Naciśnięcie tego przycisku powoduje przełączenie miernika w tryb pomiaru krótkich impulsów napięciowych lub prądowych o czasie trwania nie krótszym niż 1 ms. W pamięci miernika są zapamiętywane maksymalne oraz minimalne wartości takich impulsów i są one wyświetlane naprzemiennie na wyświetlaczu. Przełączenie następuje zawsze po naciśnięciu przycisku *Crest*.

Wśród trybów pomiarowych miernika BM869 nie brakuje również takich, które spotykamy w większości przyrządów tego typu, a więc jest to: pomiar rezystancji i pojemności elektrycznej, test diody (prąd testowy ma natężenie 0,4 mA przy maksymalnym napięciu na złączu równym 2,000 V), test ciągłości obwodu elektrycznego, w którym jako zwarcie sygnalizowane dźwiękiem traktowana jest rezystancja do ok. 200 Ω), a czas reakcji jest krótszy od 100 µs. Można ponadto mierzyć częstotliwość przebiegu cyfrowego w zakresie od 5 Hz do 1 MHz oraz współczynnik wypełnienia fali prostokątnej. Do wyposażenia standardowego należy termopara przystosowana do pomiaru temperatury w zakresie od –50°C do 1000°C. Miernik dysponuje jednak dwoma wejściami przystosowanymi do współpracy z czujnikami temperatury. Funkcję tę pełnią te same gniazda, do których są dołączane zwykłe przewody używane podczas pomiarów napięć i prądów. Ich przeznaczenie zmienia się po przełączeniu miernika w tryb pomiaru temperatury. Konstruktorzy przyrządu zadbali o kontrolowanie prawidłowości wyboru typu pomiaru w odniesieniu do umiejscowienia przewodów pomiarowych. Jeśli więc wybrano pomiar napięć, podczas gdy przewody wetknięto do gniazd prądowych, natychmiast rozlega się sygnał ostrzegawczy (*Beep-jack*) i jest wyświetlany odpowiedni komunikat. Wskazania obu czujników temperatury mogą być wyświetlane jednocześnie na głównym i pomocniczym polu odczytowym, a w jednym z trybów pomiarowych jest wyświetlana różnica wskazań T2–T1. Do wyboru pozostaje także jednostka: °C lub °F.

Pomiary cyfrowe są wspierane pseudoanalogowym wskaźnikiem – 41-segmentowym bargrafem o szybkości odświeżania 60 razy na sekundę. Bargraf pozwala zatem bardzo dobrze szacować dynamikę zmian badanych wielkości elektrycznych (napięć, prądów, rezystancji).

Wrażenia subiektywne

Miernik BM869 jest – mimo wielu trybów pomiarowych – nieskomplikowany w obsłudze. Duży wyświetlacz znacząco wpływa na komfort pracy, a jednoczesne wyświetlanie dwóch związanych ze sobą parametrów, np. częstotliwości i napięcia AC, uwalnia użytkownika od konieczności ciągłej zmiany nastaw przyrządu. Duże znaczenie praktyczne ma stosunkowo niewielki prąd pobierany z baterii przy pracy bez podświetlania. Trochę szkoda, że na wyposażeniu standardowym nie ma kabla USB umożliwiającego współpracę miernika z komputerem, ale z drugiej strony, taki sposób pracy nie jest chyba zbyt często stosowany. Holster, do którego przyrząd jest wkładany fabrycznie, sprawdza się bardzo dobrze w praktyce. Po pierwsze zabezpiecza miernik przed uszkodzeniami mechanicznymi w trudnych warunkach przemysłowych, po drugie umożliwia ustawienie go w pozycji stojącej. Całość zachowuje się na tyle stabilnie, że przyrząd ani nie „składa się", ani „nie odjeżdża" podczas zmiany zakresów pomiarowych. W holsterze umiejscowiono również specjalne uchwyty na końcówki przewodów pomiarowych, szczególnie przydatne podczas transportu. Miernik BM869 jest jednak stosunkowo ciężki. Jego masa w pełnym ukompletowaniu jest równa 635 gramów. W komplecie znajduje się ponadto instrukcja obsługi w języku angielskim i polskim. Polska wersja jest przetłumaczona i zredagowana dość poprawnie. W dziale *Parametry elektryczne* nie uniknięto jednak permanentnie zresztą popełnianego w tego typu instrukcjach błędu dotyczącego opisu dokładności pomiarów. Zawarty w instrukcji opis głosi, że: dokładność jest to ±(% wartości wskazania + liczba cyfr), i o tę właśnie liczbę cyfr chodzi. Nie wiadomo, w jaki sposób parametr ten może osiągać wartość np. 10, w przypadku, gdy mamy do czynienia z 5-cyfrowym wyświetlaczem. Taki opis jest więc w całości bez sensu, bo co ma wspólnego liczba cyfr z mianowanym wynikiem pomiaru? Zastanawiające jest, że błąd ten jest popełniany przez wszystkich (zaryzykuję takie stwierdzenie) producentów/dystrybutorów cyfrowego sprzętu pomiarowego. W istocie chodzi o liczbową poprawkę wyniku widniejącego na wyświetlaczu, a dokładniej dodanie rzeczonej „liczby cyfr" na najmniej znaczących pozycjach. Krótko mówiąc, jeśli widoczny na wyświetlaczu wynik pomiaru napięcia stałego na zakresie 5,0000 V jest równy np. 2,5000 V, a w instrukcji jest podana dokładność pomiaru napięcia DC dla tego zakresu równa cyt.: „0,02% wartości wskazania + 2c" (2c to owe dwie cyfry), to oznacza, że błąd pomiaru jest równy ±(0,02% × 2,5 [V] + 2 na najmniej znaczących pozycjach wyświetlacza), czyli ±(0,0005 + 0,0002) = ±0,0007 V. Inną sprawą jest podanie odniesienia, którym według instrukcji jest wartość wskazania, a zgodnie z zasadami metrologicznymi powinien to być zakres pomiarowy. Jeśli zastosować tę zasadę, to maksymalny błąd pomiaru jest równy ±(0,02% × 5,0000 [V] + 2 na najmniej znaczących pozycjach wyświetlacza), czyli ±(0,0010 + 0,0002) = ±0,0012 V. Wiadomo jednak, że błąd pomiaru jest najmniejszy na końcu zakresu pomiarowego. Czy zatem sposób określania dokładności miernika jest niezbyt uczciwym zabiegiem marketingowym, czy wynika po prostu z powszechnie, można by rzec rutynowo, popełnianych błędów przez wszystkich producentów/dystrybutorów? Zarzut ten nie dotyczy więc wyłącznie firmy Brymen. Tak czy inaczej, miernik BM869 należy zakwalifikować do bardzo udanych przyrządów, dedykowanych przede wszystkim do pomiarów przemysłowych, ale nie tylko.

Jarosław Doliński, EP
jaroslaw.dolinski@ep.com.pl

REKLAMA

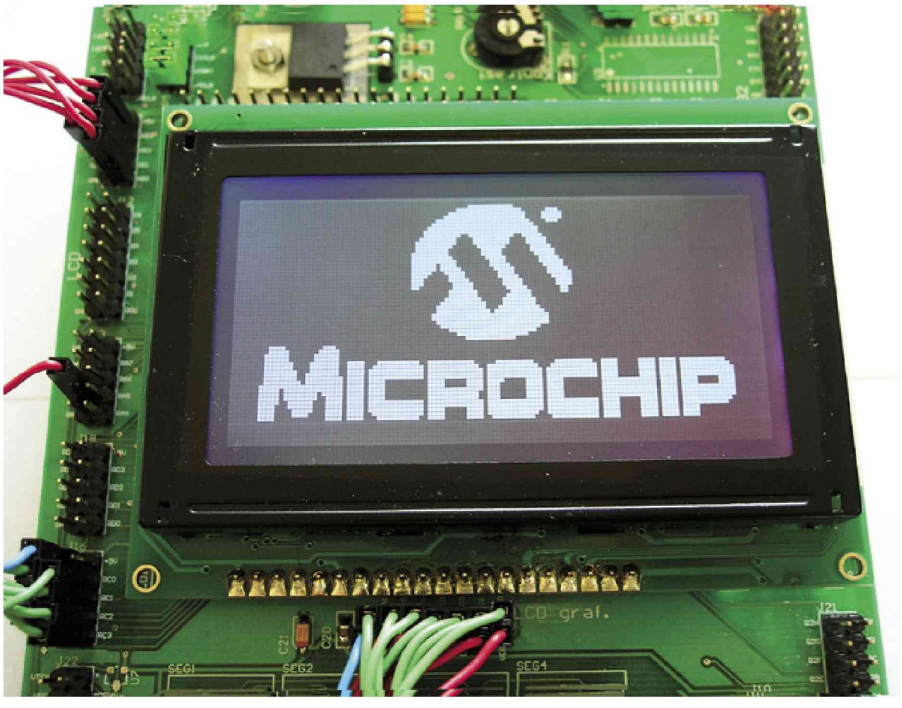
http://avt.pl/prenumerata

Kurs programowania mikrokontrolerów PIC (6)

Sterowanie kolorowym wyświetlaczem Nokii 3510i



Graficzne wyświetlacze z telefonów komórkowych są chętnie stosowane. Swoją popularność zawdzięczają głównie małemu poborowi prądu, niskiej cenie i dostępności. Oczywiście, nie w każdym urządzeniu można je zastosować. Z racji przeznaczenia ekrany te mają niewielkie wymiary, co może się okazać istotnym ograniczeniem. Stosując kolorowy wyświetlacz od telefonu, można zacząć zdobywać doświadczenia w sterowaniu tego typu elementów. W artykule opisano sposób sterowania modułem wyświetlacza z telefonu Nokia 3510i.



Kolorowa matryca ma rozdzielczość 96×65 pikseli, a informacja o kolorze może być zapisywana na 12 bitach (4096 kolorów) lub na 8 bitach (256 kolorów). Pole wyświetlacza ma wymiary 33×24 mm. Mimo że sam sterownik i matryca pobierają bardzo mało energii, to trzeba pamiętać, że wymagane jest zasilenie podświetlania za pomocą białych diod LED. Bez tego wyświetlania informacja może nie być dobrze widoczna.

Wyświetlacz Nokii 3510i

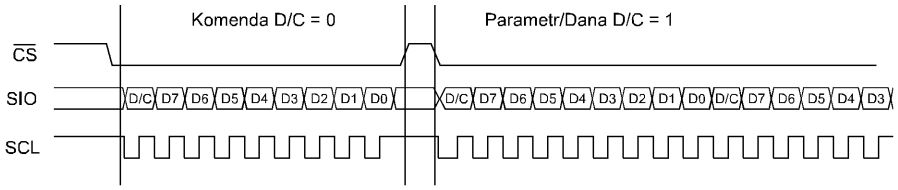
Kolorowa matryca LCD jest nadzorowana przez układ S1D15G14 produkowany przez firmę Epson. Wbudowane w strukturę przetwornika drivery sterują 84 liniami po 312 segmentów. Do komunikacji z mikrokontrolerem przewidziano 2 interfejsy: szeregowy i równoległy, który w tym wyświetlaczu jest niedostępny. Układ wyposażono w kompletny układ zasilania z programowaną przetwornicą zasilającą matrycę LCD oraz wewnętrzny oscylator RC.

Wyprowadzenia i interfejs. Wyprowadzenia wykorzystywane do zasilania i sterowania wyświetlaczem pokazano na **rysunku 1**. Napięcie VDIGITAL dołączane do wyprowadzenia 6 zasila obwody cyfrowe sterownika. Producent zaleca, aby miało ono wartość 1,8 V. Napięcie VBOOST zasila układ przetwornicy pojemnościowej. Jej napięcie wyjściowe zasila programowane źródło napięcia zasilającego matrycę LCD. Napięcie VBOOST powinno mieć wartość 2,8 V. Oba napięcia, VDIGITAL i VBOOST, mogą mieć maksymalną wartość 3,6 V. W trakcie prób z wyświetlaczem wyprowadzenia VBOOST i VDIGITAL były zasilane

Dodatkowe materiały na CD/FTP:
ftp://ep.com.pl, user: 15352, pass: 760hp6s5
• poprzednie części kursu



Rysunek 1. Rozmieszczenie wyprowadzeń wyświetlacza Nokii E3510i



Rysunek 2. Przebiegi czasowe podczas transmisji danych do modułu LCD

jednym napięciem +3,3 V. Do wyprowadzenia VLCD dołączono wyjście programowanego regulatora napięcia zasilającego matrycę LCD. VLCD trzeba zablokować do masy ceramicznym kondensatorem o pojemności 100 nF.

W wyświetlaczu Nokii 3510i na stałe dołączono interfejs szeregowy i nie ma możliwości użycia magistrali równoległej. Ten interfejs składa się z 3 linii:

– dwukierunkowej linii danych SDATA,
– linii zegarowej SCLK,
– linii wyboru interfejsu CS.

Dane mogą być przesyłane w trybie 8- lub 9-bitowym. Tryb 8-bitowy wymaga użycia dodatkowej linii A0 sygnalizującej rodzaj przesyłanych danych (dane lub komendy). W trybie 9-bitowym nie ma konieczności użycia dodatkowej linii, a informację o rodzaju przesyłanych danych zawarto w 9. bicie. Zaletą takiego rozwiązania jest brak dodatkowej linii sterującej, ale konieczność przesyłania 9 bitów uniemożliwia wykorzystanie sprzętowego wsparcia transmisji przez wbudowany moduł SPI. Przebiegi czasowe w czasie przesyłania danych do modułu LCD pokazano na **rysunku 2**.

Przesłanie danych rozpoczyna się od wyzerowania przez mikrokontroler linii dołączonej do wejścia CS. Jako pierwszy jest wysyłany bit *C/D*. Kiedy jest on ustawiony, przesyłane dane wpisywane są do pamięci RAM wyświetlacza. Wyzerowanie C/D oznacza przesyłanie komend. Dane są wpisywane w czasie narastającego zbocza zegara SCLK.

Zastosowany protokół transmisyjny umożliwia odczytywanie danych z pamięci RAM oraz rejestru statusowego. W opisywanych dalej przykładach obsługi dane będą tyko wysyłane do wyświetlacza. W większości zastosowań odczytywanie nie jest konieczne. Do sprzętowego restartowania sterownika służy linia RESET.

Organizacja pamięci obrazu. Układ scalony sterownika ma wbudowaną pamięć RAM obrazu. Wpisywanie danych do tej pamięci powoduje zmianę kolorów wyświetlanych pikseli. Każdy piksel wyświetlacza kolorowego jest zbudowany z 3 warstw – segmentów. Każdy z tych trzech segmentów odpowiada za wyświetlanie jednego z kolorów podstawowych: czerwonego R (red), zielonego G (green) i niebieskiego B (blue). Jasność każdego z segmentów jest sterowana przebiegiem PWM o wypełnieniu programowanym wartością zakodowana na 4 bitach. Informacja o kolorze piksela jest zakodowana łącznie na 12 bitach (3 segmenty po 4 bity). W jednej linii jest 312 segmentów, czyli do zapamiętania wszystkich informacji potrzeba 312×4 bity. Ponieważ wszystkich linii jest 84, całkowita pojemność pamięci musi wynosić 312×4×84=104832 bitów. Z praktycznego punktu widzenia jest wygodniej operować pikselami, a nie segmentami. 312 segmentów w linii tworzy 104 piksele (3 segmenty na piksel). Kolor każdego piksela jest zapisany na 12 bitach, więc organizacja pamięci jest następująca: 104 piksele×12 bitów×84 linie. Aby określić kolor piksela, trzeba pod odpowiadającą mu lokację w pamięci RAM wpisać 12-bitową liczbę.

Zapis pamięci RAM. Pamięć RAM wyświetlacza może być zapisywana w 2 trybach. Pierwszy z nich to tryb nazywany 444. Nazwa bierze się od tego, że każdy z kolorów podstawowych jest kodowany i przesyłany na 4 bitach. W ten sposób można zakodować łącznie 4096 kolorów. Tryb 444 jest naturalny dla wyświetlacza mogącego wyświetlić 4096 kolorów i może być niezastąpiony przy wyświetlaniu bitmap, ale jest kłopotliwy w stosowaniu.

Prostszy w obsłudze, ale też dający mniejsze możliwości, jest tryb nazywany 332. Informacja o kolorach R i G jest zakodowana na 3 bitach, a o kolorze B na 2 bitach. Razem daje to 8 bitów na piksel, tzn. 256 kolorów. Przesłanie 8 bitów danych z zakodowanym kolorem musi być w jakiś sposób uzupełnione do 12 bitów piksela w pamięci RAM. Do tego celu jest stosowana programowana tablica konwersji. Trzy bity R i G adresują po 8 lokacji w tej tablicy, a 2 bity B – 4 lokacje. Tablica zawiera słowa 4-bitowe określające kolor. Ten sposób adresowania pamięci RAM wyświetlacza zostanie wyjaśniony przy okazji omawiania wybranych komend sterownika. Kody komend mają długość 8 bitów. W tabeli (plik znajduje się na serwerze FTP) zamieszczono zestawienie wszystkich komend S1D15G14.

Kody komend są wpisywane z bitem D/C=0, a argumenty z bitem C/D=1. Dokładny opis wszystkich komend można znaleźć w dokumentacji sterownika, tu podam opis tylko kilku najważniejszych. Zaczniemy od komend adresowania pamięci: *Column address set* i *Page address set*.

Gdy dane są przesyłane z mikrokontrolera do pamięci wyświetlacza, komenda *Column address set* jest używana do ustawiania obszaru zapisywania. *Column address set* ma dwa parametry. Pierwszy z nich ustala początek obszaru (numer pierwszej kolumny), a drugi koniec wpisywania (numer ostatniej kolumny). Wpisywanie do obszaru określonego przez tę komendę jest uzależnione ustawieniem skanowania adresów komendą *Memory access control*.

Ustawienie za pomocą *Memory access control* skanowania kolumn powoduje, że w czasie wpisywania kolejnych bajtów do pamięci RAM adres jest inkrementowany od numeru kolumny początku do numeru kolumny końca obszaru. Kiedy adres osiągnie numer końca, jest inkrementowany numer strony (następna linia wyświetlacza) i zapisywanie rozpoczyna się od numeru początkowego kolumny w nowej linii. Jest to bardzo użyteczna właściwość pozwalająca w połączeniu z komendami *Memory access control* i *Page address set* na elastyczne definiowanie zakresu automatycznej zmiany adresów przy zapisywaniu bitmapy. Ta właściwość zostanie wykorzystana w procedurach wyświetlania znaków alfanumerycznych o różnych wielkościach czcionki.

Tabela 1. Znaczenie bitów słowa argumentu komendy Memory Access Control

Bit/ wartość	Opis
B7=0 B7=1	Linie są adresowane od góry do dołu wyświetlacza Linie są adresowane od dołu do góry wyświetlacza
B6=0 B6=1	Numer linii jest inkrementowany (od lewej do prawej) Numer linii jest dekrementowany (od prawej do lewej)
B5=0 B5=1	Adresowanie kolumn – tryb normalny. Adres kolumny po każdym wpisie danej zwiększa się o 1, a po osiągnięciu wartości maksymalnej (określonej za pomocą komendy Column address set), jest mu nadawana wartość początkowa zdefiniowana za pomocą Column address set Tryb inwersji. Po każdym wpisaniu danej adres wiersza jest inkrementowany. Kiedy osiągnie wartość maksymalną (określoną za pomocą komendy Page address set), licznik kolumn jest zwiększany o 1, a licznik wierszy przyjmuje wartość początkową określoną za pomocą komendy Page address set
B4=0 B4=1	Skanowanie obrazu od góry do dołu Skanowanie obrazu z dołu do góry
B3=0 B3=1	Sekwencja RGB wpisywania do pamięci RAM Sekwencja BGR wpisywania do pamięci RAM
B2=0	
B1=0	
B0=0 B0=1	Zmiana orientacji obrazu na poziomą (orient. domyślna) Zmiana orientacji obrazu na pionową

Komenda *Page address set* jest używana do określania obszaru pamięci przy wpisywaniu danych do pamięci wyświetlacza. *Page address set* ma dwa parametry. Pierwszy z nich ustawia początek obszaru (numer pierwszej linii), a drugi koniec wpisywania (numer ostatniej linii). Wpisywanie do obszaru określonego przez tę komendę jest uzależnione od ustawienia skanowania adresów komendą *Memory access control*. Ustawienie za jej pomocą skanowania linii (stron pamięci) powoduje, że w czasie wpisywania kolejnych bajtów do pamięci RAM adres jest inkrementowany od numeru kolumny linii do numeru linii końca obszaru. Kiedy adres osiągnie numer końca, jest inkrementowany numer kolumny i zapisywanie rozpoczyna się od numeru początkowego linii w nowej kolumnie.

Komenda *Memory access control* określa sposób dostęp do pamięci RAM. Jej parametry są zawarte w 1-bajtowym argumencie wpisywanym po kodzie komendy. Opis znaczenia poszczególnych bitów podano w **tabeli 1**.

Argument komendy *Interface pixel format* określa liczbę kolorów. Jeżeli jest równy 2, to kolor piksela jest kodowany na 8 bitach (256 kolorów), a jeżeli jest równy 3, to na 12 bitach (4096 kolorów). Pozostałe wartości argumentu nie są używane. Po zerowaniu domyślnie jest włączany tryb wyświetlania w 4096 kolorach.

Do inicjowania zapisywania obszaru pamięci obrazu jest używana komenda *Memory write*. Wszystkie dane po przesłaniu tej komendy będą wpisywane do pamięci RAM pod adresami ustalonymi za pomocą komend *Column address set* i *Page address set*. Zapisywanie jest przerywane po wysłaniu do sterownika dowolnej komendy.

Komenda *Display control* służy do sterowania wyświetlaczem i ma 7. bajtowy parametr, którego strukturę pokazano na **rysunku 3**. Wartość zapisana w pierwszym bajcie (P10…P17), w drugim bajcie (P20….P28) oraz na bicie P37 jest związana z trybami pracy driverów LCD. Działanie driverów i sposób programowania tych bitów jest opisany w dokumentacji sterownika na stronie 29, w rozdziale 8.6. W opisie praktycznego sterowania wyświetlaczem zostaną przedstawione wartości, które trzeba wpisać na te pozycje, żeby wyświetlacz pracował prawidłowo. Na bitach P35…P33 jest zapisana wartość określająca sterowanie układem polaryzacji wyświetlacza: 000=1/9, 001=1/8, 010=1/7, 011=1/6, 100=1/5. Bit P32 określa położenie sterownika względem panelu LCD. Zalecane jest wyzerowanie tego bitu. Bit P31 określa rozmiar obsługiwanego wyświetlacza. Jeżeli jest wyzerowany, to obsługiwane są wyświetlacze o rozdzielczościach 98×67 lub 98×84 piksele. Po ustawieniu tego bitu dostępne są rozdzielczości 104×67 lub 104×84 piksele. Cykl pracy wyświetlacza jest programowany nastawą bitu P30. Jeżeli ten bit jest wyzerowany, to cykl jest równy 1/82, a jeżeli jest ustawiony, to cykl jest równy 1/67.

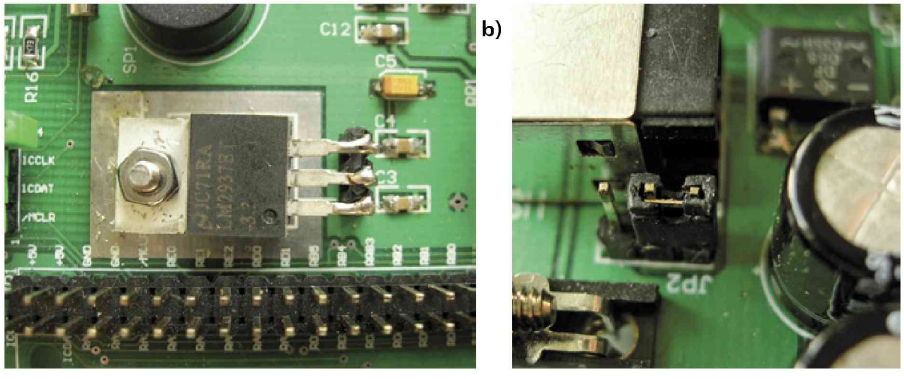
D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
P17	P16	P15	P14	P13	P12	P11	P10
P27	P26	P25	P24	P23	P22	P21	P20
P37	*	P35	P34	P33	P32	P31	P30
*	P46	P45	P44	P43	P42	P41	P40
*	P56	P55	P54	P53	P52	P51	P50
*	P66	P65	P64	P63	P62	P61	P60
P77	P76	P75	P74	P73	P72	P71	P70

Rysunek 3. Struktura parametrów komendy *Display control*

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
*	P16	P15	P14	P13	P12	P11	P10
*	*	*	*	*	*	1	1

Rysunek 4. Struktura parametrów komendy *Voltage control*

a) b)



Fotografia 5. Zmiana zasilania na +3,3 V: a) wymiana stabilizatora na LDO +3,3 V, b) ustawienie zworki JP2

Po zerowaniu sterownika rejestry komendy mają wartości nieustalone i trzeba je zaprogramować w trakcie inicjalizacji wyświetlacza.

Sterownik jest wyposażony w układ pojemnościowej przetwornicy napięcia i programowany komendą *Voltage control* układ regulacji napięcia zasilającego matrycę LCD. Parametrami komendy są 2 bajty – o strukturze pokazanej na **rysunku 4**. Bity P16….P10 określają napięcie wyjściowe według zasady dokładnie opisanej w dokumentacji sterownika.

Zachęcam do uważniejszego przestudiowania dokumentacji sterownika S1D15G14 i zapoznania się ze wszystkimi komendami oraz sposobami definiowania kolorów w obu dostępnych trybach wyświetlania.

Dołączenie wyświetlacza do płytki ewaluacyjnej

Aby wyświetlacz pracował prawidłowo, należy obniżyć napięcie zasilania. Standardowo, wszystkie układy na płytce ewaluacyjnej są zasilane napięciem +5 V ze stabilizatora 7805, natomiast wyświetlacz nie może być zasilony napięciem wyższym niż +3,6 V. Z tego powodu musimy obniżyć wartość napięcia zasilania do +3,3 V. Najłatwiej można to zrobić przez wymianę stabilizatora 7805 na np. LM2937-3,3V lub podobny (**fotografia 5a**). Po tej wymianie płytki przestawiamy zworkę JP2 (**fotografia 5b**) i zasilamy płytkę z zewnętrznego zasilacza przez złącze P2. Nie możemy zasilić układu przez złącze USB nawet po wymianie stabilizatora, bo w tym wypadku układ będzie zasilany bezpośrednio napięciem +5 V z USB bez pośrednictwa stabilizatora na płytce. Po wykonaniu tych czynności i sprawdzeniu napięcia +3,3 V można przystąpić do dołączenia wyświetla-

Listing 1. Definicje linii sterujących

```
#define RES 0x40;
#define CS 0x20;
#define DATA 1
#define CLK 2
```

Listing 2. Przesłanie 9-bitowej danej przez SPI

```
void SendLcd(unsigned char data, unsigned char cmd){
  unsigned char i;
  LATC&=~CS;//CS=0;
  asm(„nop”);
  LATC&=~CLK;
//pierwszy bit określa czy przesyłane są dane czy komendy
  if(cmd==Cmd) LATC&=~DATA;//DATA=0
  else LATC|=DATA;//DATA=1
  asm(„nop”);
  LATC|=CLK;//CLK=1
  for (i=0;i<8;i++) {
    LATC&=~CLK;//CLK=0
    if ((data&0x80)==0) LATC&=~DATA;// DATA=0;
    else LATC|=DATA;//DATA=1
    asm(„nop”);
    LATC|=CLK;//CLK=1
    data<<=1;
  }
  LATC|=CS;//CS=1
}
```

cza. Najłatwiej jest przylutować do kontaktów modułu wyświetlacza cienkie elastyczne przewody. Ten sposób, mimo iż może dać zadawalające efekty, niestety bywa zawodny. Ja wykorzystałem do tego celu płytkę z projektu timera fotograficznego (opisywany w EP 6/2011) przystosowaną do podłączenia takiego właśnie wyświetlacza. Na płytce są umieszczone kontakty, więc po przyłożeniu do niej wyświetlacza i przykręceniu wkrętami ustalającymi powstaje pewny kontakt.

Interfejs do wyświetlacza musimy zaimplementować programowo z powodów podanych wcześniej. Najpierw musimy zdefiniować 4 linie sterujące: danych (DATA), zegarową (CLK), wyboru (CS) i zerowania (RES) (**listing 1**). Definicje te mogą się wydawać na pierwszy rzut oka trochę dziwne. W rzeczywistości są to wagi bitów: 0, 1, 4 i 5. Do obsługi interfejsu szeregowego użyjemy portu PORTC. Ustawienie bitu CS będzie wykonywane jako *LATC|=CS;*. Wówczas w rejestrze LATC zostanie ustawiony bit 4 przez wykonanie operacji *LATC|=0b0010000*. Natomiast wyzerowanie bitu CS jest równie łatwe – *LATC&=~CS;*. W tym wypadku na rejestrze LATC zostanie wykonana operacja *LATC&=0b1101 111* i bit 4 rejestru LATC zostanie wyzerowany. Podobnie nadaje się wartości pozostałym bitom.

Na **listingu 2** zamieszczono procedurę *SendLcd* wysyłająca 9-bitową daną przez interfejs szeregowy. Procedura ma 2 argumenty: 8-bitową daną *data* i argument *cmd* określający wartość bitu C/D. Najpierw jest wysyłany bit C/D, a potem 8-bitowe słowo, od bitu najstarszego do najmłodszego.

SendLcd jest używana do inicjalizacji sterownika. Inicjalizacja jest niezbędna, bo po włączeniu zasilania w istotnych rejestrach sterownika są wartości nieustalone. Żeby wyświetlacz mógł pracować, trzeba zainicjować sterownik przez wpisanie wartości do rejestrów sterujących pracą wyświetlacza. Wszystkie parametry inicjalizacji zostały tak dobrane, aby wyświetlacz pracował prawidłowo. Z szeregiem parametrów można eksperymentować. Jako przykłady mogą posłużyć komendy *Gray scale position* lub *Colour set*.

Inicjalizacja wyświetlacza pokazana na **listingu 3** jest podzielona na kilka etapów: zerowanie sterownika, ustawienie parametrów sterownika, ustawienie układu zasilania matrycy i tablicy kolorów dla trybu 8-bitowego i końcowe ustawienie parametrów wyświetlacza. Bardziej dociekliwi Czytelnicy zapewne spróbują prześledzić działanie komend inicjalizacji.

Sterownik jest zerowany przez podanie trwającego kilka milisekund sygnału o poziomie niskim na doprowadzenie *Reset*. Linie *CS*, *SDATA* i *SCLK* są wtedy na poziomie wysokim. Po zakończeniu zerowania sprzętowego jest wysyłana komenda *Software reset*. Sterownik wychodzi z fazy zerowania po wykonaniu komendy *Initial escape*.

Listing 3. Inicjalizacja sterownika

```
void InicLcd(){
   //zerowanie
    LATC|=CS;
    LATC|=CLK;
    LATC|=DATA;
    LATC&=~RES;//RES=0
    Delay();
    LATC|=RES; //RES=1
    Delay();
    SendLcd(1, Cmd);
    Delay();
    SendLcd(0xc6, Cmd);
    Delay();
// display setup 1
    SendLcd(0xB9, Cmd);          // Refresh set
    SendLcd(0x00, Data);
    SendLcd(0xB6, Cmd);          // Display Control
    SendLcd(128, Data);
    SendLcd(128, Data);          //no N line inversion
    SendLcd(0x81, Data);          //frame freq; bias rate of LCD drive voltage;
98x67; diplay duty=1/67;
    SendLcd(84, Data);
    SendLcd(69, Data);
    SendLcd(82, Data);
    SendLcd(67, Data);
    SendLcd(0xB3, Cmd);          // Gray Scale Position
    SendLcd(0x11, Data);
    SendLcd(0x22, Data);
    SendLcd(0x33, Data);
    SendLcd(0x44, Data);
    SendLcd(0x55, Data);
    SendLcd(0x66, Data);
    SendLcd(0x77, Data);
    SendLcd(0x88, Data);
    SendLcd(0x99, Data);
    SendLcd(0xAA, Data);
    SendLcd(0xBB, Data);
    SendLcd(0xCC, Data);
    SendLcd(0xDD, Data);
    SendLcd(0xEE, Data);
    SendLcd(0xFF, Data);
    SendLcd(0xB5, Cmd);          // Gamma Curve Set
    SendLcd(3, Data);
    SendLcd(0xBD, Cmd);          // Common driver setup
    SendLcd(3, Data);
// power supply
    SendLcd(0xBE, Cmd);          // Power Control
    SendLcd(1, Data);
    SendLcd(0x11, Cmd);          // Sleep out
    SendLcd(0xBA, Cmd);          // Voltage control
    SendLcd(63, Data);
    SendLcd(3, Data);
    SendLcd(0x25, Cmd);          // Write contrast
    SendLcd(70, Data);                 //69
    SendLcd(0x2D, Cmd);          // Colour set (only for 8-bit/pixel)
    SendLcd(0x00, Data);         // RED
    SendLcd(0x02, Data);
    SendLcd(0x04, Data);
    SendLcd(0x06, Data);
    SendLcd(0x09, Data);
    SendLcd(0x0b, Data);
    SendLcd(0x0d, Data);
    SendLcd(0x0f, Data);
    SendLcd(0x00, Data);         // GREEN
    SendLcd(0x02, Data);
    SendLcd(0x04, Data);
    SendLcd(0x06, Data);
    SendLcd(0x09, Data);
    SendLcd(0x0b, Data);
    SendLcd(0x0d, Data);
    SendLcd(0x0f, Data);
    SendLcd(0x00, Data);         // BLUE
    SendLcd(0x05, Data);
    SendLcd(0x0a, Data);
    SendLcd(0x0f, Data);
    SendLcd(0xB7, Cmd);          // Temperature gradient set
    SendLcd(0, Data);
    SendLcd(0, Data);
    SendLcd(0, Data);
    SendLcd(0, Data);
    SendLcd(0, Data);
    SendLcd(0, Data);
    SendLcd(0, Data);
    SendLcd(0, Data);
    SendLcd(0, Data);
    SendLcd(0, Data);
    SendLcd(0, Data);
    SendLcd(0, Data);
    SendLcd(0, Data);
    SendLcd(0, Data);
    SendLcd(0, Data);
    SendLcd(0, Data);
    SendLcd(0x03, Cmd);          // Booster Voltage ON
    Delay();
    Delay();
    Delay();
    Delay();
// display setup 2
    SendLcd(0x21, Cmd);          // Inversion control (OFF)
//display setup 3
    SendLcd(0x3A, Cmd);          // 8bpp
    SendLcd(0x03, Data);
    SendLcd(0x29, Cmd);          // Display On
}
```

Etap ustawiania parametrów wyświetlacza rozpoczyna komenda *Refresh set*. Parametr tej komendy określa częstotliwość odświeżania. Komenda *Display control* ustala *„No N line inversion”*, częstotliwość ramek, poziom polaryzacji, cykl pracy driverow i wielkość matrycy wyświetlacza. Również rejestry sterujące skalą szarości pikseli mają wartości nieustalone i muszą być zaprogramowane komendą *Gray scale position*, a zaprogramowany zestaw rejestrów musi być wybrany komendą *Gamma curve set*. Ostatnia komenda tego etapu *Common driver setup* określa, w jakiej kolejności będą wyświetlane linie wyświetlacza.

Wbudowany w sterownik układ zasilania matrycy również wymaga zaprogramowania. W parametrze komendy *Power control* są umieszczone informacje o częstotliwości pracy wbudowanej przetwornicy (26,3 kHz). Do układu regulatora napięcia wyjściowego może być dołączony zewnętrzny lub wewnętrzny rezystor określający zakres regulacji (tutaj wewnętrzny).

Komenda *Sleep out* wyprowadza sterownik ze stanu uśpienia, a komenda *Voltage control* reguluje napięcie wyjściowe zasilające układ regulacji napięcia matrycy LCD. Komenda *Write contrast* reguluje napięcie zasilające matrycę LCD. Na tym etapie inicjalizacji jest też zapisywana tablica konwersji kolorów z trybu 8- do 12-bitowego i współczynniki temperaturowe. Po zaprogramowaniu parametrów układu zasilania włącza się go komendą *Booster voltage on* (po włączeniu zasilania jest domyślnie wyłączony). Na zakończenie pozostaje już tylko włączenie trybu 8- lub 12-bitowego koloru (komenda *Interface pixel control*), wyłączenie trybu inwersji i włączenie wyświetlania.

Po prawidłowym zainicjowaniu wyświetlacza na ekranie pojawi się kolorowa mozaika pikseli odzwierciedlająca przypadkowe wartości pamięci RAM po włączeniu zasilania. Dlatego proces inicjalizacji trzeba zakończyć procedurą wpisującą do pamięci RAM wyświetlacza wartość wyświetlania jednego koloru. Dla 12-bitowej głębi kolorów to zadanie jest realizowane przez procedurę *ClsLcd* pokazaną na **listingu 4**.

Jako pierwsza jest wysyłana komenda *Memory access control* z parametrem 0x20. Po wykonaniu tej komendy wykonywany jest tryb adresowania *Invert mode*. Każde kolejne wpisanie bajtu do pamięci RAM wyświetlacza powoduje zwiększenie licznika wierszy. Komenda *Column address set* ustala zakres zmian numerów kolumn od kolumny początkowej o numerze 0 do kolumny końcowej o numerze 97. Podobnie komenda *Page address* ustala zakres numerów linii (stron pamięci) od 0 do 67. Przy takim zdefiniowaniu obszarów zapisywania zostanie zapisana cała pamięć RAM wyświetlacza. Zapisywanie rozpoczyna się komendą *Memory write*, a kończy po wysłaniu komendy *Memory access control*. Argumentem *ClsLcd* jest 16-bitowa stała określająca 12-bitową składową koloru, którą należy wypełnić pamięć obrazu.

Kontroler wyświetlacza nie ma wbudowanego generatora znaków i dlatego trzeba wzorce znaków stworzyć we własnym zakresie. W kolorowych wyświetlaczach graficznych sprawa jest nieco bardziej skomplikowana. Po pierwsze, każdemu pikselowi odpowiada jeden bajt dla trybu 8-bitowego lub 1,5 bajta dla trybu 12-bitowego. Po drugie, dla każdego ze znaków trzeba zdefiniować kolor czcionki i kolor tła znaku. Jednak to, że każdy piksel jest zapisany przynajmniej na 1 bajcie, daje możliwość definiowania znaków o niemal dowolnej wielkości. Poza tym przy ich wyświetlaniu bardzo pomagają komendy *Column address set* i *Page address set*. Po ustaleniu zakresów zmian adresów stron i kolumn wystarczy tylko wpisywać dane z tablicy generatora znaków.

Przygotowanie tablicy z generatorem znaków jest bardzo żmudnym zadaniem. Ja skorzystałem z dostępnej w Internecie tablicy przygotowanej przez D. Lyncha. Tablica składa się z 3 części: znaków małych o wymiarach 6×8 pikseli, znaków średnich 8×8 pikseli i znaków dużych 16×8 pikseli. Procedura wyświetlania *LCDPutChar* znaku jest również autorstwa D. Lyncha. Jej argument *c* zawiera kod wyświetlanego znaku. Jest to kod ASCII, ale tablica wzorców zaczyna się od znaku SPACJA (kod ASCII =0x20). Dlatego LCDPutChar wykonuje konwersję, odejmując od kodu zawartego w argumencie *c* wartość 0x1F: pChar = pFont + (nBytes * (c – 0x1F)) + nBytes – 1;. Pozostałe argumenty określają pozycję początku tekstu na ekranie (współrzędne *x* i *y*) oraz kolor znaku *fColor* i kolor tła *bColor*.



REKLAMA

Listing 4. Inicjalizacja pamięci obrazu
```
//czyszczenie pamieci wyświetlacza - kolor 12-bitowy
void ClsLcd(short color) {
int i; // loop counter
        //SendLcd(0x36, Cmd);         // x,y=0
        //SendLcd(0x20, Data);        // Page direction in writing
// ustawienie zkresu liczników stron pamieci
        SendLcd(0x2b,Cmd);
        SendLcd(0,Data);
        SendLcd(67,Data);
//ustawienie zkresów liczników kolumn
        SendLcd(0x2a,Cmd);
        SendLcd(0,Data);
        SendLcd(97,Data);
// wpisanie do pamieci
        SendLcd(0x2c,Cmd);  //komenda Memory Write
for(i = 0; i < ((67 * 98) / 2); i++) {
SendLcd((color >> 4) & 0xFF,Data);
SendLcd(((color & 0xF) << 4) | ((color >> 8) & 0xF),Data);
SendLcd(color & 0xFF,Data);
}
        SendLcd(0x36, Cmd);         // Memory Access Control
        SendLcd(0x80, Data);        // Page direction in writing
        SendLcd(0xBD, Cmd);         // x,y=0
        SendLcd(4, Data);       // Page direction in writing
}
```

Listing 5. Procedura wyświetlająca napisy
```
void LCDPutStr(const char *pString, int x, int y, int Size, int fColor, int
bColor) {
//w pętli do znalezienia końca ciągu
  while (*pString != 0x00) {
//wyświetl znak alfanumeryczny
  LCDPutChar(*pString++, x, y, Size, fColor, bColor);
//korekcja pozycji y w zależności od wielkości znaku
  if (Size == SMALL)
  y = y + 6;
  else if (Size == MEDIUM)
  y = y + 8;
  else y = y + 8;
    // czy znak się zmieści
    if (y > 97) break;
  }
}
```

Listing 6. Testowanie trybu tekstowego.
```
    InicLcd();
    ClsLcd(WHITE);
    LCDPutStr(„   Duza      „, 50, 0, LARGE,RED,YELLOW);
    LCDPutStr(„  Srednia     „, 30, 0, MEDIUM,BLUE,GREEN);
    LCDPutStr(„  Mala czcionka  „, 10, 0, SMALL,WHITE,BLACK);
```

Listing 7. Wyświetlanie bitmapy
```
extern const unsigned short pic_bmp[];
void BmpLcd(void) {
int j,k,w0,w1; // loop counter
// ustawienie zkresu liczników stron pamieci
  k=0;
  SendLcd(0x2b,Cmd);
  SendLcd(0,Data);
  SendLcd(67,Data);
//ustawienie zakresów liczników kolumn
  SendLcd(0x2a,Cmd);
  SendLcd(0,Data);
  SendLcd(95,Data);
// wpisanie do pamieci
  SendLcd(0x2c,Cmd);
  for(j = 0; j < ((67 * 95) / 2); j++) {
    w0=pic_bmp[k++];
    w1=pic_bmp[k++];
    SendLcd((w0 >> 4) & 0xFF, Data);  //konwersja na tryb 12-bitowy
    SendLcd(((w0 & 0xF) << 4) | ((w1 >> 8) & 0xF), Data);
    SendLcd(w1 & 0xFF, Data);
  }
  SendLcd(0x36, Cmd);         // x,y=0
  SendLcd(0x80, Data);        // Page direction in writing
  SendLcd(0xBD, Cmd);         // x,y=0
  SendLcd(4, Data);       // Page direction in writing
}
```

Mając procedurę wyświetlania jednego znaku, bez problemu napiszemy procedurę wyświetlającą napisy na ekranie (**listing 5**). Jej argumentami są: wskaźnik do obszaru pamięci zawierającego początek łańcucha z kodami ASCII, współrzędne początku wyświetlania, wielkość znaku oraz kolor znaku i kolor tła. W zależności od wielkości znaku jest przeprowadzana korekcja współrzędnej *y* (kolumny) następnego znaku. Fragment programu wyświetlający testowy tekst pokazano na listingu 6, a wynik jego działania na **fotografii 6**.

Wyświetlanie kolorowych bitmap jest elementem, który potrafi znacznie uatrakcyjnić projektowany interfejs użytkownika. Trzeba jednak pamiętać o tym, że istotnym ograniczeniem jest pojemność pamięci, w której jest zapisywana bitmapa. Tak jak w wypadku wyświetlacza monochromatycznego, trzeba kolorową bitmapę przekonwertować do tablicy w języku C. W „Elektronice Praktycznej"



Fotografia 6. Wyświetlacz w trybie tekstowym



Fotografia 7. Wyświetlanie bitmapy w trybie graficznym

opisywałem już sposób konwersji kolorowych bitmap za pomocą programu *bmp2c* autorstwa Sebestiena Riou. W wyniku konwersji kolorowej bitmapy na tryb 12-bitowy na dwu słowach 16-bitowych w tablicy bitmapy są zapisywane informacje o kolorze 2 kolejnych pikseli. Procedura wyświetlająca bitmapę musi pobierać po 2 słowa i zapisywać je do pamięci obrazu. Na **listingu 6** zamieszczono procedurę wyświetlającą wcześniej przygotowaną i przekonwertowaną bitmapę, a na **fotografii 7** jej wynik działania.

Podsumowanie

Monochromatyczne wyświetlacze graficzne nie są trudne w obsłudze, a bitmapy nie zajmują dużo miejsca. Są oferowane w różnych rozdzielczościach z wbudowanym podświetleniem i z przetwornicami zasilającymi drivery matrycy LCD. Jeżeli dodamy do tego umiarkowaną cenę, to jest to element, który może z powodzeniem konkurować z klasycznymi wyświetlaczami alfanumerycznymi ze sterownikiem HD44780.

Z kolorowymi wyświetlaczami graficznymi jest trudniej. Duże matryce są jeszcze stosunkowo drogie, ale można stosować tanie i dostępne wyświetlacze od telefonów komórkowych. Pewnym problemem może być dostępność informacji o typie sterownika i wyprowadzeniach, a także bardziej skomplikowana obsługa. Jednak w wielu wypadkach potrzebne informacje są dostępne, a kolorowy interfejs może wynagrodzić większy wysiłek przy jego projektowaniu.

Tomasz Jabłoński, EP

Code Composer Studio v4 (3)

Debugowanie projektu



Debugowanie projektu w środowisku CCSv4 jest wykonywane przez program debuggera będący elementem środowiska. Debugger pracuje na komputerze PC i łączy się z układem sprzętowym nazywanym emulatorem sprzętowym. Połączenie typowo wykorzystuje łącze USB. Emulator jest dołączony do łącza JTAG docelowego układu scalonego (układu procesorowego).

Dotychczas w EP na temat CCS
EP9/2011 „Code Composer Studio v4 – zintegrowane środowisko projektowe"
EP10/2011 „Code Composer Studio v4 – praca z projektem"

Dodatkowe informacje:
Strona produktu *http://www.ti.com/ccs*
Bazowa strona dokumentacji *http://processors.wiki.ti.com/index.php/CCSv4*
Pomoc środowiska CCSv4 z menu Help → Help Contents.

Dodatkowe materiały na CD/FTP:
ftp://ep.com.pl, user: 15352, pass: 760hp6s5
• poprzednie części artykułu

Debugowanie projektu wymaga zdefiniowania konfiguracji sprzętowej systemu docelowego (*target configuration setting*). Konfiguracja systemu docelowego jest wpisywana do pliku w formacie XML o rozszerzeniu „ccxml". Plik może być kopiowany, usuwany i otwierany. Konfiguracja określa niezależnie dwa elementy:

- Połączenie (connection) – typ emulatora lub symulatora.
- Docelowy układ/płytka – typ układu scalonego (układu procesorowego) lub struktura płytki drukowanej.

Interfejs graficzny do definiowania konfigurowania systemu docelowego jest obecnie częścią środowiska CCSv4. Użytkownik może sam określić kombinację emulatora i układu procesorowego.

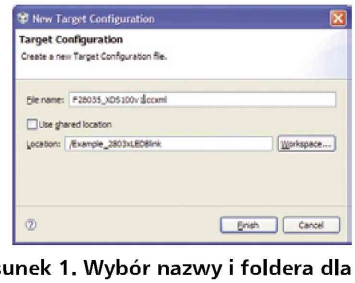
Plik konfiguracji systemu docelowego dla projektu może być:

- Wpisany (dodany) do foldera projektu.
- Dołączony (bez przepisywania) do projektu z lokalizacji domyślnej.

Tworzenie nowej konfiguracji sprzętowego systemu docelowego

Rozpoczęcie tworzenia nowej konfiguracji systemu docelowego można wykonać na kilka sposobów:

- Wybór z menu opcji *Target* → *New Target Configuration*.
- Wybór z menu opcji *File* → *Target* → *New Target Configuration*.
- Kliknięcie prawym klawiszem myszy na linię projektu w oknie *C/C++ Projects*. Z menu kontekstowego należy wybrać pozycję *New*, a następnie *Target Configuration File*.



Rysunek 1. Wybór nazwy i foldera dla pliku konfiguracji systemu docelowego

Otwierane jest wtedy okno edycyjne *New Target Configuration* (**rysunek 1**). W polu *File Name* należy wpisać nazwę dla pliku konfiguracji systemu docelowego z rozszerzeniem „ccxml". Najlepiej użyć nazwy dobrze opisującej zastosowany układ sprzętowy.

W polu *Location* należy podać miejsce umieszczenia pliku. Można wskazać dwa różne miejsca umieszczenia pliku konfiguracji:

- Lokalizacja pliku konfiguracji we wspólnym (domyślnym) folderze – z wybraną opcją *Use shared location*.
- Lokalizacja pliku konfiguracji w folderze projektu – przy wyłączeniu opcji *Use shared location*. Plik będzie dodany do projektu.

Plik konfiguracji systemu docelowego musi być określony dla każdego indywidualnego projektu środowiska CCSv4.

Lokalizacja pliku konfiguracji w folderze projektu

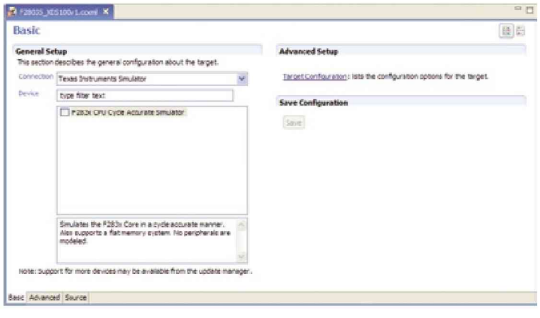
W oknie *New Target Configuration* należy wyłączyć (odznaczyć) opcję *Use shared location* (**rysunek 1**). Następnie należy kliknąć na przycisk *Browse*. W otworzonym oknie pokazywany jest folder, w którym umieszczony jest projekt. Wystarczy kliknąć na przycisk *OK*.

W oknie *New Target Configuration* wybrana jest ścieżka bieżącego projektu (rys. 1). Wszystkie elementy potrzebne do pracy z projektem znajdują się wtedy w tym samym folderze. Po wcześniejszym wpisaniu odpowiedniej nazwy pliku *.ccxml w oknie *New Target Configuration* i ustawieniu ścieżki należy kliknąć na przycisk *Finish*.

Wybór typu emulatora sprzętowego i układu procesorowego

Otwierane jest okno edycyjne zatytułowane tak jak nazwa utworzonego pliku konfiguracji systemu docelowego (**rysunek 2**).

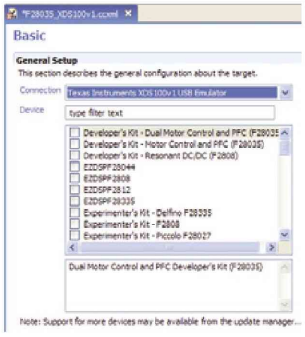
Okno jest zorganizowane jako trzy zakładki. Na zakładce *Basic* w panelu *General Setup* należy wybrać odpowiednie opcje. Najpierw na liście rozwijanej pola *Connection* trzeba wybrać typ emulatora, np. Texas Instruments XDS100v1 USB Emulator (**rysunek 3**). Następnie należy poczekać do chwili, gdy w oknie *Device* zostanie wyświetlona lista układów procesorowych i płytek uruchomieniowych (**rysunek 4**). Teraz trzeba suwakiem przewinąć listę w oknie *Device*. Właściwie jest to lista sprzętowych systemów docelowych, więc jeden typ układu procesorowego może występować wielokrotnie, np. samodzielnie lub jako element płytki eZdsp. Po znalezieniu nazwy odpowied-



Rysunek 2. Okno edycyjne pliku konfiguracji systemu docelowego środowiska CCSv4 (ustawienia domyślne)



Rysunek 3. Wybór emulatora sprzętowego w oknie edycyjnym konfiguracji systemu docelowego środowiska CCSv4



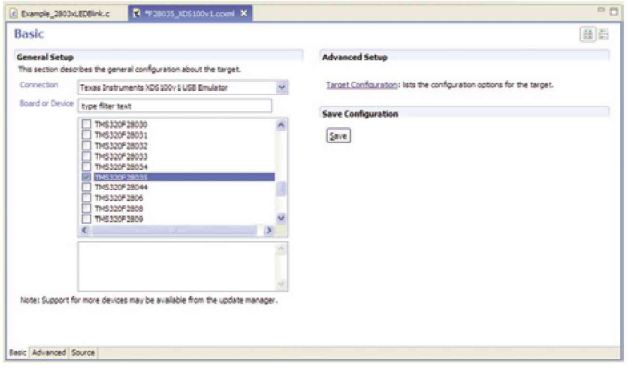
Rysunek 4. Lista sprzętowych systemów docelowych w oknie edycyjnym konfiguracji systemu docelowego środowiska CCSv4

niego układu procesorowego należy kliknąć (zaznaczyć) na jeden (tylko) kwadracik na lewo od wybranego elementu. Następnie należy odczekać, aż linia zostanie zaznaczona na ciemno (**rysunek 5**).

Na zakładce *Advanced* można zobaczyć (i zmienić) szczegółowe ustawienia konfiguracji. Zakładka *Source* umożliwia oglądanie (i edycję) wygenerowanego pliku XML. Na koniec należy na zakładce *Basic* kliknąć na przycisk *Save*. Należy poczekać na zakończenie zapisywania. Wtedy przycisk zostanie wyświetlony w szarym kolorze.

Tylko jeden plik konfiguracji systemu docelowego związany z projektem może zostać ustawiony (i oznaczony) jako aktywny (*Active*). Dodany nowy plik konfiguracji systemu docelowego jest automatycznie ustawiany jako aktywny. Można zmieniać wybór pliku aktywnego w oknie *C/C++ Project*. Należy kliknąć na nazwę pliku konfiguracyjnego prawym klawiszem myszy i wybrać opcję *Set as Active Target Configuration*. Konfiguracja systemu docelowego aktywna jest używana domyślnie po wydaniu polecenia *Target → Debugg Active Project*.

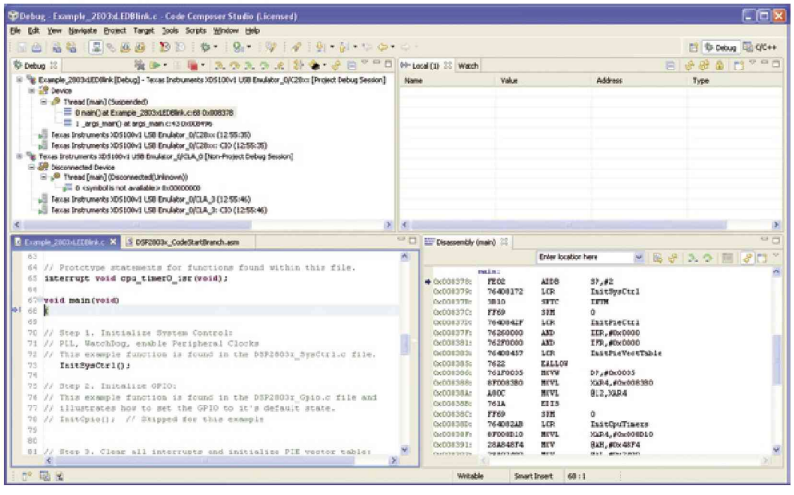
Tylko jeden plik konfiguracji systemu docelowego związany z projektem może zostać ustawiony jako domyślny (*Default*). Można zmieniać wybór pliku domyślnego w tym oknie. Należy kliknąć na nazwę pliku konfiguracyjnego prawym klawiszem myszy i wybrać opcję *Set as Active Default Configuration*.



Rysunek 5. Okno edycyjne pliku konfiguracji systemu docelowego środowiska CCSv4 po wybraniu emulatora sprzętowego i typu układu procesorowego

Tabela 1. Polecenia (najważniejsze) rozpoczęcia/zakończenia (sesji) debugowania

Ikona	Nazwa	Opis	Umiejscowienie
	New Target Configuration	Tworzenie nowego pliku konfiguracji sprzętowej systemu docelowego	File New Menu Target Menu
	Debug Active Project	Uruchomienie sesji debugowej z użyciem aktywnego (active) projektu	Debug Toolbar Target Menu
	Launch TI Debugger	Uruchomienie debuggera z użyciem domyślnej (target) konfiguracji systemu docelowego	Debug Toolbar Target Menu
	Debug	Uruchomienie sesji debugowej z użyciem bieżącej konfiguracji. Przycisk ze strzałką otwiera listę wyboru	Debug Toolbar Target Menu
	Connect Target	Dołączenie debuggera do układu procesorowego	TI Debug Toolbar Target Menu Debug View Context Menu
	Terminate All	Zamyka wszystkie sesje debugowe	Target Menu Debug View Toolbar



Rysunek 6. Okno perspektywy Debug środowiska CCSv4 po wykonaniu w perspektywie C/C++ polecenia *Debug Active Project* (budowanie projektu, uruchomienie debuggera, załadowanie kodu)

Jeden plik może być wybrany jako *Active/Default*. Konfiguracja systemu docelowego oznaczona jako domyślna jest używana po wydaniu polecenia *Target → Launch TI Debugger*.

Uruchomienie debuggera

Wykonanie w perspektywie C/C++ polecenia z menu *Target → Lunch TI Debugger* powoduje uruchomienie debuggera i otworzenie perspektywy *Debug*. Można teraz ręcznie dołączyć układ procesorowy (system docelowy) poleceniem *Connect Target*. Można również ręcznie załadować (zaprogramować) kod do pamięci układu procesorowego.

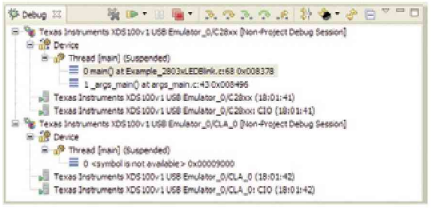
Zestawienie poleceń rozpoczęcia/zakończenia (sesji) debugowania jest zamieszczone w **tabeli 1**. Wykonanie w perspektywie C/C++ polecenia *Debug Active Project* (menu *Target → Debug Active Project*) lub przyciśnięcie przycisku *Debug* powoduje automatyczne rozpoczęcie sesji debugowania. Powoduje to wykonanie budowania inkrementacyjnego aktywnego projektu, uruchomienie debugera, automatyczne dołączenie debugera do docelowego układu procesorowego (systemu), załadowanie kodu wynikowego (programu) do układu procesorowego i otworzenie (przełączenie) perspektywy *Debug*.

Środowisko CCSv4 również wspiera uruchamianie programów z zastosowaniem symulatora oraz systemu operacyjnego czasu rzeczywistego DSP/BIOS.

Perspektywa Debug

Standardowa perspektywa *Debug* środowiska CCSv4 jest automatycznie otwierana po uruchomieniu debuggera (**rysunek 6**). Po dołączeniu debugera do układu procesorowego oraz po załadowaniu do układu procesorowego kodu programu typowo otwierane jest okno *Debug*, okna danych *Local* i *Watch* oraz okno edytora z kodem źródłowym pliku zawierającego funkcję *main()*. Przy uruchamianiu projektu kolejny raz mogą być również otwierane inne okna, np. *Disassembly*.

Po lewej stronie okna edycyjnego jest pasek wyboru (*Selection Margin*). Na pasku wyboru pokazywana jest kolorowa strzałka, gdy załadowany jest plik wynikowy programu do



Rysunek 7. Okno *Debug* perspektywy *Debug* w środowisku CCSv4 po załadowaniu kodu

pamięci układu procesorowego i wykonywanie programu jest zatrzymane w obrębie kodu pokazywanego w oknie. Jest ona powiązana z zawartością licznika rozkazów PC. Wskazuje na linię kodu języka C związanego z instrukcją (asemblerową) spod adresu w PC.

Dołączanie/odłączanie sprzętu do CCSv4

CCSv4 umożliwia dynamiczne dołączanie i odłączanie docelowego układu procesorowego (systemu). Na początku pracy CCSv4 jest domyślnie odłączony od układu procesorowego. Pozwala to na pracę środowiska bez fizycznej obecności układu procesorowego. Uruchomienie debuggera środowiska CCSv4 (np. z menu *Target* → *Lunch TI Debugger*) nie powoduje automatycznego dołączenia do docelowego układu procesorowego.

Dołączenie CCSv4 do docelowego układu procesorowego jest możliwe po wcześniejszym zdefiniowaniu konfiguracji docelowego systemu sprzętowego. Oznacza to określenie typu emulatora sprzętowego dołączonego do komputera PC oraz typu układu procesorowego docelowego dołączonego do emulatora poprzez łącze JTAG.

Dołączenie do docelowego układu procesorowego jest wykonywane po kliknięciu na przycisk *Connect Target* na pasku narzędzi perspektywy *Debug*. Ponowne kliknięcie przycisku, nazywanego obecnie *Disconnect Target*, powoduje odłączenie od docelowego układu procesorowego.

Po poprawnym wykonaniu polecenia *Connect* środowisko CCSv4 komunikuje się z procesorem docelowym. Automatycznie otwierane jest okno *Debug* oraz okno deasemblacji *Disassembly*.

Okno *Debug*

Okno *Debug* jest dostępne w perspektywie *Debug* środowiska CCSv4 **(rysunek 7)**. W oknie jest pokazywany stan stosu dla aktualnie debugowanego układu procesorowego. Są one omówione w **tabeli 2**. Po zatrzymaniu działania programu jest pokazywana w perspektywie *Debug* zawartość okien dla ramki umieszczonej na szczycie stosu. Można także oglądać stan dla innych ramek stosu. Dla procesorów wielordzeniowych, jak TMS320F28035 Piccolo, w oknie *Debug* pokazywany jest stan obu rdzeni (rys. 7). Na pasku narzędzi okna *Debug* są dostępne podstawowe przyciski wykonywania programu.

Tabela 2. Polecenia (najważniejsze) ładowania programu/symboli

Ikona	Nazwa	Opis	Umiejscowienie
	Load Program	Ładowanie kodu wynikowego budowania projektu z pliku typu COFF (*.out) do układu procesorowego (lub symulatora)	Target Menu Debug Toolbar Modules View Toolbar
	Load Symbols	Ładowanie symboli dla pliku wynikowego umieszczonego w pamięci nieulotnej typu Flash lub ROM. Powoduje wyczyszczenie tablicy symboli i załadowanie nowej zawartości	Target Menu Modules View Toolbar
	Reload Program	Ponowne załadowanie kodu wynikowego budowania projektu z pliku typu COFF (*.out) do układu procesorowego (lub symulatora)	Target Menu Debug Toolbar Modules View Toolbar

Tabela 3. Polecenia (najważniejsze) wykonania programu

Ikona	Nazwa	Opis	Umiejscowienie
	Halt	Zatrzymanie wykonywania programu przez układ procesorowy. Okna perspektywy *Debug* są automatycznie odświeżane przy zastosowaniu pobranych nowych danych.	Target Menu Debug View Toolbar
	Run	Wznowienie wykonanie programu, który jest aktualnie załadowany do pamięci układu procesorowego od bieżącego stanu licznika rozkazów PC. Wykonywanie programu jest kontynuowane, aż do napotkania pułapki	Target Menu Debug View Toolbar
	Run to Line	Wznowienie wykonanie programu, który jest aktualnie załadowany do pamięci układu procesorowego od bieżącego stanu licznika rozkazów PC. Wykonywanie programu jest kontynuowane aż do osiągnięcia wskazanej linii kodu źródłowego/asemblerowego	Target Menu Disassembly Context Menu Source Editor Context Menu
	Go to Main	Uruchamia program do początku funkcji main().	Debug View Toolbar
	Step Into	Praca krokowa poziomu kodu źródłowego C/C++ z wchodzeniem do zaznaczonej instrukcji (funkcji) i zatrzymaniem wykonania	Target Menu Debug View Toolbar
	Step Over	Praca krokowa poziomu kodu źródłowego C/C++ z wykonaniem zaznaczonej instrukcji (funkcji) i zatrzymaniem wykonania na pierwszej instrukcji po powrocie na ten sam poziom	Target Menu Debug View Toolbar
	Step Return	Wykonanie bieżącej funkcji do końca i zatrzymanie wykonania na pierwszej instrukcji po powrocie na wyższy poziom	Target Menu Debug View Toolbar
	Reset	Przerwanie wykonywania bieżącego programu i wymuszenie operacji RESET układu procesorowego	Target Menu Debug View Toolbar
	Restart	Ustawia licznik rozkazów PC na wartość punktu wejścia programu aktualnie załadowanego do pamięci układu procesorowego. Następnie program jest wykonywany do określonego miejsca, typowo do początku funkcji main()	Target Menu Debug View Toolbar
	Assembly Step Into	Praca krokowa poziomu kodu asemblerowego z wchodzeniem do zaznaczonej instrukcji (funkcji) i zatrzymaniem wykonania	TI Explicit Stepping Toolbar Target Advanced Menu
	Assembly Step Over	Praca krokowa poziomu kodu źródłowego C/C++ z wykonaniem zaznaczonej instrukcji (funkcji) i zatrzymaniem wykonania na pierwszej instrukcji po powrocie na ten sam poziom	TI Explicit Stepping Toolbar Target Advanced Menu

Okno *Disassembly*

W oknie deasemblacji (*Disassembly*) jest pokazywany kod asemblerowy (i maszynowy) programu znajdującego się w pamięci układu procesorowego po wykonaniu deasemblacji (rys. 6). Okno deasemblacji może być pokazywane w obu perspektywach *C/C++* oraz *Debug*. W tym oknie pokazywane są informacje symboliczne dla adresów funkcji i zmiennych języka C (o ile są dostępne). W oknie można przejść do dowolnego poprawnego adresu. Deasemblacja zawartości pamięci programu (kodu źródłowego) wykonywana jest dynamicznie podczas zmiany adresu w oknie. Na pasku tytułu okna pokazywany jest najbliższy symbol adresowy i przesuniecie względem niego pierwszej linii pokazywanej w oknie.

Okno deasemblacji można otworzyć z menu *View* → *Disassembly*. Podczas wykonywania programu w pracy krokowej zawartość okna deasemblacji jest dynamicznie aktualizowana.

Po poprawnym wykonaniu polecenia *Connect* środowisko CCSv4 komunikuje się z procesorem docelowym. Automatycznie otwierane jest okno deasemblacji (rys. 6). Pokazywana jest

w nim zawartość kodu od adresu zatrzymania układu procesorowego, czyli od początku kodu bootowania układu procesorowego z pamięci Boot-ROM:

F2802x Piccolo:

```
0x3ff7bb: 28AD0004 MOV @SP,#0x0004
```

F2803x Piccolo:

```
0x3ff8a1: 28AD0004 MOV @SP,#0x0004
```

Kod załadowany do pamięci może być pokazywany w oknie deasemblacji na dwa sposoby. Tryb kodu źródłowego *Source Mode* – pokazywany jest tylko kod maszynowy po deasemblacji. Jest to domyślny tryb pracy.Tryb *Mixed Mode* – pokazywany jest kod źródłowy w języku C lub asemblerowym (o ile kod jest dostępny) oraz jego kod maszynowy po deasemblacji. W oknie deasemblacji są również pokazywane pułapki. Są one identyfikowane ikonkami na lewo od adresu instrukcji. Ich znaczenie jest takie samo jak w oknie edycji.

Ładowanie kodu programu

Ładowanie kodu (load) oznacza otworzenie wskazanego pliku formatu COFF (*.out) będącego rezultatem budowania projektu i wpisanie (załadowanie) go do układu procesorowego docelowego. Ładowanie kodu jest dostępne w konfiguracji *Debug*, czyli po uruchomieniu debuggera i po dołączeniu do systemu docelowego. Zestawienie poleceń ładowania programu/symboli jest zamieszczone w **tabeli 3**. Ładowanie kodu wynikowego programu jest wykonywane automatycznie po wykonaniu polecenia *Debug Active Project* (menu *Target → Debug Active Project*). Ładowanie kodu wynikowego programu można wykonać ręcznie z menu *Target → Load Program*. Jest też polecenie ponownego załadowania programu *Target → Reload Program*.

W zależności od rodzaju pamięci RAM lub Flash, do której ładowany jest kod, operacja wykonywana jest w różny sposób.

Po wydaniu polecenia *Target → Load Program* otwierane jest okno wyboru pliku z kodem wynikowym (**rysunek 8**). Przycisk *Browse Project* pozwala na automatyczne ustawienie ścieżki do foldera */Debug* aktywnego projektu w polu *Program file*. Przycisk *Browse* pozwala na wybranie pliku z tego foldera.

Po przyciśnięciu przycisku *OK* rozpoczyna się automatyczne ładowanie kodu do układu procesorowego. Postęp operacji jest pokazywany w osobnym oknie (**rysunek 9**). Typowo, po wykonaniu polecenia ładowania kodu do pamięci program jest uruchamiany od punktu wejścia języka C (entry point) i wykonywany do początku funkcji main(). Oznacza to wykonanie inicjacji środowiska języka C (rys. 6). Licznik rozkazów (PC) jest ustawiony na pierwszą instrukcję funkcji *main()*. Pokazują to strzałki w oknie *Disassembly* oraz oknie edycyjnym pliku z funkcją *main()*.



Rysunek 8. Okno wyboru pliku z kodem wynikowym po wykonaniu polecenia *Load Program* w środowisku CCSv4

Ładowanie pliku wynikowego do pamięci RAM

Ładowanie kodu do pamięci RAM powoduje wpisanie kodu do pamięci RAM układu procesorowego poprzez jego łącze JTAG. W trakcie ładowania kodu typowo jest wykonywana weryfikacja (domyślnie włączona opcja *Perform verification during Program Load*). Załadowane dane są odczytywane z pamięci i porównywane z oryginałem. Wystąpienie różnic jest sygnalizowane.

Ładowanie pliku wynikowego do pamięci Flash

Jeśli kod wynikowy programu ma zostać umieszczony w wewnętrznej pamięci Flash układu procesorowego, to jest wymagane zaprogramowanie tej pamięci. Środowisko CCSv4 automatycznie rozpoznaje, które sekcje pliku COFF mają zostać umieszczone w pamięci Flash. Programator pamięci Flash zostaje uruchomiony automatycznie.

Operacja programowania pamięci Flash jest wykonywana w trzech krokach: kasowanie, programowanie i weryfikowanie pamięci Flash. Dalej ładowanie przebiega tak samo jak do pamięci RAM. Postęp poszczególnych kroków operacji jest pokazywany w osobnym oknie (rys. 9). Widok tego okna może być bardzo różny w zależności np. od tego, czy jest to pierwsze ładowanie kodu po uruchomieniu sesji debugowej czy następne.

Ustawienia narzędzia do programowania pamięci Flash można oglądać i zmieniać. Należy wybrać z menu *Tools → On-Chip Flash*. Otwierane jest okno *Control Panel* z zakładką *On-Chip Flash* (**rysunek 10**).

Zawartość okna jest zależna od używanego w projekcie układu procesorowego (konfiguracja systemu docelowego). Można w nim zmieniać parametry oraz wykonywać dodatkowe operacje jak jednorazowe kasowanie pamięci Flash i programowanie hasła dostępu.

Należy uważać, aby ustawienia nie spowodowały przekroczenia maksymalnej częstotliwości zegara systemowego SYSCLKOUT używanego układu procesorowego.

Ładowanie symboli dla pliku wynikowego umieszczonego w pamięci nieulotnej

Jest również pewna postać ładowania kodu dla pamięci nielotnej typu Flash, ROM lub EEPROM. Jeśli pamięć Flash układu procesorowego została zaprogramowana kodem wynikowym programu, to CCSv4 pozwala na załadowanie danych symbolicznych dla debugowania tego programu. Wtedy środowisko CCSv4 czyta dane debugowe, np. wartość symboli adresowych i są one używane do debugowania. Nie jest wymagane ponowne programowanie pamięci Flash. W celu załadowania danych symbolicznych należy z menu wybrać *Target → Load Symbols*. Otwierane jest wtedy typowe okno dialogowe (rys. 8), w którym należy wybrać plik wynikowy *.out (typowo np. w folderze *Debug*). Po wykonaniu tej operacji debugger środowiska CCSv4 uwzględnia informację symboliczną tak jak po zaprogramowaniu pamięci Flash układu procesorowego.

Uruchamianie programu, praca krokowa i polecenie Reset

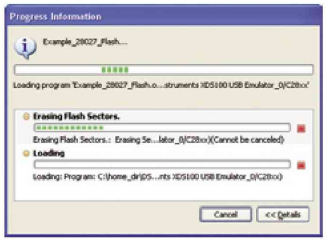
Układy procesorowe rodziny TMS320C2000 mają bardzo rozbudowany sprzętowy układ wspomagania procesu uruchamia kodu. Środowisko CCSv4 umożliwia przeprowadzenie uruchamiania programu na różne sposoby. Do uruchamiania programu służy perspektywa *Debug*. Udostępnia ona wiele poleceń przy użyciu: ikonek na pasku narzędzi perspektywy *Debug*, ikonek na pasku narzędzi okna *Debug*, poleceń w menu kontekstowym okna *Debug* lub poleceń z menu *File* oraz *Target*. Można podzielić polecenia na:

- polecenia rozpoczęcia/zakończenia sesji debugowania,
- polecenia ładowania programu/symboli,
- polecenia wykonania programu.

Uruchamianie programu

Jest kilka poleceń w perspektywie Debug, które dotyczą wykonywania programu (tab. 3):

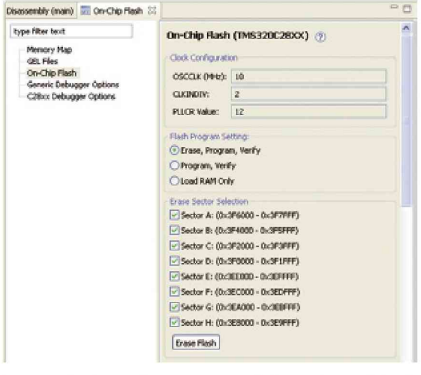
- *Target → Reset → Reset CPU* – Polecenie powoduje przerwanie wykonywania bieżącego programu i wymuszenie operacji RESET układu procesorowego. Polecenie jest dostępne po dołączeniu debuggera do układu procesorowego. Jest to wykonywane poprzez łącze JTAG i nie do końca jest realizowane tak samo jak RESET sprzętowy. Nie są np. zmieniane ustawienia modułu PLL. Typowo układ procesorowy jest następnie zatrzymywany na pierwszej instrukcji programu BOOT-loadera .
- *Target → Reset → Reset Emulator* – Polecenie jest dostępne po dołączeniu emulatora do komputera bez konieczności dołączania debuggera do układu procesorowego.
- *Target → Restart* – Polecenie typowo jest używane po poleceniu *Reset CPU*. Jego działanie jest określone w opcji *Auto Run* debuggera. Typowo powoduje ono uruchomienie układu procesorowego, wykonanie kodu inicjacji środowiska języka C, czyli od adresu c_int00 i zatrzymanie wykonania na początku funkcji *main()*. Zatrzymanie jest realizowane jako pułapka programowa.
- *Target → Run* – Polecenie powoduje uruchomienie układu procesorowego po jego poprzednim zatrzymaniu. Układ procesorowy pracuje, aż do ponownego zatrzymania wykonanego automatycznie



Rysunek 9. Okno postępu programowania pamięci Flash (faza kasowania) po wykonaniu polecenia *Load Program* dla projektu skonfigurowanego do pracy z pamięcią Flash układu procesorowego w środowisku CCSv4

po uauktywnieniu się pułapki lub po wykonaniu polecenia *Halt*.

- *Target* → *Halt* – Polecenie powoduje zatrzymanie układu procesorowego.
- *Target* → *Go to Main* – Polecenie typowo jest używane po poleceniu *Reset*. Powoduje ono uruchomienie układu procesorowego i wykonanie całej funkcji inicjacji środowiska języka C. Układ procesorowy jest następnie zatrzymywany na pierwszej instrukcji funkcji *main()*.
- *Target* → *Run to Line* – Polecenie powoduje uruchomienie układu procesorowego i wykonanie kodu aż do miejsca kodu w którym został umieszczony kursor.



Rysunek 10. Okno *Control Panel* z zakładką *On-Chip Flash* środowiska CCSv4 dla układu procesorowego TMS320F28035 (fragment)

- *Set PC to Cursor* – Polecenie dostępne po kliknięciu prawym klawiszem myszy na linię kodu w oknie edycyjnym z otwartym kodem źródłowym. Z podręcznego menu należy wybrać pozycję *Set PC to Cursor*. To samo można wykonać w oknie *Disassembly*. Polecenie powoduje ustawienie licznika rozkazów układu procesorowego (PC) na adres kodu w miejscu, na którym został umieszczony kursor. Pozwala to na uruchomienie wykonania kodu od tego miejsca. Uwaga: Polecenie jest bardzo przydane do powtarzania wykonania kawałka kodu bez konieczności ponownego uruchamiania układu procesorowego. Bardzo to ułatwia przeprowadzanie prób zachowania się fragmentu kodu z bieżącą zawartością zmiennych. Trzeba jednak pamiętać, aby nie zaburzyć struktury wywoływania funkcji. Czyli jest to przydatne raczej w ramach jednego kontekstu (ramki stosu) języka C.

Praca krokowa

Środowisko CCSv4 pozwala na wykonywanie pracy programu w sposób krokowy. Są dwa sposoby wykonywania pracy krokowej:

- Dla kolejnych instrukcji (linii kodu źródłowego) języka C.
- Dla kolejnych instrukcji (linii kodu maszynowego) języka asemblerowego.

Praca krokowa na poziomie asemblerowym może być obserwowana jednocześnie w oknie edycyjnym pliku źródłowego języka C/C++ oraz, oknie deasemblacji. Na pasku tytułu okna deasemblacji podana jest nazwa pliku źródłowego, którego dotyczy kod asemblerowy.

Dodatkowo dla każdego z tych sposobów wykonywania pracy krokowej można:

- Wykonać pracę krokową z wchodzeniem do funkcji i zatrzymanie wykonania na jej pierwszej instrukcji (*Step Into*, *Assembly Step Into*).
- Wykonać wykonanie funkcji i zatrzymanie na pierwszej instrukcji po powrocie (*Step Over*, *Assembly Step Over*).
- Wykonać operację wyjścia – *Step Out* powodującą wykonanie kodu bieżącej funkcji do końca i zatrzymanie wykonania na pierwszej instrukcji po powrocie na wyższy poziom.

Pułapki

Pułapki są podstawowym elementem każdego środowiska do debugowania kodu programu. Pułapka podejmuje akcję, gdy określone dla niej warunki zostaną spełnione. Debugger środowiska CCSv4 ma kilka typów pułapek. Ich dostępność zależy od dołączonego rodzaju układu procesorowego.

Okna podglądu, pamięci, rejestrów, stosu i symboli

Wiele okien w perspektywie *Debug* środowiska CCSv4 włącza się automatycznie przy uruchomieniu sesji debuggowej, np. okno *Debug*, panel podglądu zmiennych z oknami *Watch* i *Local(1)* oraz okno edycyjne z kodem funcji *main()*. Włączanie pozostałych okien jest wykonywane poprzez wybór pozycji z menu *View*. Są to: okno pamięci *Memory*, okno rejestrów *Register*, okno przerwań *Breakpoints* i okno deasemblacji *Disassembly*.

Wizualizacja danych

Środowisko CCSv4 udostępnia możliwość graficznej prezentacji danych. Podstawowe typy okien prezentacji graficznej to: Single Time, Dual Time, FFT Magnitude, Complex FFT, FFT Magnitude & Phase oraz FFT Waterfall. Okno wizualizacji można otworzyć poprzez wybór z menu *Tools->Graph*, a następnie wybrać określony typ okna prezentacji. Otwierane jest wtedy okno dialogowe *Graph Properties*. Należy w tym oknie ustawić odpowiednie parametry.

Aktualne informacje dotyczące debugowania w środowisku CCSv4 znajdują się w pomocy (Help) tego środowiska.

Henryk A. Kowalski, EP
henryk.kowalski@ep.com.pl

REKLAMA



Obsługa modułu AVTduino Motor w Arduino

W artykule opiszemy programową obsługę modułu AVTduino Motor dla systemu Arduino UNO, którego konstrukcję opisano w bieżącym numerze „Elektroniki Praktycznej" w rubryce „miniprojekty". Umożliwia on sterowanie czterema silnikami prądu stałego oraz ma elementy, które pozwalają na budowę nieskomplikowanego interfejsu użytkownika.

Moduł ma wbudowane dwie diody LED, cztery przyciski oraz dwa potencjometry, których można użyć do sygnalizowania statusu sterownika Arduino oraz do sterowania prędkością obrotową silnika z wykorzystaniem sygnału PWM. Moduł sterujący silnikami DC będzie podstawowym układem przeznaczonym do budowy pojazdów czy robotów.

Na **rysunku 1** pokazano sposób dołączenia do modułu silników zasilanych prądem stałym, które dodatkowo powinny być zabezpieczone diodami. Układ sterujący pracą silników umożliwia ich załączanie, wyłączanie, zmianę kierunku obrotów oraz zmiany prędkości poprzez sterowanie sygnałem PWM jednego z wejść driverów sterujących danym silnikiem. Przykład obsługi jest przeznaczony dla użytkowników systemu Arduino, którzy na jego podstawie będą mogli zrozumieć ideę sterowania silnikami i łatwo zaadaptować go do własnych potrzeb.

Na **listingu 1** zamieszczono przykładowy program testowy dla modułu AVTduino Motor. Program ten umożliwia sterowanie 4 silnikami. Dwa silniki będą obracały się w umownym kierunku „w lewo", natomiast dwa „w prawo". Naciśnięcie przycisku S1 umożliwia włączenie lub wyłączenie silników M1 i M2, a S3 silników M3 i M4. Dioda LED1 sygnalizuje załączenie silników M1 i M2, natomiast LED2 silników M3 i M4. Przycisk S2 umożliwia zmianę kierunku obrotów silników M1 i M2 na przeciwny, a przycisk S4 silników M3 i M4. Potencjometr Pot1 służy do regulowania prędkości obrotowej silników M1 i M2, a potencjometr Pot2 silników M3 i M4.

W programie w pierwszej kolejności definiowane są stałe, w których zdefiniowano numery portów. Jako kolejne definiowane są zmienne (flagi), które sygnalizują stan silników. W procedurze *setup()* są konfigurowane linie sterujące silnikami oraz diodami LED jako wyjściowe, a linie, do których dołączono przyciski, jako wejściowe. W procedurze głównej programu *loop()* za pomocą komendy *mot1 = analogRead(A0)* jest odczytywana wartość analogowa z potencjometru Pot1. Liczba to zostaje zapamiętana w zmiennej *Mot1*. Podobnie, w dalszej części programu, jest odczytywana nastawa potencjometru Pot2 i odpowiadająca jej liczba jest zapisywana do zmiennej *Mot2*. W instrukcjach:

```
  if (digitalRead(SW1) == LOW) {
//Sprawdzenie czy naciśniety
przycisk SW1
    flaga1_on=!flaga1_on;      //
odwrócenie stanu flagi flaga1_on
wskazującej załączenie silnika M1
i M2
    while(digitalRead(SW1) ==
LOW);    //oczekiwanie na puszc-
zenie przycisku SW1
  }
```

jest realizowana obsługa przycisku S1, którego naciśnięcie zmienia na przeciwny stan zmiennej *flaga1_on*. Od tej flagi zależy załączenie silników M1 i M2. Komendy:

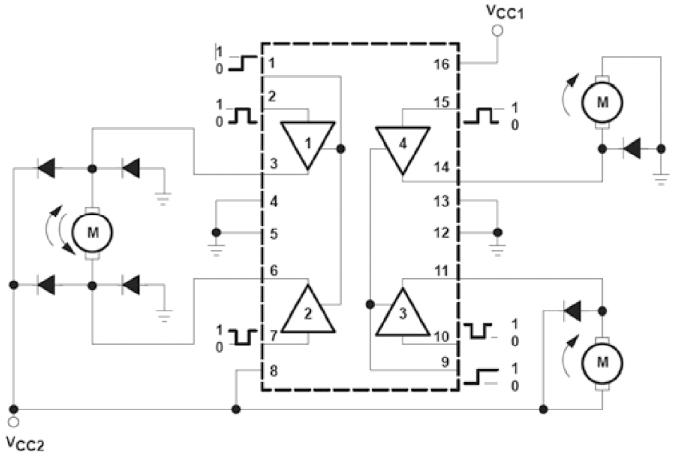
```
if (digitalRead(SW2) == LOW) {
//Sprawdzenie czy naciśnięty
przycisk SW2
    flaga1_obr=!flaga1_obr;      //
odwrócenie stanu flagi1_obr
wskazującej kierunek obrotów
    while(digitalRead(SW2) ==
LOW);    //oczekiwanie na puszc-
zenie przycisku SW2
  }
```

dotyczą obsługi przycisku S2, którego naciśnięcie zmienia stan flagi *flaga1_obr*, od której zależy kierunek obrotów silnika (fizycznie kierunek obrotów silnika jest uzależniony od polaryzacji dwóch linii zasilających dany silnik). W komendach:

```
if (flaga1_on == 1) {          //
Sprawdzenie czy ustawiona jest
flaga1_on, jeśli tak to
    digitalWrite(Motor_1_S,
HIGH);  //załączenie silnika M1
    digitalWrite(Motor_2_S,
HIGH);  //załączenie silnika M2
    digitalWrite(LED1, LOW);  //
załączenie diody Led 1
  }
  else   //w przeciwnym razie
  {
    digitalWrite(Motor_1_S, LOW);
//wyłączenie silnika M1
    digitalWrite(Motor_2_S, LOW);
//wyłączenie silnika M2
    digitalWrite(LED1, HIGH);  //
wyłączenie Led1
  }
```

jest sprawdzany stan flagi *flaga1_on*. Jeśli jest ustawiona, załączane są silniki M1 i M2. Załączana jest również dioda Led1 (wyzerowanie wyjścia sterującego Led1). Przeciwny stan flagi *flaga1_on* spowoduje ustawienie na liniach załączających silniki M1 i M2 poziomu niskiego, co spowoduje ich wyłączenie. Instrukcje

```
  if (flaga1_obr == 1) {
//Sprawdzenie czy ustawiona fla-
ga1_obr, jeśli tak to
```



Rysunek 1. Dołączenie silników prądu stałego do układu L297

Listing 1. Program przykładowy demonstrujący działanie AVTduino Motor

```
/*
Przykład obsługi komponentów, jakie zawiera moduł obsługi silników DC dla Arduino UNO.
Program zawiera przykład konfiguracji i obsługi:
 - sterowanie 4 silnikami
 - regulacja predkości silnikow
 - zmiana kierunku obrotu
Przycisk S1 i S3 umożliwiaja właczenie silników, przyciski S2, S4 zmianę kierunku obrotów, natomiast potencjometry
umożliwiają regulacje prędkości.
Moduł steruje 4 silnikami w dwóch grupach, w których każdy obraca się w przeciwnym kierunku.
Dioda Led1 wskazuje włączenie silnika M1, M2, a Led2 silnika M3 i M4
 */

const int Motor_1_A =  12;                //przypisanie aliasow linia portów
const int Motor_1_B =  10;                //przypisanie aliasow linia portów
const int Motor_2_A =  11;                //przypisanie aliasow linia portów
const int Motor_2_B =  9;                 //przypisanie aliasow linia portów
const int Motor_3_A =  3;                 //przypisanie aliasow linia portów
const int Motor_3_B =  5;                 //przypisanie aliasow linia portów
const int Motor_4_A =  6;                 //przypisanie aliasow linia portów
const int Motor_4_B =  4;                 //przypisanie aliasow linia portów
const int Motor_1_S =  13;                //przypisanie aliasow linia portów
const int Motor_2_S =  8;                 //przypisanie aliasow linia portów
const int Motor_3_S =  2;                 //przypisanie aliasow linia portów
const int Motor_4_S =  7;                 //przypisanie aliasow linia portów
const int LED1 =  A2;                     //przypisanie aliasow linia portów
const int LED2 =  A3;                     //przypisanie aliasow linia portów
const int SW1 =  1;                       //przypisanie aliasow linia portów
const int SW2 =  0;                       //przypisanie aliasow linia portów
const int SW3 =  A4;                      //przypisanie aliasow linia portów
const int SW4 =  A5;                      //przypisanie aliasow linia portów
const int Pot1 =  A0;                     //przypisanie aliasow linia portów
const int Pot2 =  A1;                     //przypisanie aliasow linia portów

byte flaga1_on = 0;                       //zmienna flaga
byte flaga1_obr = 0;                      //zmienna flaga
byte flaga2_on = 0;                       //zmienna flaga
byte flaga2_obr = 0;                      //zmienna flaga
int mot1;                                 //zmienna wartości z potencjometru Pot1
int mot2;                                 //zmienna wartości z potencjometru Pot2

void setup()                              //procedura konfiguracyjna
{
  pinMode(Motor_1_A, OUTPUT);             //konfiguracja linii
  digitalWrite(Motor_1_A, LOW);
  pinMode(Motor_1_B, OUTPUT);             //konfiguracja linii
  digitalWrite(Motor_1_B, LOW);
  pinMode(Motor_2_A, OUTPUT);             //konfiguracja linii
  digitalWrite(Motor_2_A, LOW);
  pinMode(Motor_2_B, OUTPUT);             //konfiguracja linii
  digitalWrite(Motor_2_B, LOW);
  pinMode(Motor_3_A, OUTPUT);             //konfiguracja linii
  digitalWrite(Motor_3_A, LOW);
  pinMode(Motor_3_B, OUTPUT);             //konfiguracja linii
  digitalWrite(Motor_3_B, LOW);
  pinMode(Motor_4_A, OUTPUT);             //konfiguracja linii
  digitalWrite(Motor_4_A, LOW);
  pinMode(Motor_4_B, OUTPUT);             //konfiguracja linii
  digitalWrite(Motor_4_B, LOW);
  pinMode(Motor_1_S, OUTPUT);             //konfiguracja linii
  digitalWrite(Motor_1_S, LOW);
  pinMode(Motor_2_B, OUTPUT);             //konfiguracja linii
  digitalWrite(Motor_2_S, LOW);
  pinMode(Motor_3_S, OUTPUT);             //konfiguracja linii
  digitalWrite(Motor_3_S, LOW);
  pinMode(Motor_4_B, OUTPUT);             //konfiguracja linii
  digitalWrite(Motor_4_S, LOW);
  pinMode(LED1, OUTPUT);                  //konfiguracja Led1
  digitalWrite(LED1, HIGH);
  pinMode(LED2, OUTPUT);                  //konfiguracja Led2
  digitalWrite(LED2, HIGH);
  pinMode(SW1, INPUT);                    //konfiguracja linii do których dołączono przyciski jako wejścia
  pinMode(SW2, INPUT);
  pinMode(SW3, INPUT);                    //konfiguracja linii do których dołączono przyciski jako wejścia
  pinMode(SW4, INPUT);
  digitalWrite(SW1, HIGH);                //dołączenie do linii do których dołączono przyciski rezystorów
                                          //podciągajacych co wymusi na nich domyslnie stan wysoki
  digitalWrite(SW2, HIGH);
  digitalWrite(SW3, HIGH);                //dołączenie do linii do których dołączono przyciski rezystorów
                                          //podciągajacych co wymusi na nich domyślnie stan wysoki
  digitalWrite(SW4, HIGH);

  analogReference(DEFAULT);               //konfiguracja przetwornika A/C
}

void loop()                               //petla główna programu
{
  mot1 = analogRead(A0);                  //odczyt wartości analogowej z Pot1
  delay(10);                              //opóźnienie 10 ms
  mot2 = analogRead(A1);                  //odczyt wartości analogowej z Pot2
  delay(10);                              //opóźnienie 10 ms

  if (digitalRead(SW1) == LOW) {          //Sprawdzenie czy naciśniety przycisk SW1
    flaga1_on=!flaga1_on;                 //odwrocenie stanu flagi flaga1_on wskazujacej załączenie silnika M1 i M2
    while(digitalRead(SW1) == LOW);       //oczekiwanie na puszczenie przycisku SW1
  }
  if (digitalRead(SW2) == LOW) {          //Sprawdzenie czy naciśnięty przycisk SW2
    flaga1_obr=!flaga1_obr;               //odwrócenie stanu flagi1_obr wskazujacej kierunek obrotów
    while(digitalRead(SW2) == LOW);       //oczekiwanie na puszczenie przycisku SW2
  }
  if (flaga1_on == 1) {                   //Sprawdzenie czy ustawiona jest flaga1_on, jesli tak to
    digitalWrite(Motor_1_S, HIGH);        //załączenie silnika M1
    digitalWrite(Motor_2_S, HIGH);        //załączenie silnika M2
```

Listing 1. c.d.

```
    digitalWrite(LED1, LOW);  //zalaczenie diody Led 1
  }
  else   //w przeciwnym razie
  {
    digitalWrite(Motor_1_S, LOW);  //wylaczenie silnika M1
    digitalWrite(Motor_2_S, LOW);  //wylaczenie silnika M2
    digitalWrite(LED1, HIGH);  //wylaczenie Led1
  }
  if (flaga1_obr == 1) {          //Sprawdzenie czy ustawiona flaga1_obr, jesli tak to
    analogWrite(Motor_1_A, (255-(mot1/4)));  //zapisanie wartosci PWM odczytanej z pot1 do M1
    digitalWrite(Motor_1_B, HIGH);  //ustawienie drugiej linii M1
    analogWrite(Motor_2_A, (255-(mot1/4)));  //zapisanie wartosci PWM z Pot1 do M2
    digitalWrite(Motor_2_B, HIGH);  //ustawienie drugiej linii M2
  }
  else   //w przeciwnym razie
  {
    analogWrite(Motor_1_A, mot1/4);  //zapisanie wartosci PWM odczytanej z pot1 do M1
    digitalWrite(Motor_1_B, LOW);    //zerowanie drugiej linii M1
    analogWrite(Motor_2_A, mot1/4);  //zapisanie wartosci PWM odczytanej z pot1 do M2
    digitalWrite(Motor_2_B, LOW);   //zerowanie drugiej linii M2
  }

  if (digitalRead(SW3) == LOW) {          //Sprawdzenie czy nacisniety przycisk SW3
    flaga2_on=!flaga2_on;      //odwrocenie stanu flagi flaga2_on wskazujacej zalaczenie silnika M3 i M4
    while(digitalRead(SW3) == LOW);    //oczekiwanie na puszczenie przycisku SW3
  }
  if (digitalRead(SW4) == LOW) {          //Sprawdzenie czy nacisniety przycisk SW4
    flaga2_obr=!flaga2_obr;       //odwrocenie stanu flagi2_obr wskazujacej kierunek obrotow
    while(digitalRead(SW4) == LOW);    //oczekiwanie na puszczenie przycisku SW4
  }
  if (flaga2_on == 1) {          //Sprawdzenie czy ustawiona jest flaga2_on, jesli tak to
    digitalWrite(Motor_3_S, HIGH); //zalaczenie silnika M3
    digitalWrite(Motor_4_S, HIGH);  //zalaczenie silnika M4
    digitalWrite(LED2, LOW);  //zalaczenie diody Led 2
  }
  else  //w przeciwnym razie
  {
    digitalWrite(Motor_3_S, LOW);  //wylaczenie silnika M1
    digitalWrite(Motor_4_S, LOW);  //wylaczenie silnika M1
    digitalWrite(LED2, HIGH);  //wylaczenie Led1
  }
  if (flaga2_obr == 1) {          //Sprawdzenie czy ustawiona flaga2_obr, jesli tak to
    analogWrite(Motor_3_A, (255-(mot2/4)));  //zapisanie wartosci PWM odczytanej z pot2 do M3
    digitalWrite(Motor_3_B, HIGH);  //ustawienie drugiej linii M3
    analogWrite(Motor_4_A, (255-(mot2/4)));  //zapisanie wartosci PWM odczytanej z pot2 do M4
    digitalWrite(Motor_4_B, HIGH);  //ustawienie drugiej linii M4
  }
  else  //w przeciwnym razie
  {
    analogWrite(Motor_3_A, mot2/4);  //zapisanie wartosci PWM odczytanej z pot1 do M3
    digitalWrite(Motor_3_B, LOW);  //zerowanie drugiej linii M3
    analogWrite(Motor_4_A, mot2/4);  //zapisanie wartosci PWM odczytanej z pot1 do M4
    digitalWrite(Motor_4_B, LOW);  //zerowanie drugiej linii M4
  }
}
```

```
    analogWrite(Motor_1_A, (255-(mot1/4)));  //zapisanie wartości PWM odczytanej z pot1 do M1
    digitalWrite(Motor_1_B, HIGH);  //ustawienie drugiej linii M1
    analogWrite(Motor_2_A, (255-(mot1/4)));  //zapisanie wartości PWM z Pot1 do M2
    digitalWrite(Motor_2_B, HIGH);  //ustawienie drugiej linii M2
  }
  else   //w przeciwnym razie
  {
    analogWrite(Motor_1_A, mot1/4);  //zapisanie wartości PWM odczytanej z pot1 do M1
    digitalWrite(Motor_1_B, LOW);  //zerowanie drugiej linii M1
    analogWrite(Motor_2_A, mot1/4);  //zapisanie wartości PWM odczytanej z pot1 do M2
    digitalWrite(Motor_2_B, LOW);  //zerowanie drugiej linii M2
  }
```

są wykonywane w zależności od stanu flagi *flaga1_obr* odpowiedzialnej za kierunek obrotów silników. Jeśli flaga jest ustawiona, wykonywane są instrukcje ustawiające jedną linię silników M1 i M2, natomiast na drugą podawany jest sygnał PWM o wypełnieniu od 0 do 100% zależnym od ustawienia potencjometru Pot1. Dzięki temu jest możliwa regulacja potencjometrem prędkości obrotowej silników M1 i M2. Wartości sygnału PWM są ograniczane do zakresu od 0 do 255. Jeśli flaga *flaga1_obr* będzie wyzerowana, wykonywane są instrukcje po klauzuli *else*. Powodują one odwrócenie kierunku obrotu silników poprzez podanie na drugie linie sterujące poziomu niskiego. Pozostałe instrukcje w programie z listingu 1 dotyczą silników M3 i M4, do których sterowania użyto przycisków S3, S4 oraz potencjometru Pot2. Ich działanie jest identyczne, jak w przypadku obsługi silników M1 i M2.

Podsumowanie

Działanie przykładowego programu dla modułu AVTDUINO MOTOR pokazuje możliwości i prostotę sterowania takimi elementami, jak silniki DC. Moduł sterujący AVTduino Motor można zastosować do budowy napędu robotów, zabawek czy inteligentnych pojazdów. Elementy przykładowego programu obsługi można wykorzystać we własnych programach po ewentualnym dostosowaniu ich do projektowanego urządzenia.

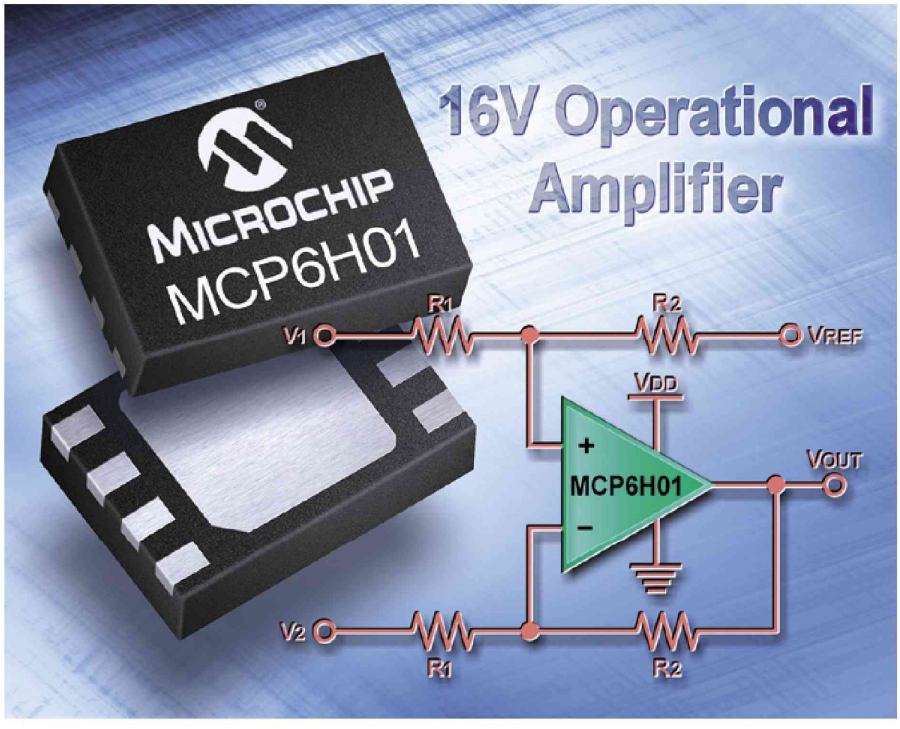
Marcin Wiązania
marcin.wiazania@ep.com.pl

REKLAMA

http://ep.com.pl

Precyzyjne pomiary prądu

Pomiar natężenia prądu płynącego w obwodzie to zadanie, z którym zetknął się niejeden elektronik. W najprostszej aplikacji taki układ zabezpiecza obwody (najczęściej wyjściowe) przed przeciążeniem, sygnalizuje awarię obciążenia lub jego zasilania itp. W nieco trudniejszej do wykonania służy do monitorowania prądu płynącego przez uzwojenia silnika lub w innych obwodach prądu zmiennego. W artykule opisano praktyczne realizacje układów służących do pośredniego pomiaru natężenia prądu oraz omówiono ich zalety i wady.



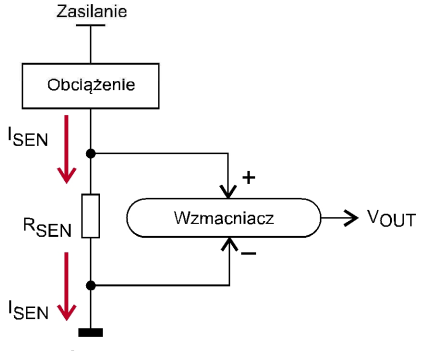
Pomiar natężenia prądu jest w praktyce zawsze wykonywany metodą pośrednią. Czasami stosuje się np. czujniki Hall'a zakładane na przewodach lub przyklejane do ścieżki na płytce drukowanej, ale najczęściej w praktyce mierzy się prąd za pomocą pomiaru spadku napięcia na rezystorze o znanej rezystancji i włączonym szeregowo w obwód obciążenia. Znając ten spadek i korzystając z prawa Ohma jest łatwo obliczyć natężenie prądu przepływającego przez rezystor, a zgodnie z zasadą połączenia szeregowego – przez obciążenie.

Wady i zalety stosowania rezystorów pomiarowych

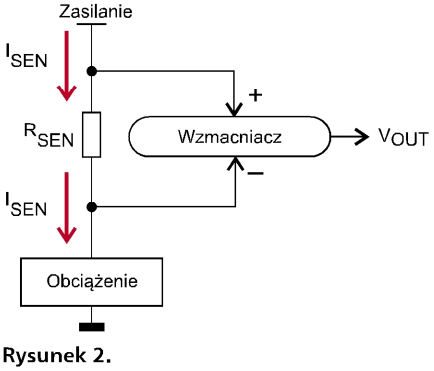
Metoda pomiaru natężenia prądu za pomocą spadku napięcia ma szereg zalet, między innymi jest tania w implementacji i łatwa do zrozumienia, gdy natrafi się na problemy do rozwiązania, a jednocześnie pozwala na uzyskanie dobrej dokładności przy małym i średnim natężeniu mierzonego prądu. Co więcej, równie dobrze nadaje się do pomiaru prądu stałego, jak i zmiennego. Do wad tego typu rozwiązania należy zaliczyć dodatkową rezystancję, która jest wprowadzana szeregowo do mierzonego obwodu. Zwiększona rezystancja w obwodzie z obciążeniem skutkuje wzrostem poboru mocy, który przekłada się też na wzrost ilości ciepła do rozproszenia. Przy dużym natężeniu mierzonego prądu wymaga to stosowania rezystorów o sporych wymiarach i specjalnych technik ich mocowania, tak aby umożliwić skuteczne odprowadzanie ciepła. Z tego powodu często inżynierowie szukają innych metod pomiarowych, nawet gdy natężenie prądu przekracza kilka amper.

Ilość traconego ciepła można zminimalizować stosując rezystory o małej rezystancji. Niestety, w wypadku przepływu prądu o małym natężeniu spadek napięcia na takich opornikach również będzie proporcjonalnie mały a przy tym może nie przekroczyć offsetu napięć wejść analogowych układów mierzących napięcie na oporniku, co skutecznie uniemożliwi pomiar (spadek napięcia zostanie przez ten offset „zamaskowany"). Problemem mogą być też duża częstotliwość mierzonego prądu. Do pomiaru takiego prądu trzeba stosować rezystory o bardzo małej indukcyjności. W przeciwnym wypadku wynik pomiaru będzie obarczony dużym błędem. Niezależnie od częstotliwości, stosując tę metodę trzeba też pamiętać o innych parametrach rezystorów, takich jak: tolerancja wykonania, stabilność temperaturowa,

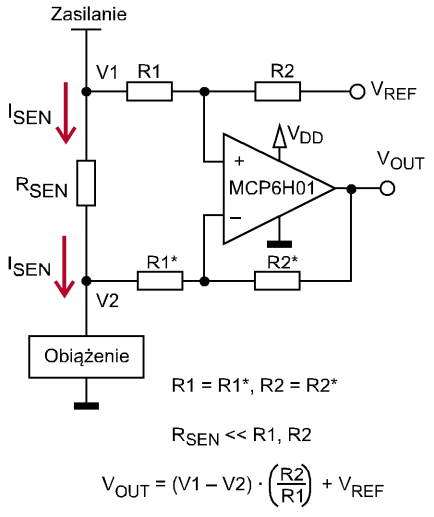
Dodatkowe informacje:
Materiał opracowano na podstawie materiałów dostarczonych przez firmę Microchip.



Rysunek 1.



Rysunek 2.



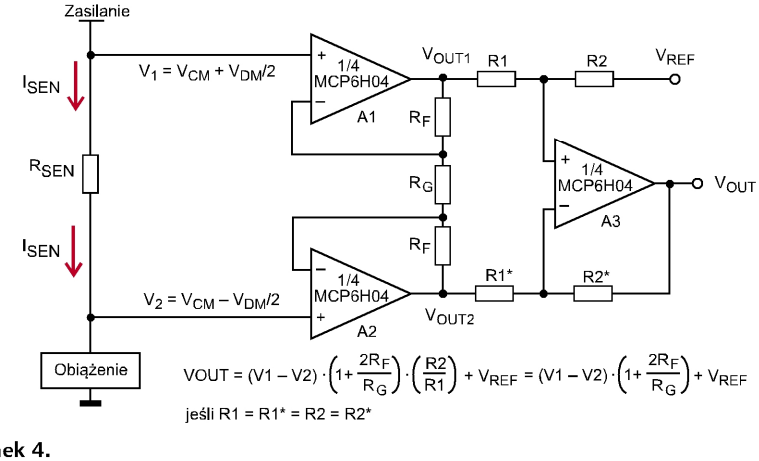
Rysunek 3.

wytrzymałość temperaturowa oraz moc znamionowa, która powinna być na tyle duża, by opornik wytrzymał krótkie przetężenia znacznie przekraczające wartości znamionowe.

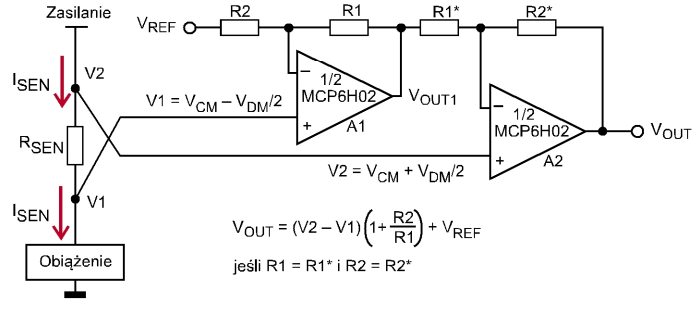
Układy pomiarowe *low-side* i *high-side*

Pomiary natężenia prądu z użyciem rezystorów można podzielić na dwa rodzaje, w zależności od tego, gdzie w układzie włączono opornik pomiarowy. W pierwszym rezystor pomiarowy jest włączany pomiędzy obciążeniem a masą, jak pokazano na **rysunku 1**. Taką konfigurację nazywa się *low-side*. Ponieważ zazwyczaj spadek napięcia na tym rezystorze jest bardzo mały, to jest konieczne jego wzmocnienie np. za pomocą wzmacniacza. W omawianej sytuacji włączenie takiego układu czujnika jest łatwe i tanie, gdyż zarówno wejście sygnału, jak i wyjście są odniesione do masy. Ponadto, nawet kiepski współczynnik CMRR (*Common Mode Rejection Ratio*) wzmacniacza nie jest problemem tj. sytuacja, gdy na wynik wzmocnienia różnicy sygnałów podanych na wejście istotnie wpływa offset tych napięć. Niestety, taka konfiguracja sprawia, że wynik pomiaru jest wrażliwy na wahania poziomu masy. Ponadto obciążenie „widzi" masę na nieco wyższym potencjale niż w rzeczywistości. Włączając w ten sposób element pomiarowy nie da się zmierzyć zwarcia w obciążeniu – nie zostanie ono w ogóle wykryte. Z powyższych względów omawianą metodę pomiarową stosuje się raczej rzadko i tylko wtedy, gdy potencjał masy jest stabilny, a wykrywanie zwarć nie jest wymagane.

W drugim rodzaju rezystor jest włączany pomiędzy linię zasilnia a obciążenie (**rysunek 2**). Taką konfigurację nazywa się *high-side*. Metoda ta pozwala na wyeliminowanie problemów związanych z niestabilnością potencjału masy. Jednocześnie obciążenie jest bezpośrednio dołączone do masy, więc jest możliwy pomiar prądu zwarcia. Niestety, to rozwiązanie ma też wady. Przede wszystkim, zastosowane elementy muszą być odporne na wysokie i dynamicznie zmieniające się napięcia. Istotny jest także fakt, że część wspólna potencjałów na wejściach wzmacniacza jest wysoka i szybko się zmienia. Aby pomiar tego typu był precyzyjny, zastosowane wzmacniacze muszą charakteryzować się dobrym parametrem CMRR, co podnosi ich cenę.



Rysunek 4.



Rysunek 5.

Pomiary w konfiguracji *high-side*

Pomimo wad i zalet obu przedstawionych rodzajów układów pomiarowych, częściej jest stosowana konfiguracja *high-side*. Decyzja o jej użyciu wynika przede wszystkim z ograniczeń konfiguracji *low-side*, której praktycznie nie da się stosować ani w urządzeniach przenośnych, ani w aplikacjach sterowania silnikami, ani w motoryzacji.

Na **rysunku 3** pokazano przykładowy schemat nieskomplikowanego układu pomiarowego w konfiguracji *high-side*. Składa się on z pojedynczego wzmacniacza różnicowego wykonanego w oparciu o wzmacniacz operacyjny MCP6H01 i cztery rezystory zewnętrzne. Wzmacnia on niewielki spadek napięcia na rezystorze pomiarowym, a wartość wzmocnienia wynosi R2/R1. Jednocześnie, układ jest mało wrażliwy na offset monitorowanych napięć. Współczynnik $CMRR_{DIFF}$ jest bowiem określony przede wszystkim przez tolerancje wartości rezystorów R1, R2, R1* i R2*, a nie CMRR samego wzmacniacza operacyjnego. W wypadku, gdy stosunek R2/R1=1, użycie drogich rezystorów o tolerancji wykonania 0,1% w najgorszym przypadku prowadzi do uzyskania wartości $CMRR_{DIFF}$ na poziomie 54 dB. Dla tańszych rezystorów, o tolerancji równej 1%, w najgorszym przypadku $CMRR_{DIFF}$ przyjmie wartość tylko 34 dB. Należy też zaznaczyć, że wartość R_{SEN} powinna być znacznie mniejsza niż R1 i R2 oraz że od strony potencjałów V_1 i V_2 wejścia wzmacniacza nie są zrównoważone.

Dołączenie napięcia odniesienia V_{REF} pozwala na podniesienie napięcia wyjściowego wzmacniacza do pożądanego poziomu, ale trzeba też pamiętać, że aby było to możliwe, V_{REF} musi być podawane ze źródła o małej rezystancji wyjściowej, by nie pogarszać współczynnika $CMRR_{DIFF}$.

Napięcia V_1 i V_2 mogą też być przedstawione jako suma/różnica offsetu (napięcia wspólnego V_{CM}) i połowy napięcia różnicy:

$$V_1 = V_{CM} + V_{DM}/2$$
$$V_2 = V_{CM} - V_{DM}/2$$

Wartość napięcia na wyjściu wynosi wtedy:

$$V_{OUT} = (V_1 - V_2) \times G + V_{REF} = V_{DM} \times G + V_{REF}$$

gdzie G=R2/R1.

Aby uniknąć sytuacji, w której V_{OUT} osiąga poziom napięcia szyn zasilających, trzeba się upewnić, że nie wykracza ono poza dopuszczalny zakres, tj. nie jest mniejsze niż V_{OL} ani większe niż V_{OH}. Zakres ten wynika z rezystancji rezystorów R1, R2, R1* i R2*.

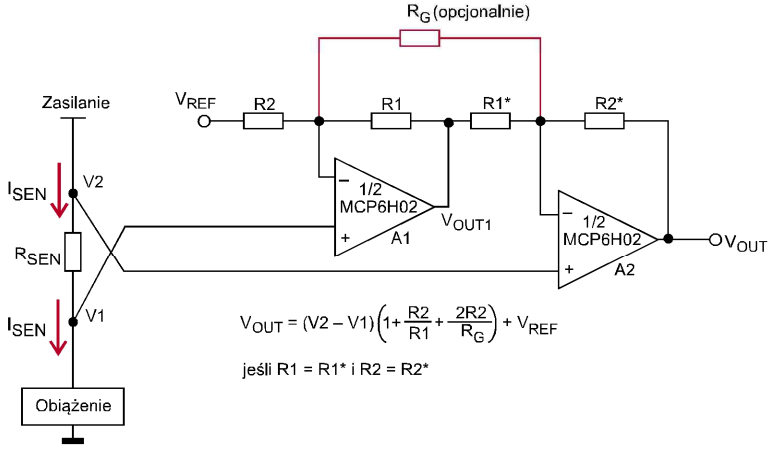
Podsumowując, zastosowanie pojedynczego wzmacniacza różnicowego pozwala uzyskać dobry współczynnik $CMRR_{DIFF}$, jest dosyć tanie i łatwe w implementacji, wymaga niewielkiego prądu zasilającego. Niestety, ma niezrównoważone wejścia, a zmiana współczynnika wzmocnienia wymaga zmiany rezystancji więcej niż jednego rezystora.

http://forum.ep.com.pl

Na **rysunku 4** zaprezentowano schemat układu pomiarowego z trzema wzmacniaczami, który charakteryzuje się bardzo dobrym współczynnikiem CMRR i dużym wzmocnieniem dla sygnału różnicowego. Wzmocnienie odbywa się dwustopniowo. W pierwszym stopniu dwa wzmacniacze operacyjne A1 i A2 pracują jako bufory. Zapewniają dużą impedancję wejściową i równoważą wejścia. Ponadto rezystory R_F i R_G zwiększają wzmocnienie różnicowe buforów do wartości $G_{DM}=1+2R_F/R_G$, podczas gdy wzmocnienie offsetu $G_{CM}=1$. Znacząco zwiększa to współczynnik CMRR tej konfiguracji, który jest równy 20 log (G_{DM}/G_{CM}). Co więcej, wartość sumarycznego wzmocnienia tego układu pomiarowego może być łatwo zmieniana poprzez dobór wartości rezystora R_G, bez konieczności regulowania wartości oporów R1, R2, R1* i R2*.

W drugim stopniu pracuje wzmacniacz różnicowy A3. W praktyce stosuje się rezystory o wartościach R2=R1, a wartość CMRR całego układu zależy przede wszystkim od CMRR pierwszego etapu i precyzji doboru R2/R1 oraz R2*/R1*. Tolerancja oporników R_F i R_G nie wpływa na łączną wartość CMRR.

Omawiana, 3-wzmacniaczowa konfiguracja cechuje się jednak pewnym łatwym do zauważenia problemem. Ograniczony jest bowiem zakres napięcia offsetu napięć wejściowych (V_{CM}). Wzmocnienie całego układu wynosi G_{DM} dla sygnału różnicowego i $G_{CM}=1$ dla offsetu, ale wszystkie wartości: V_{OUT1}, V_{OUT2} i V_{OUT} nie mogą wykraczać poza V_{OL} i V_{OH}. W efekcie, jeśli G_{DM} ma dużą wartość, zakres V_{CM} jest silnie ograniczony. Ponadto, co oczywiste, zastosowanie aż trzech wzmacniaczy zwiększa koszt takiego układu oraz jego pobór mocy.



Rysunek 6.

W celu ograniczenia poboru mocy i zmniejszenia kosztów układu można zastosować układ pomiarowy zbudowany z dwóch wzmacniaczy operacyjnych, jak pokazano na **rysunku 5**. Podobnie jak układ z trzema wzmacniaczami, charakteryzuje się on dużą, zrównoważoną rezystancją wejściową. Wartość CMRR jest określona głównie przez sumaryczne wzmocnienie oraz precyzję dopasowania R2/R1 i R2*/R1*. Wartości V_{OUT} i V_{OUT1} muszą zmieścić się w zakresie od V_{OL} do V_{OH}, co również powoduje ograniczenia na dopuszczalnych wartości V_{DM} i V_{CM}. W odróżnieniu od układu z trzema wzmacniaczami operacyjnymi, w omawianej konfiguracji zakres dopuszczalnych wartości V_{CM} będzie znacznie ograniczony w wypadku, gdy pracuje on z niedużym wzmocnieniem. Co więcej, ze względu na brak symetrii w ścieżce wzmocnienia offsetu napięć V_1 i V_2, układ będzie wykazywał przesunięcie fazowe pomiędzy V_{OUT1} i V_1 pogarszając współczynnik CMRR dla napięcia przemiennego. Wszelkie zmiany napięcia V_1 musza bowiem zostać przeniesione najpierw przez wzmacniacz A1, zanim będą mogły być odjęte od V_2 przez wzmacniacz A2.

Na **rysunku 6** zmodyfikowany układ z rys. 5. Dodanie opornika R_G pomiędzy wejścia odwracające wzmacniaczy A1 i A2 pozwala w łatwy sposób zmieniać wzmocnienie takiego układu pomiarowego za pomocą zmiany wartości R_G. Stosunek R2/R1 jest zazwyczaj dobierany tak, aby uzyskać minimalne pożądane wzmocnienie. Ponadto, dodanie R_G sprawia, że można zmniejszyć wartości R2 i R2*, jeśli będzie wymagane duże wzmocnienie. Układ z rys. 6 charakteryzuje się dużym współczynnikiem CMRR, dużą rezystancją wejściową, ma zrównoważone wejścia, jest tani oraz zużywa względnie niedużo mocy w porównaniu do układu z 3 wzmacniaczami. Niestety, ma ograniczony zakres dopuszczalnego offsetu napięć (V_{CM}) oraz słaby współczynnik CMRR dla napięć przemiennych.

Marcin Karbowniczek, EP

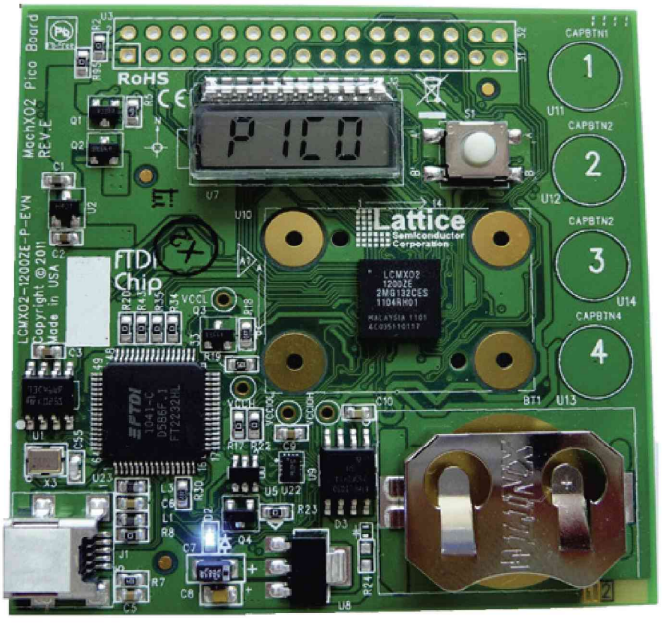
REKLAMA



Projektowanie PLD/FPGA z zestawem Lattice MachXO2 Pico Development Kit



Pod koniec pierwszego kwartału bieżącego roku firma Lattice wprowadziła do produkcji seryjnej nową serię układów CPLD o nazwie MachXO2. Produkowane w procesie 65 nm, bazujące na technologii Flash układy MachXO2, w porównaniu ze swoim poprzednikiem – rodziną MachXO, charakteryzują się 3-krotnie większymi zasobami logicznymi, 10-krotnie większą pojemnością wbudowanej pamięci RAM, więcej niż 100-krotnym zmniejszeniem poboru mocy (statyczny pobór mocy wynosi zaledwie 19 mikrowatów) oraz 30% spadkiem ceny. Oznacza to, że układy MachXO2, o zasobach logicznych sięgających 7000 tablic LUT, mogą swobodnie konkurować z „mniejszymi" układami FPGA rodzin Actel IGLOO, Altera Cyclone czy Xilinx Spartan.



Wraz z nowymi układami Lattice udostępnił również zestaw ewaluacyjny MachXO2 Pico, umożliwiający praktyczne poznanie najważniejszych właściwości układów rodziny MachXO2. Celem tego kursu jest zilustrowanie sposobu projektowania stosunkowo nieskomplikowanych systemów cyfrowych, opartych na nowoczesnych układach programowalnych, z wykorzystaniem zestawu MachXO2 Pico.

Kurs rozpoczniemy od zaprezentowania właściwości układów Lattice MachXO2, pokażemy architekturę zestawu *MachXO2 Pico Developmet Kit*, opiszemy nowe środowisko projektowe *Lattice Diamond Design Software*, a następnie przedstawimy szereg przykładowych projektów zrealizowanych z wykorzystaniem wspomnianego zestawu ewaluacyjnego.

Architektura układów PLD Lattice MachXO2

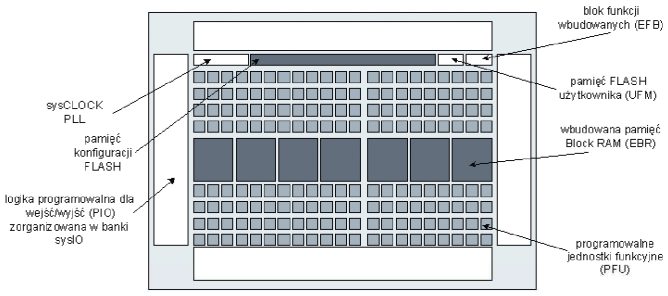
Chociaż producent na kartach dokumentacji technicznej dla tej rodziny konsekwentnie stosuje określenie PLD (*Programmable Logic Device*), jednak układy te mają wiele cech charakterystycznych dla typowych struktur FPGA (np.: komórki logiczne oparte na tablicach LUT, wbudowane bloki pamięci RAM, układy pętli synchronizacji fazowej PLL dla sygnałów zegarowych). W połączeniu z takimi właściwościami, jak bardzo mały pobór mocy, wbudowana nieulotna pamięć konfiguracji Flash z wydzieloną przestrzenią dla danych użytkownika, wewnętrzny oscylator CMOS, wbudowane sprzętowe bloki kontrolera magistral SPI i I²C, a także licznika/czasomierza, wsparcie dla wstępnego przetwarzania sygnałów synchronicznych w komórkach wejścia/wyjścia (DDR, DDR2, LPDDR) oraz szeroki zakres standardów obsługiwanych przez bufory wejścia/wyjścia (LVCMOS, LVTTL, PCI, LVDS, SSTL, HSTL) – z inżynierskiego punktu widzenia rodzina układów MachXO2 wydaje się bardzo atrakcyjna.

Na **rysunku 1** przedstawiono ogólny schemat architektury wybranego układu z rodziny MachXO2. Programowalne jednostki funkcyjne PFU (*Programmable Function Unit*) oraz bloki pamięci EBR (*Embedded Block RAM*) są rozmieszczone w wierszach i kolumnach dwuwymiarowej siatki. Siatka ta jest z zewnątrz otoczona przez programowalną logikę wejścia/wyjścia PIO (*Programmable Input/Output*). Jednostki PFU oraz pamięci EBR są ze sobą połączone za pośrednictwem programowanej matrycy połączeń (*routing channel resources*). Architektura innych układów z tej rodziny jest identyczna z wyjątkiem liczby dostępnych jednostek PFU, bloków pamięci EBR oraz rozmiaru pamięci FLASH użytkownika UFM (*User Flash Memory*). Jedynie „najmniejszy" z oferowanych układów rodziny MachXO2 nie ma wbudowanej pamięci RAM, pamięci UFM oraz bloku PLL.

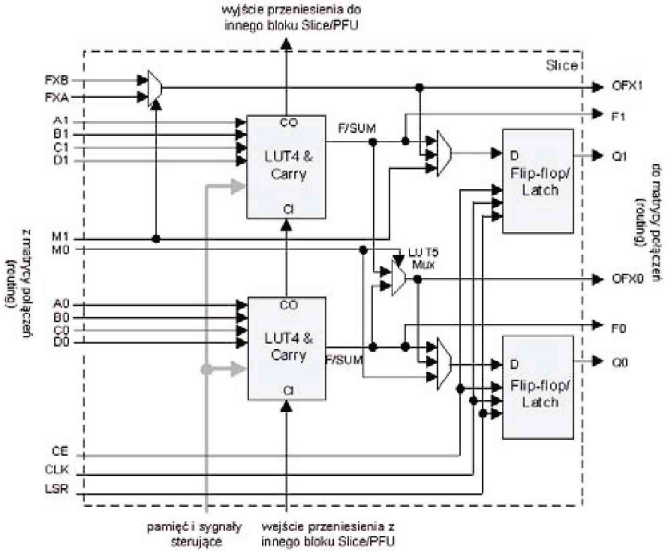
Programowalne jednostki funkcyjne PFU

Zasadniczym elementem architektury układów rodziny MachXO2 są programowalne jednostki funkcyjne PFU, realizujące operacje logiczne i arytmetyczne, a także mogące pełnić funkcję rozproszonych pamięci RAM i ROM (*distributed RAM, ROM*). Każda jednostka PFU składa się z 4 połączonych ze sobą bloków *slice*. Strukturę pojedynczego bloku *slice* przedstawia **rysunek 2**. Każdy blok *slice* zawiera, z kolei, dwie 4-wejściowe tablice LUT (generatory funkcji, *Look-Up Table*) oraz dwa przerzutniki.

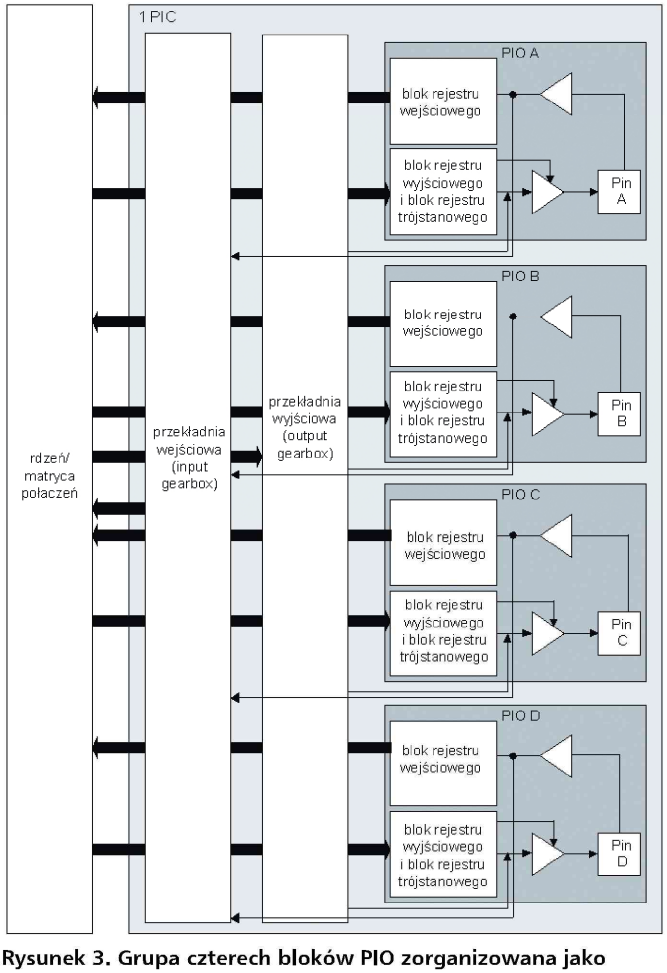
Warto tutaj wspomnieć, że ogólna architektura układów PLD rodziny MachXO2 jest bardzo zbliżona do rodziny XP2 – typowych, „dużych" układów FPGA również oferowanych przez Lattice. Struktura jednostek PFU oraz bloków *slice* jest dla tych dwóch rodzin identyczna. Ponadto budowa samego bloku *slice* wykazuje również pewne podobieństwa do analogicznych bloków *silce* układów FPGA Xilinx rodziny Spartan-2



Rysunek 1. Ogólny schemat architektury układu MachXO2-1200



Rysunek 2. Struktura bloku *slice*



Rysunek 3. Grupa czterech bloków PIO zorganizowana jako komórka PIC

i Spartan-3 (w przypadku układów Spartan-3 sposób połączenia dwóch tablic LUT z dwoma przerzutnikami jest nieco bardziej rozbudowany niż dla rodziny MachXO2, czy XP2).

Programowalne komórki wejścia-wyjścia

Układy z rodziny MachXO2 zapewniają wsparcie dla implementacji szybkich interfejsów przesyłania danych dla aplikacji wykorzystujących techniki SDR (*Single Data Rate*) oraz DDR (*Double Data Rate* – transmisja danych odbywa się z wykorzystaniem obydwu zboczy sygnału zegarowego). Dzięki programowalnym blokom PIO możliwa jest np. implementacja interfejsów do pamięci DDR, DDR2, LPDDR SDRAM, bez wykorzystywania logiki dostępnej w jednostkach PFU.

Logika programowalna związana z wejściami i wyjściami określana jest jako komórka PIO (*Programmable Input/Output*). Pojedyncza komórka PIO jest połączona przez bufory wejścia/wyjścia z zewnętrznymi końcówkami układu programowalnego. Układy MachXO2 zawierają grupę 4 komórek PIO, która nazywana jest programowalną komórką wejścia/wyjścia PIC (*Programmable Input/Output Cell*). Na rysunku 3. pokazano ogólny schemat komórki PIC.

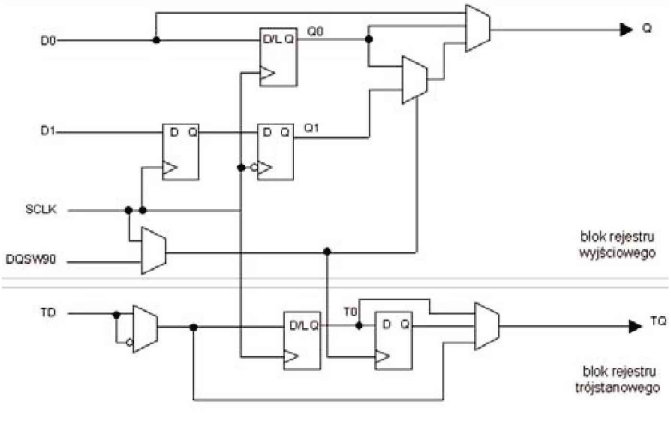
Implementacja szybkich interfejsów DDR realizowana jest poprzez wbudowane tzw. przekładnie (*gearing logic*), znajdujące się w komórkach PIO. Zastosowanie przekładni znajdujących się w blokach wejścia/wyjścia zmniejsza wymagania odnośnie do wydajności układu PLD (FPGA), przy pomocy którego realizowany jest szybki interfejs danych.

W układach MachXO2 dostępne są cztery przełożenia (*gearing ratio*), zależnie od lokalizacji banku wejścia/wyjścia oraz ilości dostępnych zasobów logicznych układu: x1, x2, x4 oraz 7:1 (wykorzystywany w aplikacjach wyświetlaczy wideo lub jako serializer – deserializer danych). Zapewnienie istnienia takich przełożeń realizowane jest za pomocą trzech typów komórek PIO: podstawowej, komórki pamięci PIO oraz komórki wideo PIO. Ogólnie, pierwsze dwa typy komórek zawierają trzy bloki: blok rejestru wejściowego, blok rejestru wyjściowego i blok rejestru trójstanowego **(rysunek 3)**. Dla przykładu, na **rysunku 4** i **rysunku 5** pokazano strukturę komórki wyjściowej pamięci PIO oraz strukturę przekładni wejściowej.

Sprzętowy blok funkcji wbudowanych

Wszystkie układy rodziny MachXO2 mają sprzętowy blok funkcji wbudowanych EFB. W ramach tego bloku dostępne są dwa kontrolery magistrali I²C, jeden kontroler SPI oraz układ czasowo-licznikowy **(rysunek 6)**. Dodatkowo poprzez blok EFB można zmieniać ustawienia pętli PLL w czasie pracy systemu, uzyskać dostęp do pamięci konfiguracji FLASH oraz pamięci użytkownika UFM, a także sterować trybami oszczędzania energii. Komunikacja z blokiem EFB odbywa się przez standardowy interfejs WISHBONE, który zostanie krótko omówiony w dalszej części kursu.

Każdy z dwóch dostępnych, w ramach bloku EFB, kontrolerów I²C charakteryzuje się następującymi właściwościami: praca zarówno jako układ master, jak i slave, dostępne adresowanie 7- i 10-bitowe, wsparcie



Rysunek 4. Wyjściowa komórka PIO dla aplikacji pamięci DDR

Tabela 1. Rodzina układów MachXO2

Zasoby \ Typ układu	XO2-256	XO2-640	XO2-640U	XO2-1200	XO2-1200U	XO2-2000	XO2-2000U	XO2-4000	XO2-7000
LUT	256	640	640	1280	1280	2112	2112	4320	6864
RAM (Kbit)	2	5	5	10	10	16	16	34	54
EBR SRAM (Kbit)	0	18	64	64	74	74	92	92	240
Liczba bloków EBR w SRAM (9 Kbit/blok)	0	2	7	7	8	8	10	10	26
UFM (Kbit)	0	24	64	64	80	80	96	96	256
Liczba PLL	0	0	1	1	1	1	2	2	2

dla arbitrażu w sytuacji, gdy na magistrali pracuje więcej układów typu master, wydłużanie okresu sygnału zegarowego w przypadku współpracy z wolniejszymi układami I²C, maksymalna szybkość przesyłu danych wynosząca 400 kHz. Pierwszy kontroler I²C współpracuje z końcówkami zewnętrznymi układu PLD, podczas gdy linie magistrali drugiego kontrolera mogą być dowolnie konfigurowane przez użytkownika. Kontroler SPI również może pracować w trybach master oraz slave, zapewnia w pełni dupleksowy transfer danych, umożliwia pracę w trybie z sygnalizacją błędu (możliwość zgłoszenia przerwania do CPU), ma podwójnie buforowany rejestr danych, dysponuje możliwością programowania polaryzacji oraz fazy sygnału zegarowego oraz umożliwia transfer danych z bitem LSB lub MSB jako pierwszym. Z kolei układ czasowo-licznikowy może m.in. spełniać funkcje: układu dozorującego typu watchdog, szybkiego generatora PWM, źródła sygnału zegarowego o programowanej częstotliwości oraz źródła sygnału przerwania (przeładowanie licznika, osiągnięcie określonej wartości zliczeń).

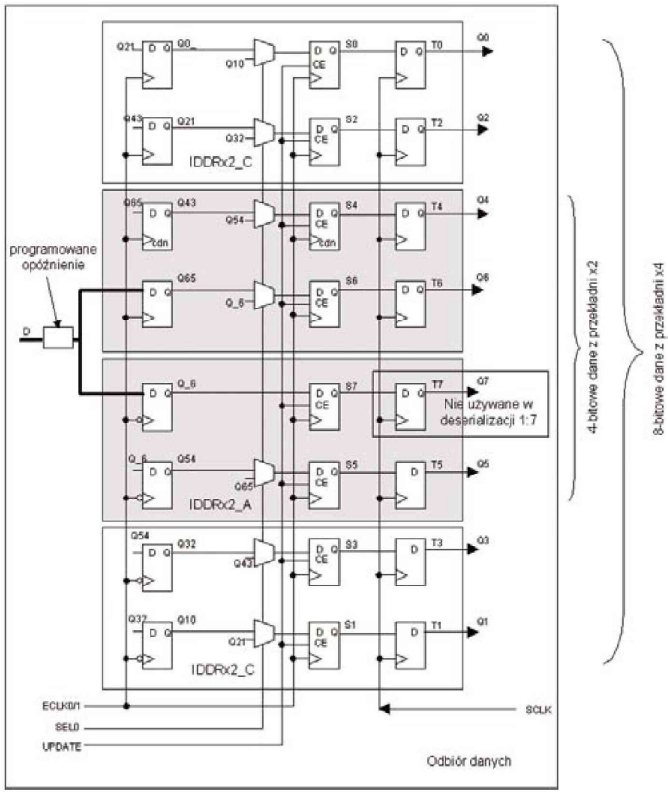
Inne właściwości układów MachXO2

Układy MachXO2 charakteryzują się również możliwością dołączenia do systemu bez wyłączania zasilania (*hot socketing, hot-swapping*). Wynika to ze szczególnego sposobu projektowania zapewniającego przewidywalne zachowanie układu w czasie włączenie i zaniku zasilania. Inną cechą jest wbudowany oscylator CMOS, który może być źródłem częstotliwości taktującej. Ma on dokładność na poziomie 5% i częstotliwość wybieraną spośród kilkudziesięciu predefiniowanych wartości (inną częstotliwość można uzyskać, wykorzystując pętlę PLL). Dodatkowo każdy egzemplarz układów MachXO2 został wyposażony w unikalny 64-bitowy numer seryjny (*TraceID*), przy czym 8 bitów tego kodu może być zaprogramowanych przez użytkownika. Odczyt kodu możliwy jest poprzez blok EFB i interfejs Wishbone.

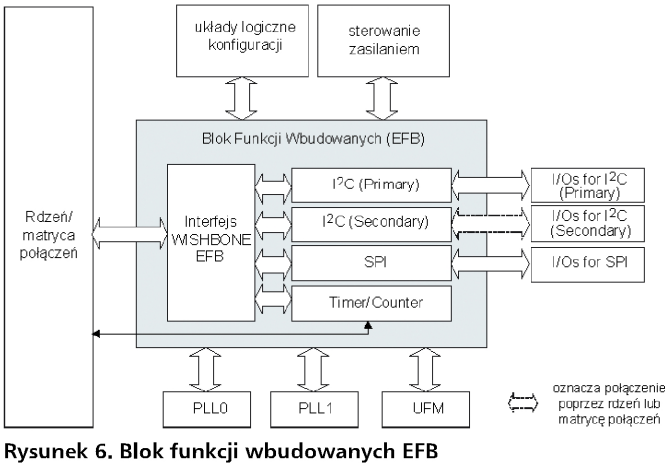
Konfiguracji układów PLD MachXO2 można dokonać na kilka sposobów: przez wewnętrzne (przez blok EFB) zaprogramowanie pamięci Flash, przez interfejs JTAG oraz przez interfejsy SPI i I²C bloku EFB. Podczas procesu rozruchu systemu (włączenia zasilania) lub w odpowiedzi na polecenie przesłane interfejsem JTAG zawartość pamięci konfiguracji Flash jest kopiowana do komórek pamięci SRAM odpowiadającej bezpośrednio za konfigurację logiki programowalnej układu PLD. Poprzez interfejs JTAG możliwy jest dostęp zarówno do pamięci konfiguracji Flash, jak i do pamięci SRAM. Zapewniona jest również ochrona przed nieuprawnionym odczytem obydwu pamięci (*security and one-time programmable mode*).

Lattice oferuje także opracowaną przez siebie technologię TransFR (*Transfer Field Reconfiguration*) umożliwiającą wymianę konfiguracji logiki bez przerywania pracy systemu (w rzeczywistości technologia minimalizuje czas i skutki przerwania pracy systemu). Wykorzystuje ona fakt, że pamięć konfiguracji Flash może być programowana w dowolnym momencie przez zewnętrzny interfejs JTAG. Przed skopiowaniem zawartości Flash do komórek pamięci SRAM, wejścia/wyjścia układu PLD przełączane są w bezpieczny stan zdefiniowany przez użytkownika, następnie kopiowana jest zawartość pamięci (odbywa się właściwa konfiguracja) i system wznawia pracę.

Rodzina MachXo2 obejmuje w sumie 6 układów o pojemnościach od 256 do 6864 tablic LUT (**tabela 1**), produkowanych w oparciu o proces technologiczny 65 nm. Każdy z układów jest dostępny w dwóch wersjach: o bardzo niskim poborze mocy (ZE) oraz o wysokiej wydajności (HC, HE). Układy ZE i HC wymagają zasilania rdzenia napięciem 1,2 V, podczas gdy układy HE mają wewnętrzny regulator napięcia i pracują z napięciem rdzenia 2,5 V lub 3,3 V. Statyczny pobór mocy przez układy MachXO2 serii ZE może sięgać tylko 19 µW (mikrowatów)! Oprócz całej gamy obudów BGA, wszystkie układy MachXO2 dostępne są również w przyjaznych dla montażu obudowach TQFP.



Rysunek 5. Wejściowa przekładnia x2/x4 i 7:1



Rysunek 6. Blok funkcji wbudowanych EFB

Zestaw ewaluacyjny MachXO2 Pico

Wraz z wprowadzeniem na rynek układów MachXO2, firma Lattice zaoferowała również dwa zestawy ewaluacyjne zbudowane na bazie tych układów. Jednym z takich zestawów jest prezentowany tutaj – *MachXO2 Pico Developmnent Kit*. Jak sugeruje nazwa, jest to stosunkowo nieskomplikowany zestaw, niemniej jednak w pełni umożliwiający praktyczne zapoznanie się z najważniejszymi cechami układów MachXO2. Zasadniczymi komponentami zestawu są:

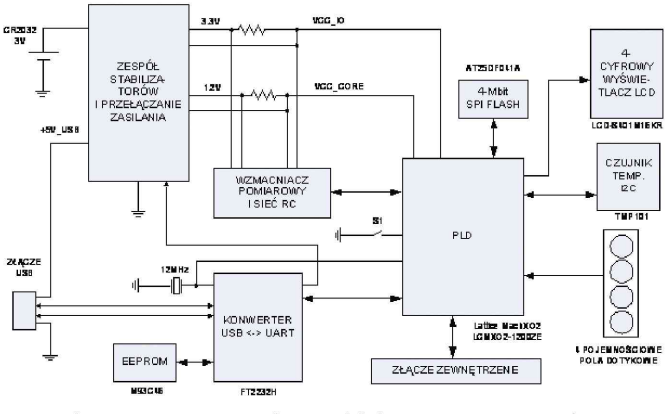
- układ MachXO2 LCMXO2-1200ZE w obudowie csBGA o 132 wyprowadzeniach,
- 4 M-bitowa pamięć Flash SPI,
- układ pomiaru poboru mocy z przetwornikiem delta-sigma,
- czujnik temperatury I²C,
- 4-rocyfrowy wyświetlacz LCD,
- 4 pojemnościowe pola dotykowe,
- złącze zewnętrzne z 32 wyprowadzonymi liniami we/wy układu PLD,
- konwerter RS-232/USB.

Uproszczony schemat blokowy zestawu pokazano na **rysunku 7**. Zestaw zasilany jest poprzez złącze USB lub, w przypadku braku zasilania głównego – za pomocą dodatkowej baterii 3 V. W obwód zasilania rdzenia oraz buforów wejścia/wyjścia układu PLD są włączone rezystory pomiarowe, za pomocą których jest dokonywany pomiar pobieranego prądu. Spadek napięcia na tych rezystorach, wzmacniany przez wzmacniacze pomiarowe, trafia do przetwornika delta-sigma zbudowanego z użyciem logiki programowalnej układu PLD oraz zewnętrznej sieci elementów RC. Zasadniczym elementem pozwalającym na wizualizację działania zestawu jest 4-cyfrowy analogowy wyświetlacz LCD. Zestaw nie zawiera diod LED ogólnego przeznaczenia, ale można je dołączyć za pośrednictwem zewnętrznego złącza o 32 wyprowadzeniach. Zamiast typowych przycisków w zestawie zastosowano pojemnościowe pola dotykowe, które na płytce drukowanej stanowią pola miedzi o kształcie okręgów, pokryte maską przeciwlutowniczą. Rozmieszczenie najważniejszych elementów na płytce drukowanej zestawu przedstawia **rysunek 8**.

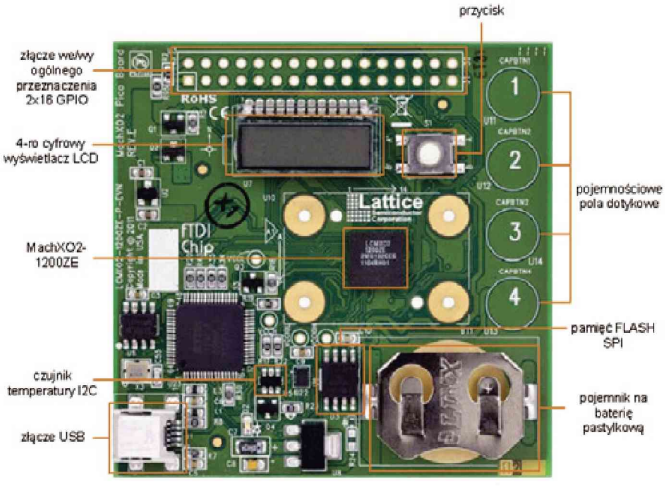
Programowanie (konfiguracja) układu PLD odbywa się przez złącze USB za pośrednictwem wbudowanego konwertera RS232/USB oraz oprogramowania (ispVM System) dostarczanego przez Lattice. Przez konwerter RS232/USB możliwa jest również komunikacja zestawu z komputerem PC za pośrednictwem zwykłego portu UART.

Przygotowanie zestawu do pracy w środowisku Windows

Współpraca zestawu MachXO2 Pico z komputerem PC i narzędziami projektowymi wymaga jedynie zainstalowania odpowiednich sterowników. Są one dostępne do pobrania na stronie producenta oraz znajdują się w materiałach dodatkowych do niniejszego kursu. Kolejność czynności instalacyjnych jest następująca: najpierw należy podłączyć zestaw do komputera PC za pomocą przewodu USB, a następnie w oknie instalacji nowego sprzętu wybrać opcję instalacji sterownika z określonej lokalizacji, wskazując folder, w którym znajdują się pobrane pliki sterownika. W momencie nawiązania połączenia poprzez port USB na płytce zestawu zapala się niebieska dioda LED, sygnalizująca załączenie zasilania układu PLD i peryferii.



Rysunek 7. Uproszczony schemat blokowy zestawu MachXO2 Pico



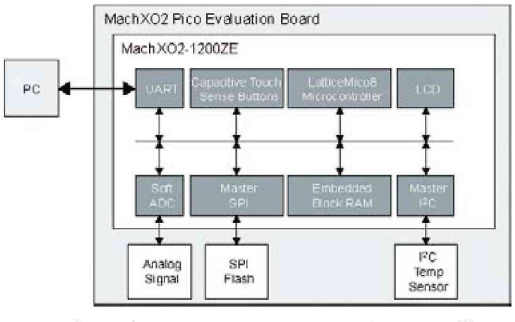
Rysunek 8. Widok płytki zestawu z zaznaczonym rozmieszczeniem najważniejszych elementów

Zestaw MachXO2 Pico dostarczany jest z zaprogramowanym (skonfigurowanym) układem PLD, zawierającym demonstracyjną aplikację, ilustrującą sposób działania ważniejszych komponentów zestawu (odpowiedni plik konfiguracyjny w formacie JEDEC, a także pełne kody źródłowe aplikacji, można pobrać ze strony producenta). Aplikacja ta jest w istocie tzw. zintegrowanym systemem cyfrowym SoC (*System On-Chip*), którego ogólny schemat blokowy pokazano na **rysunku 9**. Sercem systemu jest prosty, 8-bitowy „miękki" mikrokontroler LatticeMico8, którego opis można znaleźć np. w „Elektronice Praktycznej" 12/2005. Mikrokontroler współpracuje z wbudowaną pamięcią RAM, blokami sterownika wyświetlacza LCD, portu UART, odczytu stanu pojemnościowych pól dotykowych, przetwornika analogowo-cyfrowego oraz poprzez blok EFB z kontrolerami SPI oraz I²C. Jako elementy zewnętrzne, do systemu SoC dołączona jest pamięć Flash SPI, czujnik temperatury I²C, pojemnościowe pola dotykowe, wyświetlacz LCD, a także doprowadzone są analogowe sygnały ze wzmacniaczy pomiarowych i drabinki RC.

Aplikacja demonstracyjna ilustruje zastosowanie mikrokontrolera LatticeMico8 wraz z dołączonymi peryferiami jako prostego systemu o niskim poborze mocy, pozwalającego na pomiar napięci/prądu, pomiar temperatury otoczenia, zapis i odczyt danych do/z pamięci nieulotnej, komunikację poprzez port UART, użycie pojemnościowych pól dotykowych i wyświetlacza LCD. Interakcja użytkownika z systemem możliwa jest za pomocą pojemnościowych pól dotykowych lub typowego programu terminalowego (np. HyperTerminal) na komputerze PC.

Niezbędny do skonfigurowania HyperTerminala numeru portu szeregowego można odczytać, posługując się Menedżerem Urządzeń, w zakładce „Porty (COM i LPT)", pod pozycją „USB Serial Port". Parametry transmisji są następując: szybkość 115200 bit/s, 8 bitów danych, brak bitu parzystości, brak sprzętowej kontroli przepływu danych, 1 bit stopu.

Po włączeniu zasilania (podłączeniu zestawu do złącza USB komputera PC) na wyświetlaczu LCD pojawiają się symbole tworzące napis „PICO". Jeżeli



Rysunek 9. Zintegrowany system cyfrowy aplikacji demonstracyjnej

na komputerze PC uruchomiony jest program HyperTerminal, wówczas naciśnięcie na klawiaturze PC klawisza „m" powoduje wyświetlenie w oknie HyperTerminalu, menu pokazanego na **rysunku 10**. Wciskając teraz odpowiednie klawisze, wyszczególnione w menu, można wykonać przypisane do nich operacje, np.: odczyt poboru prądu, odczyt temperatury itp. Podobny efekt można uzyskać, przykładając palec do jednego z czterech pól dotykowych zestawu, przy czym wartości zmierzonego prądu lub temperatury pojawiają się tylko na wyświetlaczu LCD i nie są wysyłane łączem szeregowym. Jeżeli w ciągu kilkunastu sekund system zanotuje brak jakiejkolwiek aktywności użytkownika, to automatycznie wprowadzany jest tryb o bardzo niskim poborze mocy (gaśnie wyświetlacz LCD). Wyjście z tego trybu i powrót do normalnej pracy możliwy jest po wciśnięciu przycisku znajdującego się na płytce zestawu. Naciśnięcie tego przycisku w czasie normalnej pracy wprowadza system w stan o bardzo niskim poborze mocy.

Środowisko projektowe Lattice Diamond

Synteza i implementacja projektów wykorzystujących układy programowalne wymaga odpowiedniego wsparcia ze strony narzędzi programowych. W przypadku układów FPGA (w tym również rodziny Mach XO2), Lattice oferuje nowe, flagowe środowisko projektowe o nazwie *Diamond*. Jest ono dostępne zarówno dla systemów Windows, jak i Linux. Oprogramowanie można pobrać ze strony producenta (*http://www.latticesemi.com*) wraz z dwoma rodzajami licencji na użytkowanie: bezpłatną i płatną. W tym pierwszym przypadku korzystanie z oprogramowania Diamond jest całkowicie darmowe, jednak wspierane są tylko niektóre rodziny układów Lattice, takie jak LatticeXP, LatticeECP &EC, LatticeECP2, LatticeXP2, a także MachXO i MachXO2.

Lattice Diamond jest kompletnym środowiskiem projektowym, za pomocą którego można przeprowadzić wszystkie fazy projektowania, począwszy od specyfikacji projektu aż do programowania (konfiguracji) docelowego układu programowalnego. W szczególności wspierane są takie procesy jak: specyfikacja projektu (możliwa jest mieszana specyfikacja z wykorzystaniem języków HDL Verilog oraz VHDL, listy połączeń EDIF i edytora schematów), synteza logiczna, implementacja, symulacja, programowanie a także analiza działania systemu uruchomionego w docelowym układzie programowalnym (*on-chip debug hardware analysis*). Jako narzędzie syntezy w ramach środowiska Lattice Diamond oferowany jest wiodący na rynku produkt firmy Synopsys: *Synopsys Symplify Pro* w wersji dla układów Lattice. Dla rodziny MachXO oraz MachXO2 Lattice opracował również własny syntezer (*Lattice Synthesis Engine*), który stanowi alternatywną opcję wyboru narzędzia syntezy dla tej rodziny układów. Z koli jako narzędzie symulacji wykorzystywany jest produkt firmy Aldec o nazwie *Active-HDL Lattice Edition II*.

Pierwszy projekt

Pokażemy teraz szczegółowo, w jaki sposób rozpocząć projektowanie z zestawem MachXO2 Pico, wykorzystując środowisko Lattice Diamond. W naszych przykładowych projektach będziemy stosować język opisu sprzętu Verilog. Chociaż specyfikację projektowanego systemu można również, w znacznej części, wykonać stosując edytor schematów, jednak w przypadku np. użycia bloku funkcji wbudowanych EFB jest to praktycznie nieopłacalne. Tym bardziej że aplikacja generatora wirtualnych komponentów *IPexpress* dla bloku EFB wytwarza kod, stosując jeden z języków HDL: Verilog lub VHDL. Implementacja interfejsu WISHBONE, za pomocą którego odbywa się komunikacja z blokiem EFB, jest co prawda możliwa przy użyciu edytora schematów, jednak znacznie prościej i szybciej można to zrobić, wykorzystując język opisu sprzętu. Oczywiście w przypadku bardzo prostych układów cyfrowych można nadal posługiwać się edytorem schematu lub zastosować go do specyfikacji części większego projektu.

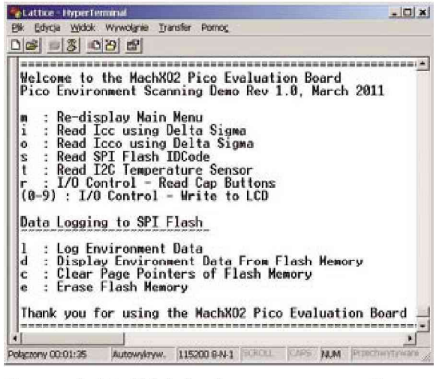
INa początku pokażemy bardzo prosty projekt, którego zadaniem będzie wytworzenie, na jednym z wyjść układu PLD, fali prostokątnej o częstotliwości około 1 Hz. Przebieg ten można wykorzystać do wysterowania diody LED, która po zaprogramowaniu układu PLD powinna cyklicznie zapalać się i gasnąć. Ponieważ w zestawie MachXO2 nie przewidziano diody LED ogólnego przeznaczenia, aby sprawdzić efekt działania naszego projektu, potrzeba będzie taką diodę dołączyć do zewnętrznego złącza we/wy zestawu lub zamiast LED zastosować np. sondę oscyloskopu.

Na **rysunku 11** pokazano wygląd głównego okna aplikacji Lattice Diamond tuż po uruchomieniu. Warto zauważyć, że z prawej strony okna zakładki *Start Page* dostępne są. w formacie PDF, instrukcje użytkownika dotyczące sposobu wykorzystania środowiska Lattice Diamod, opisy poszczególnych opcji itp.

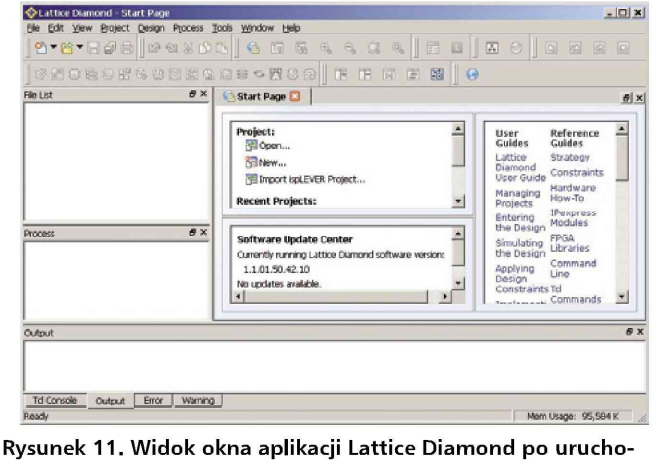
Aby utworzyć nowy projekt, należy z menu *File* wybrać opcję *New* a następnie *Project* lub w zakładce *Start Page*, poniżej etykiety *Project*, kliknąć opcję *New*. Otworzone zostanie okno kreatora nowego projektu, w którym, jako jeden z pierwszych kroków, będziemy musieli wybrać lokalizację dla plików naszego projektu oraz nazwę projektu. Po wciśnięciu przycisku *Next* otrzymamy możliwość dodania istniejących plików źródłowych do naszego projektu. Jeżeli nie mamy takich plików i chcemy dopiero je utworzyć, wybieramy opcję *Next*. Kolejnym – ostatnim krokiem jest wybór docelowego układu programowalnego. W przypadku zestawu MachXO2 Pico należy wybrać parametry pokazane na **rysunku 12**. Wygląd okna aplikacji Lattice Diamond, po utworzeniu projektu o nazwie „flashing_led", pokazano na **rysunku 13**.

Teraz do projektu można dodawać pliki źródłowe. Można to zrobić, klikając prawym klawiszem, zaznaczony na rysunku 13, folder *Input Files* i wybierając opcję *Add -> New File*. Analogiczny efekt uzyskamy, wybierając z głównego menu aplikacji następujące opcje: *File -> New -> File*. W odpowiedzi na wybraną opcję otwarte zostanie okno z **rysunku 14**. W rozważanym przykładzie nasz plik źródłowy z kodem w języku Verilog nazwaliśmy „top", sugerując, że jest to nadrzędny moduł w hierarchii projektu. Po naciśnięciu przycisku *New* w głównym oknie aplikacji Diamond, w zakładce o takiej samej nazwie jak właśnie utworzony plik źródłowy (w tym przypadku „top.v"), zostanie otwarte okno edycyjne, gdzie można wprowadzać kod źródłowy.

Na **listingu 1** pokazano kompletny kod źródłowy modułu, który realizuje zadanie sterowania diody LED z częstotliwością około 1 Hz. Moduł ma tylko dwa porty: wejściowy o nazwie RST (zerowanie) i wyjściowy o nazwie LED (stero-

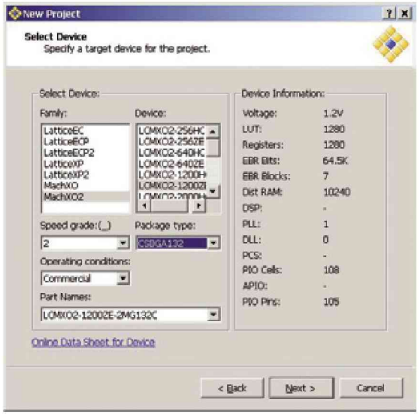


Rysunek 10. Widok okna programu HyperTerminal



Rysunek 11. Widok okna aplikacji Lattice Diamond po uruchomieniu

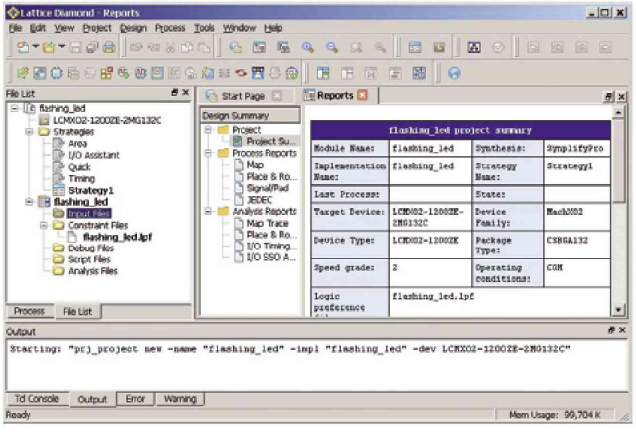
wanie diodą). Jako źródło sygnału zegarowego wykorzystaliśmy wbudowany w układzie MachXO2, oscylator COMS. Szczegółowo sposób wykorzystania tego oscylatora opisuje nota aplikacja Lattice TN1199 (*MachXO2 sysCLOCK PLL Design and Usage Guide*), dostarczając kompletny szablon utworzenia instancji oscylatora w językach Verilog i VHDL. Częstotliwość oscylatora może być jedną z kilkudziesięciu wybranych wartości (szczegóły – w wymienionej nocie aplikacyjnej), z których najmniejsza to 2,08 MHz, zastosowana w naszym wypadku.



Rysunek 12. Wybór docelowego układu programowalnego

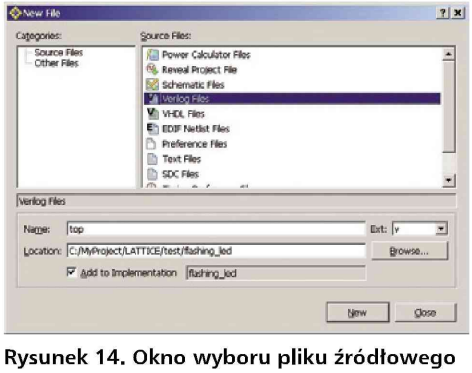
Listing 1. Kod modułu w języku Verilog opisującego działanie przykładowej aplikacji

```
module top (input RST,
            output LED);
defparam OSCH_inst.NOM_FREQ = "2.08"; // częstotliwość
w MHz
// instancja oscylatora
OSCH OSCH_inst(.STDBY(1'b0), // 0 - oscylator włączony
               .OSC(CLK),
               .SEDSTDBY()); // wyjście - niewykorzystane
reg [20:0] cntr;
// prosty licznik binarny
always @(posedge CLK, negedge RST)
if(~RST) cntr<=0;
else cntr<=cntr+1;
// najmłodszy bit licznika steruje diodą LED
assign LED=cntr[20];
endmodule
```

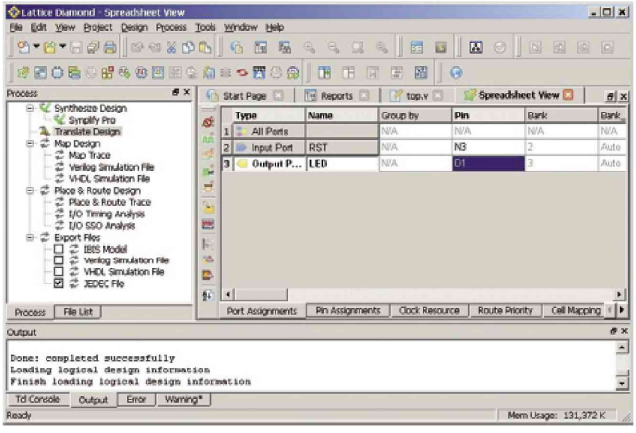


Rysunek 13. Widok okna aplikacji Diamond po utworzeniu projektu

Mając gotowy kod opisujący działanie projektowanego systemu, możemy przystąpić do wykonania operacji syntezy logicznej i implementacji projektu. Wcześniej można jeszcze z menu *Project -> Synthesis Tool* wybrać jedno z trzech dostępnych narzędzi syntezy (Synplify Pro, Precision, Lattice LSE) oraz określić parametry procesu poprzez edycję tzw. strategii (w lewej części okna aplikacji Diamond zakładka *File list*, folder *Strategies*, wytłuszczona opcja *Stategy1* – **rysunek 14**). Teraz w zakładce *Process* wystarczy dwukrotnie kliknąć opcję *Synthesize Design*, aby wykonać operację syntezy projektu lub od razu opcję translacji projektu *Translate Design*. Na tym etapie można przypisać fizyczne numery końcówek układu programowalnego do portów wejścia/wyjścia naszego pliku głównego (nadrzędnego w hierarchii) projektu. Najwygodniej jest to zrobić, wykorzystując wbudowane narzędzie arkusza kalkulacyjnego – menu *Tools -> Spreadsheet View*, zakładka *Port Assignments* – jak pokazano to na **rysunku 15**. W naszym przypadku port RST przypisano do wyprowadzenia N3 (przycisk znajdujący się na płytce zestawu), a port LED do wyprowadzenia D1 (końcówka nr 29 zewnętrznego złącza) wybranego układu programowalnego.



Rysunek 14. Okno wyboru pliku źródłowego



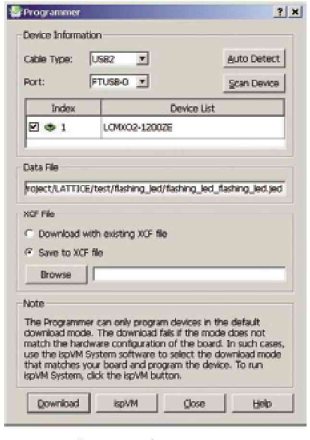
Rysunek 15. Przypisanie numerów końcówek do portów wejścia/wyjścia

Przesuwając w prawo belkę poziomą, można uzyskać dostęp do opcji buforów wejścia wyjścia, takich jak np. standard, w którym ma pracować port, opcje podciągania (*pull mode*), szybkość narastania napięcia wyjściowego (*slew rate*) itp. Analogiczną operację przypisania numerów wyprowadzeń do portów projektu można przeprowadzić, edytując bezpośrednio plik wymuszeń projektanta (zakładka *File List*, folder *Constraint Files*, plik *flashing_led.lpf*).

Dokończenie procesu implementacji można wykonać, klikając bezpośrednio polecenie *Export Files* w zakładce *Process*, zaznaczając jednak wcześniej opcję eksportu pliku do formatu JEDEC. W przypadku gdy mamy już zdefiniowany plik wymuszeń projektanta z przypisaniami wyprowadzeń do portów, dokonaliśmy zmiany w kodzie źródłowym projektu i chcemy ponownie przeprowadzić proces implementacji, wówczas wystarczy wybrać tylko polecenie *Export Files*.

Ostatnim etapem jest programowanie docelowego układu PLD. Z menu *Tools* należy w tym celu wybrać opcję *Programmer* lub kliknąć odpowiednią ikonę na pasku narzędzi. Otwarte zostanie okno pokazane na **rysunku 16**. W przypadku pierwszego uruchomienia programatora konieczny będzie wybór typu przewodu programującego (*Cable type*) i portu (*Port*). Parametry te można wybrać z rozwijanej listy lub wykonać autodetekcję i skanowanie w poszukiwaniu podłączonych układów PLD. Istotne jest również zaznaczenie opcji *Save to XCF file* w sekcji *XCF File*. Załadowanie konfiguracji do pamięci Flash układu PLD następuje po wykonaniu polecenia *Download*.

Zbigniew Hajduk
zhajduk@kia.prz.edu.pl



Rysunek 16. Okno programatora

Bee-technologia od firmy Elnec



W artykule prezentujemy firmę ELNEC – największego europejskiego producenta programatorów, jego nowoczesne produkty i jego unikatową ofertę. Artykuł pokazuje też sukces małej firmy z „nowego" unijnego kraju, która konsekwentnie działając w obszarze swojej specjalizacji doszła do pozycji renomowanego światowego producenta.

Pamiętam jak w latach 80-tych firma Elnec ze Słowacji zwróciła się do nas z propozycją współpracy. My mieliśmy wtedy własny „hit" – tani uniwersalny programator SEPROG, który z sukcesem sprzedawaliśmy w świecie. My mieliśmy produkt, oni wydawało się, że tylko plany. Z typową więc polską arogancją odrzuciliśmy tę ofertę, jak się wydawało słabszego na rynku. Dziś patrząc z perspektywy czasu z szacunkiem chylę głowę przed moimi partnerami z południa, a młodszym kolegom po fachu chcę w tym artykule pokazać dokąd prowadzi zdeterminowane, mądre działanie skupione na wybranej tematyce. Wieloletnia konsekwencja firmy Elnec zaowocowała tym, że dziś jest największym producentem programatorów w Europie i sprzedaje w całym świecie szeroką gamę urządzeń, a my odstąpiliśmy od produkcji własnych programatorów i jesteśmy jej autoryzowanym dystrybutorem. Myślę, że my Polacy jesteśmy nadal indywidualistami niezdolnymi często do współdziałania – piszę w pewnym sensie nie ku pokrzepieniu.

Pomysł i koncepcja

Wydawać się może, że najlepiej robić biznes w oparciu o nowatorski pomysł, którego nikt wcześniej na świecie nie wymyślił. Trzeba jednak wtedy przekonać świat, że nasz produkt jest w ogóle potrzebny. Mam wrażenie, że w elektronice ten model jest zarezerwowany tylko dla jednego miejsca na ziemi. Czy ktoś bowiem wyobraża sobie wypromowanie przykładowo iPod'a, iPhon'a, iPad'a przez Polaka? Tak, jeśli mieszka w Stanach. Pod naszą szerokością geograficzną musimy raczej myśleć o przeniesieniu nowej technologii na lokalny grunt, robiąc to przede wszystkim taniej, sprytniej i lepiej, dopasowując jednocześnie produkt do potrzeb lokalnego rynku. Mamy przy tym szansę wyprzedzić swoich „mistrzów" wykorzystując to, że sukces i dobrobyt skłania raczej do spoczywania na laurach niż stałego wysiłku.

Elnec właśnie tak postąpił – wszedł w obszar programatorów, które były produkowane przez wiele firm w Europie, w Stanach i na dalekim wschodzie – wtedy jeszcze „egzotycznej" krainie. Pozycja tych producentów wydawała się nie do ruszenia. Mieli świetne, technicznie zaawansowane, uniwersalne programatory wykonane w technologii nie osiągalnej dla potencjalnych konkurentów nie tylko z Europy wschodniej. Planując rozwój rozglądali się tylko za zaawansowanymi technologicznie rynkami dla swoich świetnych i drogich urządzeń i nie chcieli zniżyć się do prostszych dedykowanych rozwiązań. Z nastawieniem na uniwersalność i pokrycie rosnącej gamy układów PLD, byli za dobrzy i za drodzy dla wschodzących rynków. Trafili przy tym na początek ISP – programowania układów PLD i pamięci w układzie docelowym, co dodatkowo ograniczyło im rynek i wręcz groziło wyrugowaniem z niego programatorów. Elnec znalazł wtedy niszę, zaoferował prosty produkt na miarę potrzeb mniejszych firm poruszających się w ograniczonym spektrum programowalnych układów. Dopasował się do lokalnego rynku, zgarniając to po co syty nie chciał się schylić. Od tego czasu Elnec rośnie i rozwija produkty współbieżnie ze zmieniającym się rynkiem. Nie oferuje może „Mercedesa", w którym płaci się nie tylko za potrzebną funkcjonalność, ale solidnego „Volkswagena" w wielu różnych wariantach na miarę potrzeb szerokiej grupy potencjalnych użytkowników. Pomysłem był w tym przypadku programator na miarę masowych, lokalnych potrzeb wschodzących rynków, a koncepcją podążanie za ich rozwojem. Dziś kiedy rynki te już urosły, stanowią pokaźny kawałek światowego tortu. Elnec „konsumuje" całkiem dużą jego porcję, sprzedaje bowiem programatory w ponad 100 krajach, poprzez sieć ponad 40 autoryzowanych dystrybutorów.

Dobre i trafione produkty

Historycznie Elnec zawsze oferował urządzenia wykonane zgodnie ze sztuką inżynierską, oparte o powszechnie dostępną sprawdzoną technologię. Przy tym produkty były zawsze dopasowane do potrzeb rynku. Dziś wraz z nim urosły i są konkurencyjne do marek światowych. Odwołując się do wcześniejszych wspomnień, można pokusić się o stwierdzenie, że dawni potentaci w dziedzinie programatorów mieli po prostu produkty wyprzedzające swoje czasy, których rynek nie chłonął. Elnec wszedł w tę lukę i dziś tak jak na początku jest w odpowiednim czasie i w odpowiednim miejscu.

Oferuje kilka tanich programatorów specjalizowanych dla poszczególnych rodzin układów. Za relatywnie małe pieniądze zaspokoją one potrzeby tych użytkowników, którzy robią projekty lub produkują urządzenia oparte np. na jednej rodzinie mikrokontrolerów 8051 lub PIC. Rzadko przecież konstruktor w małym przedsiębiorstwie robi aplikacje na różnych typach mikrokontrolerów. I tak w tej grupie najtańszych produktów mamy:

- **MEMprog2** – przeznaczony do pamięci EPROM, EEPROM, FLASH, NVRAM, szeregowych EEPROM,
- **T51prog2** – przeznaczony do mikrokontrolerów MCS51 i procesorów AVR firmy Atmel,
- **PIKprog2** – przeznaczony do mikrokontrolerów PICmicro firmy Microchip i pamięci szeregowych.

Jak widać, pokrywają one najczęściej stosowane pod naszą szerokością geograficzną typy układów. Decydując się na specjalizowane rozwiązanie nie płacimy za uniwersalność,



Fotografia 1. Programator BeeProg2 firmy Elnec

która nam nie jest na daną chwilę potrzebna. Jednocześnie decydując się na jeden z wymienionych programatorów, mamy w przyszłości możliwość upgrade'u do uniwersalnego programatora **SmartProg2**. Taki upgrade nie nastręcza przy tym żadnych trudności, ponieważ wszystkie programatory produkowane przez Elnec są obsługiwane przez to samo oprogramowanie za pośrednictwem interfejsu USB.

Podstawowym programatorem uniwersalnym obsługującym bez potrzeby stosowania dodatkowych adapterów układy w obudowach DIL o maksymalnej liczbie nóżek 40 jest **SmartProg2**. Obsługuje on około 28 tys. układów od 211 producentów. Natomiast sztandarowym produktem stanowiącym również bazę dla przemysłowych wielogniazdowych programatorów i automatów programujących jest **BeeProg2 (fotografia 1)**. Obsługuje on ok. 64 tys. układów od 276 producentów. Jest przy tym jednym z najszybszych programatorów w swojej klasie, co ma szczególne znaczenie przy programowaniu pamięci Flash o wielkiej pojemności. I tak, 64 Mb NOR Flash programuje w czasie poniżej 9 sekund, a 1 Gb NAND Flash – poniżej 70 sekund. W 48-nóżkowej podstawce może programować praktycznie dowolne układy w obudowach DIL. Każda linia jest bowiem sterowana uniwersalnym, konfigurowalnym driverem. Szeroka gama dostępnych adapterów pozwala programować układy w innych, nawet większych pod względem ilości wyprowadzeń, obudowach o ile wymagana ilość sterowanych linii nie przekracza 48 dla BeeProga i 40 dla SmartProga. Pełna lista aktualnie obsługiwanych układów przez wybrany typ programatora jest zawsze dostępna na stronie *www.elnec.com*. Tam też można zidentyfikować typ adaptera potrzebnego do programowania wybranego układu, o ile jest wymagany.

Przy współczesnych pojemnościach pamięci flash szybkość jest kluczem do sukcesu. Dlatego programatory BeeProg mają dwa warianty interfejsu do podłączenia komputera nadrzędnego: szeregowy USB 2.0 (480 Mb/s) i równoległy interfejs drukarki IEE1284 (ECP/EPP). Często też przy produkcji mało- i średnioseryjnej, mikrokontrolery i pamięci flash są programowane już po zamontowaniu w układzie docelowym. Praktycznie wszystkie programatory firmy Elnec umożliwiają to za pośrednictwem umieszczonego na obudowie złącza ISP (*In System Programming*). Inną cechą programatorów BeeProg jest możliwość dołączenia równolegle do jednego komputera do 8 urządzeń i sterowania ich wszystkich z poziomu jednego programu nadzorującego. W niedużych firmach o zmiennym profilu produkcji, mając kilka takich programatorów możemy je wykorzystywać alternatywnie jako kilka niezależnych np. przy projektowaniu lub produkcji na kilku liniach lub jako jednego programatora wielopodstawkowego.

Rozwój i jakość

Wydawać by się mogło, że w obszarze programatorów w raz zaprojektowanym urządzeniu nie ma co zmieniać i rozwijać. Nic bardziej mylnego. Po pierwsze, każdego dnia na rynku elektronicznym pojawiają się nowe układy programowalne, a ich algorytmy programowania wymagają implementacji. Przy czym algorytmy programowania wielu układów nie są publikowane i dostęp do specyfikacji programowania zależy od wzajemnych relacji producentów programatorów i podzespołów. Warto więc w swojej firmie przy projektowaniu i na produkcji opierać się na renomowanych producentach programatorów, którzy mają już wypracowane kontakty z producentami podzespołów. Po drugie, producenci układów programowalnych wraz z rozwojem technologii półprzewodników zmieniają algorytmy i parametry programowania. To wymaga kolejnych adaptacji dla nowych wersji zaimplementowanych już układów. Po trzecie, na przestrzeni lat pojawiają się nowe coraz to szybsze interfejsy i protokoły komunikacyjne, za którymi trzeba nadążać ze względu na czas trwania operacji programowania pamięci o rosnącej pojem-

REKLAMA





Fotografia 2. Autonomiczny programator 8-gniazdowy BeeHive 208S firmy Elnec

ności. Usprawnień wymaga też sam sprzęt, aby proces programowania był realizowany maksymalnie szybko. Oprogramowanie też chcemy mieć coraz wygodniejsze i pasujące do zmieniających się przyzwyczajeń.

Można tak wymieniać kolejne elementy. Na pewno jednak tak poważny producent, jakim jest Elnec, gdzie ponad 25 inżynierów pracuje nad samą obsługą układów programowalnych, a zatrudnienie przekracza 60 osób, lepiej niż mały wytwórca zabezpiecza interesy swoich klientów rozumiane jako maksymalizacja liczby programowanych układów i sprawny serwis. O sile Elnec'a świadczy m.in. prawie 64 tys. obsługiwanych układów!

Rozwój to nie tylko więcej, szybciej i lepiej. Rozwój to również nowe jakościowo produkty dla nowych obszarów zastosowań. To produkty wynikające z obserwacji zmieniającego się rynku. Elnec od lat trafia w dziesiątkę. Widzi rosnące zapotrzebowanie na programatory produkcyjne i rozwój swój upatruje na tym kierunku. Samą technologię programowania już opanował w programatorze jednogniazdowym BeeProg2. Wdrożył ją w programatorach wielogniazdowych **BeeHive204** i autonomicznym, pracującym bez nadzoru komputera, **BeeHive208S** (**fotografia 2**). Są one praktycznie powieleniem programatorów BeeProg, jednak mają rozszerzoną funkcjonalność. Nowością są wersje **BeeProg2AP** oraz **BeeHive204AP** (**fotografia 3**) przewidziane do pracy w wysokowydajnych automatach programujących robionych w kooperacji z dalekowschodnimi partnerami. Ktoś powie – nic nowego BPM Microsystems i Data I/O mają automaty i programatory wielogniazdowe od co najmniej kilkunastu lat. Tak to prawda, lecz są one oferowane jako towar luksusowy dla wielkich producentów, a wyroby Elnec'a docierają pod przysłowiowe strzechy. Oferta pojawia się na rynku we właściwym czasie, gdy jest rzeczywiste zapotrzebowanie mniejszych podmiotów. Elnec jest przy tym producentem europejskim, zorientowanym przede wszystkim na bazę podzespołów stosownych na naszym kontynencie. Lepiej trafia w nasze potrzeby, niż np. dalekowschodni producenci.

Rozwój to jedno, jakość to drugie. Gdy oferuje się nawet najlepsze urządzenia produkcyjne, które w wypadku awarii mogą zatrzymać linię, nie można sobie pozwolić na uchybienia jakościowe. Elnec więc kładzie duży nacisk na niezawodność swojej technologii. Na podstawie wieloletniego doświadczenia możemy stwierdzić, że produkty nie sprawiają kłopotów. W wypadku awarii rozbudowana sieć autoryzowanych dystrybutorów zapewnia maksymalnie szybki serwis, a w bardziej skomplikowanych przypadkach producent jest tuż za miedzą.

Obsługa i serwis

W tematyce programatorów dwa aspekty są szczególnie istotne:

- Z punktu widzenia nowych projektów – implementacja nowych algorytmów.
- Z punktu widzenia procesu produkcyjnego – niezawodność i szybkość serwisu.

W obu przypadkach Elnec ma rzadko spotykaną ofertę. Przez cały czas życia programatora udostępnia darmowe aktualizacje. Tym samym każdy użytkownik ma darmowy dostęp do nowych implementowanych na bieżąco algorytmów. Dotyczy to nie tylko urządzeń aktualnie produkowanych, lecz w dużym zakresie również starszych programatorów, o ile nie mają one ograniczeń sprzętowych do zaimplementowania algorytmu. W wyjątkowych przypadkach, gdy klient zwraca się o implementację rzadko używanego układu, Elnec może pobrać opłatę za opracowanie algorytmu. W „gorących" sytuacjach algorytm może być zaimplementowany nawet w przeciągu 24 godzin. Algorytm opracowany na indywidualne zamówienie nie jest udostępniany przez okres co najmniej roku w formie standardowej aktualizacji oprogramowania. Indywidualne adaptacje urządzenia są przy tym zawsze przedmiotem dwustronnych ustaleń i negocjacji oraz indywidualnej decyzji Elnec'a. W większości wypadków Elnec implementuje nowe algorytmy na własny koszt. Nie trzeba chyba przy tym zaznaczać, że jeśli nawet trzeba ponieść jakieś koszty to są one nieporównywalnie mniejsze niż w wypadku czołowych światowych producentów



Fotografia 3. Programator 4-gniazdowy BeeHive 204AP firmy Elnec

jak np. BPM Microsystems. Elnec może być rzeczywistym partnerem dla projektantów i producentów elektroniki, nie „doi" bowiem klienta przy każdej okazji za każdy drobiazg, za każde unowocześnienie. W ramach raz zapłaconej ceny zapewnia kompleksową ofertę – urządzenie, oprogramowanie i implementacje nowych algorytmów. Tylko dodatkowe akcesoria jak adaptery będą powodem dalszych wydatków, chyba że mamy specjalne życzenie.

Jeśli chodzi o serwis oczywistym jest, że znacznie szybciej i taniej może być on zrealizowany po sąsiedzku, niż w odległych krajach. Dodatkowo w newralgicznych sytuacjach jako dystrybutor udostępniamy na czas naprawy programator zastępczy. A co więcej daje nam Elnec?

Doświadczenie i stabilność

Każdy projektant i producent wie, że kupując nowe urządzenie technologiczne istotnym jest doświadczenie dostawcy gwarantujące, że produkt spełnia oczekiwania takich samych użytkowników jak my. Innym aspektem jest stabilna pozycja dostawcy dająca nam pewność, że dostawca nie zniknie z rynku, zapewni nam w długiej perspektywie serwis i rozwój urządzenia. Ze spokojnym sumieniem możemy zapewnić, że Elnec jest właśnie takim partnerem z którym warto wiązać swoje plany. Mało tego, że daje nam stabilność, ale pomoże w rozwoju. „Drużyna ELNEC" uwijają się bowiem jak pszczółki symbolizujące ich technologię BeeProg. Na pewno nadążą ze swoimi produktami za naszym rozwojem.

Tadeusz Górnicki
WG Electronics Sp. z o.o.



Drużyna Elnec

Cyfrowe zwrotnice głośnikowe (5)

Wyniki pomiarów wykonanych zwrotnic

W poprzedniej części artykułu opisaliśmy sekcję przetworników C/A, przedwzmacniaczy, wzmacniaczy mocy oraz zasilania. W tej części przedstawiamy wyniki pomiarów poszczególnych sekcji oraz wnioski podsumowujące.

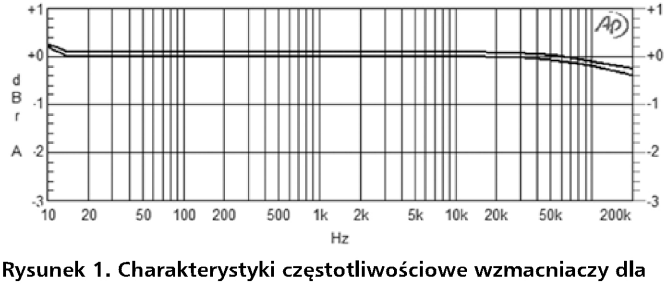
Dodatkowe materiały na CD/FTP:
ftp://ep.com.pl, user: 15352, pass: 760hp6s5
• poprzednie części kursu

Pomiar wzmacniaczy mocy:

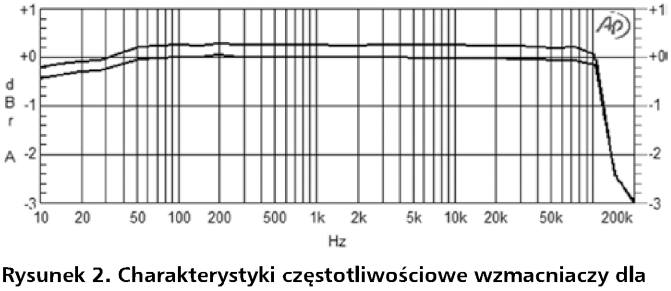
Pomiar parametrów wzmacniaczy przeprowadzono za pomocą analizatora audio AP2700 firmy Audio Precision. Przedstawiono wyniki dla dwóch osobnych wzmacniaczy jednego kanału (dla torów górno- i dolnoprzepustowego). Zmierzono następujące parametry wzmacniacza:

- Charakterystykę częstotliwościową i fazową (**rysunek 1**...**4**).
- Zniekształcenia intermodulacyjne dla składowych A1– 60 Hz, A2– 2 kHz, gdzie A1/A2 = 4/1.
- Zniekształcenia nieliniowe + szum (THD + N, **rysunek 5** i **rysunek 6**.
- Widmo zniekształceń dla sygnału sinusoidalnego o częstotliwości f=1 kHz.
- Stosunek sygnału do szumu mierzony liniowo oraz z korekcją A.

Pomiary przeprowadzono dla dwóch poziomów sygnału wejściowego: 300 mV i 1,35 V, co przy obciążeniu 8 Ω odpowiadało mocy wyjściowej, odpowiednio: 1,5 W i 30 W. Wyniki pomiarów zamieszczono w **tabeli 1**.



Rysunek 1. Charakterystyki częstotliwościowe wzmacniaczy dla Uw = 0,3 V



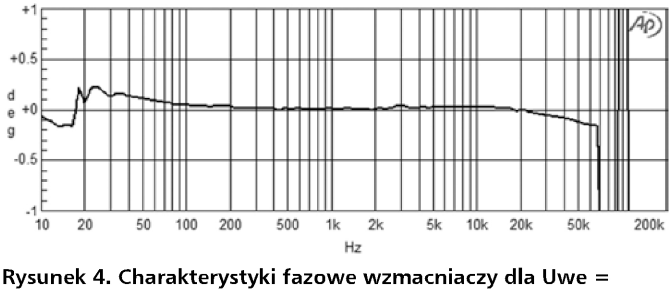
Rysunek 2. Charakterystyki częstotliwościowe wzmacniaczy dla Uwe = 1,35 V

Tabela 1. Wyniki pomiarów parametrów wzmacniaczy

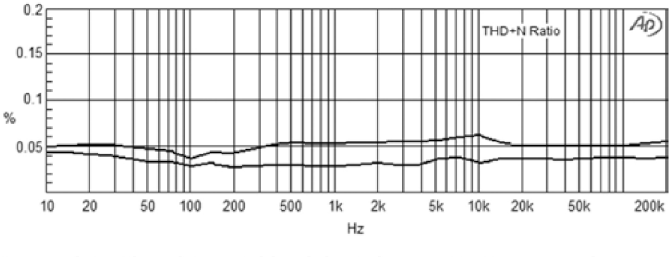
Parametr	U_{WE} = 300 mV_{RMS}	U_{WE} = 1,35 V_{RMS}
Stosunek sygnał/szum: S/N – liniowy [dB]	-75	-88,5
Stosunek sygnał/szum: S/N – skorygowany z krzywą A [dB]	-91	-107
Zniekształcenia Intermodulacyjne [%]: A1 – 60 Hz, A2 – 2 kHz, gdzie A1/A2 = 4/1	0,03	0,5



Rysunek 3. Charakterystyki fazowe wzmacniaczy dla Uwe = 0,3 V

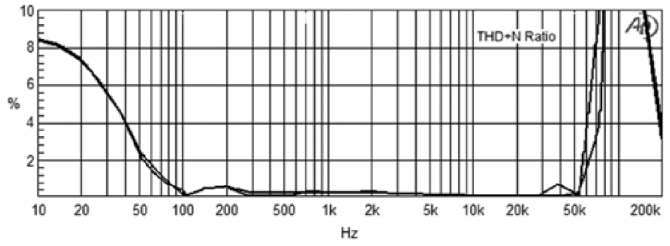


Rysunek 4. Charakterystyki fazowe wzmacniaczy dla Uwe = 1,35 V



Rysunek 5. Charakterystyki zniekształceń THD+N wzmacniaczy dla Uwe = 0,3 V

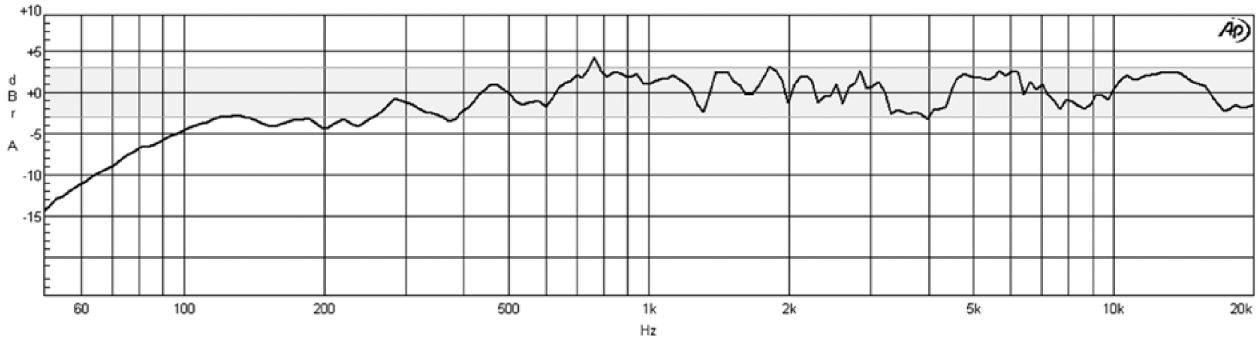
Z zaprezentowanych charakterystyk wynika, iż zastosowanie wzmacniacza mocy w postaci układu scalonego z kilkoma elementami pasywnymi pozwala na skonstruowanie urządzenia o bardzo dobrych parametrach. Zarówno charakterystyki amplitudowe jak i fazowe wykazują, iż w zakresie akustycznym (20 Hz – 20 kHz), odchylenia od liniowości są pomijalne, nawet dla sygnałów o wysokim poziomie. Zmierzone wartości zniekształceń dobrze świadczą o układzie LM3875. Co prawda można mieć zastrzeżenia do charakterystyk fazowych, dla dużych wartości sygnału niskoczęstotliwościowego, jednak w zakresie tym ucho ludzkie jest mało wrażliwe na zniekształcenia.



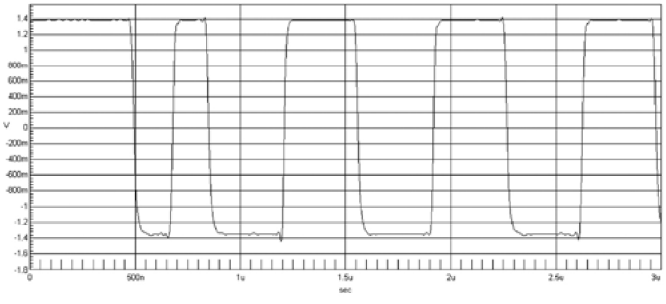
Rysunek 6. Charakterystyki zniekształceń THD+N wzmacniaczy dla Uwe = 1,35 V

Pomiar parametrów zestawów głośnikowych

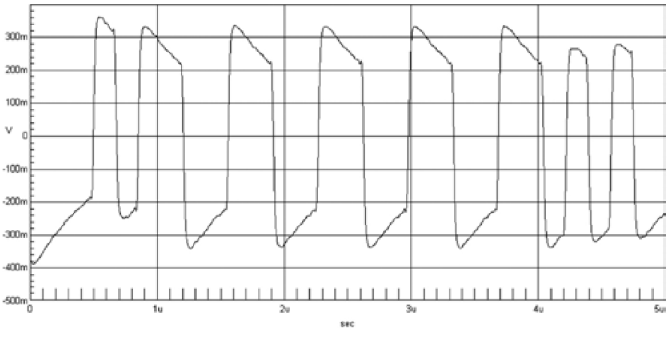
Pomiar parametrów zestawów głośnikowych przeprowadzono dwuetapowo, w komorze bezechowej. Najpierw zmierzono charakterystyki przenoszenia poszczególnych głośników w obudowach lecz bez zwrotnic



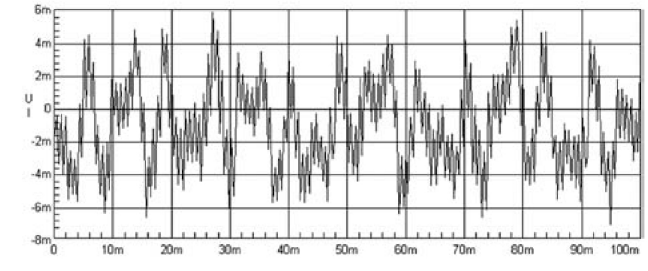
Rysunek 7. Charakterystyka częstotliwościowa zestawu stereo z zaimplementowanym filtrem cyfrowym



Rysunek 8. Charakterystyka przebiegu czasowego SPDIF dla sygnału z odbiornika optycznego



Rysunek 9. Charakterystyka przebiegu czasowego SPDIF dla sygnału z odbiornika elektrycznego



Rysunek 10. Charakterystyka przebiegu czasowego jittera dla sygnału z odbiorników optycznego

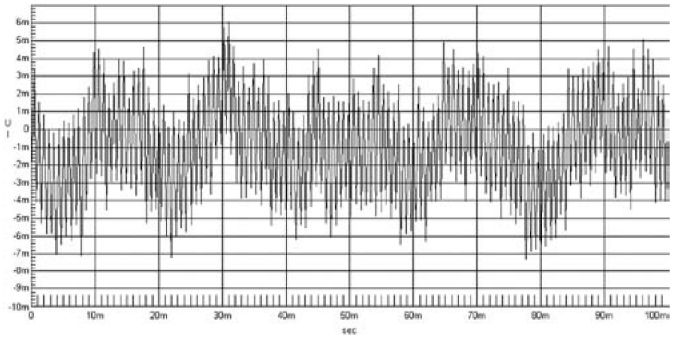
(zamieszczono je w poprzedniej części artykułu). Następnie w oparciu o nie zaprojektowano i wykonano filtry cyfrowe. Te pomiary przeprowadzono tylko dla zestawów stereofonicznych w celu zweryfikowania poprawności zaprojektowania filtrów cyfrowych.

Wyniki pomiarów wykazały bardzo podobne charakterystyki zarówno pojedynczych głośników tych samych typów, jak i gotowych zestawów dla lewego i prawego kanału (**rysunek 7**). Z wykresu pokazanego na rys. 7 wynika, że ±3 dB pasmo przenoszenia zawiera się w przedziale 250 Hz…20 kHz. Natomiast pasmo ±5 dB w przedziale 90 Hz…20 kHz. Na tym rysunku wyraźnie widać, że dla częstotliwości podziału charakterystyka mieści się w zakresie ±3 dB co świadczy o poprawnym wyborze owej częstotliwości i o odpowiednim zaprojektowaniu filtrów cyfrowych. Wątpliwości może budzić zakres dolny częstotliwości. Wyraźnie widać, iż wybrany głośnik nisko-średniotonowy nie jest w stanie pokryć pasma subbasowego. O ile zakres 100…250 Hz można wzmocnić modyfikując filtr kosztem większego poboru mocy, to sygnały o częstotliwości poniżej 100 Hz i tak nie zostaną odtworzone przez ten głośnik. W tej sytuacji są dwa rozwiązania. Pierwszym jest dobór głośnika o lepszej charakterystyce w zakresie niskich częstotliwości, natomiast drugim jest zastosowanie osobnego subwoofera lub zestawów trójdrożnych. Projektując subwoofer w postaci cyfrowej, należałoby przewidzieć na płytce drukowanej dodatkowy kanał z konwerterem częstotliwości, przetwornikiem C/A i przedwzmacniaczami. Z kolei za wzmacniacz mocy mógłby posłużyć układ LM386 – mocniejsza wersja opisywanego w projekcie wzmacniacza.

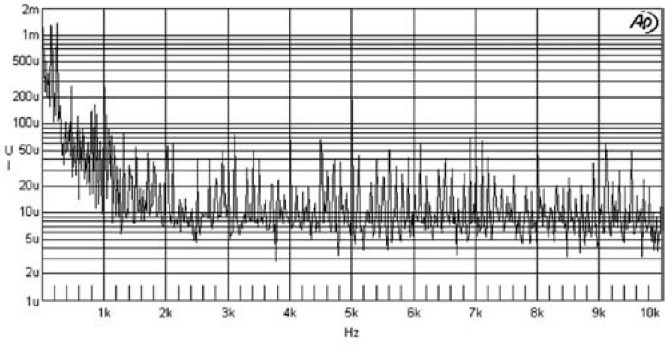
Pomiar sygnału SPDIF

Pomiary sygnału SPDIF również przeprowadzono przy użyciu Audio Precision AP2700. W badaniach zastosowano dwa źródła wejściowe: optyczne (światłowód plastikowy o długości 4 m) oraz RCA (kabel 0,5 m, Neutrin), pochodzące z odtwarzacza CD firmy Marantz. Uzyskano charakterystyki przedstawione na **rysunku 8** i **rysunku 9**.

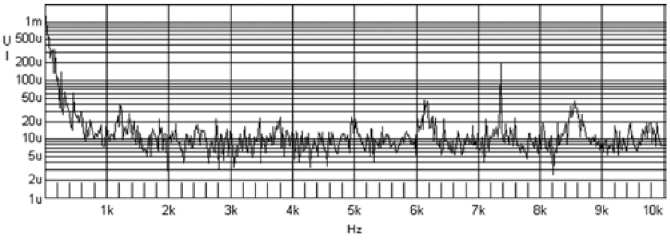
Na pierwszy rzut oka sygnał z wejścia optycznego jest wyraźnie „lepszy" od sygnału z wejścia bezpośredniego. Zbocza są bardziej ostre a wartość napięcia poziomu wysokiego lub niskiego jest stała. Dla sygnału „elektrycznego", widać spadki napięcia (efekt różniczkowania sygnału – sprzężenie pojemnościowe). Jest to jednak spadek akceptowalny przy tej długości kabla (0,5 m), który nie wpływa na poprawność odbioru sygnału przez układ DIR9001.



Rysunek 11. Charakterystyka przebiegu czasowego jittera dla sygnału z odbiornika elektrycznego



Rysunek 12. Charakterystyka widma jittera dla sygnału z odbiornika optycznego



Rysunek 13. Charakterystyka widma jittera dla sygnału z odbiornika elektrycznego

Na **rysunkach 10**...**13** przedstawiono charakterystyki czasowe i częstotliwościowe jittera dla wyżej podanych długości światłowodu i kabla elektrycznego. Uzyskano porównywalne wyniki.

W praktyce stosuje się dłuższe kable, które powodują większe spadki napięcia na ich rezystancji, a tym samym większe zniekształcenie sygnału. Dlatego przy większych odległościach pomiędzy nadajnikiem a odbiornikiem, do transmisji SPDIF zaleca się stosowanie światłowodów. Ich ważną zaletą jest separacja galwaniczna między odbiornikiem a nadajnikiem. Wówczas nie ma potrzeby stosowania do tego celu dodatkowych transformatorów, o których pisano w poprzednich częściach artykułu.

Podsumowanie

Celem niniejszego artykułu było przedstawienie koncepcji głośników ze zwrotnicami cyfrowymi, a opisany system elektroakustyczny posłużył jako przykład do zaprezentowania sposobu podejścia do jego realizacji w warunkach domowych. Elementy użyte w poszczególnych modułach układu mogą być zmienione na inne według własnego uznania. Dotyczy to modelu procesora, rodzaju zastosowanych filtrów, przetworników C/A, wzmacniaczy mocy i głośników.

Roman Bogusz
Piotr Pietrzyk

REKLAMA





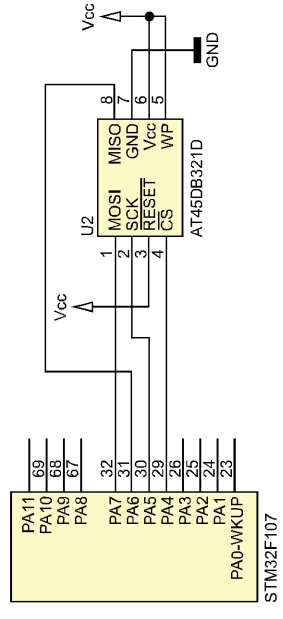
Komunikacja STM32 z pamięcią szeregową

Zagadnienia komunikacji między układami scalonymi w systemach mikroprocesorowych/mikrokontrolerowych cieszą się wciąż niesłabnącą popularnością. Z tego powodu w artykule przedstawiamy komunikację mikrokontrolera z rodziny STM32F107 z szeregową pamięcią DataFlash.

Współczesne mikrokontrolery mają pamięć Flash o coraz większej pojemności. Popularność zyskują układy z wbudowanym 1 lub nawet 2 MB pamięci nieulotnej. Wydawać by się mogło, że stosowanie zewnętrznych pamięci typu DataFlash nie ma już żadnego sensu. Jest to jednak z dwóch powodów złudny wniosek.

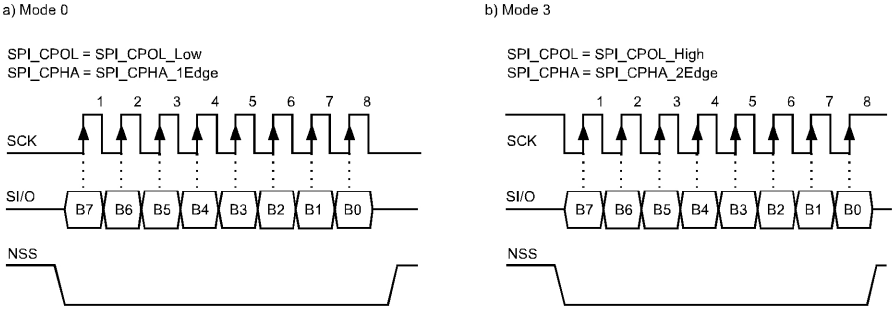
Po pierwsze, niekiedy jednak nawet pojemność rzędu megabajtów jest niewystarczająca. Nie chodzi tutaj o wielkość programu. W zwykłych aplikacjach, bez rozbudowanych systemów operacyjnych, dość trudno jest znaleźć takie, które potrzebowałyby aż tyle pamięci programu. Konieczność stosowania pamięci zewnętrznej może zaistnieć wtedy, kiedy wymagane jest zbieranie i zapisywanie dużej ilości informacji, jak choćby z czujników. Innym przykładem może być urządzenie wyposażone w rozbudowany interfejs użytkownika z wyświetlaczem graficznym. Dodatkowa pamięć nieulotna może w takim przypadku przechowywać bitmapy będące elementami interfejsu.

Po drugie - cena układów. Mikrokontrolery z dużą pamięcią Flash są zazwyczaj wyposażone w wiele układów peryferyjnych, a to bezpośrednio wpływa na ich cenę. Gdy projektowane urządzenie nie będzie musiało wykonywać zbyt skomplikowanych czynności, bardziej opłacalne może okazać się zastosowanie tańszego, a przez to słabiej wyposażonego, mikrokontrolera oraz pamięci zewnętrznej do przechowywania danych.



Rysunek 1. Schemat dołączenia układu AT45DB321D do mikrokontrolera STM32

Nie wgłębiając się już bardziej w czynniki wpływające na decyzję konstruktora o stosowaniu pamięci zewnętrznej, przejdziemy do opisu stosownej aplikacji z wykorzysta-



Rysunek 2. Obsługiwane przez pamięć AT45DB321D tryby pracy magistrali SPI

Listing 1. Funkcja inicjująca niezbędne do komunikacji z pamięcią peryferia

```
void dataflashInit(void)
{
    GPIO_InitTypeDef GPIO_InitStructure;
    SPI_InitTypeDef SPI_InitStructure;
    NVIC_InitTypeDef NVIC_InitStructure;

    /* Wybranie grupy priorytetów */
    NVIC_PriorityGroupConfig(NVIC_PriorityGroup_1);

    /* Konfiguracja przerwania od SPI1 */
    NVIC_InitStructure.NVIC_IRQChannel = SPI1_IRQn;
    NVIC_InitStructure.NVIC_IRQChannelPreemptionPriority = 1;
    NVIC_InitStructure.NVIC_IRQChannelSubPriority = 2;
    NVIC_InitStructure.NVIC_IRQChannelCmd = ENABLE;
    NVIC_Init(&NVIC_InitStructure);

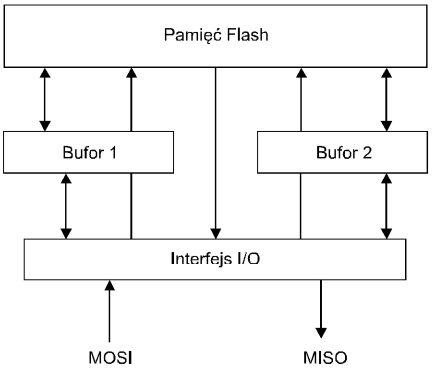
    RCC_APB2PeriphClockCmd(RCC_APB2Periph_GPIOA | RCC_APB2Periph_SPI1 | RCC_
APB2Periph_AFIO, ENABLE);

    /* Konfiguracja wyprowadzeń wykorzystywanych przez SPI: SCK(PA5),
MISO(PA6), MOSI(PA7) */
    GPIO_InitStructure.GPIO_Pin = GPIO_Pin_5 | GPIO_Pin_6 | GPIO_Pin_7;
    GPIO_InitStructure.GPIO_Speed = GPIO_Speed_50MHz;
    GPIO_InitStructure.GPIO_Mode = GPIO_Mode_AF_PP;
    GPIO_Init(GPIOA, &GPIO_InitStructure);

    /* Konfiguracja wyprowadzenia chip select */
    GPIO_InitStructure.GPIO_Pin = GPIO_Pin_4;
    GPIO_InitStructure.GPIO_Speed = GPIO_Speed_50MHz;
    GPIO_InitStructure.GPIO_Mode = GPIO_Mode_Out_PP;
    GPIO_Init(GPIOA, &GPIO_InitStructure);

    /* Wybranie parametrów pracy kontrolera SPI1 */
    SPI_InitStructure.SPI_Direction = SPI_Direction_2Lines_FullDuplex;
    SPI_InitStructure.SPI_Mode = SPI_Mode_Master;
    SPI_InitStructure.SPI_DataSize = SPI_DataSize_8b;
    SPI_InitStructure.SPI_FirstBit = SPI_FirstBit_MSB;
    SPI_InitStructure.SPI_CPOL = SPI_CPOL_Low;
    SPI_InitStructure.SPI_CPHA = SPI_CPHA_1Edge;
    SPI_InitStructure.SPI_NSS = SPI_NSS_Soft;
    SPI_InitStructure.SPI_BaudRatePrescaler = SPI_BaudRatePrescaler_4;
    SPI_Init(SPI1, &SPI_InitStructure);

    SPI_CalculateCRC(SPI1, DISABLE);
    SPI_Cmd(SPI1, ENABLE);
}
```



Rysunek 3. Schemat blokowy pamięci DataFlash AT45DB321D [źródło: Atmel]

niem mikrokontrolera STM32 i szeregowej pamięci DataFlash.

Interfejs komunikacyjny

Wybór pamięci zewnętrznej padł na układ AT45DB321D firmy Atmel. Jest to 32-megabitowa pamięć szeregowa, dostępna w 8-wyprowadzeniowej obudowie typu SOIC8. Wymiana danych z układem pamięci odbywa się przez interfejs SPI, który może pracować z częstotliwością zegarową transmisji, bagatela, 66 MHz. Pamięć do mikrokontrolera STM32 należy dołączyć jak zwykłe urządzenia pracujące z interfejsem SPI. Przykładowy schemat zamieszczono na **rysunku 1**.

Układ AT45DB321D może komunikować się z MCU w trybach *Mode 0* lub *Mode 3*. Szablony komunikacji w obydwu trybach przedstawiono na **rysunku 2**. W *Mode 0* linia zegarowa SCK w stanie spoczynkowym znajduje się w na poziomie niskim, natomiast bity zatrzaskiwane są na zboczach narastających. W drugim trybie (*Mode 3*), gdy dane nie są przesyłane, SCK znajduje się na poziomie wysokim, poszczególne bity są jednak zapisywane również na zboczach narastających.

Sterownik magistrali SPI wbudowany w mikrokontrolery STM32 można ustawić do pracy w obydwu trybach. Przykładowa aplikacja będzie wykorzystywała *Mode 0*. Kod konfigurujący MCU do pracy w tym trybie przedstawiono na **listingu 1** wraz z funkcją *dataflashInit()*, która inicjuje niezbędne peryferia.

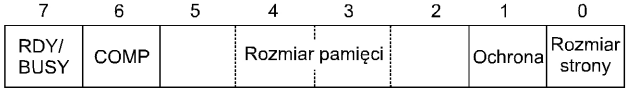
Przedstawiony kod jest wyraźnie uporządkowany w trzy bloki, ich zadaniem jest ustawienie parametrów odpowiednio: kontrolera przerwań NVIC, wykorzystywanych wyprowadzeń oraz samego kontrolera magistrali SPI. Użyto kontroler SPI1 oraz jego domyślne wyprowadzenia:

- PA5 – SCK,
- PA6 – MISO,
- PA7 – MOSI.

Sygnał CS (z ang. *Chip Select*) jest dostarczany programowo poprzez wyprowadzenie PA4. Komunikacja będzie odbywała się w trybie full dupleks, a mikrokontroler będzie oczywiście układem nadrzędnym (z ang. *Master*). Zgodnie z akceptowanym przez układ pamięci formatem ramki danych, jej długość jest ustalana na 8 bitów, przy czym pierwszy na magistralę będzie wystawiany bit najbardziej znaczący (MSB).

Listing 2. Funkcja odczytująca rejestr statusu AT45DB321D

```
void readStatusRegister(void)
{
    /* sprawdzanie muteksa */
    while(SPI_InUse);
    /* „weź" muteks */
    SPI_InUse = 0x11;
    SPI_Cmd(SPI1, DISABLE);
    SPI_I2S_ITConfig(SPI1, SPI_I2S_IT_RXNE, ENABLE);
    SPI_I2S_ITConfig(SPI1, SPI_I2S_IT_TXE, ENABLE);
    /* pierwszy bajt to komenda, drugi to zawartość rejestru */
    Nof_Bytes_To_TxRx = 2;
    /* Komenda „read status register" */
    TxBuf[0] = 0xD7;
    SPI_Cmd(SPI1, ENABLE);
    GPIO_SetBits(GPIOA, GPIO_Pin_4);
    /* CS w stan niski */
    GPIO_ResetBits(GPIOA, GPIO_Pin_4);
}
```



RDY/BUSY – jeśli ten bit jest wyzerowany, to układ jest zajęty;
COMP – przechowuje wyniki porównania zawartości bufora i wybranej strony (1 – zawartości są różne);
Rozmiar pamięci – dla układu AT45DB321D ten zestaw czterech bitów przyjmuje wartość 1101;
Ochrona – 1 – ochrona sektora włączona, 0 – wyłączona;
Rozmiar strony – jeśli ustawiona jest 1, to rozmiar strony wynosi 512 bajtów, w przeciwnym przypadku na każdą stronę składa się 528 bajtów;

Rysunek 4. Budowa rejestru statusu w układzie AT45DB321D

Ustalanie trybu pracy SPI (czyli w przypadku układu AT45DB321D będzie to wybór pomiędzy Mode 0, a Mode 3) odbywa się przez wypełnienie pól SPI_CPOL i SPI_CPHA struktury inicjującej. Ostatnim parametrem jest wybranie prędkości przesyłania danych. Maksymalna szybkość komunikacji wynosi dla rodziny układów STM32F107 18 MBit/s. Kontroler SPI jest podłączony do wewnętrznej magistrali APB2, która może pracować z maksymalną częstotliwością 72 MHz. Jeśli właśnie taka jest częstotliwość sygnału taktującego APB2, to preskaler kontrolera SPI musi być ustawiony na 4 72 MHz / 4 = 18 MHz).

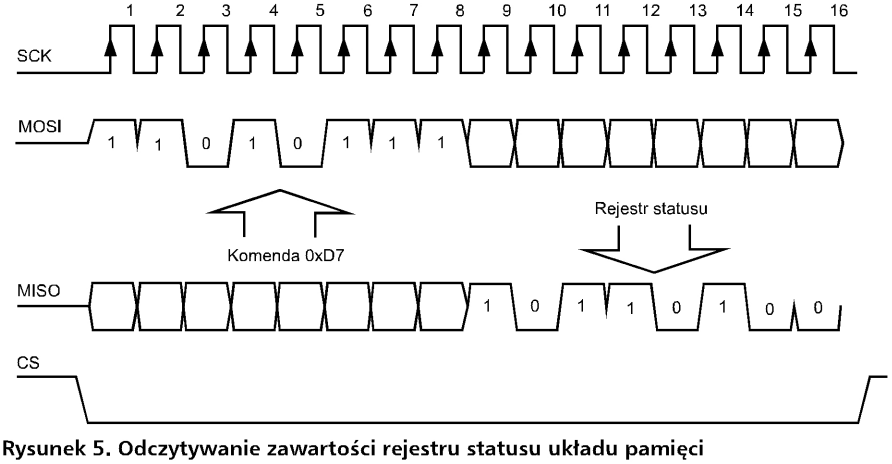
Właściwości pamięci

Producent deklaruje, że minimalna ilość cykli zapisu układu AT45DB321D wynosi co najmniej 100000, a dane przechowywane mogą być przez 20 lat. 100000 cykli zapisu może wydawać się dość dużą liczbą, ale jeśli aplikacja będzie zbyt często dokonywać zapisu, można się spodziewać, że dopuszczalny limit zostanie szybko wyczerpany i pamięć nie będzie się już nadawać do pracy. Aby nie doprowadzić do takiej sytuacji należy unikać cyklicznych lub niekontrolowanych zapisów, np. wyzwalanych z funkcji obsługi jakiegoś przerwania.

Jak już wyżej wspomniano, rozmiar wykorzystanej pamięci to 32 Mbit. Cała przestrzeń jest podzielona na strony i bloki. Rozmiar strony pamięci może wynosić 512 lub 528 bajtów (domyślnie), natomiast proces samego kasowania jest dość elastyczny, ponieważ pozwala na wymazanie całej strony, bloku (4 KB), sektora (64 KB) lub tez całego układu (32 Mbit).

Dostęp do pamięci może odbywać się bezpośrednio, lub z użyciem jednego z dwóch buforów. Schemat blokowy ilustrujący relacje pomiędzy buforami, a interfejsem I/O przedstawiono na **rysunku 3**.

Układ AT45DB321D obsługuje wiele wariacji zapisu i odczytu. Cześć z nich, która wydała się najważniejsza lub najciekawsza została omówiona poniżej.



Rysunek 5. Odczytywanie zawartości rejestru statusu układu pamięci

Odczyt rejestru statusu

Najłatwiejszym, ale zarazem często bardzo istotnym, etapem komunikacji z układem pamięci AT45DB321D jest odczytanie zawartości rejestru statusu. Na **rysunku 4** zamieszczono budowę tego rejestru, natomiast funkcję odczytującą jego zawartość przestawiono na **listingu 2**. Zawartość rejestru statusu jest wystawiana na magistralę po wysłaniu do układu pamięci bajta o wartości 0xD7, według schematu z **rysunku 5**.

Ponieważ do wymiany danych zastosowano przerwania, to „sztywne" blokowanie wykonywania programu w oczekiwaniu na zakończenie komunikacji byłoby niemądre. Z tego powodu wykorzystano nieco bardziej skomplikowany mechanizm. Jak będzie można zauważyć dalej, każda funkcja obsługi pamięci DataFlash ma na początku pętlę while(), która będzie się wykonywać dopóki, dopóty zmienna SPI_InUse będzie miała wartość niezerową (prawdziwą w sensie logicznym). Dopiero po niespełnieniu tego warunku program przejdzie do kolejnych instrukcji. Zaraz poniżej wymienionej pętli zmienna SPI_InUse jest z powrotem ustawiana na wartość niezerową (czyli typu PRAWDA).

Wspomniana wyżej niezerowa wartość zmiennej SPI_InUse wynosząca szesnastkowo 0x11 może wydawać się zupełnie bez sensu. Uzasadnienie znajdujemy w funkcji obsługi przerwania od kontrolera SPI przedstawionej na **listingu 3**. W części nadawczej, gdy wysłany zostanie ostatni bajt nasza flaga SPI_InUse ma kasowany najmłodszy bit (stąd maska 0x01). W części odbiorczej kasowany jest natomiast bit czwarty (maska 0x10). Te wartości mogą być ustalane dowolnie. Celowo tutaj nie zastosowano definicji w miejsce „magicznych" liczb, ponieważ w surowej postaci łatwiej zrozumieć, co się właściwie dzieje. Przedstawiony wyżej mechanizm to nic innego, jak uproszczona wersja zastosowania muteksów.

Zatrzymajmy się na chwile przy muteksach, aby wyjaśnić, co to takiego jest i po co się je stosuje. Każdy zasób, czy to będzie konkretny fragment pamięci, czy też jakieś urządzenie peryferyjne, musi być w danej chwili wykorzystywany jednoznacznie. Wyobraźmy sobie sytuację, w której aplikacja wykorzystuje jakieś urządzenie peryferyjne, niech będzie to kontroler SPI. Jeśli nie chcemy blokować wykonywania programu na czas komunikacji, to może wystąpić sytuacja, w której mikrokontroler będzie próbował uzyskać dostęp do kontrolera SPI w czasie, kiedy poprzedni fragment wymiany danych nie został jeszcze zakończony. Najpewniej spowoduje to wystąpienie błędu lub nie wysłania danych.

Rozwiązanie takiego konfliktu jest łatwe. Narażonemu na hazardy zasobowi przyporządkowuje się obiekt (zmienną). Owa zmienna, którą można już nazwać muteksem, może przyjmować dwie wartości, dajmy na to zerową (fałsz) i niezerową (prawda). W założeniach projektowych przyjmujemy, że zasób jest wolny, czyli może być wykorzystany, tylko wtedy, kiedy wartość muteksa będzie fałszywa, czyli zerowa. Takie założenie jest oczywiście dowolne, można by przyjąć odwrotną logikę.

Programista, który będzie chciał skorzystać z chronionego zasobu musi najpierw sprawdzić jaka jest wartość muteksa. Jeśli jest ona różna od zera, to należy poczekać, aż muteks zostanie „oddany", co będzie równoznaczne z przypisaniem mu wartości zerowej. Tylko w takiej sytuacji można użyć zasobu, pamiętając o tym, że zaraz na początku należy „zabrać" muteks, a po wykonaniu żądanych operacji „oddać" go.

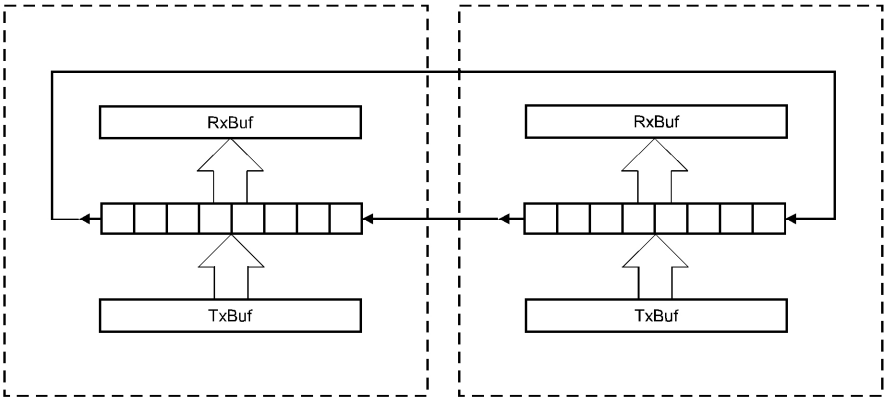
Wracając do obsługi pamięci – główną funkcję main() programu zamieszczono na **listingu 4**. Po wywołaniu funkcji odczytu rejestru statusu następuje oczekiwanie na zwolnienie muteksa. Gdyby program był bardziej rozbudowany, można by w tym miejscu wykonać inne operacje, a do skopiowania

Listing 3. Obsługa przerwania od kontrolera SPI

```
void SPI1_IRQHandler(void)
{
    /* Bufor nadawczy jest pusty */
    if (SPI_I2S_GetITStatus(SPI1, SPI_I2S_IT_TXE) != RESET)
    {
        /* Wyślij bajt */
        SPI_I2S_SendData(SPI1, TxBuf[TxIdx++]);

        /* Wyłączenie przerwania od SPI i oddanie połowy muteksa */
        if (TxIdx == Nof_Bytes_To_TxRx)
        {
            SPI_I2S_ITConfig(SPI1, SPI_I2S_IT_TXE, DISABLE);
            TxIdx = 0;
            SPI_InUse &= ~0x01;
        }
    }
    /* W buforze odbiorczym jest odebrany bajt */
    if (SPI_I2S_GetITStatus(SPI1, SPI_I2S_IT_RXNE) != RESET)
    {
         /* Odczyt odebranego bajta */
         RxBuf[RxIdx++] = SPI_I2S_ReceiveData(SPI1);

         /* Wyłączenie przerwania od SPI i oddanie połowy muteksa */
        if (RxIdx == Nof_Bytes_To_TxRx)
        {
            SPI_I2S_ITConfig(SPI1, SPI_I2S_IT_RXNE, DISABLE);
            RxIdx = 0;
            SPI_InUse &= ~0x10;
        }
    }
}
```



Rysunek 6. Schemat działania interfejsu SPI

Listing 4. Funkcja main() programu odczytującego rejestr statusu układu pamięci

```
int main(void)
{
    /* Włączenie i konfiguracja sygnałów zegarowych */
    SystemInit();

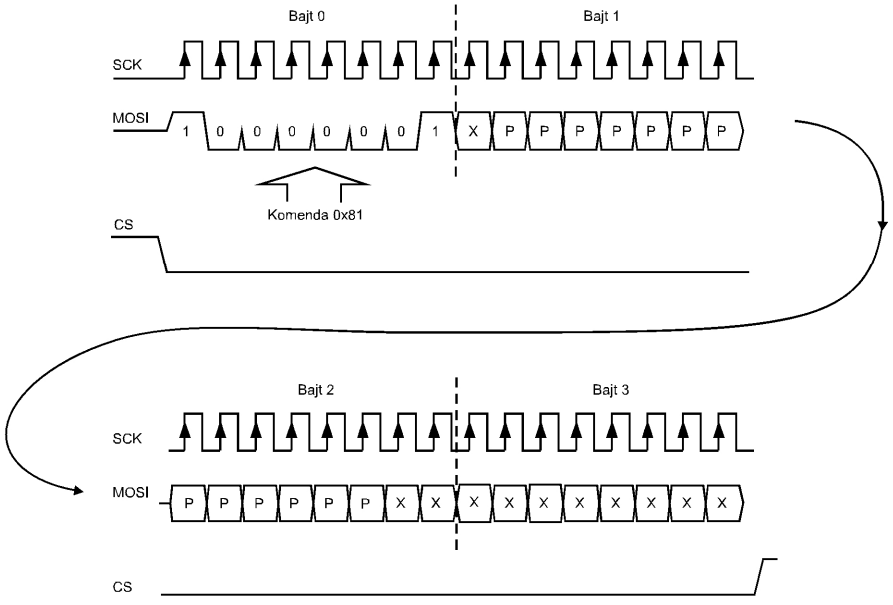
    /* Inicjalizacja niezbędnych peryferiów */
    dataflashInit();

    /* Wyzwolenie procesu odczytu rejestru statusu */
    readStatusRegister();

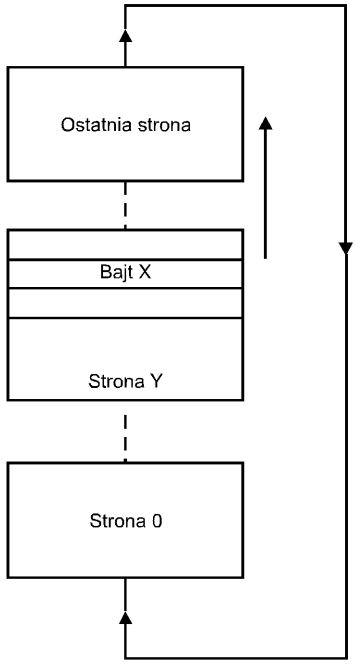
    /* Oczekiwanie na zwolnienie muteksa */
    while(SPI_InUse);

    /* Zawartość rejestru gotowa do skopiowania */
    statusRegister = RxBuf[1];

    while (1)
    {
    }
}
```



Rysunek 7. Kasowanie wybranej strony w pamięci



Rysunek 8. Ciągły odczyt pamięci bez użycia bufora

odebranej danej przystąpić później, już po zwolnieniu zasobu, w tym przypadku kontrolera SPI. Powód, dla którego odczytywany jest drugi bajt bufora odbiorczego RxBuf[] wynika wprost ze sposobu działania interfejsu SPI, co zobrazowano na **rysunku 6**. Rejestr przesuwny jest z jednej strony zapełniany bitami przychodzącymi po SPI, a drugiej strony poszczególne bity są wysyłane. Ponieważ przerwania od bufora nadawczego i odbiorczego są włączane w tym samym czasie (patrz funkcja readStatusRegister z listingu 2), to pierwsze przerwanie od części odbiorczej zostanie wygenerowane już po wysłaniu bajta komendy 0xD7. Ten pierwszy odebrany bajt jest nieistotny, dopiero drugie przerwanie odczytuje właściwą daną.

Kasowanie strony

Rozkaz kasowania całej wybranej strony ma wartość 0x81, a następujących po nim bajtach adresowych przesyłany jest adres strony według schematu z **rysunku 7**. Pierwszy bajt adresowy zawiera siedem bitów adresu, natomiast dugi sześć. Pozostałe pola, łącznie z całym trzecim bajtem adresowym są bez znaczenia. Proces kasowania strony rozpoczyna po przejściu linii CS w stan wysoki. Zgodnie z informacjami wynikającymi z noty katalogowej układu AT45DB321D maksymalny czas kasowania strony wynosi 35 ms, a typowo 15 ms. Zakończenie operacji kasowania jest również sygnalizowane na linii BUSY układu oraz przez zawartość rejestru statusu.

Na **listingu 5** zamieszczono funkcję kasującą stronę w pamięci erasePage(). Określenie zajętości układu rozwiązano poprzez sprawdzanie zawartości rejestru statusu. Jednak aby nie wstrzymywać pracy całego systemu mikroprocesorowego na niekrótki przecież czas kilkudziesięciu milisekund, użyty został timer SysTick. Funkcja erasePage() tak konfiguruje timer, żeby ten po upływie 35 ms wygenerował przerwanie. Obsługa przerwania, zamieszczona na **listingu 6**, oddaje muteks oraz wyłącza przerwanie.

Listing 5. Ciało funkcji kasującej zawartość strony

```
void pageErase(uint16_t address)
{
    /* sprawdzanie muteksa */
    while(SPI_InUse);
    /* „weź" muteks */
    SPI_InUse = 0x11;
    SPI_Cmd(SPI1, DISABLE);
    SPI_I2S_ITConfig(SPI1, SPI_I2S_IT_RXNE, ENABLE);
    SPI_I2S_ITConfig(SPI1, SPI_I2S_IT_TXE, ENABLE);
    /* pierwszy bajt to komenda, trzy pozostałe to bajty adresu */
    Nof_Bytes_To_TxRx = 4;
    /* Komenda „erase page" */
    TxBuf[0] = 0x81;
    /* Starsze 7 bitów adresu strony */
    TxBuf[1] = (uint8_t) address>>6;
    /* Pozostałe (młodsze) 6 bitów adresu strony,
     * ale wyrównane do lewej strony */
    TxBuf[2] = (uint8_t) address<<2;
    SPI_Cmd(SPI1, ENABLE);
    GPIO_SetBits(GPIOA, CS);
    /* CS w stan niski */
    GPIO_ResetBits(GPIOA, CS);

    /* Oczekiwanie na zakończenie wysyłania komendy i adresu strony */
    while(SPI_InUse);
    /* ponownie „weź" muteks */
    SPI_InUse = 0x11;

    /* SysTick bedzie taktowany z f = 72MHz/8 = 9MHz.
     * Przerwanie ma byc po 35 ms, f = 9MHz, czyli liczy od 320000 - 1 */
    SysTick->LOAD  =  320000 - 1;
    /* Włączenie przerwania od timera SysTick */
    NVIC_SetPriority (SysTick_IRQn, (1<<__NVIC_PRIO_BITS) - 1);
    /* Zerowanie aktualnej wartości licznika */
    SysTick->VAL  = (0x00);
    /* Wypełnienie rejestru kontrolnego timera SysTick:
     * -SYSTICK_CLKSOURCE - bit 2, 0 - HCLK/8, 1 - HCLK
     * -SYSTICK_TICKINT - bit 1, włączenie przerwania od timera
     * -SYSTICK_ENABLE - bit 0, włączenie timera */
    SysTick->CTRL = (0<<SYSTICK_CLKSOURCE) | (1<<SYSTICK_ENABLE) |
(1<<SYSTICK_TICKINT);
}
```

Ciągły odczyt bez użycia bufora

Zasadę działania ciągłego odczytu pamięci bez użycia bufora przedstawiono na **rysunku 8**. Z rysunku wynika, należy podać adres początkowy bajta w stronie, a odczyt następuje już przez całą przestrzeń adresową. Po osiągnięciu ostatniego bajta w ostatniej stronie układ pamięci automatycznie rozpoczyna odczyt od początku pierwszej strony. Jak już wspomniano, domyślny rozmiar strony wynosi 528 bajtów. Dla tego przypadku adresowanie jest następujące. W pierwszej kolejności należy wysłać do układu pamięci bajt komendy, dla ciągłego odczytu bez bufora będzie to wartość 0xE8, a zaraz po nim trzy bajty adresowe. Podział bajtów adresowych na adres strony oraz na adres bajta w stronie zamieszczono na **rysunku 9**, natomiast całą funkcję continousRead(), która inicjuje ciągły odczyt przedstawia **listing 7**. W argumentach do funkcji

należy przekazać adres strony, adres bajta w stronie oraz liczbę bajtów, jakie mają zostać odczytane.

Bufor odbiorczy RxBuf[] powinien być kopiowany dopiero od bajta o indeksie 8, a to dlatego, że pomiędzy ostatnim bajtem adresowym wysłanym do układu pamięci, a pierwszym odebranym bajtem z danymi muszą wystąpić cztery bajty nieznaczące. Zatem mamy „do przeskoczenia": komendę (czyli pierwszy bajt), trzy bajty adresowe oraz cztery bajty nieznaczące.

Zapis do bufora

Pamięć AT45DB321D ma wbudowane dwa bufory SRAM o rozmiarze 528/512 bajtów każdy. Poniżej przedstawiono sposób zapisu danych do jednego z nich. Zapis rozpoczyna się od wysłania do układu pamięci odpowiedniego rozkazu, dla pierwszego bufora będzie to kod 0x84, a dla drugiego 0x87. Po kodzie rozkazu mikrokontroler powinien wysłać trzy bajty adresowe, które, jeśli zinterpretować je jako jeden ciąg bitów, zawierają na początku 14 bitów nieznaczących, a następnie 10 bitów identyfikujących bajt, od którego będzie następował zapis bufora. Po bajtach adresowych można już przesyłać dane przeznaczone do zapisu do bufora. Dane będą zapisywane do czasu, aż na linii chip select (CS) nie pojawi się zbocze narastające. Warto również zaznaczyć, że po osiągnięciu końca bufora, tj. po zapisie jego ostatniego bajta, proces rozpoczyna się od początku bufora. Nieco więcej światła na przedstawioną wyżej komunikację z pewnością rzuci **rysunek 10**.

Funkcję realizującą zapis do bufora przedstawiono na **listingu 8**. W argumentach do funkcji należy przesłać rozkaz, do którego bufora zapis ma być przeprowadzony (0x84 lub 0x87) oraz liczbę zapisywanych bajtów. Globalny bufor nadawczy musi być wypełniony przez wywołaniem funkcji wysyłające dane dla bufora. Podobnie, jak było poprzednio, również funkcja bufferWrite(), zabiera muteks dla kontrolera SPI, blokując w ten sposób dostęp do kontrolera SPI. Jeśli dalej w programie zaistnieje potrzeba skorzystania z SPI, to w pierwszej kolejności należy sprawdzić, czy muteks został oddany, co będzie jednoznaczne z tym, że kontroler SPI jest gotowy do ponownego użycia.

Zapis bufora do pamięci

Gdy żądane operacje zapisu do bufora zostaną już przeprowadzone, należałoby jego zawartość zapisać do pamięci nieulotnej. Możliwe są dwa sposoby zapisu. Pierwszy polega na zapisie zawartości bufora bez kasowania docelowej strony w pamięci, natomiast drugi najpierw wymaże zawartość strony, a dopiero po tym wykonany będzie zapis danych z bufora. Przedstawimy ten drugi sposób.

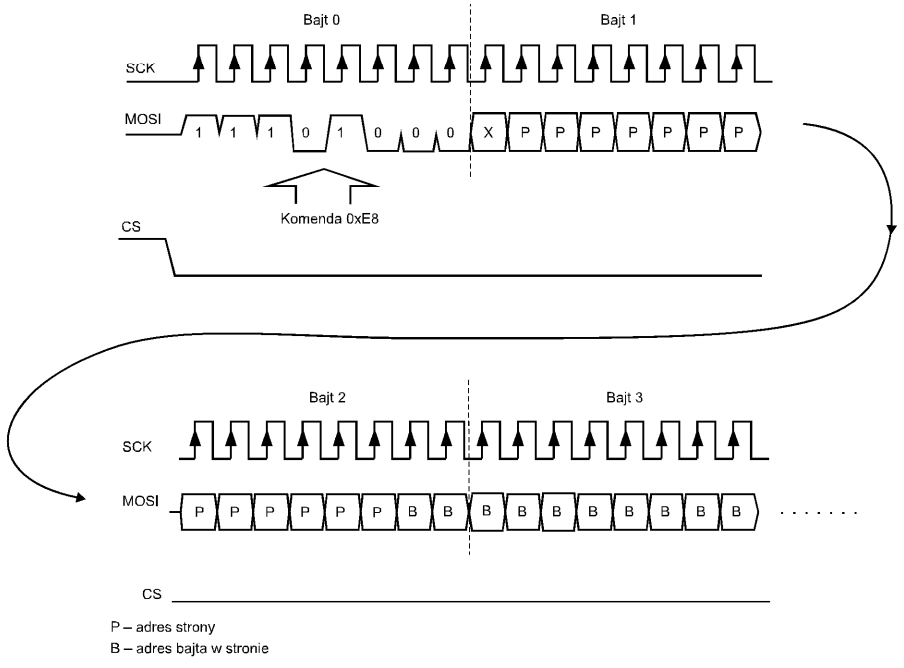
Komenda zapisu bufora do pamięci to odpowiednio na bufora 1 i bufora 2: 0x83 oraz 0x86. Po kodzie komendy muszą zostać wysłane trzy bajty adresowe, określające, która strona w pamięci będzie zapisywana. Trzynaście bitów adresowych powinno być rozmieszczone w wysyłanych bajtach analogicznie do adresowania strony przeznaczonej do skasowania, patrz **rysunek 7**.

Proces kasowania, a następnie zapisywania strony rozpoczyna się po wystąpieniu narastającego zbocza na linii CS. Podobnie, jak miało to miejsce w przypadku kasowania strony, czas wymagany, na wykonie całej operacji nie jest krótki i może wynosić od 17, do 40 ms. Problem oczekiwania na zakończenie operacji kasowania i programowania strony rozwiązano w takim sam sposób, jak przy poleceniu kasowania strony. Do odmierzania czasu użyty został systemowy timer SysTick. Ciało funkcji zapisującej bufor do pamięci przedstawiono na **listingu 9**. Jest to kod analogiczny, do funkcji kasowania strony, różnica, to oczywiście wartość pierwszego bajta (czyli komendy rozkazu), pozostały schemat komunikacji jest taki sam. Jedynie timer SysTick jest konfigurowany do wygenerowania przerwania po upływie dłuższego czasu – po 40 ms.

Krzysztof Paprocki, EP

Listing 6. Funkcja obsługi timera SysTick

```
void SysTick_Handler(void)
{
    /* Wyłączenie timera oraz jego przerwania */
    SysTick->CTRL = (0<<SYSTICK_ENABLE) | (0<<SYSTICK_TICKINT);
    /* Oddanie muteksa */
    SPI_InUse = 0;
}
```



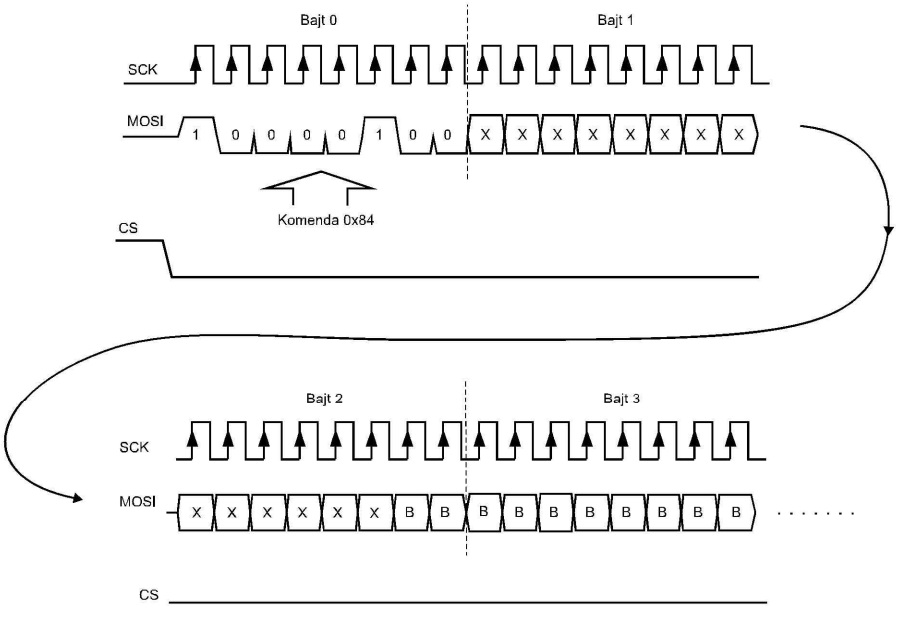
Rysunek 9. Adresowanie pierwszego do odczytu bajta w stronie

Listing 7. Funkcja rozpoczynająca ciągły odczyt pamięci

```
void continousRead(uint16_t pageAddress, uint16_t byteAddress, uint16_t
nofBytesToRead)
{
    /* sprawdzanie muteksa */
    while(SPI_InUse);
    /* „weź" muteks */
    SPI_InUse = 0x11;
    SPI_Cmd(SPI1, DISABLE);
    SPI_I2S_ITConfig(SPI1, SPI_I2S_IT_RXNE, ENABLE);
    SPI_I2S_ITConfig(SPI1, SPI_I2S_IT_TXE, ENABLE);
    /* Nof_Bytes_To_TxRx = nofBytesToRead + komenda + 3xAdres + 4 bajty
nieznaczące */
    Nof_Bytes_To_TxRx = nofBytesToRead + 8;
    /* Komenda „continuous read" */
    TxBuf[0] = 0xE8;
    /* Starsze 7 bitów adresu strony */
    TxBuf[1] = (uint8_t) pageAddress>>6;
    /* Pozostałe (młodsze) 6 bitów adresu strony,
     * ale wyrównane do lewej strony + dwa starsze bity
     * adresu bajta w stronie*/
    TxBuf[2] = ((uint8_t) pageAddress<<2) | ((uint8_t) byteAddress>>8);
    /* Młodsze 8 bitów adresu bajta w stronie */
    TxBuf[3] = (uint8_t) byteAddress;
    SPI_Cmd(SPI1, ENABLE);
    GPIO_SetBits(GPIOA, CS);
    /* CS w stan niski */
    GPIO_ResetBits(GPIOA, CS);
}
```

Listing 8. Ciało funkcji zapisującej bufor SRAM pamięci zewnętrznej

```
void writeBuffer(uint16_t address, uint16_t nofBytesToWrite)
{
    /* sprawdzanie muteksa */
    while(SPI_InUse);
    /* „weź" muteks */
    SPI_InUse = 0x11;
    SPI_Cmd(SPI1, DISABLE);
    SPI_I2S_ITConfig(SPI1, SPI_I2S_IT_RXNE, ENABLE);
    SPI_I2S_ITConfig(SPI1, SPI_I2S_IT_TXE, ENABLE);
    /* pierwszy bajt to komenda, następne trzy to bajty adresu */
    Nof_Bytes_To_TxRx = 4 + nofBytesToWrite;
    /* Komenda „write to buffer 0" */
    TxBuf[0] = 0x84;
    /* Starsze 2 bity adresu bajta w buforze */
    TxBuf[2] = (uint8_t) address>>8;
    /* Pozostałe 8 bitów adresu */
    TxBuf[3] = (uint8_t) address;
    SPI_Cmd(SPI1, ENABLE);
    GPIO_SetBits(GPIOA, CS);
    /* CS w stan niski */
    GPIO_ResetBits(GPIOA, CS);
}
```



Rysunek 10. Zapis do bufora SRAM pamięci AT45DB321D

Listing 9. Funkcja wyzwalająca zapis bufora do pamięci nieulotnej

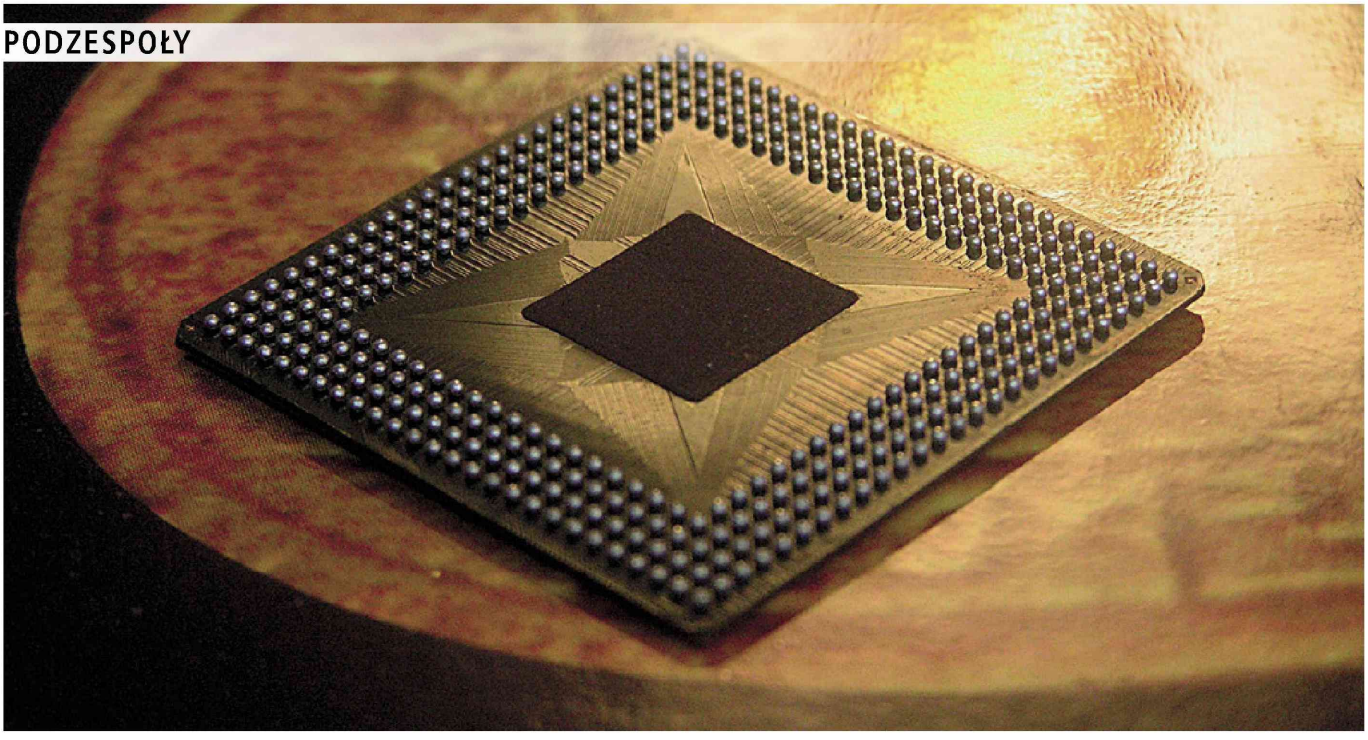
```
void writeBuffer2Memory(uint16_t address)
{
    /* sprawdzanie muteksa */
    while(SPI_InUse);
    /* „weź" muteks */
    SPI_InUse = 0x11;
    SPI_Cmd(SPI1, DISABLE);
    SPI_I2S_ITConfig(SPI1, SPI_I2S_IT_RXNE, ENABLE);
    SPI_I2S_ITConfig(SPI1, SPI_I2S_IT_TXE, ENABLE);
    /* pierwszy bajt to komenda, trzy pozostałe to bajty adresu */
    Nof_Bytes_To_TxRx = 4;
    /* Komenda „write buffer to memory" */
    TxBuf[0] = 0x83;
    /* Starsze 7 bitów adresu strony */
    TxBuf[1] = (uint8_t) address>>6;
    /* Pozostałe (młodsze) 6 bitów adresu strony,
     * ale wyrównane do lewej strony */
    TxBuf[2] = (uint8_t) address<<2;
    SPI_Cmd(SPI1, ENABLE);
    GPIO_SetBits(GPIOA, CS);
    /* CS w stan niski */
    GPIO_ResetBits(GPIOA, CS);

    /* Oczekiwanie na zakończenie wysyłania komendy i adresu strony */
    while(SPI_InUse);
    /* ponownie „weź" muteks */
    SPI_InUse = 0x11;

    /* SysTick bedzie taktowany z f = 72MHz/8 = 9MHz.
     * Przerwanie ma byc po 40 ms, f = 9MHz, czyli liczy od 360000 - 1 */
    SysTick->LOAD  =  360000 - 1;
    /* Włączenie przerwania od timera SysTick */
    NVIC_SetPriority (SysTick_IRQn, (1<<__NVIC_PRIO_BITS) - 1);
    /* Zerowanie aktualnej wartości licznika */
    SysTick->VAL   = (0x00);
    /* Wypełnienie rejestru kontrolnego timera SysTick:
     * -SYSTICK_CLKSOURCE - bit 2, 0 - HCLK/8, 1 - HCLK
     * -SYSTICK_TICKINT - bit 1, włączenie przerwania od timera
     * -SYSTICK_ENABLE - bit 0, włączenie timera */
    SysTick->CTRL = (0<<SYSTICK_CLKSOURCE) | (1<<SYSTICK_ENABLE) |
(1<<SYSTICK_TICKINT);
}
```



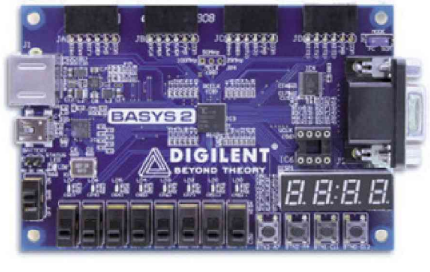

REKLAMA



FPGA nie tylko dla zaawansowanych

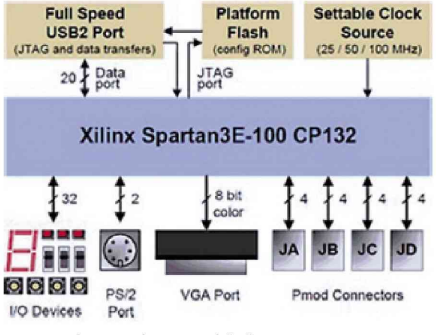
Kilka lat temu postęp w technologii produkcji „gęstych" struktur półprzewodnikowych sprowadził ceny układów FPGA „na ziemię". Widać to wyraźnie w ofertach producentów zestawów uruchomieniowych i ewaluacyjnych, których możliwości i wyposażenie sięgają wyżyn, a ceny mocno trzymają się powierzchni gruntu.

Jednym z najbardziej popularnych producentów układów FPGA w Polsce jest firma Xilinx, w ofercie której znajduje się szeroka gama układów programowalnych (PLD – *Programmable Logic Devices*) zarówno z grupy CPLD (*Complex PLD*) jak i FPGA (*Field Programmable Gate Array*). Czołowym dostawcą zestawów uruchomieniowych i ewaluacyjnych dla fanów rozwiązań opartych na konfigurowalnej logice firmy Xilinx jest amerykański Digilent. Dzięki bliskiej współpracy tej firmy z producentami i dostawcami nowoczesnych podzespołów elektronicznych (pamięci, sekwencyjnych układów zasilających, programowalnych generatorów sygnałów zegarowych, czujników MEMS, przetworników A/C/A itp.), konstruktorzy mają możliwość zweryfikowania ich działania w praktyce bez konieczności zakupu kosztownych podzespołów. Nie oznacza to, że Digilent rozdaje bezpłatnie produkowane przez siebie zestawy, ale ich ceny trzymają się poziomu, który jest sensowny także dla polskich konstruktorów.



Fotografia 1. Wygląd zestawu Basys2

W artykule przedstawiono 4 rodziny zestawów dla układów FPGA z oferty firmy Digilent. Informacje o pozostałych zestawach można znaleźć na stronie polskiego dystrybutora wyrobów firmy Digilent *www.kamami.pl*

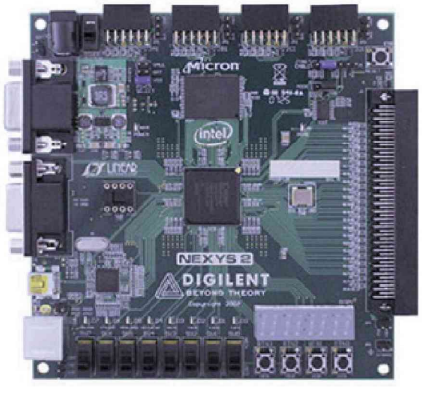


Rysunek 2. Schemat blokowy zestawu Basys2

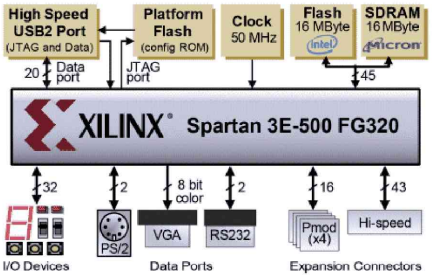
Dodatkowe informacje:
Dystrybutorem zestawów i narzędzi firmy Digilent w Polsce jest KAMAMI.pl, sprzedaz@kamami.pl, tel. 227673620.

Seria Basys2

Zestawy z serii Basys2 (**fotografia 1**) należą do najprostszej i najtańszej grupy zestawów, przy czym ich wyposażenie pozwala na realizację



Fotografia 3. Wygląd zestawu Nexys2



Rysunek 4. Schemat blokowy zestawu Nexys2

wielu także złożonych eksperymentów, bowiem zestawy wyposażono w duże układy FPGA z serii Spartan 3E o liczbie bramek 100000 lub 250000 w zależności od wersji zestawu. Zestawy Basys2 wyposażono w programator-konfigurator z interfejsem USB umożliwiający programowanie pamięci Flash konfigurującej FPGA i konfigurowanie (bez programowania Flash) układu FPGA, co sprzyja oszczędności czasu podczas eksperymentów i zwiększa czas życia pamięci Flash.

Jak widać na schemacie blokowym zestawu pokazanym na **rysunku 2**, pomimo niewielkich wymiarów zestawy Basys2 wyposażono w we wszystkie przydatne peryferia: począwszy od przycisków i przełączników, przez złącza dla modułów rozszerzających Pmod, generatory sygnałów zegarowych, LED i wyświetlacz 7-segmentowy, aż po 3-bitowy interfejs VGA oraz interfejs PS/2.

Takie wyposażenie pozwala komfortowo rozpocząć samodzielne działania z FPGA, zasoby zestawu są wystarczające do realizacji bardzo zaawansowanych projektów, o czym można się łatwo przekonać choćby przeglądając serwis Youtube.

Ceny zestawów Basys2 zaczynają się od ok. 370 PLN brutto w wersji z układem FPGA integrującym 100000 bramek logicznych.

Seria Nexys2 i Nexys3

Coraz większą popularnością cieszą się implementacje w FPGA różnych mikrokontrolerów i mikroprocesorów. Rdzenie CPU – z natury rzeczy – muszą być obudowywane pamięciami ROM i RAM, w obecnych realiach są to najczęściej Flash i SDRAM. Digilent oferuje rodzinę tanich zestawów wyposażonych w 16 MB Flash (intelowski typoszereg StrataFlash) oraz 16 MB pamięci PSDRAM firmy Micron. Rodzina zestawów nosi oznaczenie Nexys2 (**fotografia 3**), ich „sercem" są układy FPGA z serii Spartan 3E o liczbie bramek 500000 lub 1,2 mln w zależności od wersji. Schemat blokowy zestawów Nexys2 pokazano na **rysunku 4**. Jak łatwo zauważyć jego budowa jest zbliżona do zestawów Basys2, a poza wspomnianymi pamięciami, jego wyposażenie powiększono dodatkowo o dwa interfejsy RS232 oraz specjalne złącze firmy Hirose, przystosowane do transmisji sygnałów z dużymi prędkościami.

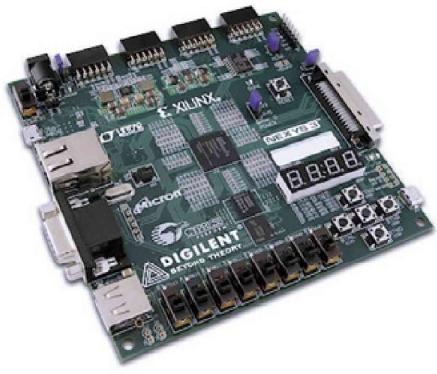
Ceny zestawów Nexys2 zaczynają się od ok. 615 PLN brutto w wersji z układem FPGA integrującym 500000 bramek logicznych.

Zbliżony koncepcyjnie do Nexys2 jest zestaw z serii Nexys3 (**fotografia 5**), przy czym jego „sercem" jest układ FPGA XC6LX16 (ponad 2 mln. Bramek logicznych) z serii Spartan 6, a wyposażenie obejmuje dodatkowo interfejs USB host, interfejs sieciowy (na płycie zastosowano PHY, MAC musi zostać zaimplementowany w FPGA), pamięci PCM (*Phase Change Memory*) z interfejsami SPI. Pozostałe peryferia, których przydatność producent weryfikuje w swoich wyrobach od lat, są takie same jak w zestawach Nexys2 i Basys2.

Obecnie w ofercie produkcyjnej firmy Digilent znajduje się jeden zestaw z serii Nexys3, który kosztuje około 1100 PLN brutto.

Atlys: komputer z Linuksem w FPGA

Zestaw Atlys (**fotografia 6**) jest doskonałą platformą sprzętową dla konstruktorów zamierzających testować i budować kompletne systemy komputerowe, bazujące na procesorze z rdzeniem MicroBlaze firmy Xilinx (lub innym, w zależności od implementowanego *IP core* rdzenia). Współpracująca z firmami Xilinx i Digilent firma PetaLogix przygotowała dystrybucję Linuksa (informacje pod adresem *http://www.petalogix.com/products/petalinux*) dla prezentowanego zestawu, w ramach której dostępne



Fotografia 5. Wygląd zestawu Altys, dla którego dostępna jest dedykowana wersja systemu Linux

są m.in. sterowniki do wszystkich peryferiów zastosowanych w Altys.

W zestawie Atlys zastosowano układ FPGA XC6LX45 z rodziny Spartan 6, 128 MB pamięci DDR2, 64 Mb pamięci Flash z SPI, interfejs PHY10/100/1000, dwukierunkowy interfejs HDMI, USB z HID (interfejsy zaimplementowane na mikrokontrolerze PIC32) oraz kodek audio zgodny ze standardem AC97. Zestaw wyposażono także w proste peryferia: dwupozycyjne przełączniki, mikroswitche, złącze rozszerzające dla modułów Pmod oraz złącze VHDC, którego zadaniem jest transfer szybkich sygnałów (do 500 MHz) do modułów zewnętrznych.

Cena prezentowanego zestawu, wraz z zasilaczem sieciowym, wynosi ok. 1800 PLN brutto.

Podsumowanie

Zestawy przedstawione w artykule to zaledwie wycinek oferty firmy Digilent na rynku polskim. Firma produkuje także szeroką gamę zestawów do rozwiązań *high-end* (m.in. dla aplikacji sieciowych i telekomunikacyjnych), dzięki czemu konstruktorzy „zaszczepieni" technologiami PLD mogą konsekwentnie powiększać swoje umiejętności, dostosowując się (a nawet je wyprzedzając) do realnych wymogów rynku. Na pewno jest co robić, a dzięki zestawom firmy Digilent – jest także na czym.

Tomasz Starak

REKLAMA



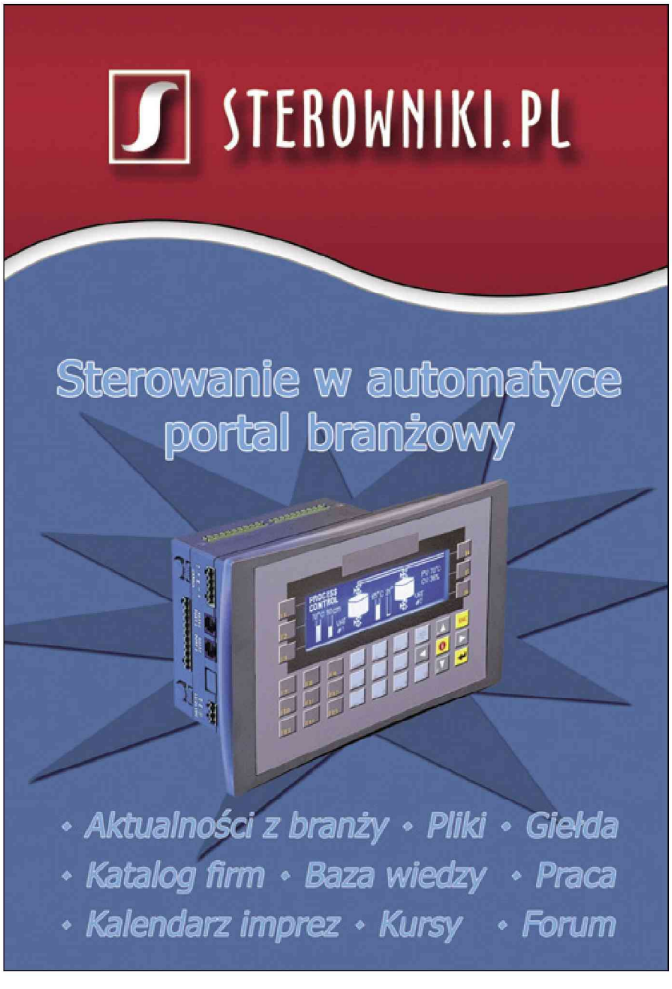


Na konferencję prasową zaproszono kilkudziesięciu dziennikarzy z całej Europy



Frank Behrens (po lewej) odpowiada w RS Components za kontakty z prasą, Zeb Shahin zarządza działalnością firmy Polsce i krajach naszego regionu

REKLAMA



RS Components – ekspansja na wschód Europy



Klaus Göldenbot, dyrektor generalny na region EMEA, omówił plany strategiczne firmy

Polska jest atrakcyjnym rynkiem zbytu, między innymi dla dostawców komponentów elektronicznych. Grubą najlepiej znaną przeciętnemu odbiorcy są tzw. dystrybutorzy katalogowi. To firmy takie jak: TME, ELFA, Farnell, SOS, a niedawno dołączył do nich brytyjski RS Components. Jest to globalny dostawca komponentów, narzędzi oraz innych produktów dla branży elektronicznej i przemysłu. Jego oferta obejmuje około 550 tys. wyrobów od różnych dostawców. Strategicznym obszarem działalności firmy jest Europa i właśnie rozwojowi biznesu w tym regionie poświęcona była konferencja prasowa, w której uczestniczyliśmy.

Spotkanie było okazją m.in. do zapoznania się z wynikami finansowymi firmy. W ubiegłym roku fiskalnym, tzn. do marca 2010, wartość sprzedaży osiągnięta przez RS Components w krajach Europy Kontynentalnej wyniosła 350 mln funtów (z Wielką Brytanią ponad 600 mln funtów). W kolejnym roku fiskalnym firma odnotowała około 22% wzrost wartości sprzedaży, przy czym dynamika ta była większa w wypadku handlu przez Internet i wyniosła aż 34%. W całości obrotów komponenty elektroniczne stanowiły wartościowo około 40% dostarczanych produktów, natomiast drugim ważnym filarem oferty były urządzenia z zakresu automatyki i sterowania, napędy, zasilacze oraz różne inne produkty dla służb utrzymania ruchu i działów serwisowych.

Od początku tego roku RS Components jest obecny również w Polsce oraz w Czechach i na Węgrzech. Polska jest w tym regionie rynkiem o znaczeniu strategicznym.

Patrząc na omawianą branżę globalnie, dystrybutor ocenia jej wartość na 30 mld funtów (około 150 mld zł). Z jego analiz wynikało, że udział w tym rynku dystrybutorów katalogowych wynosi obecnie tylko około 10 do 15%. Cała branża dystrybucji jest jednocześnie bardzo zdywersyfikowana i działa w niej wiele przedsiębiorstw o zasięgu krajowym. Udział międzynarodowych dystrybutorów powinien się z czasem jednak zwiększać, m.in. względu na przejmowanie przez nich mniejszych firm oraz zmniejszanie się liczby tych ostatnich.

Plany szybkiego wzrostu pokrzyżować mogą czynniki makroekonomiczne, takie jak przewidywany kryzys, lecz te jest trudno prognozować. Bieżący rok powinien zakończyć się dla RS Components wzrostami. Jego przedstawiciele wszakże przyznali, że wraz z pogarszającym się klimatem ekonomicznym zmniejsza się zapotrzebowanie na komponenty elektroniczne i wyroby profesjonalne. Co prawda więksi klienci mają zaplanowane zakupy do końca tego roku, ale są bardzo ostrożni, jeżeli chodzi o składanie większych zamówień na przyszły rok. Popyt na produkty dla służ utrzymania ruchu zwalnia w mniejszym stopniu, niż ze strony branży elektronicznej.

Główny kanał sprzedaży firmy stanowi Internet. W ostatnim roku fiskalnym sprzedaż poprzez stronę WWW i pozostałe kanały internetowe wzrosła do 570 mln funtów, co stanowi ponad połowę obrotów firmy. Na początku tego roku zakończono proces zmian funkcjonalnych portalu. Zapewniono m.in. możliwość przeglądania list produktów na różne sposoby (różne widoki, możliwości porównywania parametrów) oraz polepszono działalnie wyszukiwarki. Inną z ważnych zmian było zapewnienie dostępu do większej ilości informacji i danych technicznych, usprawniono też mechanizm filtrowania informacji. Do ciekawych i unikalnych funkcji strony zaliczyć można dostępność trójwymiarowych modeli komponentów. Obecnie użytkownicy korzystać mogą z około 30 tys. tego typu plików, które dostępne są w 24 formatach obejmujących wszystkie popularne programy CAD. **Tych modeli będzie stale przybywało. Ważnym miejscem w sieci jest**

też portal DesignSpark, gdzie oprócz forum dyskusyjnego, można także pobrać DesignSpark PCB – doskonałe, darmowe oprogramowanie do projektowania obwodów drukowanych.

Oprócz dobrze działającej internetowej platformy sprzedażowej, zdaniem przedstawicieli firmy dla dystrybutora katalogowego ważne jest zachowanie wszystkich innych kanałów sprzedaży, czyli tzw. multichanneling. Obejmuje to przede wszystkim call-center, sprzedaż bezpośrednią i wydawanie katalogu papierowego.



Szkolenie Atmel SAM3 Cortex M3

11 października w Warszawie, odbyło się zorganizowane przez firmę JM elektronik szkolenie z programowania mikrokontrolerów z rodziny SAM3 firmy Atmel. Szkolenie było prowadzone w języku polskim i angielskim przez inżynierów niemieckiego i francuskiego oddziału Atmela, wspieranych przez pracowników polskiego dystrybutora. W warsztatach uczestniczyła też redakcja Elektroniki Praktycznej.

Spotkanie rozpoczęło się od przedstawienia oferty i możliwości nowych, 32-bitowych mikrokontrolerów firmy Atmel z rdzeniem Cortex M3, z rodziny SAM3S i SAM3N. Ponieważ warsztaty odbywały się z użyciem zestawów deweloperskich z klawiaturami pojemnościowymi oraz kamerą i czujnikiem PIR, omówione zostały również zastosowane w nich technologie.

Po przerwie, uczestnicy przystąpili do samodzielnego programowania zestawów, zgodnie z zaleceniami organizatorów. Każdy z uczestników przyszedł z własnym laptopem i miał do dyspozycji kompletny zestaw deweloperski wraz z programatorem. Dzięki temu wszyscy mogli osobiście i własnoręcznie spróbować zaprogramować prezentowane układy i sprawdzić funkcjonalność narzędzi programistycznych firmy IAR.

Udział w szkoleniu, na które przybyło 12 osób był bezpłatny. W kolejnych dnia miały odbyć się identyczne warsztaty w Krakowie i Wrocławiu. Podobne wydarzenia są organizowane przez Atmela także w innych krajach Europy.

Marcin Karbowniczek, EP



Arrow Poland na targach Energetab

W dniach 13-15.09. 2011 firma Arrow Poland po raz drugi zaprezentowała swoją ofertę podczas rekordowej edycji targów energetycznych Energetab w Bielsku-Białej. Wraz z Arrow swoje rozwiązania za-

REKLAMA

ZAJRZYJ NA TE STRONY

ZAJRZYJ NA TE STRONY

renex
NARZĘDZIA DLA ELEKTRONIKÓW
www.renex.com.pl

sklep.INDUCTORS.pl
info@feryster.pl
ELEMENTY INDUKCYJNE

Cyfronika
www.cyfronika.com.pl
elektronika dla wszystkich
sklep internetowy
wszystko dla elektroniki
www.cyfronika.com.pl

HUMA Co.
www.humasklep.pl

MS Elektronik
Dystrybutor Elementów Elektronicznych
Tel. (58) 629 24 69
Faks: (58) 629 32 00
E-mail: info@mselektronik.com.pl
Oferta czynnych i biernych elementów elektronicznych renomowanych producentów
www.mselektronik.com.pl

• NARZĘDZIA • LUTOWNICE • SPRZĘT POMIAROWY •
www.sklep.avt.com.pl
• KLEJE • KITY VELLEMAN • i wiele innych...

www.piekarz.pl
Hurtownia części elektronicznych
firma@piekarz.pl tel. 022-835-50-37 fax 022-213-92-82

MERSERWIS
ul. Gen. Wł. Andersa 10
00-201 Warszawa
fax/tel:+48 22 831 42 56
aparatura kontrolno pomiarowa, elementy automatyki, serwis
www.merserwis.pl

WO BIT
www.wobit.com.pl
silniki.pl
silniki.com
enkodery.pl

GAMMA
info@gamma.pl
www.gamma.pl
PODZESPOŁY ELEKTRONICZNE

prezentowało jej ośmiu dostawców: Fairchaild ,Infineon, Linear Technology, Littelfuse, TE Connectivity, Texas Intruments, Walsin i Vishay.

Tegoroczna XIV edycja targów zgromadziła rekordową liczbę 680 dostawców z kilkunastu krajów Europy i Azji. Na największej do tej pory powierzchni ponad 30 tysięcy m.kw, w szeregu hal, namiotów i pawilonów, zaprezentowano wiele maszyn i urządzeń, takich jak stacje transformatorowe, maszty i oprawy oświetleniowe, kable, dźwigi, podnośniki, specjalistyczne pojazdy dla energetyki i inne. Na targach nie zabrakło żadnego z czołowych producentów i dystrybutorów produktów i usług dla energetyki. Jest to więc niepowtarzalna okazja, by poznać najnowocześniejsze technologie i urządzenia, które tutaj niejednokrotnie mają swoją premierę.

Podczas trzech dni targów rozwiązania zaprezentowane przez Arrow i jej partnerów cieszyły się ogromnym zainteresowaniem zarówno aktualnych, jak i potencjalnych klientów.

Szkolenie produktowe Microchip

Firma TME Sp. z o.o., oficjalny dystrybutor Microchip, zaprasza do udziału w jednodniowym, bezpłatnym szkoleniu, którego celem będzie prezentacja najnowszych produktów i rozwiązań Microchip. Szkolenie odbędzie się dnia 08 listopada 2011 roku w hotelu Qubus w Katowicach przy ulicy Uniwersyteckiej 13 w godzinach 08:30-16:00. Podczas szkolenia zostaną omówione następujące tematy:

- rozwiązania Microchip przeznaczone do sterowania wyświetlaczami graficznymi połączone z prezentacją zestawów uruchomieniowych PIC32 MEB (*Multimedia Expansion Board*), PIC32 LCC (*Low-Cost Controllerless*) i PIC24FJ256DA210 Development Kit.
- rozwiązania Microchip w zakresie łączności (transmisja w standardach GPS, GPRS, Wi-Fi) wraz z prezentacją możliwości.
- rozwiązania Microchip w zakresie technologii mTouch – obsługa klawiatur pojemnościowych, indukcyjnych oraz paneli dotykowych w warunkach przemysłowych (przy dużym poziomie zakłóceń).

Szkolenie jest przeznaczone dla inżynierów projektantów, ma charakter techniczny (prezentacje i video). Prowadzone będzie w języku angielskim przez inżynierów z europejskiego biura Microchip w Austrii.

Warunkiem wzięcia udziału w szkoleniu jest zgłoszenie swojego uczestnictwa. Liczba miejsc jest ograniczona, a o udziale decyduje kolejność zgłoszeń. Zgłoszenia należy wysłać e-mailem na adres microchip@tme.pl do dnia 31 października 2011 podając dane kontaktowe osób chcących wziąć udział w szkoleniu. Dodatkowe informacje udzielone zostaną zwrotnie poprzez e-mail.



Ogólnopolskie Zawody Robotów Sumo Challenge

Już po raz czwarty w Łodzi odbędą się Ogólnopolskie Zawody Robotów Sumo Challenge zorganizowane przez Studenckie Koło Naukowe Robotyki SKaNeR z Politechniki Łódzkiej. Na zawody w łódzkiej Manufakturze ściągną zawodnicy z całej Polski, by wystawić do współzawodnictwa dzieła swoich rąk. Zawody obejmują wiele różnorodnych konkurencji. Konkurować ze sobą będą między innymi wojownicy sumo, roboty ścigające się po torze niczym bolidy F1, a także prawdziwi mechaniczni biegacze. Dodatkowo, przeprowadzony zostanie konkurs na najbardziej oryginalnego robota, w którym sędzią będzie zgromadzona w Manufakturze publiczność. W imprezie można wziąć również czynny udział nawet nie posiadając robota – po krótkim szkoleniu, pod bacznym okiem instruktorów, chętni mogą spróbować swoich sił w programowaniu robotów, które następnie staną do rywalizacji. Dla najlepszych przewidziano atrakcyjne nagrody!

Jeśli wciąż myślicie, że termin „sztuczna inteligencja" to jedynie wymysł, który można ujrzeć jedynie na ekranach kin, to jesteście w błędzie! Już wkrótce nadarzy się okazja by na własne oczy zobaczyć postęp dokonując się w tej dziedzinie.

Zawody Sumo Challenge będą miały miejsce w rotundzie Centrum Handlowego Manufaktura, w sobotę, 5 listopada 2011 r. Początek o godzinie 10:00, zakończenie o 21:00.

Więcej informacji na stronie internetowej *www.sumochallege.eu*

REKLAMA

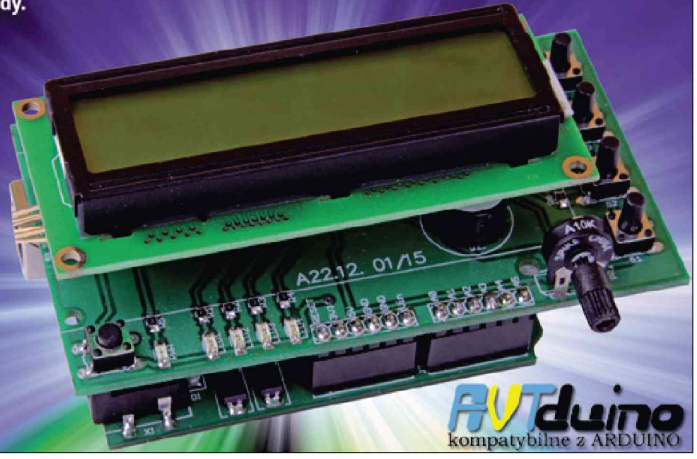
Specjalna oferta dla prenumeratorów Elektroniki Praktycznej

Avtduino z myślą o elektronikach-praktykach!

Od numeru EP 04/2011 rozpoczęliśmy kurs programowania mikrokontrolerów AVR z użyciem bezpłatnego środowiska programistycznego Arduino. Kurs publikowany na łamach EP zawiera przykłady programów przygotowanych dla płytek rozszerzających do bazy (kompatybilnej z systemem modułów Arduino) wyposażonej m.in. w mikrokontroler ATmega, opisanej w EP 1/2011 (odpowiednik Arduino Duemilanove, AVT-5272). Popularność kursu i rozwiązań Arduino bije wszelkie rekordy.

Grudzień jest miesiącem prezentów. I dlatego dla naszych Prenumeratorów przygotowaliśmy specjalny prezent. Otóż Prenumeratorom papierowej wersji miesięcznika Elektronika Praktyczna chcemy podarować nasz bestseller – płytkę drukowaną dla modułu rozszerzenia „AVTduino LCD" (AVT-1615). Jej opis opublikowaliśmy w Elektronice Praktycznej 4/2011 na stronie 47. Jest ona przeznaczona do montażu komponentów niezbędnych do budowy typowego interfejsu użytkownika, dodaje płytkom bazowym możliwość interakcji.

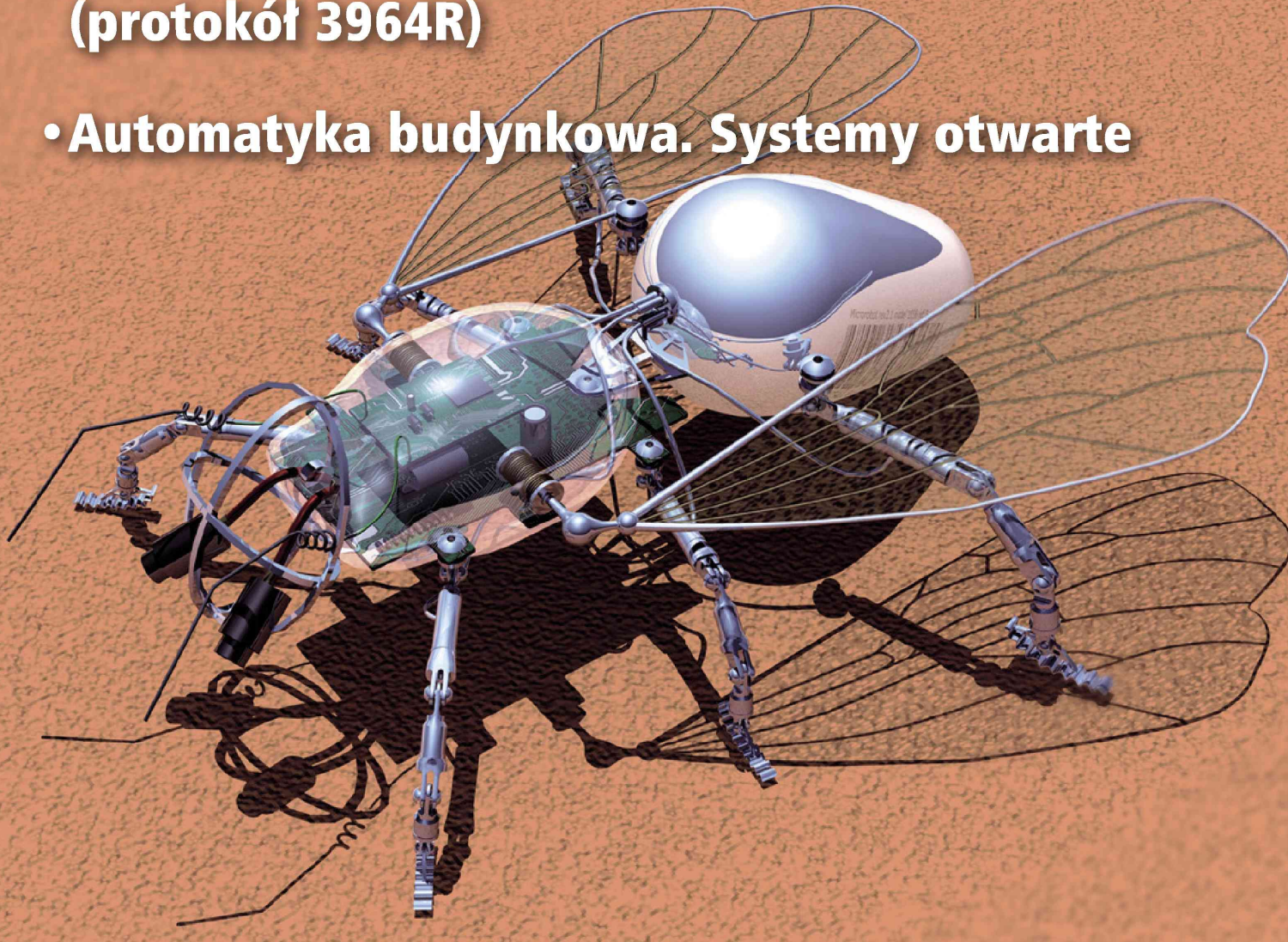
Uwaga:
aby otrzymać płytkę AVTduino LCD należy do dnia 18 grudnia 2011 zarejestrować się na stronie internetowej
http://ep.com.pl/arduino_gratis.html
lub przysłać swoje zgłoszenie pocztą na adres redakcji EP.



AUTOMATYKA i MECHATRONIKA praktyczna

11/2011 • listopad • Nr 11 (71)

- Jednoznaczne rozpoznawanie koloru. Nowe czujniki koloru colorSENSOR OT
- Biblioteki pakietu STEP 7 Basic 10.5 do RFID (protokół 3964R)
- Automatyka budynkowa. Systemy otwarte



Zestawy do samodzielnego montażu

velleman® HIGH-Q kit

Święty Mikołaj
Animowany gadżet na święta z migotającymi diodami LED. Gotowe urządzenie stanowi ciekawą ozdobę odświętnie udekorowanego pokoju, wystawy itp.



MK116 **Cena 60,00 PLN**

Włącznik zmierzchowy
Fotoprzełącznik pozwalający na zautomatyzowanie włączania/wyłączania oświetlenia domu, akwarium itp. Zasilanie 12 VDC.



MK125 **Cena 21,00 PLN**

Elektroniczna kostka do gry
Potrząśnij i odczytaj wynik. Ruch wykrywa specjalny czujnik wstrząsów. Wymiary 38x36x32mm. Zasilanie - bateria litowa 3V.



MK150 **Cena 40,00 PLN**

Animowany duch
Oryginalna elektroniczna zabawka reagująca na dźwięk np. na klaśnięcie. Duch wydaje kilka „strasznych" odgłosów i „świeci" oczami.



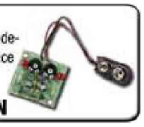
MK166 **Cena 49,00 PLN**

Elektroniczny świerszcz
Wbudowany czujnik oświetlenia powoduje, że generator włącza się po zmroku i jest trudny do zlokalizowania. Wymagane poczucie humoru :-)



MK104 **Cena 32,00 PLN**

Migające diody
Prosty układ do zastosowania np. w zabawkach, modelarstwie, doskonale sprawdzi sie również na dyskotece podkreślając oryginalność jego właściciela.



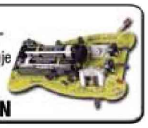
MK102 **Cena 14,00 PLN**

Tester pilotów IR zdalnego sterowania
Układ odbiera sygnał w podczerwieni i sygnalizuje to świeceniem diod LED. Urządzenie szczególnie polecane serwisom radiowo-telewizyjnym.



MK137 **Cena 22,00 PLN**

Biegająca pluskwa
Pierwsze kroki w robotyce czyli biegająca „pluskwa" Układ sterowany światłem. Robot wytrwale poszukuje źródła oświetlenia i podąża w jego kierunku.



MK127 **Cena 39,00 PLN**

Symulator alarmu samochodowego
Urządzenie generuje sekwencje błysków, podobnie jak w prawdziwym alarmie samochodowym. Istnieje możliwość zmiany częstotliwości błysków.



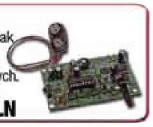
MK126 **Cena 21,00 PLN**

Zdalne sterowanie przez układ GSM
Moduł zawiera fotorezystor, który reaguje na światło. Uruchomienie urządzenia następują wtedy, kiedy telefon sygnalizuje połączenie. Zasilanie 12V.
Telefon nie wchodzi w skład zestawu



MK160 **Cena 44,00 PLN**

Zmieniacz brzmienia głosu
Wypowiedź nabiera metalicznego pogłosu i brzmi jak wygenerowana przez maszynę. Zestaw nadaje się do zabawy lub do opracowania efektów dźwiękowych.



MK171 **Cena 34,00 PLN**

Wyświetlacz ratownika
Latarka, oświetlenie awaryjne, nadawanie sygnału SOS alfabetem Morse'a.... Przyda się na wycieczki w góry, na łódź, na biwak, na rower, do samochodu...



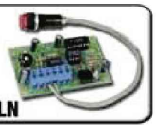
MK154 **Cena 60,00 PLN**

LUTOWNICZY ZESTAW STARTOWY
W zestawie:
lutownica 230V, cyna, podstawka do l
szczypce boczne do cięcia końcówek,
2 zestawy do samodzielnego montażu:
MK102 błyskające diody LED
MK103 organy świetlne



K/START **Cena 79,00 PLN**

Układ oświetlenia samochodu
Układ wewnętrznego oświetlenia samochodu z włącznikiem. Światło regulowane od 0 do 60s. Zasilanie 12-15 VDC.



K3500 **Cena 48,40 PLN**

Analizator widma
Małe i kompaktowe urządzenie, idealne do montażu na panelu. Nadaj swojemu domowemu sprzętowi audio wygląd high-tech. Zasilanie 12V / 75mA



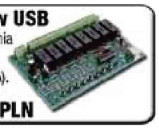
K8098 **Cena 155,00 PLN**

Optyczny czujnik zbliżeniowy
Czujnik reaguje na ruch ręką (bez dotykuj przed frontem czujnika. Zasilanie max 12VDC/100mA. Wyjście przekaźnika 3A/24VDC.



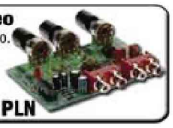
K8092 **Cena 91,70 PLN**

8 kanałowa karta przekaźników USB
Kontrola z komputera via USB. Możliwość tworzenia własnego oprogramowania - plik DLL. Zasilanie przekaźników: 9-10Vac lub 12 do 14Vdc (500mA).



K8090 **Cena 230,00 PLN**

Przedwzmacniacz audio stereo
Kompletny tor wejściowy do wzmacniacza audio. Zawiera regulację siły głosu i barwy tonu. Zasilanie: 2x12VAC / 100mA



K8084 **Cena 68,90 PLN**

Zamek szyfrowy
Innowacyjny zamek szyfrowy z cyfrowym pokrętłem. Kod 4 cyfrowy. Wymiary: 85 x 85mm Zasilanie: 12VDC / 100mA max



K8082 **Cena 89,60 PLN**

Wyłącznik czasowy
Zastosowania: automatyczne wyłączanie ogrzewania, oświetlenia, wentylatorów, pomp, zraszaczy, TV... Sterowanie 1 przyciskiem. Zasilanie 100 - 240 Vac.



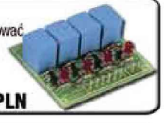
K8075 **Cena 52,60 PLN**

Sterownik RGB 9A PROMOCJA
Sterownik RGB do taśm, pasków i węży LED-owych ze wspólną anodą. 256 poziomów natężenia światła na każdym kanale. Zasilanie 10 - 15Vdc / 9A max.
Moduł zmontowany



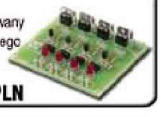
VM146 **Cena 65,00 ~~100,00~~ PLN**

Karta 4 przekaźników
Układ z 4 przekaźnikami, który może współpracować z układami typu otwarty kolektor. Maksymalne obciążenie: 240VAC / 3A



K2633 **Cena 72,00 PLN**

Karta 4 triaków
Układy przekaźnikowe to bardzo popularny sterowany elektronicznie sposób przełączania prądu zmiennego (AC). Pełna separacja galwaniczna.



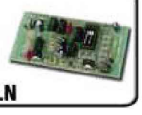
K2634 **Cena 61,10 PLN**

Regulator obrotów
Do sterowania silnikami AC ze szczotkami węglowymi (wiertarka, odkurzacz, piła...). Obwody zasilania i obciążenia odizolowane od siebie.



K2636 **Cena 89,00 PLN**

Elektroniczny pies
Układ imitujący naturalne szczekanie psa. Jest to wierny pies, który nigdy nie śpi i którego nigdy nie trzeba wyprowadzać na spacer.



K2655 **Cena 120,00 PLN**

ZESTAW NARZĘDZI DO LUTOWANIA
Zestaw zawiera narzędzia niezbędne początkującym elektronikom. W zestawie:
lutownica 230V o mocy 25 W
podstawka z gąbką do czyszczenia grota
odsysacz do cyny
cyna



K/SOLD2N **Cena 30,00 PLN**

Przekaźnik sterowany DMX
DMX to system pozwalający za pomocą 3 przewodów zdalnie obsługiwać efekty światlne, dźwiękowe. 512 adresów. Złącze DMX - typu 3-pin XLR. Zasilanie 12V



K8072 **Cena 79,80 PLN**

Zasilacz diod LED
Łatwe zasilanie z zasilacza AC lub DC. Zabezpieczenie przed zwarciem wyjścia. Prąd wyjściowy 350mA lub 700mA. Zasilanie 6-12Vac/9-18Vdc



K8071 **Cena 27,00 PLN**

Uniwersalny czujnik temperatury
Możliwa prezentacja wartości temperatury na stronie WWW. Zakres pomiarowy: od -20° do +70°C. Zasilanie: 12 Vdc (dla 0-5 V), 15 Vdc (dla 0-10V)



K8067 **Cena 52,20 PLN**

Kieszonkowy generator audio
Sinus: 50 Hz, 100 Hz, 1 kHz, 10 kHz, 20 kHz. 32-bitowy szum różowy. Ciekawy gadżet dla serwisantów, pomocny w naprawach, testach itp.. Zasilanie: 2 x CR2016.



K8065 **Cena 64,80 PLN**

Ściemniacz sterowany napięciowo
Nadaje się do pracy z lampami żarowymi, halogenami 230V i 12V z transformatorami. Max obciążenie 750 W/230V.



K8064 **Cena 88,50 PLN**

Karta prototypowa interfejsu USB
Karta 33 portów in/out z optoizolacją. Układ pozwala wykorzystywać aplikacje Delphi, Visual Basic, C++ Builder oraz inne. Zasilanie 12Vdc / 300 mA.



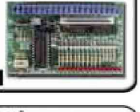
K8061 **Cena 371,00 PLN**

Programator PIC
Wygodny, uniwersalny programator układów PIC z portem RS232. Płytka wyposażona w 40-pinową podstawkę ZIF. Zasilanie 15Vdc, 300mA



K8076 **Cena 126,80 PLN**

15 kanałowy odbiornik podczerwieni
Odbiornik zdalnego sterowania. Odbiera i dekoduje sygnały sterujące piętnastoma wyjściami. Współpracuje m.in. z K8049. Zasięg do 20 m



K8050 **Cena 89,00 PLN**

15 kanałowy nadajnik podczerwieni
Pilot zdalnego sterowania. Współpracuje m.in. z K8050, ale może znaleźć zastosowanie również w innych urządzeniach sterowanych podczerwienią.



K8049 **Cena 121,70 PLN**

Rejestrator czterokanałowy
Przystawka do komputera PC przewidziana jest do rejestracji przebiegów elektrycznych. Wyniki pomiarów zapisywane są w postaci plików tekstowych.



K8047 **Cena 149,90 PLN**

Panel dotykowy 8-kanałowy
Wyjście może być łatwo podłączone do Twoich urządzeń lub niektórych kitów Velleman'a. 8 przycisków do samodzielnego zdefiniowania. Współpraca z odbiornikiem IR.



K8046 **Cena 210,00 PLN**

Wyłącznik czasowy do wentylatora
Funkcję automatycznego wyłączania wentylatora (w zakresie od 10s do 5min) można wykorzystać np. w kuchni lub łazience. Zasilanie 230V.



K8041 **Cena 43,60 PLN**

LUTOWNICZY ZESTAW STARTOWY
W zestawie:
cyfrowy miernik uniwersalny 3 ½ cyfry
szczypce; odsysacz; zestaw wkrętaków
2 zestawy do samodzielnego montażu:
MK109 elektroniczna kostka do gry
MK115 kieszonkowy wskaźnik poziomu dźwięku



K/START2 **Cena 69,00**

AVT Korporacja Sp. z o.o., 03-197 Warszawa, ul. Leszczynowa 11
Dział Handlowy tel.: (22) 257 84 50 e-mail handlowy@avt.pl

www.sklep.avt.pl

Jednoznaczne rozpoznawanie koloru

Nowe czujniki koloru colorSENSOR OT

Firma WObit specjalizuje się w realizacji pomiarów z wykorzystaniem różnych zjawisk fizycznych. Jedną z takich metod jest wykorzystanie zjawiska odbicia światła, które po przejściu przez układ optyczny jest następnie analizowane za pomocą specjalizowanego detektora, co umożliwia rozróżnianie barw. W artykule opisano nową serię czujników koloru colorSENSOR OT.

Przeznaczeniem czujników koloru colorSENSOR OT jest rozpoznawanie niewielkich różnic koloru, a także stopni szarości na powierzchniach błyszczących oraz o zróżnicowanej strukturze. Niechciane efekty świetne są tłumione poprzez rozproszeniową iluminację światła. Opisywana seria czujników jest wyposażona w 20 różnych rodzajów układów optyki odbiciowej, optykę światłowodową, a także 3 wersje czujników mające możliwość rozpoznawania oznaczeń ultrafioletowych.

Trzy różne wersje czujnika colorSENSOR OT umożliwiają niezawodne rozpoznawania barw nawet na powierzchniach błyszczących, odbijających światło oraz strukturalnych. Wśród przykładów można znaleźć różne materiały, takie jak: skóra, tłoczony film, tkaniny i okleiny używane w przemyśle samochodowym, a nawet duże malowane powierzchnie. W wypadku wymienionych obiektów pomiarowych można stosować zarówno optykę światłowodową, jak i odbiciową. Za pomocą soczewek odbiciowych OT-3-MA pomiaru powierzchni matowych można dokonywać nawet z odległości 400 mm. Zapewniają one skoncentrowane oświetlenie, co umożliwia czujnikowi przetwarzanie nagle zmieniających się odległości od obiektu. Zakresy na poziomie 300 mm są uzyskiwane przez warianty GL z tłumieniem odblasku oraz HR dla powierzchni odbijających i strukturalnych. Światłowodowa soczewka LU jest odpowiednia do rejestracji małych plamek światła o rozmiarze od 0,5 mm. W zestawieniu z optyką umożliwiającą wprowadzenie offsetu pokrywany jest dystans od 2 do 100 mm.

Promienie UV są stosowane do ochrony przed fałszowaniem dokumentów, zabezpieczeń, butelek, a także opakowań farmaceutycznych. Dla producentów takich produktów Micro-Epsilon Eltrotec dostarcza odpowiednich rozwiązań umożliwiających poprawne rozpoznawanie luminescencyjnych pigmentów wykonanych z ziem rzadkich.

Do rozpoznawania błotnika w przemyśle samochodowym potrzebne są natomiast czujniki o bardzo dużym dystansie. Do takich właśnie aplikacji przeznaczona jest wersja z możliwością pomiaru z odległości do 800 mm.

Specyfikacja techniczna czujników colorSENSOR OT

Zakresy pomiarowe opisywanych urządzeń mieszczą się w zakresie od 2 do 800 mm, przy częstotliwości przełączania 30/35 kHz. Jako oświetlenia rozproszeniowego użyto osiem białych LEDów, których jasność może być kontrolowana w zależności od potrzeb. Status wyjść przełączających jest sygnalizowany przez cześć żółtych diod. Czujniki są niewrażliwe na oświetlenie zewnętrzne i mają detektor typu *true color*, który filtruje składowe RGB w sposób podobny do ludzkiego oka. Jednakże w wypadku tak zwanego trybu „najlepszego trafienia" stosowana jest metoda wektorowa pozwalająca rozpoznać różnice w kolorze niemalże niezauważalne dla oka ludzkiego. Zapewnia to jednoznaczne i bezpieczne rozpoznawanie barw.



Nowa seria czujników produkowanych przez Micro-Epsilon Eltrotec przeznaczona do rozpoznawania niuansów kolorystycznych oraz skali szarości na powierzchniach błyszczących i strukturalnych

Za pomocą czujników *teach-in* lub oprogramowania dla komputera PC, czujniki mogą być zaprogramowane do rozpoznawania 31 kolorów. Połączenie z komputerem jest wykonywane za pomocą interfejsu RS232. Konwerter USB jest dostępny jako opcja. Do przetwarzania danych stosuje się różne algorytmy. Ponadto, oprogramowanie posiada funkcję obliczania średniej dla wartości od 1 do 32000. Typowa rozdzielczość skali kolorów opisywanej serii wynosi delta E≥0,5, co stanowi nowy standard w tym zakresie. Dla porównania oko ludzkie rozróżnia wartości na poziomie 1,3 do 1,5.

Zapraszamy Państwa na stronę *www.micro-epsilon.pl*, na której można znaleźć więcej informacji odnośnie nowej oferty czujników koloru.

Przemysław Degórski
Kierownik Działu Doradztwa i Sprzedaży
P.P.H. WObit E.K.J. Ober s.c.
ul. Gruszkowa 4, 61-474 Poznań
www.wobit.com.pl
WObit@wobit.com.pl



Biblioteki pakietu STEP 7 Basic 10.5 do RFID (protokół 3964R)

Systemy RFID powoli zajmują dominującą pozycję na rynku identyfikacji bezstykowej. Coraz częściej czytniki tego typu są także integrowane w systemach sterowania automatycznego. Dzięki nim automatyzowane są procesy logistyczne, mogą powstawać także niemal bezobsługowe magazyny, często spotykamy się z nimi także w codziennym życiu (sklepach, na basenach, parkach rozrywki itp.). Szybką integrację systemów RFID umożliwiają m.in. takie rozwiązania jak przedstawiona w artykule biblioteka dla pakietu STEP 7.

Biblioteka "rfid" zajmuje 12,6 kB w pamięci głównej sterownika S7-1200. W celu umożliwienia komunikacji z urządzeniem RFID funkcja "rfid_run" musi być wywoływana cyklicznie. Blok danych "rfid" zawiera wszystkie zmienne potrzebne do działania funkcji "rfid_run". Bloki danych grupy "_com_db" są zarezerwowane dla konfiguracji i pracy modułu komunikacyjnego RS232.

Blok programowy "rfid_run" zawiera wszystkie funkcje odnoszące się do konfiguracji i inicjalizacji sterownika SIMATIC S7-1200 oraz komunikacji z urządzeniem RF300. Funkcja jest podzielona na cztery procedury INIT, RESET, RCV i WRITE. Wykaz zakresów ciągów kroków (*step chain*) zestawiono w **tabeli 1 (rysunek 1)**.

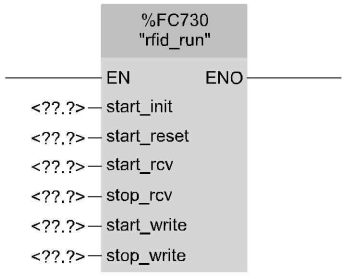
Na etapie konfiguracji programu STEP 7 Basic 10.5 moduł komunikacyjny RS232 musi być umieszczony w kieszeni dla modułów urządzenia S7-1200, chociaż sama konfiguracja jest wykonywana wyłącznie z użyciem biblioteki.

Procedury RCV i WRITE (**tabela 2**) znajdują się po uruchomieniu w stanie oczekiwania wewnątrz pętli. Gdy transponder RF300 znajdzie się w zasięgu pola, rozpoczyna się wykonywanie odpowiedniej procedury, a następnie program powraca do pętli oczekiwania (licznik kroków „301" lub „401").

Schemat blokowy programu z **rysunku 2** ilustruje zasadę start-stop działania procedur zawartych w funkcji "rfid_run". Na etapie inicjalizacji każdy krok jest monitorowany. Jeżeli któryś z kroków nie może zostać wykonany, pojawia się odpowiedni komentarz w słowie statusu. Proces

Tabela 1. Wykaz zakresów ciągów kroków (step chain)

Procedura	Dane wejściowe	Zakres kroków
INIT	start_init	100 do 199
RESET	start_reset	200 do 299
RCV	start_rcv	300 do 399
	stop_rcv	
WRITE	start_write	400 do 499
	stop_write	

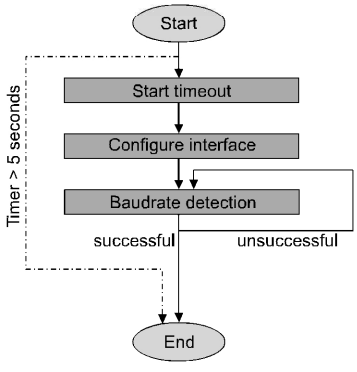


Rysunek 1.



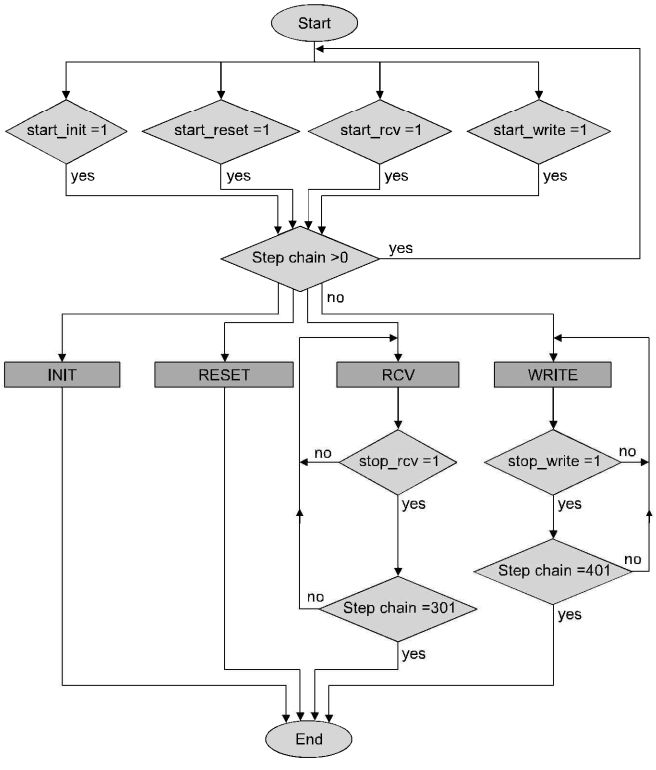
Tabela 2. Wykaz procedur z ich warunkami uruchomienia i zatrzymania

Procedura	Warunek startu	Warunek stopu
INIT	Dodatnie zbocze na wejściu cyfrowym start_init Żadna inna procedura nie jest wykonywana	Pomyślne wykonanie Błędne wykonanie
RESET	Dodatnie zbocze na wejściu cyfrowym start_reset Żadna inna procedura nie jest wykonywana	Pomyślne wykonanie Błędne wykonanie
RCV	Dodatnie zbocze na wejściu cyfrowym start_rcv Żadna inna procedura nie jest wykonywana	Błędne wykonanie Dodatnie zbocze na wejściu cyfrowym stop_rcv
WRITE	Dodatnie zbocze na wejściu cyfrowym start_write Żadna inna procedura nie jest wykonywana	Błędne wykonanie Dodatnie zbocze na wejściu cyfrowym stop_write



Rysunek 3.

inicjalizacji jest wówczas zatrzymywany. Jeżeli powyższy ciąg kroków kończy się, z pozytywnym lub negatywnym wynikiem, po upływie pięciu sekund, wówczas proces zostaje anulowany (**rysunek 3**). Ten przypadek może wystąpić na przykład w razie braku połączenia między sterownikiem S7-1200 i czytnikiem RF300.



Rysunek 2.

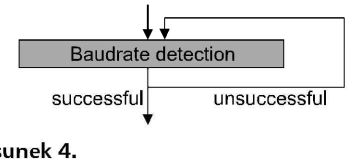
Moduł komunikacyjny RS232 sterownika S7-1200 po zakończeniu procedury „INIT" jest przygotowany do obsługi protokołu 3964R. Po wykonaniu tej procedury moduł zostaje skonfigurowany jak pokazano w **tabeli 3**.

Oprócz konfiguracji interfejsu komunikacyjnego, procedura detekcji nadchodzących danych jest sparametryzowana. Konfiguracja jest obsługiwana za pośrednictwem bloku danych „_RCV_CFG_CONDITION[DB732]" (**tabela 4**).

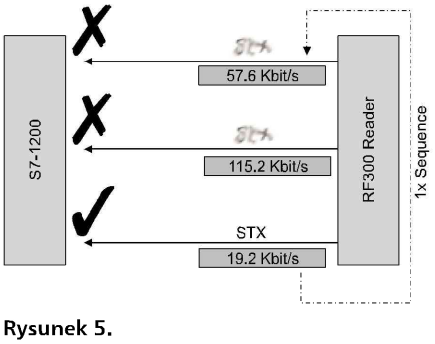
Ze względu na to, że czas odpowiedzi czytnika RF300 jest rzędu milisekund, następny odbierany znak musi

Tabela 3. Konfiguracja modułu komunikacyjnego

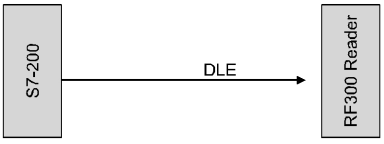
Nr	Parametr	Wpis
1.	Protokół komunikacyjny	Protokół punkt-punkt
2.	Szybkość transmisji	19,2 kbitów/s
3.	Liczba bitów danych	8 bitów danych na znak
4.	Parzystość	Nieparzysta liczba jedynek
5.	Bity stopu	Jeden bit stopu



Rysunek 4.

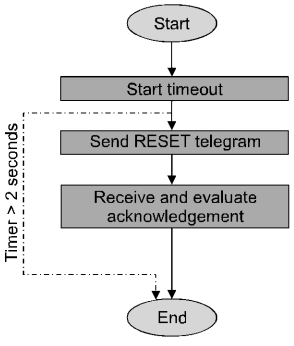


Rysunek 5.



Rysunek 6.

W przeciwieństwie do rozwiązania stosowanego w S7-200, rozwiązanie przyjęte w sterowniku S7-1200 jest oparte na dwukierunkowej transmisji szeregowej. Oznacza to, że możliwa jest praca ‚'with presence message". Można wówczas zaprojektować dynamiczny proces identyfikacji.



Rysunek 7.

Tabela 4. Konfiguracja bloku danych

Nr	Parametr	Wpis
1.	Warunek startowy	Dowolny znak (po wykryciu czasu nieaktywności)
2.	Czas oczekiwania linii zanim można rozpocząć odbiór	0 odstępów bitowych
3.	Znak startu	bez znaczenia
4.	Znak stopu	bez znaczenia
5.	Warunek zakończenia	Przekroczenie czasu w granicach sekwencji kroków
6.	Maksymalna długość	bez znaczenia
7.	Długość pola komunikatu (N, LEGTHSIZE, LENGTHM)	bez znaczenia
8.	Przekroczenie czasu odpowiedzi	bez znaczenia
9.	Przekroczenie czasu komunikatu	bez znaczenia
10.	Przekroczenie czasu w ramach sekwencji kroków	12 odstępów bitowych

Tabela 5. Anulowanie procedury RCV

Aktywna procedura	Wynik
Procedura RCV	Za pomocą procedury RCV jest poprawnie wykrywany komunikat presence, po czym można wykonać następne kroki procedury RCV.
Inna procedura	Jeżeli sterownik S7-1200 nie jest w stanie wykonywania procedury RCV, komunikat presence nie może zostać wykryty i potwierdzony. Powoduje to wygenerowanie przez czytnik komunikatu o błędzie. Konieczne jest wyzerowanie czytnika RF300 (telegram RESET).

zostać rozpoznany jako nowy komunikat (patrz **tabela 4**, punkty 1 i 2) natychmiast po zakończeniu procedury odbioru (patrz tabela 4, pkt. 10).

Po włączeniu zasilania czytnika RF300 jest wysyłany znak sterujący STX (hex: 02) z różnymi szybkościami transmisji. Sekwencja ta jest powtarzana do chwili, gdy partner tego połączenia, w tym przypadku sterownik S7-1200, odpowie na wysłany znak sterujący STX w odpowiednim czasie (**rysunek 4**). Ponieważ moduł komunikacyjny sterownika S7-1200 jest skonfigurowany, poprzez procedurę "INIT", do pracy z szybkością 19,2 kb/s, bezbłędny odbiór znaku STX nastąpi tylko w trakcie odpowiedniej sekwencji (19,2 kb/s + sygnały RS232) wysyłanej przez czytnik RF300. Wszystkie inne znaki zostają uznane za niewłaściwe i odrzucone przez procedurę inicjalizacji (**rysunek 5**). Po wykryciu przez sterownik S7-1200 znaku STX, natychmiast jest wysyłane do czytnika RF300 potwierdzenie w postaci znaku sterującego DLE (hex: 10) – **rysunek 6**.

Po wykonaniu tego kroku procedura inicjalizacji zostaje zakończona.

W trakcie procedury RESET następuje wysłanie telegramu do czytnika RF300, po czym zostaje sprawdzona otrzymana odpowiedź. Telegram RESET musi być koniecznie wysłany do czytnika RF300 przed wszystkimi innymi telegramami. Zatem procedurę RESET należy wywołać bezpośrednio po procedurze "INIT". W dalszym przebiegu pracy można także używać telegramów RESET do kasowania błędnych stanów czytnika RF300. Telegram ten można wysłać do czytnika RF300 w każdej chwili.

Podczas tej procedury monitorowany jest każdy krok pod względem poprawności odpowiedzi. Jeżeli jakiś krok nie może zostać wykonany, powoduje to wpisanie odpowiedniego komentarza do słowa statusu. Następuje wówczas anulowanie procedury RESET. Jeżeli powyższy ciąg kroków nie zakończy się, to proces zostaje anulowany po upływie limitu czasu równego dwie sekundy (**rysunek 7**).

Rozkaz RESET powoduje sprowadzenie czytnika RF300 do ściśle zdefiniowanego stanu. Parametry transmisji wyznaczają sposób działania systemowego (tryb pracy) czytnika RF300.

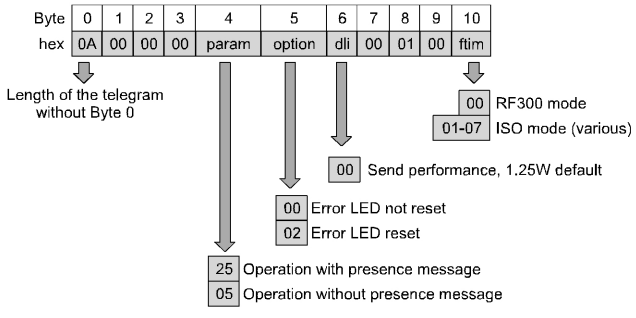
Stosowanie domyślnych ustawień bloków bibliotecznych powoduje ustawienie "operation with presence message". Poza tym zostaje zgaszona dioda LED sygnalizująca błąd. Stosowany jest tryb RF300 "telegram mode". Tryb ten może być wybrany przez użytkownika w zależności od użytegotranspondera RF300. Funkcjonalność bloków bibliotecznych zostaje zachowana także w trybie ISO.

Bezpośrednio po odebraniu telegramu RESET czytnik RF300 zwraca potwierdzenie do modułu komunikacyjnego RS232. Po uznaniu potwierdzenia za poprawne, procedura zostaje zakończona.

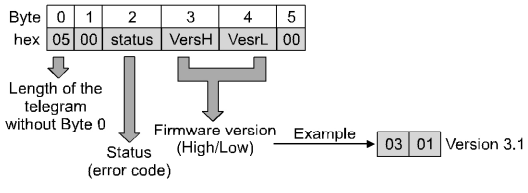
W trakcie procedury RCV następuje wysłanie telegramu do czytnika RF300, a następnie zostaje sprawdzona otrzymana odpowiedź (**rysunek 9**).

Podczas tej procedury monitorowany jest każdy krok pod względem poprawności odpowiedzi. Jeżeli jakiś krok nie może zostać wykonany, powoduje to wpisanie odpowiedniego komentarza do słowa statusu. Następuje wówczas anulowanie procedury RCV (**rysunek 10**, **tabela 5**).

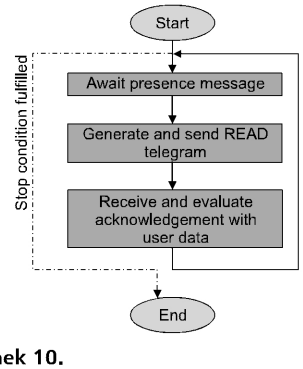
Powyższy ciąg kroków nie kończy się w wyniku pomyślnego wykonania, ale pozostaje na określonej pozycji w ciągu kroków



Rysunek 8.



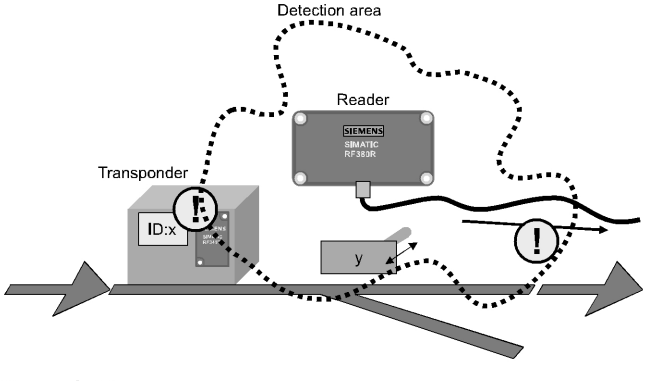
Rysunek 9.



Rysunek 10.

Tabela 6. Zmienne wejściowe i wyjściowe funkcji „rfid_run"

Nr	Nazwa	Kierunek przekazy-wania	Typ danych	Opis/uwagi
1.	EN	IN(FC)	BOOL	Aktywuje podprogram
2.	start_init	IN(FC)	BOOL	Uruchamia proces inicjalizacji interfejsu oraz wykrywania szybkości transmisji. Funkcja "rfid_run" wykrywa tylko dodatnie zbocze.
3.	start_reset	IN(FC)	BOOL	Uruchamia proces wysyłania telegramu RESET. Funkcja "rfid_run" wykrywa tylko dodatnie zbocze.
4.	start_rcv	IN(FC)	BOOL	Uruchamia proces odczytu danych z transpondera RF300 za pomocą czytnika RF300. Funkcja "rfid_run" wykrywa tylko dodatnie zbocze.
5.	stop_rcv	IN(FC)	BOOL	Kończy procedurę RCV jeżeli nie jest obsługiwany żaden transponder. Funkcja "rfid_run" wykrywa dodatni sygnał w ciągu kilku cykli zegarowych CPU do chwili wystąpienia warunków zakończenia procedury RCV. Powinna być resetowana tylko przez program użytkownika po pomyślnym zakończeniu procedury RCV (należy sprawdzić słowo statusu). Po poprawnym zakończeniu procedury RCV zmienna "return_done" przyjmuje wartość "TRUE".
6.	start_write	IN (FC)	BOOL	Uruchamia proces zapisu do transpondera RF300 za pośrednictwem czytnika RF300. Funkcja "rfid_run" wykrywa tylko dodatnie zbocze.
7.	stop_write	IN (FC)	BOOL	Zatrzymuje procedurę WRITE jeżeli nie trwa zapis żadnego transpondera RF300. Funkcja "rfid_run" wykrywa dodatni sygnał w ciągu kilku cykli zegarowych CPU do chwili wystąpienia warunków zakończenia procedury WRITE. Po pomyślnym zakończeniu procedury WRITE zmienna "return_done" przyjmuje wartość "TRUE".
8.	cmd_length	IN (DB)	BYTE	Obowiązuje w połączeniu z procedurami „RCV" i „WRITE". Określa długość danych do zapisu lub odczytu. Maksymalna wartość: 248. Wartość zabroniona: 0.
9.	cmd_address	IN (DB)	INT	Obowiązuje w połączeniu z procedurami „RCV" i „WRITE". Określa adres początkowy (hex) danych do zapisu lub odczytu. Zależy od zastosowanego transpondera RF300. Więcej informacji: RF300 System Manual rozdz. 6.2, ID: 21738946 patrz rysunek 1.16
10.	cmd_data_to_ write	IN (DB)	STRING	Obowiązuje w połączeniu z procedurą „WRITE". Określa dane do zapisu do transpondera RF300. Maksymalna długość: 248.
11.	return_done	OUT (DB)	BOOL	Specyfikuje bezbłędny przebieg dowolnej procedury funkcji „rfid_run". Początkowo (po starcie CPU) ma wartość logiczną "TRUE". Ma wartość "TRUE" (jeżeli ostatnia procedura zakończyła się poprawnie) aż do startu nowej procedury.
12.	return_error	OUT (DB)	BOOL	Specyfikuje bezbłędny przebieg dowolnej procedury funkcji „rfid_run". Ma wartość "TRUE" (jeżeli ostatnia procedura zakończyła się niepoprawnie) aż do startu nowej procedury. Musi być zawsze badana razem ze zmienną "return_status".
13.	return_rcv_ok	OUT (DB)	BOOL	Specyfikuje pomyślny odczyt danych z transpondera RF300. Obowiązuje zawsze w połączeniu ze zmienną "return_transponder_content". Przyjmuje wartość "TRUE" dla pewnych okresów CPU i powinna być kontrolowana za pośrednictwem wykrywania zbocza.
14.	return_write_ok	OUT (DB)	BOOL	Specyfikuje pomyślny zapis danych do transpondera RF300. Przyjmuje wartość "TRUE" dla pewnych cykli CPU i powinna być kontrolowana za pośrednictwem wykrywania zbocza.
15.	return_status	OUT (DB)	Word	Może być używana po wystąpieniu błędów do określenia źródła błędu. Obowiązuje zawsze w połączeniu ze zmienną "return_error". Jest to wartość licznika ciągu kroków "step_cnt" z bloku danych "[DB730]" pomnożona przez 10. Podaje bezpośrednią informację o kroku powodującym powstanie błędu w funkcji "rfid_run". Jest opisana dalej w rozdziale 4.
16.	Return_transpon-der_content	OUT(DB)	STRING	Specyfikuje dane odczytane z transpondera RF300. Obowiązuje zawsze w połączeniu ze zmienną "return_rcv_ok". Zawiera po prostu kopię danych użytkownika bez znaków sterujących. Należy ją przetwarzać natychmiast po uaktywnieniu wyjścia "return_rcv_ok".



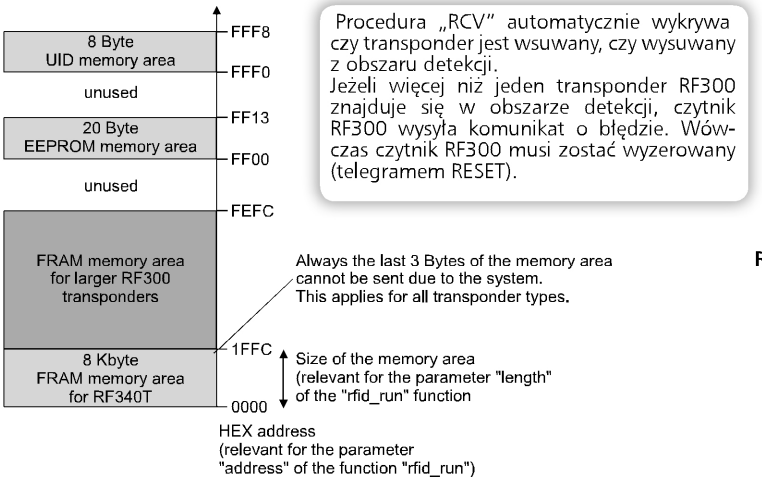
Rysunek 11.

w celu powtórnego wykonania w razie konieczności. Jeżeli transponder RF300 pojawia się w obszarze detekcji czytnika RF300, następuje samoczynne wysłanie komunikatu presence do sterownika S7-1200 (**rysunek 11**).

Procedura RCV umożliwia odczytanie z transpondera danych użytkownika. Na przykład transponder typu RF340 ma pamięć FRAM o pojemności 8 kB oraz pamięć EEPROM o pojemności 20 bajtów (mapa pamięci na **rysunku 12**).

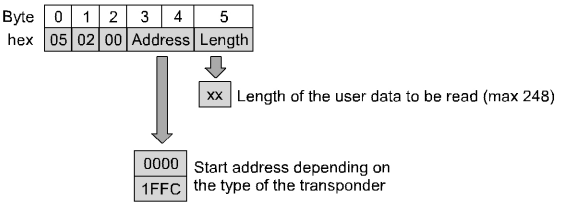
Za pomocą telegramu READ dane są odczytywane z transpondera. Przekazywane parametry (adres początkowy i długość)

Podczas wykrywania szybkości transmisji czytnik RF380R zmienia zarówno szybkość, jak również typ interfejsu. Różne prędkości są testowane w standardach RS422 oraz RS232.

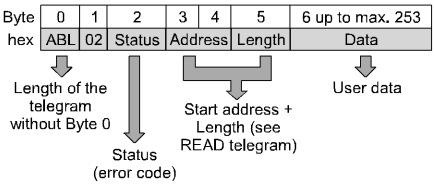


Procedura „RCV" automatycznie wykrywa czy transponder jest wsuwany, czy wysuwany z obszaru detekcji.
Jeżeli więcej niż jeden transponder RF300 znajduje się w obszarze detekcji, czytnik RF300 wysyła komunikat o błędzie. Wówczas czytnik RF300 musi zostać wyzerowany (telegramem RESET).

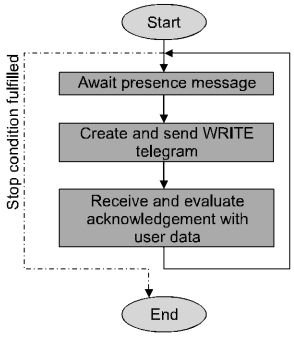
Rysunek 12.



Rysunek 13.



Rysunek 14.



Rysunek 15.

określają jakie dane i z jakiego obszaru pamięci mają zostać odczytane (**rysunek 13**).

Czytnik RF300 reaguje natychmiast na telegram READ potwierdzeniem zawierającym żądane dane użytkownika (**rysunek 14**). Po sprawdzeniu ważności potwierdzenia, dane użytkownika są gotowe do pobrania i wpisania do oddzielnej zmiennej. Zarówno znaki sterujące, jak i informacje o statusie zostają usunięte. Na tym kończy się wykonywanie procedury i ciąg kroków pozostaje w pętli oczekiwania (patrz "step chain = 301" na rysunku 1.2).

Za pośrednictwem procedury WRITE następuje wysłanie telegramu do czytnika RF300 i następnie przetworzenie otrzymanego potwierdzenia (**rysunek 15**). Podczas tej procedury monitorowany jest każdy krok pod względem poprawności odpowiedzi. Jeżeli jakiś krok nie może zostać wykonany, powoduje to wpisanie odpowiedniego komentarza do słowa statusu. Następuje wówczas anulowanie procedury WRITE.

Powyższy ciąg kroków nie kończy się w wyniku pomyślnego wykonania, ale pozostaje na określonej pozycji w ciągu kroków w celu powtórnego wykonania w razie konieczności.

Dane użytkownika można wpisać do określonego obszaru pamięci transpondera RF300 za pomocą telegramu WRITE. Przesyłane parametry adres początkowy i długość określają miejsce w pamięci transpondera, które ma być wypełnione danymi użytkownika (**rysunek 16**).

Tab. 7. „rfid[DB730]" →"return_status"

Wartość statusu	Znaczenie
1000	Przekroczony timeout w procedurze „INIT".
2000	Przekroczony timeout w procedurze „RESET".
2050	Niepomyślny przebieg uzgodnienia 3964R. Brak gotowości czytnika RF300 do odbioru telegramu RESET.
2090	Nie odebrano potwierdzenia 3964R. Telegram RESET od urządzenia S7-1200 został rozpoznany przez czytnik RF300 jako nieważny i odrzucony.
2120	Nie odebrane żądanie transmisji 3964R. Żądanie wysłania potwierdzenia telegramu dla telegramu RESET nie zostało wysłane przez czytnik RF300.
2160	Potwierdzenie telegramu wysłane przez czytnik RF300 nie zostało rozpoznane przez urządzenie S7-1200 jako ważne.
3080	Telegram presence uznany za błędny.
3130	Niepomyślne początkowe uzgodnienie 3964R. Czytnik RF300 nie gotowy do odbioru telegramu READ.
3200	Nieodebrane żądanie nadawania 3964R. Czytnik RF300 nie wysyła żądania wysłania telegramu odpowiedzi na telegram READ.
3240	Telegram odpowiedzi na telegram READ wysłany przez czytnik RF300 nie został rozpoznany przez urządzenie S7-1200 jako ważny.
4080	Telegram presence uznany za błędny.
4130	Niepomyślny przebieg uzgodnienia 3964R. Brak gotowości czytnika RF300 do odbioru telegramu WRITE.
4200	Nie odebrano potwierdzenia 3964R. Telegram WRITE od urządzenia S7-1200 został rozpoznany przez czytnik RF300 jako nieważny i odrzucony.
4230	Telegram odpowiedzi na telegram WRITE wysłany przez czytnik RF300 nie został rozpoznany przez urządzenie S7-1200 jako ważny.

Czytnik RF300 odpowiada natychmiast na telegram WRITE wysyłając potwierdzenie (**rysunek 17**). Po sprawdzeniu ważności potwierdzenia kończy się wykonywanie procedury i ciąg kroków pozostaje w pętli oczekiwania (patrz "step chain = 401" na rysunku 2).

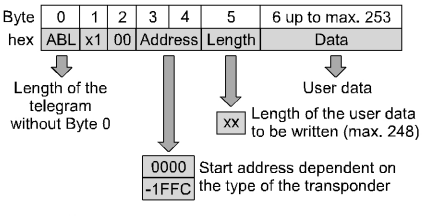
Interfejs biblioteki

W **tabeli 6** przedstawiono najważniejsze zmienne wejściowe i wyjściowe funkcji „rfid_run". Dzielą się one na zmienne wewnętrzne funkcji, tymczasowe, oraz zmienne globalne w bloku danych.

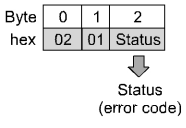
Każda procedura zawarta w funkcji "rfid_run" podaje informacje o przyczynie błędu powodującego niepoprawne zakończenie tej procedury, za pomocą sumarycznego słowa statusu w bloku danych "rfid[DB730]". Adresem symbolicznym zmiennej jest "return_status" (**tabela 7**). Słowo statusu jest wyprowadzane w postaci liczby dziesiętnej i ma znaczenie podane w poniższej tabeli. Te wartości statusu nie mają nic wspólnego z numerami błędów wewnętrznych urządzenia RFID.

Tomasz Starak

Opracowano na podstawie dokumentacji firmy Siemens.



Rysunek 16.



Rysunek 17.

Automatyka budynkowa
Systemy otwarte

KNX/EIB, LonWorks i BACnet to trzy otwarte systemy stosowane w automatyce budynkowej. Ich popularność na rynku europejskim, w tym w Polsce, rośnie. W artykule przestawiamy obszerne zestawienie informacji dotyczących wymienionych systemów wraz z ich krótką charakterystyką.

Pierwsze popularne systemy na rynku automatyki budynków należały do grupy tzw. systemów zamkniętych. Ich instalacja stanowiła domenę nielicznych dostawców i wiązała się z poniesieniem wysokich kosztów, informacje techniczne związane z wykorzystanymi elementami objęte były tajemnicą producenta. Powodowało to, że automatyzowane były zwykle duże budynki, takiej jak biurowce, budynki użyteczności publicznej, lotniska czy stadiony.

Od końca lat osiemdziesiątych zaczęły pojawiać się nowe rozwiązania, należące do grupy tzw. systemów otwartych. Charakteryzują się one upublicznionym protokołami i architekturami, które zatwierdzone są przez producentów, integratorów i instytucje normalizacyjne. W tym przypadku praktycznie każda firma może wyprodukować i wprowadzić na rynek urządzenie lub oprogramowanie, które stanie się częścią systemu otwartego. Powoduje to, że rozwój omawianej dziedziny jest coraz szybszy i coraz więcej firm, a koszty instalacji ponoszone przez użytkowników końcowych – mniejsze. Dodatkowo dużą zaletą prezentowanych systemów jest możliwość ich wzajemnej współpracy, co pozwala na dużą elastyczność w przypadku projektowania lub modernizacji instalacji w budynku.

LonWorks

System LonWorks zaprojektowany został przez firmę Echelon przy współpracy z Toshiba i Motorola. Jego elementami składowymi są protokół komunikacyjny LonTalk, dedykowany kontroler Neuron Chip oraz specjalnie zaprojektowany język programowania będący zmodyfikowaną wersją ANSI C do pracy w systemach sterownych zdarzeniami. Kolejne wersje systemu LonWorks powstawały od 1988 roku, jednak dopiero w 1999 roku specyfikacja protokołu LonTalk została udostępniona publicznie. LonWorks jest standardem objętym normą europejska EN 14908.

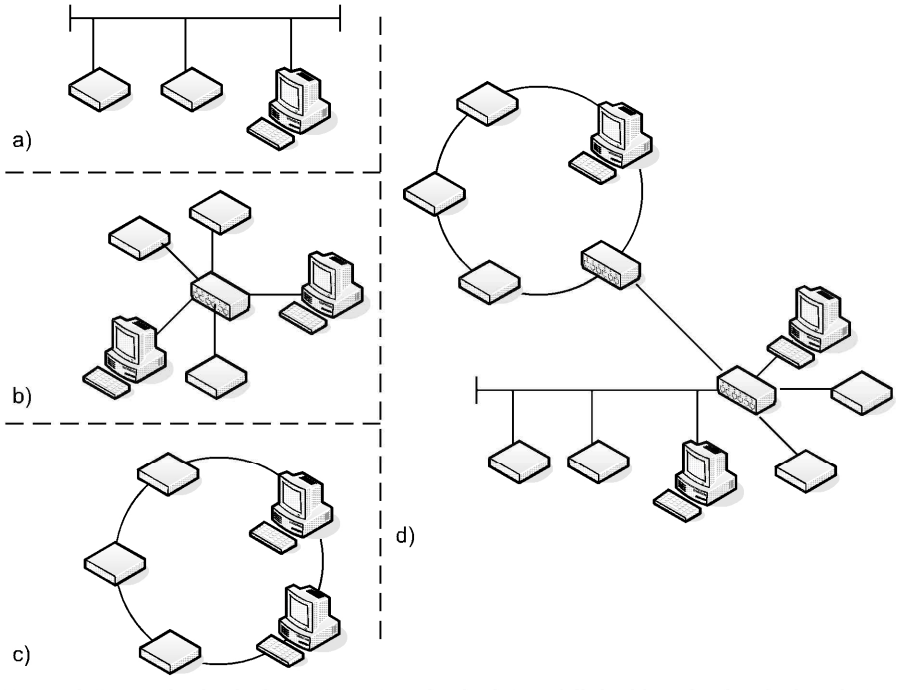
Realizacje fizyczne. W omawianym systemie zdefiniowano wszystkie warstwy modelu ISO/OSI **(tabela 1)**. Podstawowym medium jest jeden z powszechnie stosowanych typów przewodów dwuparowych ekranowanych. Można wykorzystywać skrętkę typu Level IV, skrętkę stosowaną w systemie KNX, standardowe przewody Belden lub Cat 5. W przypadku stosowania przewodów dane są transmitowane z prędkością 78,125 b/s. Do komunikacji w sieci LonWorks mogą być także wykorzystywane inne media – sieć energetyczna (LonWorks PL), światłowód (LonWorks FO) oraz fale radiowe (LonWorks RF). Umożliwiono także stosowanie tunelowania IP (LonWorks/IP).

LonWorks pozwala na realizację topologii mieszanej trzech topologii połączeń sieciowych – linii, gwiazdy i pierścienia **(rysunek 1)**. Do jednego segmentu sieci podłączone może być do 128 urządzeń, a w zależności od wykorzystanego przewodu magistrali oraz rodzaju topologii długość jednego segmentu może wynosić od 320 do 2200 metrów. W przypadku zwiększenia liczby urządzeń w podłączonych do jednej sieci istnieje możliwość łączenia segmentów używając repeaterów lub routerów.

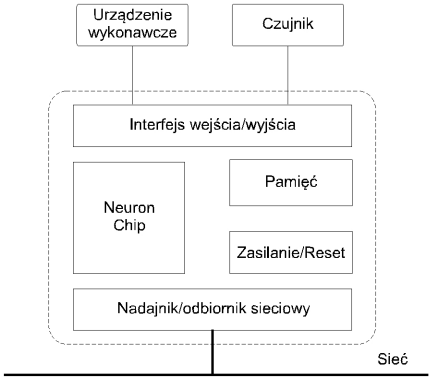
Realizacja logiczna .Każdy węzeł w sieci charakteryzuje się określonym zbiorem adresów. Pierwszym z nich jest adres fizyczny, czyli unikatowy adres urządzenia Neuron Chip. Kolejnym jest adres logiczny charakteryzujący urządzenie w konkretnej sieci, składający się z identyfikatora domeny (do 32385 urządzeń), identyfikatora podsieci (do 127 urządzeń używających jednego kanału lub kilku kanałów połączonych repeaterami, na jedną domenę przypada 255 podsieci) oraz identyfikator węzła w danej podsieci. W określonej domenie możliwe jest wydzielenie 256 grup węzłów niezależnie od ich fizycznego położenia, natomiast sama domena charakteryzowana jest przez tzw. adres grupowy. Jeśli nie jest wymagane potwierdzenie odebrania pakietu, grupa może mieć nieograniczoną liczbę węzłów, natomiast w przypadku wymagania potwierdzenia może zawierać 64 węzły. Ostatnim z adresów jest tzw. adres typu broadcast, który identyfikuje wszystkie

Tabela 1. Warstwy modelu OSI zdefiniowane w otwartych systemach automatyki budynków

Warstwa modelu OSI	LonWorks	KNX/EIB	BACnet
Warstwa fizyczna	●	●	●
Warstwa łącza danych	●	●	●
Warstwa sieci	●	●	●
Warstwa transportowa	●	●	○
Warstwa sesji	●	○	○
Warstwa prezentacji	●	○	○
Warstwa aplikacji	●	●	●



Rysunek 1. Topologie sieci w automatyce budynków: a) linia, b) gwiazda, c) pierścień, d) mieszana



Rysunek 2. Schemat węzła w sieci LonWorks

urządzenia w podsieci lub wszystkie urządzenia w domenie.

W przypadku przesyłania informacji z wykorzystaniem istniejącej instalacji elektroenergetycznej możliwa jest praca urządzeń w pasmach o częstotliwości 110...125 kHz oraz 125...140 kHz z maksymalną prędkością 4800 b/s. Stwierdzono, że możliwa jest równoczesna, niezakłócona praca systemów KNX i LonWorks w paśmie 125...140 kHz, co jednak wiąże się ze znacznym spadkiem prędkość transmisji.

W celu określenie dostępu do magistrali wykorzystywany jest specjalnie opracowany algorytm nazywany predykcyjnym p-ciągłym wspólnym dostępem urządzeń do magistrali z wykrywaniem nośnej (predictive P-persistent CSMA). Pozwala on poprzez przewidywanie obciążenia sieci na optymalne wykorzystanie kanału informacyjnego i unikanie kolizji. W protokole LonTalk każde urządzenie nasłuchuje wszystkich pakietów przechodzących przez kanał transmisyjny i jeżeli pakiet skierowany jest do niego sprawdza, czy jest to rozkaz, zmienna sieciowa i wysyła potwierdzenie do urządzenia nadającego.

Węzły sieci. Podstawowym elementem sieci LonWorks jest węzeł, czyli urządzenie zawierające Neuron Chip i posługujące się protokołem LonTalk. Neuron Chip jest mikroprocesorowym kontrolerem, który realizuje funkcje odpowiadające za rozwiązywanie konfliktów dostępu do wspólnej magistrali, adresowanie i dostarczanie przesyłek sieciowych, zabezpieczenie transmisji, formatowanie danych przesyłanych przez sieć, autoryzację węzłów, zapewnienie maksymalnej przepustowości łączy. Ma on unikatowy, niepowtarzalny 48 bitowy numer identyfikacyjny (adres fizyczny), który przydzielany przez komisję firmy Echelon Corporation. Nadzór nad prawidłową implementacją protokołu LonTalk w urządzeniach z Neuron Chip pozwala na zagwarantowanie zgodności komunikacji pomiędzy urządzeniami pochodzącymi od różnych producentów. Węzeł komunikuje się z magistralą poprzez urządzenie nadawczo/odbiorcze, które pozwala na fizyczne połączenie z medium transmisyjnym i tłumienie zakłóceń pojawiających się przy przesyłaniu danych. Schemat węzła w sieci LonWorks pokazano na **rysunku 2**

Dane pomiędzy węzłami przesyłane są w postaci standardowych zmiennych sieciowych (SNVT – Standard Network Variable Types) przechowujących np. wielkości mierzone przez czujniki lub wielkości zadane urządzeń wykonawczych. Długość standardowych zmiennych sieciowych wynosi 32 bity i może zawierać wartość binarną, dowolną liczbę oraz zmienne łańcuchowe w kodzie ASCII. Zmienne dzielone są na wyjściowe i wejściowe. Przekazywanie danych odbywa się przez powiązanie przez program zarządzający siecią zmiennej wyjściowej urządzenia nadającego ze zmienną wejściową urządzenia odbierającego.

KNX/EIB

Europejska Magistrala Instalacyjna (*European Installation Bus*, EIB) to nazwa systemu wspieranego przez czołowych europejskich producentów i rozwijany jako otwarta specyfikacja od 1990 roku przez stowarzyszenie EIB (*European Installation Bus Association*, EIBA). W 2002 roku dokonano połączenia standardów EIB, Batibus oraz EHS (European Home System), w wyniku którego powstał jednolity, europejski, standard KNX. Wszystkie organizacje odpowiedzialne za połączone technologie utworzyły stowarzyszenie Konnex. Specyfikacja EIB istnieje wewnątrz standardu KNX jako zbiór profili o obiegowej nazwie „KNX/EIB" i jest standardem objętym europejską normą EN 50090 (KNX).

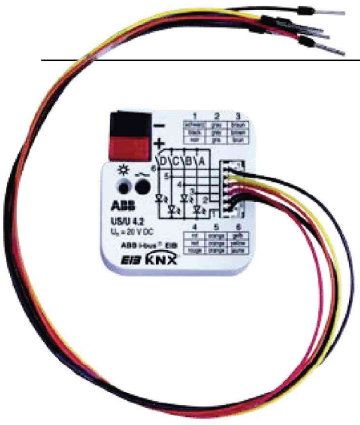
Architektura systemu. KNX/EIB składa się z 5 warstw zgodnych z modelem ISO/OSI (bez warstwy sesji i prezentacji, tabela 1). Podstawowym medium jest tutaj przewód magistralowy będący wariantem miedzianego przewodu dwuparowego, ekranowanego typu skrętki ekranowanej – tzw. KNX TP1. Zgodnie z pierwotnymi założeniami KNX/EIB charakteryzuje się odseparowaniem obwodów zasilania elektroenergetycznego urządzeń od obwodów systemu sterowania. Oprócz przesyłania sygnału sterującego, magistralą przesyła się także zasilanie 29 V_{DC}, które pochodzi z zasilacza z transformatorem mającym podwójną izolację i charakteryzującym się brakiem połączeń z przewodami ochronnymi.

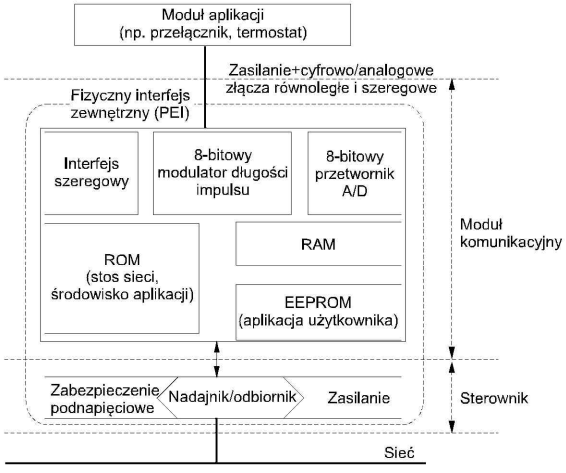
W omawianym systemie dane transmitowane są z prędkością 9600 b/s. KNX TP1 pozwala realizację trzech topologii połączeń sieciowych – linii, gwiazdy oraz pierścienia i łączenie ich w dowolny sposób, czyli w opisanej wcześniej topologii mieszanej (rysunek 1). Każdy segment skrętki może mieć maksymalną długość 1000 metrów, a podstawową częścią sieci KNX/EIB jest linia, która grupować może do 64 urządzeń magistralowych. Typowymi urządzeniami magistralowymi, tzw. węzłami, są czujniki generujące sygnały odpowiadające mierzonym wielkościom fizycznym oraz urządzenia wykonawcze, które wykonują rozkazy otrzymywane z magistrali i sterujące określonymi odbiornikami.

Magistrala i adresowanie. Magistrala charakteryzuje się jedną linią główną, do której w miarę rozbudowy sieci dołączane mogą być kolejne linie z wykorzystaniem tzw. sprzęgieł liniowych. W standardzie KNX/EIB jedna linia główna może łączyć ze sobą do 15 linii, tworząc tzw. obszar – dalsza rozbudowa systemu polega na dołączeniu następnych podobnych obszarów (łącznie do 15), które łączone są ze sobą linią obszarową z wykorzystaniem tzw. sprzęgieł obszarowych. Sprzęgła takie zasilane są zawsze z linii niższej w hierarchii – sprzęgła liniowe z zasilacza swojej linii, sprzęgło obszarowe z zasilacza linii głównej, natomiast linia obszarowa nie musi mieć zasilacza jeśli poza liniami głównymi nie ma do niej przyłączonych innych urządzeń. Sprzęgła służą do separacji galwanicznej poszczególnych linii oraz do odbierania telegramów, które są adresowane jedynie do urządzeń ograniczonych danym obszarem. Jeśli liczba urządzeń podłączonych do danej linii jest zbyt mała, istnieje możliwość jej rozbudowy o tzw. segment liniowy poprzez przyłączeniu w miejsce urządzenia o numerze 64 sprzęgła, tzw. repetytora liniowego, za którym budowana jest dodatkowa linia z możliwymi 64 dalszymi elementami. W standardzie KNX/EIB istnieje możliwość rozbudowania linii o 3 segmenty liniowe, przy czym każdy segment liniowy musi mieć swój własny zasilacz. Największa instalacja może więc obsłużyć teoretycznie około 57 tys. urządzeń magistralowych.

W systemie KNX istnieją dwa typy adresów – fizyczny i grupowy. Pierwszy z nich to niepowtarzalny numer określający rzeczywiste położenie elementu w systemie, natomiast adres grupowy ma na celu określenie grupy urządzeń współpracujących i przyporządkowuje dany element do funkcji, jaką powinien spełniać. Dostęp urządzeń do magistrali określa zastosowana metoda wspólnego dostępu urządzeń do magistrali z wykrywaniem nośnej i unikaniem kolizji (CSMA/CA), gdzie o kolejności dostępu urządzenia do magistrali decyduje jego priorytet. W przypadku równoczesnego nadawania sygnału przez dwa urządzenia o tym samym priorytecie, urządzenie o niższym adresie fizycznym (priorytecie) czeka na skończenie transmisji przez inne. Mechanizm taki, w połączeniu z adresowaniem grupowym, umożliwia utrzymanie wysokiej przepustowości sieci.

Budowa węzłów. KNX/EIB jest systemem otwartym, rozproszonym i wykorzystującym zdecentralizowany sieciowy system operacyjny. Strukturę zdecentralizowaną uzyskano przez wyposażenie wszystkich elementów realizujących komunikację w mikroprocesory zawierające wbudowany system odpowiedzialny za łączność z siecią i tzw. aplikację własną. Głównym elementem węzła jest port magistralowy, który pod względem funkcjonalnym można podzielić na dwa moduły – komunikacji z magistralą i moduł sterownika (**rysunek 3**). Moduł komunikacyjny odpowiada m.in. za sterowanie procesem wysyłania i odbioru danych, sprawdzanie poprawności przesyłanych telegramów, oddzielanie stałego napięcie zasilania magistrali od cyfrowych strumieni danych oraz ochronę portu magistralnego. Moduł sterownika składa





Rysunek 3. Schemat węzła w sieci KNX

się z jednostki procesorowej CPU, pamięci oraz interfejsów użytkownika i komunikacji z siecią. Pamięć ROM zawiera oprogramowanie systemowe wpisane przez producenta, RAM wykorzystuje się do przechowywania i przetwarzanych chwilowych wartości systemu i aplikacji. Z kolei pamięć EEPROM, służy do przechowywania aplikacji obsługującej urządzenie oraz adresu fizycznego i grupowego węzła.

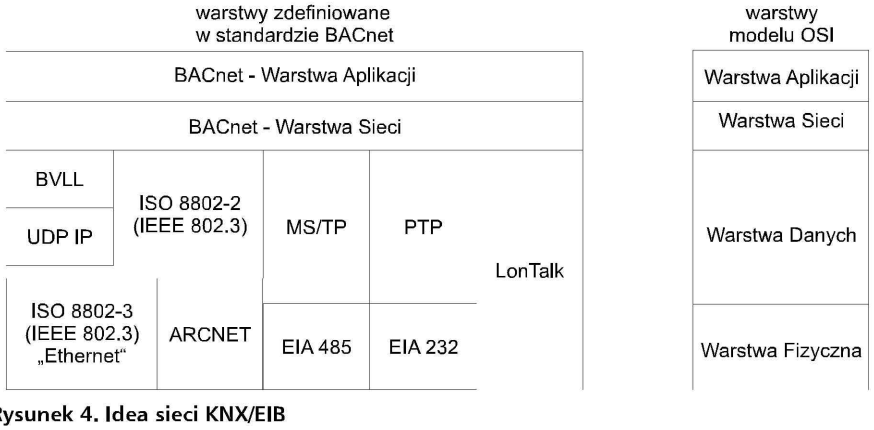
Poprzez sieć i bezprzewodowo. W specyfikacji omawianego standardu określony jest także sposób komunikacji z wykorzystaniem istniejących w budynku przewodów elektroenergetycznych (KNX PL). W tym przypadku fala nośna o częstotliwości 50 Hz zostaje zmodulowana przez pakiety informacji systemu z wykorzystaniem techniki modulacji sygnału sinusoidalnego o nazwie rozszerzone kluczowanie zmianą częstotliwości (*Spread Frequency Shift Keying*). Istnieje możliwość pracy w dwóch zakresach częstotliwości: 90...125 kHz (prędkość 1200 b/s) oraz 125...140 kHz (2400 b/s). Podczas komunikacji z wykorzystaniem sieci elektroenergetycznej maksymalna odległość między dwoma urządzeniami bez stosowania repeatera wynosi 600 metrów. W rzeczywistości jest ona jednak mniejsza, gdyż na komunikację mają istotny wpływ zaburzenia elektromagnetyczne i stan techniczny instalacji.

Kolejnym medium komunikacyjnym określonym w specyfikacji KNX/EIB są fale radiowe (KNX RF). Dla urządzeń tego typu przyjęto, że mają się one charakteryzować małym zasięgiem nadawania i odbioru (SRD – *Short Range Devices*) i wybrano pasmo wokół częstotliwości 868 MHz. Jest ono dostępne w całej Europie, zapewniając wysoką niezawodność systemu, oraz niskie koszty jego eksploatacji. Obecnie KNX RF zapewnia łączność jednostronną i dwustronną, co znacznie zwiększa jego elastyczność. Urządzeniom przydzielono odpowiednie pasma pracy w zależności od liczby cykli pracy na godzinę, a co za tym idzie prędkości. Topologia KNX RF odpowiada tej określonej w specyfikacji KNX TP, przy czym linii TP odpowiada jeden kanał częstotliwości reprezentujący podsieć z 64 węzłami. Dopuszcza się stosowanie trzech kanałów w każdym paśmie częstotliwości. Urządzenia wykorzystujące komunikację radiową są rozróżniane przez adres fizyczny i pracę w tym samym zakresie częstotliwości. Komunikację pomiędzy kanałami umożliwiają routery, których zasięg transmisji wynosi w otwartej przestrzeni około 300 metrów. W systemie KNX/EIB umożliwiono także udostępnianie pewnych usług sieciowych z wykorzystaniem tunelowania w sieci IP (EIBnet/IP).

BACnet

Ostatni z omawianych systemów to BACnet, który jest rozwijany od 1987 roku przez organizację ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers). Pierwsza publicznie dostępna wersja BACnet pojawiła się w 1995 roku, system jest standaryzowany jako EN/ISO 16484-5.

Transmisja i topologia. BACnet składa się z 4 warstw zgodnych z modelem ISO/OSI – fi-



Rysunek 4. Idea sieci KNX/EIB

SQCA 244

4- osiowy sterownik silnika krokowego



- Stopnie mocy dla maks. 4 silników krokowych
- Regulowany prąd silnika – do 4A na fazę
- Regulowany podział kroku do 1/64
- Złącze LPT do połączenia z komputerem (współpraca z programami np. MACH2/ 3)
- 4 uniwersalne wejścia cyfrowe
  2 uniwersalne wyjścia przekaźnikowe

SQCA244 to czteroosiowy sterownik silników krokowych, dedykowany do sterowania maszyn typu CNC. Umożliwia on sterowanie czterema silnikami krokowymi o prądzie do 4A, z podziałem krokowym maksymalnie do 1/64 kroku.

Sterownik wyposażony został w przełączniki umożliwiające zmianę podziału kroku oraz prądu dla każdej osi osobno. Dodatkowo posiada standardowe wejścia sygnałów CLK/DIR dla każdej osi osobno oraz wspólne wejście ENABLE. SQCA244 wyposażony został w złącze komunikacyjne LPT, które pozwala na bezpośrednie sterowanie silnikami z poziomu komputera PC (np. za pomocą popularnego oprogramowania MACH). Użytkownik posiada również możliwość wykorzystania (przy użyciu portu LPT) dwóch wyjść przekaźnikowych oraz czterech wejść optoizolowanych, w które został wyposażony nowy sterownik firmy WObit.

WO BIT

Doradztwo techniczne
+48 61 291 22 25

Obsługa klienta
+48 61 835 08 00

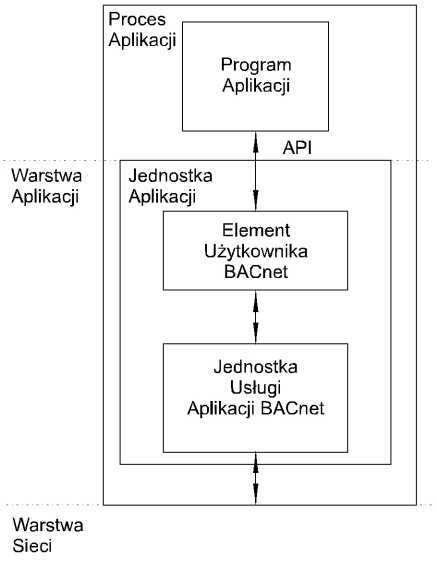
Internet
wobit@wobit.com.pl

REKLAMA

zycznej, danych, sieci oraz aplikacji (**tabela 1**). Standaryzuje on warstwę sieci i aplikacji, natomiast nie określa dokładnie dwóch pozostałych, co pozwala na elastyczne wykorzystanie różnych mediów transmisyjnych. Mogą nimi być Ethernet (maksymalna prędkość transmisji 10 Mb/s), ARCNET (19 kb/s do 10 Mb/s), Master-Slave/Token-Passing realizowany poprzez RS-485 (do 76,8 kb/s), LonTalk (32 kb/s do 5 Mb/s) oraz Point-to-Point realizowany poprzez RS-232 (do 56 kb/s) i tunelowanie w sieci IP (UDP/IP). Poszczególne warstwy modelu OSI charakteryzujące system BACnet zostały przedstawione na **rysunku 4**. W standardzie nie określono możliwości wykorzystania sieci oraz mediów komunikacyjnych innego typu oprócz wymienionych. Dotyczy to szczególnie sieci radiowych – obecnie prowadzone są prace badawcze sprawdzające możliwość łączenia sieci BACnet i sieci bezprzewodowych – np. ZigBee (tzw. BACnet over ZigBee).

W omawianej sieci każde urządzenie dołączone jest do tzw. segmentu fizycznego. W celu zwiększenia odległości pomiędzy segmentami wykorzystywane są repeatery lub mosty. Połączenia te nazywane są podsiecią BACnet i charakteryzującą się dwubitowym adresem. Każde urządzenie w podsieci BACnet ma również lokalny adres MAC (Medium Access Control), który wraz z adresem podsieci jednoznacznie określa położenie urządzenia w sieci. Powstałe podsieci są łączone z wykorzystaniem routerów w sieć główną tzw. intersieć BACnet (BACnet Internetwork).

Warstwa aplikacji i obiekty. W systemie BACnet warstwę tą można podzielić na dwie zależne od siebie części – model informacji zawartej w urządzeniu automatyki budynku oraz grupę funkcji wykorzystywanych do wymiany informacji pomiędzy urządzeniami. Wewnętrzna budowa i konfiguracja urządzenia działającego w sieci BACnet zależy od jego producenta, tak więc w standardzie nie ma definicji tych elementów, co również dotyczy struktur danych i logiki



Rysunek 5. Warstwy zdefiniowane w standardzie BACnet i odpowiadające im warstwy modelu OSI

sterowania. W celu umożliwienia wymiany danych pomiędzy urządzeniami pochodzącymi od różnych producentów możliwa jest komunikacja poprzez zdefiniowanie zbioru abstrakcyjnych struktur danych – tzw. obiektów, które określają sposób identyfikacji i dostępu do informacji bez wymagania wiedzy o budowie urządzenia. Urządzenie jest więc reprezentowane w BACnet jako zbiór obiektów, których własności reprezentują różne aspekty rozwiązań sprzętowych, programowych oraz działania urządzenia. Mapowanie pomiędzy standardowymi obiektami BACnet a odpowiadającymi im rzeczywistymi danymi i procesami jest pozostawiona producentowi urządzenia.

Oprogramowanie komunikacyjne wewnątrz urządzenia interpretuje zapytania o określoną informację dotyczącą obiektów abstrakcyjnych i tłumaczy informację z rzeczywistych struktur danych urządzenia. Funkcjonalność ta nazywana procesem aplikacji. Każdy proces jest podzielony na program aplikacji oraz jednostkę aplikacji, przy czym program jest częścią aplikacji zewnętrznej i nie jest określony w specyfikacji, natomiast jednostka odnosi się do części wewnątrz warstwy aplikacji i jest odpowiedzialna za komunikację z urządzeniami w sieci BACnet. Zawiera ona zbiór usług i jest odpowiedzialna za implementację API oraz procedur każdej usługi (**rysunek 5**). W standardzie BACnet zdefiniowano sześć klas zgodności określających zbiór wymaganych usług aplikacyjnych. Pozwalają one określić możliwości urządzeń w sieci BACnet, zgodnie z rosnącym numerem klasy, od prostego czujnika (klasa 1) do uniwersalnego sterownika (klasa 6).

Dostęp do obiektów. Każdy obiekt zawiera zbiór własności, przy czym wykorzystywany jest odpowiedni kod specyfikujący czy własność jest opcjonalna, obecna i możliwa do odczytu czy obecna i możliwa do odczytu i zapisu. Nie ma wymagania, aby wszystkie obiekty określonego typu miały tę samą kombinację własności opcjonalnych. W standardzie BACnet zdefiniowany został i rozbudowywany zbiór obiektów, tak aby można było je zaimplementować w urządzeniach o różnych możliwościach. Przykładem są obiekty typu wejście analogowe, wyjście binarne, planer, kalendarz i ich własności, które służą do opisania stanu systemu lub do wysyłania komend. Wśród obiektów charakteryzujących każde urządzenie musi znajdować się jeden obiekt typu urządzenie zawierający unikalne dane dotyczące danego urządzenia (numer modelu, nazwa producenta, wspierana wersja protokołu, wspierane typy obiektów, itp.). Dostęp do każdego z nich określony jest przez identyfikator obiektu (Object_Identifier), jednoznacznie określający każdy obiekt wewnątrz urządzenia. Kolejną istotną własnością jest nazwa obiektu (Object_Name), będąca łańcuchem znaków identyfikującym obiekt w postaci zrozumiałej dla operatora.

Przesyłanie danych. Sieć BACnet umożliwia przesyłanie danych, wśród których można wyszczególnić: binarne i analogowe sygnały wejściowe oraz wyjściowe współpracujących urządzeń i aplikacjach, informacje o planowaniu, informacje o obsługiwanych zdarzeniach i alarmach, pliki oraz informację dotyczące sterowania. W standardzie zdefiniowane zostały podstawowe funkcje umożliwiające dostęp do urządzeń oraz informacji przesyłanych w sieci – są nimi opisane wcześniej usługi aplikacji. Pozwalają one także na dodatkowe czynności, jak np. obsługa alarmów lub zapewnienie bezpieczeństwa. Wśród nich wyróżnia się 6 kategorii, w tym usługi obsługujące alarmy i zdarzenia, usługi dostępu do obiektu, do pliku, usługi zdalnego zarządzania urządzeniem i inne.

W kierunku otwartości

Zaprezentowane w artykule rozwiązania charakteryzują się publicznie dostępnym, jawnym protokołem komunikacji, jak też są silnie wspierane ze strony rozwijających je organizacji i związanych z nimi producentów. Pomimo że technologie te są stosunkowo nowe, wzrasta ich rola w automatyce budynkowej, gdzie dotychczas dominowały systemy zamknięte. Ich rozwój podyktowany jest relatywnie niskimi kosztami wdrażania i zastosowania nowoczesnych technologii. Należy podkreślić, że istnieje możliwość integracji kilku przedstawionych rozwiązań, co znacznie zwiększa możliwości projektowanego systemu. W praktyce w zautomatyzowanym budynku stosownych jest kilka systemów, w tym te zamknięte, o niejawnym protokole, które zapewniają wyższe bezpieczeństwo komunikacji pomiędzy urządzeniami.

Coraz częściej systemy automatyki budynków są instalowane w domach mieszkalnych. Ich wykorzystanie jest podyktowane wymaganiami prawnymi dotyczącymi oszczędności energetycznej. Można przypuszczać, że z czasem nowe budynki mieszkalne będą standardowo wyposażone w odpowiednie media (kable, routery, bramy, repeatery) służące późniejszej instalacji systemu.

Na zakończenie należy wspomnieć o istotnym zagadnieniu, jakim jest rzeczywista implementacja wspomnianych technologii. Obecnie większość systemów jest wciąż instalowana bez ścisłych formalnych metod projektowania. W szczególności dotyczy to systemów otwartych. Integratorzy zwykle polegają na nabytej wiedzy i doświadczeniu, dlatego ważna jest tutaj ścisła współpraca z firmami budowlanymi i architektami już na wczesnym etapie projektowania instalacji. Z tego powodu wciąż rozwijane są aplikacje i metody pozwalające na lepsze przewidywanie własności zaprojektowanego systemu oraz określenie jakości stosowanych w nim urządzeń. W chwili obecnej, pomimo istnienia zaawansowanych narzędzi do projektowania systemów automatyki budynkowej, kompletna analiza i dokładne modelowanie zachowania systemu jest bardzo złożonym zagadnieniem.

Jakub Możaryn

KRAMIK i RYNEK

Ogłoszenia i reklamy hurtowni, sklepów, importerów, producentów, dealerów, itp. są płatne. Cena podstawowego modułu (35 x 20 mm) wynosi 66 zł + VAT. Koszt minimalnej ramki dla ogłoszeń o wielkości 3 modułów wynosi 198 zł + VAT. Moduły można łączyć zarówno w pionie jak i w poziomie. Maksymalna szerokość ogłoszenia to 5 modułów, wysokość 12 modułów. Rabaty stosujemy wyłącznie dla reklam powyżej 8 modułów: 4-6 emisji 10%, 7-11 emisji 15% i od 12 emisji 25%.

Oferta specjalna:

- publikacja fragmentów cennika w ramce o wielkości: 8 modułów w pionie cena 264 zł + VAT, 9 modułów w poziomie 305 zł + VAT
- rabat specjalny dla firm poszukujących pracowników wynosi 25% (wyłącznie dla dużych reklam).

Wszelkich informacji udziela **Grzegorz Krzykawski**, **tel. 22 257 84 60**, e-mail: **grzegorz.krzykawski@ep.com.pl**. Reklamy do tej rubryki mogą być przygotowane przez Zamawiającego w postaci wydruku z drukarki laserowej lub pliku w formacie CDR, AI, EPS (tekst zmieniony na krzywe), PSD, PDF z próbnym wydrukiem albo pliku w dowolnym edytorze tekstu (także z wydrukiem), jeśli krój czcionek nie jest rzeczą dużej wagi. Małe reklamy mogą być przygotowane w redakcji (gratis) na podstawie odręcznego szkicu lub maszynopisu. Opracowania te nie będą jednak wówczas uzgadniane z Zamawiającym przed oddaniem do druku.

Redakcja nie odpowiada za treść reklam i ogłoszeń zamieszczonych w Elektronice Praktycznej

Ezi-SERVO®
dotrzymuje kroku
FASTECH
Możliwość sterowania przez RS485.
Dostępne wersje z wbudowanym pozycjonerem.
12 Nm
Silniki krokowe niegubiące kroków
ELDAR
www.fastech.pl
ul. Morcinka 51, 45-531 Opole
(77) 442 04 04; (77) 453 22 59

01-962 Warszawa
ul. Przytyk 6/31
www.gtb-solaris.pl
Moduły fotowoltaiczne 3-120W/12V
Generatory wiatrowe 60-220W/12V

RACK i Eurocarta 19" Wyposażenie szaf 19"
www.obudowa.pl
Producent obudów dla elektroniki tel. 032-230-2301

Polecamy produkty firmy TechNexion
Moduły CPU
TDM-3730
1GHz ARM Cortex-A8
512 MB LP DDR
512 MB NAND Flash
TAM-3517
600MHz ARM Cortex-A8
256 MB DDR2
512 MB NAND Flash
TAO-3530
600MHz ARM Cortex-A8
430MHz DSP
128 MB LP DDR
256 MB NAND Flash
Bogato wyposażone płyty bazowe
VGA, LVDS, HDMI/DVI, S-video, Audio in/out, LAN, CAN, USB, SD, SPI, I2C, RS-232, RS-422/485, RTC
Wireless LAN 802.11 b/g
opcja dostępna dla wszystkich modułów
Sklep online: www.shop.kristech.pl
Wiki: www.wiki.kristech.pl
KT KrisTech
ul. Porzeczkowa 12, 43-450 Ustroń
tel: (33) 4876688, fax: (33) 4876945
e-mail: kristech@kristech.pl

AVT1089
Tor podczerwieni
www.sklep.avt.pl

Części Elektroniczne Hurt • Detal • Import • Wysyłka
tel. 022 864 66 07 • transfer@post.pl
www.transfer-elektronik.com/sklep-shop
www.transfer-elektronik.com/sklep-shop5

MASZCZYK®
OBUDOWY DLA ELEKTRONIKI
http://www.maszczyk.pl
e-mail: maszczyk@maszczyk.pl
„MASZCZYK"
05-071 Sulejówek-Miłosna
ul. Mickiewicza 10
tel. (22) 783-45-20
fax (22) 783-90-85
kom. 602-726-086
Obudowy urządzeń przenośnych
z-89F
5,34 zł
Obudowy na szynę
z-100F
6,77 zł
Obudowy hermetyczne
z-56
4,98 zł
Obudowy pilotów
p-7
2,49 zł

inteligentna elektronika
Firma posiada wieloletnie doświadczenie w produkcji urządzeń RFID, kontroli dostępu oraz elektronicznego znakowania zwierząt. Oferujemy usługi w zakresie projektowania oraz produkcji urządzeń elektronicznych według specyfikacji lub pomysłu klienta.
Nasza oferta:
- opracowanie koncepcji układu,
- wykonanie modelu i prototypu,
- tworzenie oprogramowania,
- wykonanie testów i walidację,
- badania CE,
- przygotowanie dokumentacji technicznej,
- wykonanie serii montażowej,
- produkcję seryjną.

Realizujemy krótkie serie oraz prototypy w atrakcyjnych cenach.
Produkty:
Programator RFID transponderów HiTAG S
(Tworzy transponder o formacie UNIQUE, z kodem zadawanym przez użytkownika)
cena 490 PLN netto
Transpondery R/W HiTAG S (w formie obrączek) cena 5 PLN netto
www.i-mikroelektronika.pl

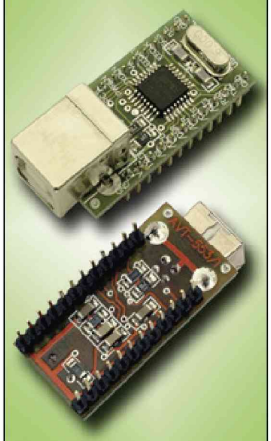
Silnik prądu stałego z przekładnią
DG2425-080-2 [95 obr/min]



25 zł netto
www.mobot.pl

S&H
Software&Hardware
RENOIR
Sterowniki CNC
Współpraca z silnikami krokowymi oraz serwomotorami
GOYA
LINIAŁY OPTYCZNE I PANELE ODCZYTOWE
ELDAR
www.cnc.eldar.biz
ul. Morcinka 51, 45-531 Opole
(77) 442 04 04; (77) 453 22 59

AVT553/U232
Konwerter USB<->RS232



Dostępne wersje:
A - płytka drukowana: 6zł
B - komplet elementów: 36zł
C - układ zmontowany: 40zł
www.sklep.avt.pl

Reklama
wymiary
35×89 mm
cena
264
złote netto
Szczegółowych informacji udziela Grzegorz Krzykawski
tel. 22 257 84 60
grzegorz.krzykawski@ep.com.pl

FIRMA PIEKARZ
CZĘŚCI ELEKTRONICZNE
Polecamy obudowy firmy Gainta

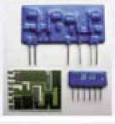


Podane ceny to ceny hurtowe netto.
Firma Piekarz Sp. J.
ul. Wólczyńska 206
01-919 Warszawa
www.piekarz.pl
tel.: 22-835-50-37
tel.: 22-835-50-41
fax: 22-213-92-82
sprzedaz@piekarz.pl

KONEL
HYBRID MICROCIRCUITS & SENSORS
ul. Romanowicza 2
30-702 Kraków
tel/fax 012 257 14 29



Rezystory grubowarstwowe
- szeroki zakres rezystencji i mocy
- wysokonapięciowe
- nietypowe
Ceny netto od 0,20 PLN



Mikroukłady hybrydowe
na indywidualne zamówienia według schematu klienta
Ceny negocjowane indywidualnie



Przetwornice DC/DC
- od 0,5 W do 200 W
- izolacja do 6 kV
- również do wózków widłowych
Ceny netto od 15 PLN



Przekaźniki elektroniczne
- stało- i zmiennoprądowe
- do 40 A
Ceny netto od 40 PLN

www.konel.pl

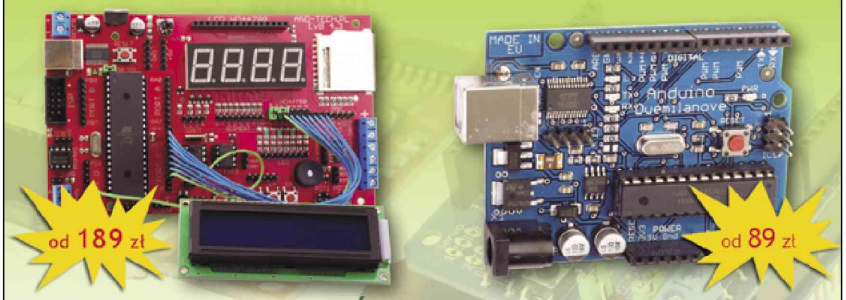
Regulator dedykowany do zdalnie sterowanych modeli, głownie do samochodów i łodzi, gdzie wymagana jest płynna zmiana prędkości obrotowej, wysokoprądowych, szczotkowych silników prądu stałego, w obu kierunkach.

Modelarski regulator dwukierunkowy
AVT 5190

- Zasilanie: akumulatory 6-10 cel Ni-Mh lub Ni-Cd lub 2-3 cel Li-poly lub Li-ion
- Automatyczna detekcja ilości cel
- Hamulec „proporcjonalny"
- Funkcja Cut-off
- Sygnalizacja niskiego poziomu napięcia akumulatora
- Wyłączenie silnika w przypadku stwierdzenia zaniku sygnału
- Sygnał wejściowy: impulsy z odbiornika 1.5ms +/-0,5ms
- Zabezpieczenie termiczne
- Szybka kalibracja jednym przyciskiem
- Ustawianie szerokości i położenia neutrum
- Opcja pracy jako regulator jednokierunkowy
- Maksymalny prąd ciągły: 20A
- Maksymalny prąd chwilowy: 40A
- Minimalna ilość zwoi silnika: 18

www.sklep.avt.pl

www.zestawyuruchomieniowe.pl



GRATIS! 14 CZĘŚCIOWY KURS BASCOM

Zestawy AVR i ANDUINO

nixie.ep.com.pl

Miniaturowe urządzenie śledzące do samochodu EXELON

- Śledzenie przez wiadomości SMS
- Alarmowanie gdy samochód wyjdzie poza obszar 50-100m
- Możliwość podłączenia urządzenia pod wyłączniki krańcowe wzbudzające alarm. Ochrona dowolnej części pojazdu
- Możliwość współpracy urządzenia z już istniejącym alarmem samochodowym
- Inteligentne SMSy opisujące stany alarmu i podpowiadające komendy
- Wiele innych



więcej na:
www.exelonpre.pl
i portalach aukcyjnych

CENA BRUTTO: 299zł

ELETTRONICA SANTERNO

światowe normy:

GWARANCJA 3 LATA



SINUS PENTA
...więcej niż standard

Wejście enkoderowe
Sterowanie kaskadą pomp
Częstotliwość do 1000Hz
Funkcja Master-Slave
Zwrot energii do sieci

15kW
750 €

ELDAR

WWW.FALOWNIKI.NET
ul. Morcinka 51, 45-531 Opole
(77) 442 04 04; (77) 453 22 59

Hurtownia elementów elektronicznych "AKSOTRONIK" zaprasza do swojego sklepu internetowego
Zaloguj się i kupuj ON-LINE na naszej stronie:
WWW.AKSOTRONIK.COM.PL


Wyświetlacze LCD 2x16 nieb. podś. HD44780 8,99 PLN


Wtyk SMA zaiskany 1,80 PLN



Bateria litowa CR2032 0,26 PLN


Transile P6KE i 1.5KE Ceny od 0,14 PLN


Potencjometry 9x11 0,85 PLN

Wtyk USB typ A z osłoną 0,32 PLN



Aksotronik
ELEMENTY ELEKTRONICZNE
WWW.AKSOTRONIK.COM.PL


Pęseta ESD z wymiennymi końcówkami 5,49 PLN


Kontakt IPA (izopropyl) spray 65ml 3,45 PLN


Konektory samochodowe żeńskie 6.3mm 4,80 PLN/100szt


Gałka ze skalą 2,05 PLN


Kondensatory rozruchowe do silników Cena od 1,66 PLN

Koszyk na 2 baterie AA z przełącznikiem i pokrywką 0,99 PLN

Uwaga!!! Powyższe ceny dotyczą zakupów minimalnych ilości hurtowych, poprzez nasz sklep internetowy.
W swojej ofercie posiadamy mni: półprzewodniki (diody, układy scalone, tranzystory, triaki, elementy optoelektroniczne), elementy dystansowe, złącza, przełączniki, cyny, rezystory, kondensatory, kwarce, podstawki, elementy akustyczne.
Zapraszamy do kontaktu: INFO@aksotronik.com.pl, tel: (22) 783-2051

nixie.ep.com.pl

msp430.ep.com.pl

Frezarka cnc
Do prac mechanicznych w elektronice
Zrób sam Podzespoły: Zrób sam
mechaniczne, elektroniczne, oprogramowanie
www.pyffel.com.pl
Tel.(075)732-47-00

Atrakcyjna propozycja dla reklamodawców

cennik o wymiarach 111×66 mm (kolor)

cena 305 zł (netto)

Więcej informacji: Grzegorz Krzykawski
tel. 22 257 84 60
e–mail: grzegorz.krzykawski@ep.com.pl

www.delta.poznan.pl

KAMERY


Przetwornik: 1/3" Sony CCD
Zasięg LED IR: 30 m
Rozdzielczość pozioma: 420 TVL
Obiektyw zmiennoogniskowy: 4 ... 9 mm
Kąt widzenia: 62° ... 30° (regulacja ręczna)
Zewnętrzna, hermetyczna, IP66
► CA42-49/IRD-4 Cena detaliczna brutto: 310 PLN


Przetwornik: 1/3" Sharp CCD
Zasięg LED IR: 60 m
Rozdzielczość pozioma: 600 TVL
Obiektyw zmiennoogniskowy: 2,8 ... 12 mm
Kąt widzenia: 81° ... 22° (regulacja ręczna)
WDR, DNR, HLC, detekcja ruchu, ...
► C66-2812 Cena detaliczna brutto: 429 PLN


Przetwornik: 1/3" Sony Super HAD CCD
Obiektyw: 4 - 9 mm (kąt widzenia: 62° ... 30°)
Rozdzielczość pozioma: 700 TVL
Zasięg LED IR: 30 m
Zewnętrzna, IP65; WDR, DNR, HLC, detekcja ruchu, strefy prywatności, mirror, ...
DSP Sony effio
► VF-700/IRD-3 Cena detaliczna brutto: 470 PLN

www.delta.poznan.pl

Kondensatory rozruchowe



K* - wyprowadzenia: konektory
P** - wyprowadzenia: przewody

Kod handlowy	Pojemność [uF]	Wymiary [mm]	Cena [PLN]
KS1/450 K*	1	26x55	4,50
KS1/450 P**	1	26x55	5,00
KS3/450 K	3	26x55	6,00
KS3/450 P	3	26x55	7,00
KS5/450 K	5	34x55	7,00
KS5/450 P	5	34x55	8,00
KS6/450 K	6	34x55	8,00
KS8/450 P	8	34x70	9,00
KS10/450 K	10	36x70	9,00
KS10/450 P	10	36x70	10,50
KS12/450 P	12	45x75	11,00
KS16/450 K	16	45x75	11,50
KS16/450 P	16	45x75	12,50
KS20/450 K	20	45x75	13,00
KS20/450 P	20	45x75	14,00
KS25/450 P	25	50x85	17,00
KS30/450 K	30	50x85	17,00
KS40/450 P	40	45x125	23,00
KS60/450 P	60	60x125	30,00
KS100/450 P	100	75x145	42,00

- ✓ Napięcie 450 VAC
- ✓ Pojemności: 1uF-100uF
- ✓ Mocowanie na śrubę M8
- ✓ Wyprowadzenia: konektory lub przewody

AVT Korporacja Sp. z o.o.
03-197 Warszawa, ul. Leszczynowa 11
tel.(22) 257 84 50
www.sklep.avt.pl

STEROWNIKI SILNIKÓW KROKOWYCH
WYSOKA DYNAMIKA, MIKROSTEP 4-256, DO 100V, DO 8A
znakomite do CNC i nie tylko...
042 6458579, 601255408 www.frezarkicnc.pl

forum.ep.com.pl



SPRAWDZONA JAKOŚĆ ZA PRZYSTĘPNĄ CENĘ

W NASZEJ OFERCIE:
Układy scalone: AN, BA, BD, CXA, KIA, LA, LB, LM, M, MA, MB, NE, OEC, PC, PCA, RSN, STK, STR, TA, TB, TC, TDA, TEA, TNY, UPC, VIPER

Tranzystory: 2SA, 2SB, 2SC, 2SD, 2SJ, 2SK, BC, BD, BDW, BDX, BF, BS, BT, BTA, BU, BUH, BUT, BUL, BUZ, DTA, IRF, IRFP, IRFZ, MJ, MJE, MPSA, S, SE i inne...

Lasery: CDM, H, HOP, HPC, KHM, KHS, KSM, KSS, OPTIMA, PEA, RAE, SF, SF-P, SOH, TCM, VAM

Ponadto:
diody, taśmy do paneli, baterie, akumulatorki, chemia, piloty, przewody, narzędzia, akcesoria lutownicze i pomiarowe, latarki, oświetlenie led

Przykładowe ceny netto z oferty:
- 2SC 2078 SANYO – 2,20 zł
- 2SC 5707 SANYO – 0,77 zł
- 2SD 2499 TOSHIBA – 1,85 zł
- TDA 4863AJ NXP/PHILIPS – 1,80 zł
- TDA 7294 STM – 4,90 zł
- KSS 213 CCM SONY z mechaniką – 16,50 zł

Przy większych zamówieniach istnieje możliwość negocjacji ceny

SPRAWDŹ NAS !!! www.humasklep.pl
tel. 22 774 08 65 faks 22 774 13 23 e-mail: huma@huma.com.pl

Nie przegap!
interesujących materiałów w siostrzanym czasopiśmie



www.elportal.pl

A może masz pomysł na ciekawy artykuł lub projekt? Skonstruowałeś urządzenie, które jest godne zaprezentowania szerszej publiczności? Możesz napisać artykuł edukacyjny? Chcesz podzielić się doświadczeniem? W takim razie zapraszamy do współpracy na łamach Elektroniki dla Wszystkich. Kontakt: *edw@elportal.pl*

EdW możesz zamówić w sklepie internetowym AVT http://www.sklep.avt.pl, telefonicznie 22 257 84 50, fax: 22 257 84 55, listownie lub za pomocą e-maila: *handlowy@avt.pl* Do kupienia także w Empikach i wszystkich większych kioskach z prasą. Na wszelkie pytania czeka także Dział Prenumeraty tel. 22 257 84 22, *prenumerata@avt.pl*

W listopadowym wydaniu **Elektroniki dla Wszystkich** między innymi:

UniSterownik
Uniwersalna platforma sprzętowa umożliwia przeprowadzenie wielu interesujących eksperymentów. Znakomita okazja do bezbolesnego, łagodnego wejścia w świat mikroprocesorów i ich programowania!

Prosty odbiornik nasłuchowy Kasia
Układ zrealizowana na bazie popularnych elementów, znajdujących się w zapasach większości elektroników. Umożliwia nasłuch mnóstwa stacji na popularnych pasmach amatorskich.

Kondensatory foliowe
Choć we współczesnym miniaturowym sprzęcie kondensatorów foliowych jest niewiele, w niektórych zastosowaniach są niezastąpione. Dlatego każdy powinien znać ich rodzaje oraz kluczowe parametry.

Sterownik lampek choinkowych
Zaawansowany, wielokanałowy sterownik 12 lub 15 typowych łańcuchów choinkowych. Dzięki sterowaniu fazowemu możliwe jest uzyskanie niezliczonej ilości niepowtarzalnych efektów świetlnych.

BiStroboskop
Nietypowy stroboskop, wyposażony w dwa palniki ksenonowe. Zaawansowany sposób sterowania pozwala uzyskać interesujące efekty.

Ponadto w numerze:
- USB HID Joy
- Manekin
- Koleżeńskie porady – Inwentaryzacja
- Warsztatowe patenty – Warsztat w fotografiach
- Ośla Łączka – Filtry "matematyczne"
- Odbiór fal radiowych ELF-VLF
- Kuchnia Konstruktora – Precyzyjny pomiar prądu
- Szkoła Konstruktorów – wyniki udanych lub nieudanych eksperymentów z dowolnym układem elektronicznym.
- Szkoła Konstruktorów – nietypowa obudowa do dowolnego układu elektronicznego

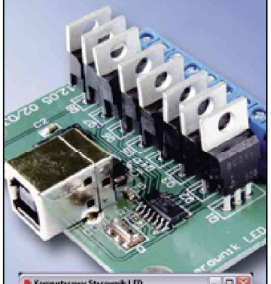
Fragment cennika o wymiarach 73×89 mm

cena specjalna:

264
złote netto

Szczegółowych informacji udziela
Grzegorz Krzykawski
tel. 22 257 84 60
grzegorz.krzykawski@ep.com.pl

AVT 5240
Komputerowy sterownik LED





www.sklep.avt.pl

30-716 Kraków, ul. Przewóz 34
tel. 12 410 25 50-51, fax 410 25 52

elpod

REZYSTORY PRECYZYJNE

typu RWE
(dowolne wartości rezystancji)
cena netto zakup 1000 szt. 0,50 zł/szt.
Rezystancja od 0,3 Ω do 10 MΩ
Tolerancja od 0,01% do 0,5%
TWR (TC) od ±5 do ±50 ppm/K
dla RWE 0207: 100 kΩ, 0,1%, 10 ppm/K

typu SMD
(rezystancje wg szeregu E-24; E-96)
cena netto zakup 1000 szt. 0,20 zł/szt.
Rezystancja od 10 Ω do 1 MΩ
Tolerancja od 0,1% do 1%
TWR (TC) od ±10 do ±50 ppm/K
dla SMD 0805: 24,9 kΩ, 0,5%, 10 ppm/K

biuro@elpod.com.pl • www.elpod.com.pl

ELMAX 1988
OBWODY DRUKOWANE

jednostronne, dwustronne z metalizacją
obwody na podłożu aluminium

- dokumentacja technologiczna
- dokumentacja konstrukcyjna
- testowanie elektryczne
- pokrycie Sn lub SnPb
- trawione szablony SMD

KRÓTKIE TERMINY

Wykonania super expresowe

SERIE DOWOLNE
– również prototypy

ELMAX Sp. j.(22) 781.63.95
05-091 Ząbki ul. J. Bema 8
www.elmax.waw.pl
elmax@elmax.waw.pl

Reklama
wymiary
35×89 mm

cena
264
złote netto

Szczegółowych informacji udziela Grzegorz Krzykawski
tel. 22 257 84 60
grzegorz.krzykawski@ep.com.pl

forum.ep.com.pl



forum.ep.com.pl

sklep.avt.pl

msp430.ep.com.pl
nixie.ep.com.pl

Układy wykonawcze

AVT440/1
z triakiem



AVT440/2
z przekaźnikiem



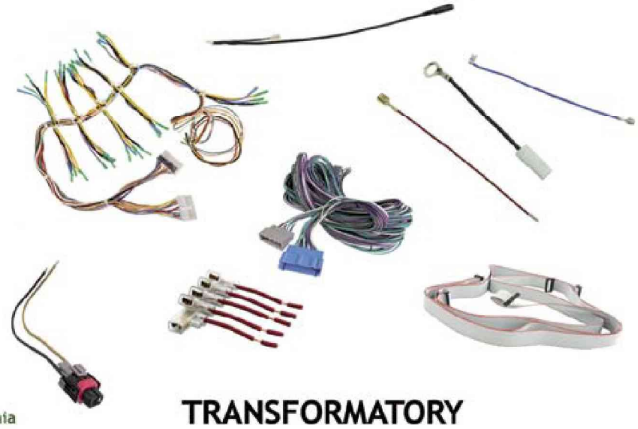
www.sklep.avt.pl

SIGMA.KRAKOW

Zakład Usług Sieciowych SIGMA Sp. Jawna Bednarek
ul. Romanowicza 7, 30-702 Kraków
Tel: +48 12 292 26 58, Fax: +48 12 292 08 58
e-mail: sales@sigma.krakow.pl
www.sigma.krakow.pl

WIĄZKI KABLOWE

- wiązki kablowe niskiego napięcia
- wiązki zasilające
- wiązki sygnałowe
- wiązki specjalne
- wiązki AGD
- wiązki do urządzeń fiskalnych
- wiązki samochodowe
- wiązki miniaturowe
- inne



Wykonujemy:
- montaż kompletnych wiązek kablowych
- zakuwanie końcówek konektorowych
- obróbkę przewodów jedno- i wielożyłowych
- połączenia w technologii lutowania i zgrzewania
- inne wg indywidualnych potrzeb

TRANSFORMATORY

- transformatory wysokiej częstotliwości
- transformatory toroidalne dla elektroniki
- transformatory halogenowe

Elementy indukcyjne
- cewki indukcyjne
- dławiki
- cewki powietrzne z rdzeniem ferrytowym i bez rdzenia
- przekładniki prądowe
- filtry przeciwzakłóceniowe





lika



Pomiary przemieszczeń
liniowych i kątowych



ELDAR

www.lika.pl
ul. Morcinka 51, 45-531 Opole
☎ (77) 442 04 04; (77) 453 22 59

STEROWNIKI PROGRAMOWALNE









ARRAY



TELMATIK
www.telmatik.pl
tel. (58) 624 95 05



- proste sterowniki PLC od 199 zł netto
- prosty panel operatorski 359 zł netto
- uniwersalny wskaźnik TC2400 36 zł netto
- zasilacze impulsowe od 90 zł netto
- licznik impulsów TC-Pro 482xx 199 zł netto
- regulator temperatury AT-503 230 zł netto
- czujniki indukcyjne od 49 zł netto

ELPIN & PCB s.c.

OBWODY DRUKOWANE • SZABLONY SMD

OBWODY JEDNOSTRONNE I DWUSTRONNE
Z METALIZACJĄ OTWORÓW
PROJEKTY I DOKUMENTACJE OBWODÓW DRUKOWANYCH
•
KRÓTKIE TERMINY • WYKONANIA SUPER EXPRESOWE
DOWOLNE SERIE – RÓWNIEŻ PROTOTYPY

CENY PŁYTEK DRUKOWANYCH

ILOŚCI PROTOTYPOWE:
JEDNOSTRONNE – 14,00 zł/dm² • DWUSTRONNE – 15,50 zł/dm²

SERIE PRODUKCYJNE:
JEDNOSTRONNE – 2,30 zł/dm² • DWUSTRONNE – 6,20 zł/dm²

Biuro: 02-743 Warszawa, ul. J.S. Bacha 22
Zakład produkcyjny: 05-200 Wołomin, ul. Legionów 115
tel. 0601 248 144, tel./faks 022 843 17 68, 847 48 29
www.elpinpcb.com.pl e-mail: biuro@elpinpcb.com.pl

Stacje lutownicze,
lutownice, groty

elwik



Stacja lutownicza
Kod: RT-24/80W
Cena: 320,- PLN

Cyforowa stacja lutownicza
Kod: RTC-24/80W
Cena: 467,- PLN

Lutownica 24V
Kod: LES-1 60W
Kod: LES-1 80W
Cena: 166,- PLN



Lutownica 24V 60W z regulacją temperatury
Kod: LERT-24
Cena: 197,- PLN



Groty ELWIK. Cena 19,- PLN za szt.

Rodzaj grota	Kod
Stożek 0.4mm	GROT GD1 044
Stożek 0.8mm	GROT GD1 045
Stożek 1.2mm	GROT GD1 046
Długi stożek 0.4mm	GROT GD1 047
Długi stożek 0.8mm	GROT GD1 048
Śrubokręt 2.4mm	GROT GD2 049
Śrubokręt 3.2mm	GROT GD2 050

Rodzaj grota	Kod
Długi śrubokręt 2mm	GROT GD2 051
Długi śrubokręt 2.4mm	GROT GD2 052
Dłuto 1.6mm	GROT GD3 053
Dłuto 2.4mm	GROT GD3 054
Dłuto 4mm	GROT GD3 055
Długie dłuto 1.6mm	GROT GD3 056
Długie dłuto 2.4mm	GROT GD3 057



AVT Korporacja Sp. z o.o., 03-197 Warszawa, ul. Leszczynowa 11
Dział Handlowy tel.: (22) 257 84 50 e-mail handlowy@avt.pl
www.sklep.avt.pl

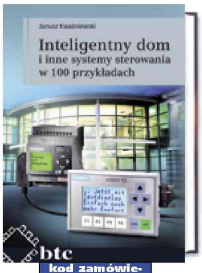


kod zamówie- KS–110555

100 projektów na 555

W książce przedstawiono 100 projektów o różnorodnej tematyce, bazujących na niezwykle popularnym timerze 555. Przedstawiono w niej także niezbędne wiadomości podstawowe dotyczące najpopularniejszych wersji tych układów, ich parametrów czasowych i elektrycznych, konfiguracji pracy, sposobu doboru elementów oraz dostępnego bezpłatnie oprogramowania wspomagającego realizację projektów na 555. Zwięzłe opisy prezentowanych projektów pozwalają zorientować się w ich sposobie działania także mniej doświadczonym konstruktorom. Prostota prezentowanych rozwiązań ułatwia ich samodzielne wykonanie hobbystom zajmującym się elektroniką.

Krzysztof Górski, stron: 160, cena: 59 zł



kod zamówie- KS–110902

Inteligentny dom i inne systemy sterowania w 100 przykładach

Książka w sposób metodyczny i przyjazny opisuje zastosowanie sterownika LOGO! w instalacjach domowych i przemysłowych. Pierwszy rozdział wprowadza Czytelnika w obszar automatyki oraz pokazuje możliwości sprzętowe sterownika. W kolejnych 6 rozdziałach omówiono wszystkie bloki wykorzystywane w programowaniu. Działanie ich zostało zilustrowane na przykładach. W ósmym rozdziale pokazano możliwości komunikacyjne sterownika. Kolejny rozdział to wprowadzenie do sterowania sekwencyjnego i pisania programów w tej konwencji. Dziesiąty rozdział zawiera przykłady dotyczące sterowania napędami, monitorowania danych, podniesienia standardu domów, ogrzewania, nawadniania, itp.

Janusz Kwaśniewski, stron: 216, cena: 61 zł

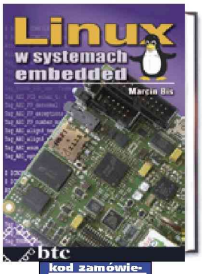


kod zamówie- KS–110556

Język C dla mikrokontrolerów AVR. Od podstaw do zaawansowanych aplikacji

Oto przebojowy duet – język C i mikrokontroler AVR!
Poznaj budowę i podstawy programowania mikrokontrolerów
Dowiedz się, jak do swoich celów wykorzystać język C
Naucz się rozwiązywać rzeczywiste problemy i tworzyć praktyczne rozwiązania
Mikrokontrolery AVR firmy Atmel stanowią dynamicznie rozwijającą się rodzinę układów. Dzięki niskiej cenie, dużym możliwościom i dostępności darmowych narzędzi od lat niezmiennie cieszą się dużą popularnością wśród hobbystów i osób profesjonalnie zajmujących się programowaniem mikrokontrolerów.

Tomasz Francuz, stron: 568, cena: 90 zł

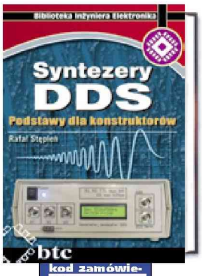


kod zamówie- KS–110800

Linux w systemach embedded

Książka jest podręcznikiem i poradnikiem dla inżynierów-konstruktorów oraz programistów. Przeznaczona jest dla wszystkich tych, którzy rozpoczynają, planują rozpocząć lub mają za sobą pierwsze doświadczenia z Linuksem w kontekście systemów wbudowanych. Przydatne informacje znajdą w niej zarówno elektronicy, jak i programiści wysokopoziomowych języków. Autor w przykładach zawarł wprowadzenie do systemu Linux oraz jego typowe zastosowania w tego typu rozwiązaniach. Przedstawiony został sposób budowy własnej minimalistycznej dystrybucji oraz sposoby wykorzystania i dostosowania do własnych potrzeb ogromnej ilości dostępnych gotowych rozwiązań.

Marcin Bis, stron: 568, cena: 89 zł

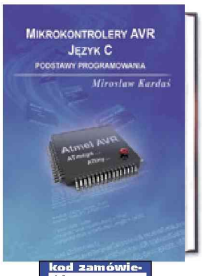


kod zamówie- KS–110901

Syntezery DDS. Podstawy dla konstruktorów

Metoda bezpośredniej syntezy cyfrowej DDS (Direct Digital Synthesis) to nowoczesna technika generacji sygnałów, całkowicie oparta na technice cyfrowej. Pozwala na łatwe i precyzyjne modyfikowanie parametrów generowanych sygnałów, a dzięki nowatorskim rozwiązaniom wymaga stosowania coraz mniejszej liczby elementów dyskretnych, coraz prostsze są także tory analogowe współpracujące ze scalonymi syntezerami.

Rafał Stępień, stron: 104, cena: 51 zł



kod zamówie- KS–110101

Mikrokontrolery AVR, język C, podstawy programowania

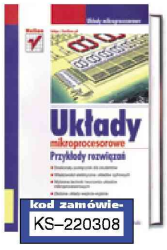
Książka przeznaczona jest dla elektroników i hobbystów, którzy chcą szybko, w oparciu o interesujące przykłady, poznać język C przeznaczony dla mikrokontrolerów AVR i nauczyć się pisać dla nich programy. Jest to język wysokiego poziomu o nieograniczonych możliwościach, ponieważ pozwala łatwo i wygodnie dokonywać połączeń z językiem maszynowym asembler. W sposób przystępny opisana została także architektura oraz możliwości samych mikrokontrolerów AVR wchodzących w skład dwóch rodzin: ATmega i ATtiny. Prezentowany materiał podzielony jest na trzy części. Pierwsza obejmuje zagadnienia związane z budową mikrokontrolerów, druga to wykład na temat podstaw samego języka, a trzecia zawiera szereg ćwiczeń. Wydanie 2 popr.

Mirosław Kardaś, stron: 468, cena: 83 zł



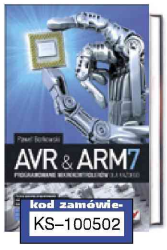
kod zamówie- KS–100204

Wstęp do programowania sterowników PLC, Robert Sałat, Krzysztof Korpysz, Paweł Obstawski
Stron: 260, cena 45,30 zł



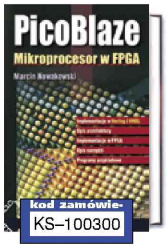
kod zamówie- KS–220308

Układy mikroprocesorowe. Przykłady rozwiązań, Bartłomiej Zieliński
Stron: 130, cena 30 zł



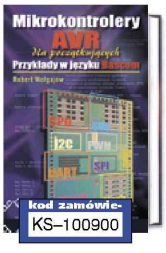
kod zamówie- KS–100502

AVR i ARM7. Programowanie mikrokontrolerów dla każdego, Paweł Borkowski
Stron: 528, cena 77 zł



kod zamówie- KS–100300

PicoBlaze. Mikroprocesor w FPGA, Marcin Nowakowski
Stron: 272, cena 82 zł



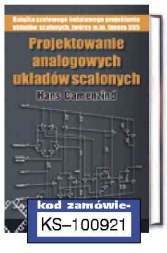
kod zamówie- KS–100900

Mikrokontrolery AVR dla początkujących. Przykłady w języku Bascom, Robert Wołgajew
Stron: 192, cena 70 zł



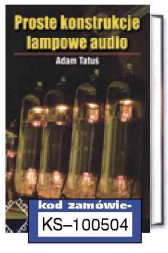
kod zamówie- KS–100203

Układy wtryskowe Common Rail w praktyce warsztatowej. Budowa, sprawdzanie, diagnostyka, Hubertus Günther
Stron: 160, cena 45,30 zł



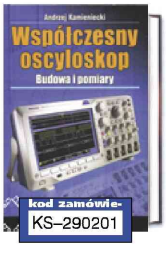
kod zamówie- KS–100921

Projektowanie analogowych układów scalonych, Hans R. Camenzind
Stron: 288, cena 82 zł



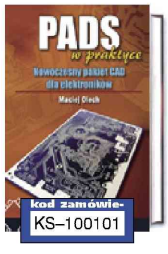
kod zamówie- KS–100504

Proste konstrukcje lampowe audio, Adam Tatuś
Stron: 224, cena 73,50 zł



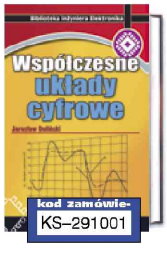
kod zamówie- KS–290201

Współczesny oscyloskop. Budowa i pomiary, FAndrzej Kamieniecki
Stron: 328, cena 82 zł



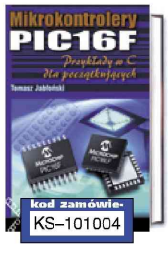
kod zamówie- KS–100101

PADS w praktyce. Nowoczesny pakiet CAD dla elektroników, Maciej Olech
Stron: 398, cena 82 zł



kod zamówie- KS–291001

Współczesne układy cyfrowe, Jarosław Doliński
Stron: 96, cena 51 zł



kod zamówie- KS–101004

Mikrokontrolery PIC16F. Przykłady w C, Tomasz Jabłoński
Stron: 232, cena 75 zł



kod zamówie- KS–230410

Mały słownik techniczny angielsko-polski i polsko-angielski, Praca zbiorowa
Stron: 498, cena 39 zł



kod zamówie- KS–241033

Mały słownik techniczny niemiecko-polski i polsko-niemiecki, Praca zbiorowa
Stron: 402, cena 42 zł



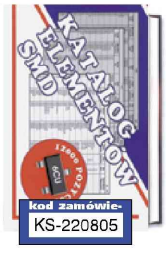
kod zamówie- KS–291005

Mikrokontrolery AVR – Niezbędnik programisty, Jarosław Doliński
Stron: 134, cena 25 zł



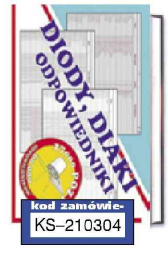
kod zamówie- KS–100700

RS232 w przykładach na PC i AVR, Rafał Chromik
Stron: 168, cena 70 zł



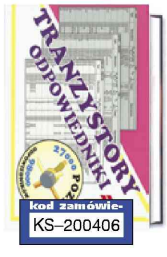
kod zamówie- KS-220805

Katalog elementów SMD
Stron: 344, cena 35 zł



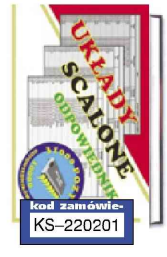
kod zamówie- KS–210304

Diody, diaki – odpowiedniki
Stron: 842, cena 50 zł



kod zamówie- KS–200406

Tranzystory – odpowiedniki Katalog część 1
Stron: 791, cena 45 zł



kod zamówie- KS–220201

Układy scalone – odpowiedniki
Stron: 784, cena 44 zł

Niniejsze ogłoszenie jest informacją handlową i nie stanowi oferty w myśl art. 66, § 1 Kodeksu Cywilnego. Ceny mogą ulec zmianie.

RABAT 10% dla prenumeratorów miesięcznika AVT

KSIĘGARNIA WYSYŁKOWA - www.sklep.avt.pl

Najlepsze książki dla Czytelników Elektroniki Praktycznej

KS–210714	Język VHDL. Projektowanie K. Skahill. WNT, str. 640	85,00 zł
KS–210808	Urządzenia elektroniczne cz. I . Elementy urządzeń A. J. Marusak. WSiP , str. 228	21,00 zł
KS–210809	Urządzenia elektroniczne cz. II. Układy elektroniczne A. J. Marusak. WSiP , str. 360	26,00 zł
KS–210902	Stereo w Twoim samochodzie M. Rumreich, str. 293	79,00 zł
KS–211010	Anteny . Podstawy polowe W. Zieniutycz. WKŁ, str. 124	22,00 zł
KS–220308	Układy mikroprocesorowe. Przykłady rozwiązań B. Zieliński. HELION, str. 127	30,00 zł
KS–220413	Dźwięk cyfrowy W. Butryn. WKŁ, str. 232	45,00 zł
KS–220519	Naprawa odbiorników satelitarnych J. Gremba, S. Gremba. SERWIS ELEKTRONIKI, str. 496	43,00 zł
KS–220604	Układy programowalne, pierwsze kroki BTC, wyd.II P . Zbysiński, J. Pasierbiński, str. 280	66,00 zł
KS–220605	Język VHDL w praktyce Praca zbiorowa. WKŁ, str. 268	55,00 zł
KS–220805	Katalog elementów SMD SERWIS ELEKTRONIKI, str. 344	35,00 zł
KS–220913	Mikrokontrolery PIC16F8x w praktyce T. Jabłoński. BTC, str. 226	58,00 zł
KS–221005	Mechatronika Praca zbiorowa. REA, str. 384	47,50 zł
KS–221009	Słownik techniczny niemiecko–polski polsko–niemiecki Praca zbiorowa REA, str. 1146	65,00 zł
KS–221113	Układy sterujące w zasilaczach i przetwornicach SERWIS ELEKTRONIKI, str. 298	42,00 zł
KS–221114	Układy scalone wideo – aplikacje cz. I SERWIS ELEKTRONIKI, str. 336	42,00 zł
KS–221201	Diagnozowanie silników wysokoprężnych H. Gunther. WKŁ, str. 242	41,00 zł
KS–221202	Projektowanie układów cyfrowych z wykorzystaniem języka VHDL M. Zwoliński WKŁ, str. 368	69,00 zł
KS–221203	Komputerowe systemy pomiarowe W. Nawrocki. WKŁ, str. 247	42,00 zł
KS–221204	Pokładowe systemy diagnostyczne pojazdów samochodowych J. Merkisz, WKŁ, str. 419	69,00 zł
KS–221205	Sterowanie silników o zapłonie iskrowym. Zasada działania, podzespoły WKŁ, 78 str.	51,50 zł
KS–221206	Czujniki w pojazdach samochodowych WKŁ, str. 144	55,00 zł
KS–221208	Wzmacniacze operacyjne P . Górecki. BTC, str. 250	68,00 zł
KS–230116	Mikroprocesory jednoukładowe PIC S. Pietraszek . HELION, str. 412	65,00 zł
KS–230118	RS 232C Praktyczne programowanie. Od Pascala i C++ do Delphi i Buildera A. Daniluk. HELION, str. 400	67,00 zł
KS–230201	Układy odchylania pionowego, poziomego i korekcji SERWIS ELEKTRONIKI, str. 345	40,00 zł
KS–230203	Zrozumieć małe mikrokontrolery J. M. Sibigtroth, BTC, str. 350	46,00 zł
KS–230311	Protel 99SE pierwsze kroki M. Smyczek. BTC, str. 200	54,00 zł
KS–230401	Podstawy elektroniki cyfrowej J. Kalisz. WKŁ, str. 610	48,00 zł
KS–230402	Systemy radiokomunikacji ruchomej K. Wesołowski WKŁ, str. 483	45,00 zł
KS–230410	Mały słownik techniczny angielsko–polski, polsko–angielski WNT str. 498	39,00 zł
KS–230602	Układy scalone audio w sprzęcie powszechnego użytku – aplikacje cz. 1 SERWIS ELEKTRONIKI, str. 336	42,00 zł
KS–230605	Mikrokontrolery 8051 w praktyce T. Starecki. BTC, str. 296	61,00 zł
KS–230731	Elektrotechnika i elektronika w pojazdach samochodowych A. Herner, Hans–Jurgen, WKŁ, str. 460	69,00 zł
KS–230732	Motocyklowe instalacje elektryczne R. Dmowski WKŁ, str.100	37,00 zł
KS–230929	Mikrokontrolery AVR w praktyce J. Doliński. BTC, str. 450	63,00 zł
KS–231001	Układy sterujące w zasilaczach i przetwornicach. Część II SERWIS ELEKTRONIKI, str. 309	42,00 zł
KS–231002	Układy sygnałowe i wzmacniacze wizji w OTVC i monitorach. Część I SERWIS ELEKTRONIKI, str. 327	41,00 zł
KS–240201	Podstawy cyfrowych systemów telekomunikacyjnych. K. Wesołowski, WKŁ, str. 408	49,00 zł
KS–240204	Projektowanie systemów mikroprocesorowych P . Hadam, BTC, str. 216	70,00 zł
KS–240209	Porady serwisowe OTVC Sony i Philips. SERWIS ELEKTRONIKI, str. 373	47,00 zł
KS–240213	Układy cyfrowe, pierwsze kroki. P . Górecki, BTC, str. 334	71,40 zł
KS–241031	Wzmacniacze mocy audio 6, str. 355	42,00 zł
KS–241032	Nowoczesny odbiornik telewizji kolorowej	41,00 zł
KS–241033	Mały słownik techniczny niemiecko–polski i polsko–niemiecki, str .402	42,00 zł
KS–241034	Programowanie mikrokontrolerów AVR w języku Bascom M. Wiązania, BTC, str. 352	75,00 zł
KS–250717	Programowanie mikrokontrolerów 8051 w języku C. Pierwsze kroki J. Majewski BTC, str. 304	78,00 zł
KS–250718	Mikrokontrolery 68HC08 w praktyce Kreidl, Kupris, Dilger. BTC, str. 328	70,00 zł
KS–250719	Mikrokontrolery AVR ATmega w praktyce R. Baranowski, str. 390, BTC	75,00 zł
KS–250720	Realizer – graficzne programowanie mikrokontrolerów G. Górski. MIKOM, str. 228	30,00 zł
KS–250729	Porady serwisowe – monitory Praca zbiorowa. SERWIS ELEKTRONIKI, str. 320	40,00 zł
KS–250730	Car audio – Pioneer, zeszyt 2 Praca zbiorowa, SERWIS ELEKTRONIKI, str. 96	20,00 zł
KS–251019	Projektowanie i analiza wzmacniaczy małosygnałowych A. Dobrowolski, P. Komur, A. Sowiński. BTC, str. 343	70,00 zł
KS–251020	Mikrokontrolery dla początkujących P. Górecki, BTC, str.408,	73,00 zł
KS–251108	Projektowanie układów analogowych poradnik praktyczny R. Pease, BTC, str. 270	70,40 zł
KS–251109	Cyfrowe przetwarzanie sygnałów od teorii do zastosowań P. Zieliński. WKŁ, str. 848	68,30 zł
KS–251110	Diagnostyka samochodów osobowych K. Trzeciak, WKŁ, str. 348	48,00 zł
KS–251111	Programowanie sterowników przemysłowych J. Kasprzyk. WNT, str.306	36,00 zł
KS–251112	Uszkodzenia i naprawa silników elektrycznych J. Zembrzuski. WNT, str. 208	34,00 zł
KS–251212	USB uniwersalny interfejs szeregowy W. Mielczarek, Helion, str.128	25,00 zł
KS–260103	Mikrokontrolery Nitron Motorola M68HC D. Kościelnik. WKŁ, str. 372	35,00 zł
KS–260104	Kody usterek poradnik diagnosty samochodowego Haynes Publishing, tł. P. Kozak WKŁ, str.444	92,00 zł
KS–260201	Car audio – zeszyt 4 Praca zbiorowa. SERWIS ELEKTRONIKI str. 96	20,00 zł
KS–260202	Układy sterujące w zasilaczach i przetwornicach cz.3 Praca zbiorowa. SERWIS ELEKTRONIKI, str. 305	42,00 zł
KS–260203	Pamięci masowe w systemach mikroprocesorowych P. Marks, BTC, str. 224	61,00 zł
KS–260204	Rozproszone systemy pomiarowe W. Nawrocki, WKŁ, str. 324	40,00 zł
KS–260338	Podstawy teorii sterowania Praca zbiorowa., wyd. 2, WNT, str. 490	62,00 zł
KS–260339	Podstawy miernictwa J. Piotrowski. WNT, str. 322	38,00 zł
KS–260340	Detekcja sygnałów optycznych, WNT, Z. Bielecki, A. Rogalski, str.400	25,00 zł
KS–260341	Elementy i układy elektroniczne w pytaniach i odpowiedziach M. Rusek, J. Pasierbiński WNT, str. 398	44,00 zł
KS–260343	Podstawy elektroniki Praca zbiorowa. REA, str. 352	45,00 zł
KS–260503	Podstawy technologii dla elektroników R. Kisiel BTC, str. 206	64,00 zł
KS–260504	Algorytmy + struktury danych = abstrakcyjne typy danych P. Kotowski. BTC, str. 203	56,70 zł
KS–260505	Mikrofale. Układy i systemy J. Szóstka WKŁ, str. 352	44,00 zł
KS–260801	Mikrokontrolery AVR Atiny w praktyce, R. Baranowski, BTC, str. 381 ł	74,00 zł
KS–271003	Protel DXP pierwsze kroki, BTC, Marek Smyczek, str. 264	70,00 zł
KS–280108	Poradnik inżyniera elektryka tom 2, WNT, Praca zbiorowa, str. 934	145,00 zł
KS–280112	Czujniki – mechatronika samochodowa, WKŁ, Andrzej Gajek, Zdzisław Juda, str. 241	49,00 zł
KS–280500	Programowalne sterowniki automatyki PAC, Nakom, Krzysztof Pietrusewicz, Paweł Dworak, str. 542	70,00 zł
KS–280600	Wyświetlacze graficzne i alfanumeryczne w systemach mikroprocesorowych, BTC, Rafał Baranowski, str. 176	70,00 zł
KS–281107	Słownik terminologii nagrań dźwiękowych PRO-AUDIO, Audiologos, Krzysztof Szlifirski, str. 277	37,00 zł
KS–281108	BASCOM AVR w przykładach, BTC, Marcin Wiązania, str. 286	66,00 zł
KS–290000	Sieci telekomunikacyjne, WKŁ, Wojciech Kabaciński, Mariusz Żal, str. 604	49,00 zł
KS–290002	Telewizyjne systemy dozorowe, WKŁ, Paweł Kałużny, str. 231	48,00 zł
KS–290201	Współczesny oscyloskop. Budowa i pomiary, BTC, Andrzej Kamieniecki, str. 328	82,00 zł
KS–290304	Serwis sprzętu domowego 1/09, APROVI	12,00 zł
KS–290602	Systemy i sieci dostępowe XDSL, WKŁ, Sławomir Kula, str. 292	59,00 zł
KS–290906	Podstawy elektrotechniki i elektroniki samochodowej, WSiP, P. Fundowicz, B. Michałowski, M. Radzimierski, str. 224	43,00 zł
KS–290907	Pracownia elektryczna. Biblioteka elektryka, WSiP, Marek Pilawski, Tomasz Winek, str. 224	27,00 zł
KS–290908	Instalacje elektryczne w budownictwie, WSiP, Witold Jabłoński, str. 128	17,00 zł
KS–290909	Elektronika, WSiP, Augustyn Chwaleba, str. 544	42,00 zł
KS–290914	Odnawialne źródła energii i pojazdy proekologiczne, WNT, Grażyna Jastrzębska, str. 284	32,00 zł
KS–290916	Elektrotechnika i elektronika dla nieelektryków, WNT, Praca zbiorowa, s. 634	69,00 zł
KS–291000	Programowalny sterownik SIMATIC S7-300 w praktyce inżynierskiej, BTC, Janusz Kwaśniewski, str. 341	82,00 zł
KS–291001	Współczesne układy cyfrowe, BTC, Jarosław Doliński, str. 96	51,00 zł
KS–291002	USB praktyczne programowanie z windows API w C++, Helion, Andrzej Daniluk, str. 280	40,00 zł
KS–291004	Urządzenia i systemy mechatroniczne, część 2, REA, Praca zbiorowa, str. 276	40,00 zł
KS–291005	Mikrokontrolery AVR – niezbędnik programisty, BTC, Jarosław Doliński, str. 134	25,00 zł
KS–100101	PADS w praktyce. Nowoczesny pakiet CAD dla elektroników, BTC, Maciej Olech, str. 398	82,00 zł
KS–100200	Budowa i remont domu. Poradnik bez kantów, Septem, Witold Wrotek, str. 352	35,00 zł
KS–100203	Układy wtryskowe Common Rail w praktyce warsztatowej, WKŁ, Huber tus Günther, str. 160	45,30 zł
KS–100204	Wstęp do programowania sterowników PLC, WKŁ, R. Sałat, K. Korpysz, P. Obstawski, str. 260	45,30 zł
KS–100300	Picoblaze. Mikroprocesor w FPGA, BTC, Marcin Nowakowski, str. 272	82,00 zł
KS–100301	Programowanie sterowników PLC w języku drabinkowym, BTC, Stanisław Flaga, str. 191	82,00 zł
KS–100302	Serwis sprzętu domowego 6/09, SSD, str. 60	12,00 zł
KS–100303	Serwis sprzętu domowego 1/10, SSD, str. 60	15,00 zł
KS–100500	Transmisja internetowa danych multimedialnych w czasie rzeczywistym, WKŁ, Bartosz Antosik, str. 332	52,00 zł
KS–100501	Projektowanie złożonych układów cyfrowych, WKŁ, M. Pawłowski, A. Skorupski, str. 248	60,50 zł
KS–100502	AVR i ARM7. Programowanie mikrokontrolerów dla każdego, Helion, Paweł Borkowski, str. 528	77,00 zł
KS–100503	Naprawa i obsługa pojazdów samochodowych, WSiP, Seweryn Orzełowski, str. 368	37,00 zł
KS–100504	Proste konstrukcje lampowe audio, BTC, Adam Tatuś, str. 224	73,50 zł
KS–100505	Poradnik montera elektryka tom 2, WNT, Praca zbiorowa, str. 480	82,00 zł
KS–100506	Satelitarne sieci teleinformatyczne (oprawa twarda), WNT, Zieliński Ryszard J., str. 536	37,00 zł
KS–100507	Budowa pojazdów samochodowych. Część 1, REA, Praca zbiorowa, str. 266	35,00 zł
KS–100508	Budowa pojazdów samochodowych. Część 2, REA, Praca zbiorowa, str. 499	35,00 zł
KS–100509	Podwozia i nadwozia pojazdów samochodowych, REA, Praca zbiorowa, str. 276	42,00 zł
KS–100600	Programowanie mikrokontrolerów LPC2000 w języku C, pierwsze kroki, BTC, Jacek Majewski, str. 240	82,00 zł
KS–100601	Fotowoltaika w teorii i praktyce, BTC, Ewa Klugmann-Radziemska, str. 200	82,00 zł
KS–100700	RS232 w przykładach na PC i AVR, BTC, Rafał Chromik, str. 168	70,00 zł

www.sklep.avt.pl

ZAMÓWIENIE
Księgarnia Wysyłkowa AVT

UWAGA! **Dla prenumeratorów AVT rabat 10%**

Nr prenumeratora

Tytuł	kod	ilość egz.
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		

Zamówione książki wysyłamy za pobraniem pocztowym. **Koszty przesyłki wynoszą 15 zł**

Zamawiający:.....
imię i nazwisko, nazwa instytucji

Adres:.....
ulica nr kod miejscowość

tel.....Data.....Podpis.....
(czytelny)

☐ PARAGON

☐ FAKTURA VAT nr NIP pieczęć

Książki są dostarczane pocztą – wystarczy wypełnić zamówienie (blankiet powyżej) i wysłać do nas:

poczta: **AVT - Księgarnia Wysyłkowa, ul. Leszczynowa 11, 03-197 Warszawa**

tel./fax: **tel. +48222 578 450, faks +48222 578 455**

e-mailem: **handlowy@avt.pl**

Niniejsze ogłoszenie jest informacją handlową i nie stanowi oferty w myśl art. 66, § 1 Kodeksu Cywilnego. Ceny mogą ulec zmianie.

Kity i Moduły AVT

Od 1990 roku w AVT opracowano ponad 2000 projektów układów elektronicznych, które były publikowane w wydawanych przez AVT czasopismach dla elektroników oraz oferowane w postaci zestawów do samodzielnego montażu. Aktualna oferta obejmuje najbardziej popularne kity, t.j. zestawy składające się z płytki drukowanej, elementów i instrukcji (tzw. wersja **B**). Oferowane są też same płytki z dokumentacją (wersja **A**) oraz układy zmontowane i uruchomione (wersja **C**). Seria kitów cieszących się największym zainteresowaniem w kraju i za granicą została przygotowana w wersji eksportowej **TOP-Q**. Z kolei kity zamawiane w dużych ilościach jako układy zmontowane i uruchomione są oferowane w kategorii **Moduły AVT**. Zatem oferta AVT obejmuje: **Kity TOP-Q**, **Kity AVT** (w wersjach **A**, **B**, **C**) oraz **Moduły AVT**.

Prezentacje techniczne poszczególnych kitów i modułów są dostępne na stronie: sklep.avt.pl

TOP Q kit

Kity TOP-Q

Kity TOPQ to seria Kitów AVT przygotowanych na rynek zagraniczny i krajowy



Kod	Nazwa	Cena PLN z VAT (23%)
RTV/Audio/Video		
AVT 594 B	Zdalnie sterowany potencjometr do aplikacji audio	90
AVT 734 B	Uniwersalny moduł audio	24
AVT 741 B	Najprostszy wzmacniacz mocy 22 W	24
AVT 742 B	Niskoszumny mikser stereo	17
AVT 744 B	Najprostszy wzmacniacz mocy 2×22W	28
AVT 1023 B	Przedwzmacniacz gramofonowy o charakterystyce RIAA	19
AVT 1024 B	Słuchawkowy wzmacniacz wysokiej jakości	26
AVT 2050 B	Najprostszy wzmacniacz akustyczny 3 W	18
AVT 2132 B	Przedwzmacniacz z regulacją barwy dźwięku	24
AVT 2153 B	Wzmacniacz 100 W	57
AVT 2392 B	Wzmacniacz mikrofonowy SMD	19
AVT 2449 B	Filtr do subwoofera	22
AVT 2469 B	Odbiornik UKF FM	49
AVT 2477 B	Wzmacniacz mocy 70 W na TDA 1562	85
AVT 2499 B	Wzmacniacz 4×40 W	80
AVT 2723 B	Stereofoniczny nadajnik FM	38
AVT 2728 B	Wzmacniacz mikrofonowy	20
Układy uP, uC i do PC		
AVT 2500 B	Płytka testowa do kursu BASCOM 8051	98
AVT 2501 B	Emulator procesorów 89CX051	52
AVT 2502 B	Programator procesorów 89CX051	70
AVT 2550/P B	Programator procesorów AVR	23
AVT 3500 B	Płytka testowa do kursu BASCOM AVR	120
AVT 5125 B	Programator USB AVR (STK500)	56
Przyrządy warsztatowe		
AVT 512 B	Cyfrowy miernik pojemności	80
AVT 727 B	Uniwersalny moduł zasilający	16
AVT 733 B	Monitor i konserwator akumulatora	30
AVT 735 B	Regulator impulsowy DC	25
AVT 736 B	Ekonomiczny zasilacz warsztatowy	22
AVT 1066 B	Miniaturowy zasilacz uniwersalny	18
AVT 1081 B	Miniaturowy stabilizator impulsowy	35
AVT 1459 B	Uniwersalny układ czasowy	20
AVT 1461 B	Uniwersalny zasilacz laboratoryjny 5 i 12 VDC/1 A	19
AVT 2126 B	Najmniejszy moduł miniwoltomierza na LCD	32
AVT 2270 B	Moduł miliwoltomierza do zasilaczy	37
AVT 2857 B	Moduł woltomierza/amperomierza z termostatem	76
AVT 5086 B	Programowany 4-kanałowy komparator/woltomierz	82
Dla domu, samochodu, wypoczynku i zabawy		
AVT 390 B	8-kanałowy przełącznik RC5/SIRC	36
AVT 513 B	Zegar ze 100-letnim kalendarzem i 2-kanałowym termometrem	88
AVT 522 B	Miniaturowy zamek szyfrowy – Immobilizer	72
AVT 720 B	Błękitno-biały mrygacz	14
AVT 721 B	Klaskacz – akustyczne zdalne sterowanie	16
AVT 722 B	Rozjaśniacz samochodowy	14

Kod	Nazwa	Cena PLN z VAT (23%)
AVT 723 B	Trójwymiarowy labirynt elektroniczny	16
AVT 724 B	Uniwersalny układ czasowy	13
AVT 725 B	Magiczny przełącznik	12
AVT 726 B	Uniwersalna centralka alarmowa	20
AVT 728 B	„Wypasiony" scalony sensor	14
AVT 729 B	Zwariowany kręciołek	16
AVT 730 B	Dalekosiężny tor podczerwieni	30
AVT 731 B	Przeraźliwy straszak	29
AVT 732 B	Whisper – łowca szeptów	28
AVT 737 B	Melodyjka i gong	23
AVT 738 B	Szoker-masażysta	30
AVT 739 B	Irytator – dokuczliwy natręt nocny	18
AVT 740 B	Niezwykła „niebieska" dotykowa syrena policyjna	25
AVT 743 B	Tajemnicze światełko	17
AVT 745 B	Uniwersalny regulator	26
AVT 746 B	Ekonomizer	12
AVT 747 B	Stroboskop dyskotekowy	24
AVT 841 B	Ultradźwiękowy detektor ruchu	38
AVT 924 B	Programowany sterownik świateł	38
AVT 925 B	Karta przekaźników na USB	67
AVT 950/1 B	Termostat elektroniczny	94
AVT 969 B	Bezstykowy zamek RFID	60
AVT 1007 B	Regulator obrotów silnika elektrycznego	30
AVT 1012 B	Strach na komary	15
AVT 1104 B	Prosty wykrywacz metali	34
AVT 1343 B	Diodowy oświetlacz	30
AVT 1428 B	Regulator temperatury	32
AVT 1460 B	Włącznik zmierzchowy	20
AVT 2389 B	Czterokanałowy termometr cyfrowy	65
AVT 2628/1 B	Ładowarka akumulatorów ołowiowych	30
AVT 2632 B	Gigantyczny zegar	70
AVT 2720 B	Policyjny stroboskop	55
AVT 2787 B	PC-Termometr, rejestrator temperatury	44
AVT 2849 B	Tiny Clock	69
AVT 5041 B	Termometr MIN-MAX	74
AVT 5094 B	Bezprzewodowy regulator temperatury	160
AVT 5108 B	2-kanałowy termometr z dwukolorowym wyświetlaczem LED	78
Zestawy startowe		
AVT 701	Zestaw startowy: rezystory – 660 szt.	19
AVT 702	Zestaw startowy: kondensatory – 265 szt.	24
AVT 703	Zestaw startowy: elektrolity – 100 szt.	26
AVT 704	Zestaw startowy: półprzewodniki – 76 szt.	16
AVT 705	Zestaw startowy: elementy mechaniczne – 600 szt.	25
AVT 710	Zestaw do wykonywania płytek drukowanych	25
AVT 719	Zestaw startowy diody LED – 142 szt.	28

sklep.avt.pl

Niniejsze ogłoszenie jest informacją handlową i nie stanowi oferty w myśl art. 66, § 1 Kodeksu Cywilnego. Ceny mogą ulec zmianie.

Kity AVT

Najpopularniejsze Kity AVT dostępne w wersjach A, B, C z instrukcją tylko w języku polskim

LEGENDA

A płytka drukowana z dokumentacją
B kit, czyli zestaw elementów z płytką drukowaną i dokumentacją
C moduł (urządzenie) zmontowany i uruchomiony
P zaprogramowany układ, płyta CD itp.
O obudowa, możliwe są dwa warianty:

litera K oznacza, że kit jest sprzedawany łącznie z obudową i w cenie kitu uwzględniono koszt obudowy

symbol literowo-cyfrowy oznacza typ zalecanej obudowy plastikowej lub metalowej (bez otworowania), niewchodzącej w skład kitu

Zasady sprzedaży są opublikowane na stronie 155

Kod	Nazwa	Publ.	Cena PLN z VAT (23%)				
			A	B	C	P	O
RTV							
AVT 157	Odbiornik nasłuchowy CW/SSB – 80/20 m	EP12/96	10,0	122,0			KM60
AVT 962	Odbiornik nasłuchowy SSB/CW 80 m	EP1/07	13,0	36,0			
AVT 2117/1	Mikrofon bezprzewodowy	EdW5/99	4,0	10,0	25,0		
AVT 2122	Przedwzmacniacz antenowy CB	EdW11/96	4,6	13,7	25,0		
AVT 2310/1	Transceiver SSB ANTEK v. 3.0	EdW11/98	21,0	152,0			
AVT 2318	Cyfrowa skala do transceivera SSB	EdW12/98	14,8	58,0	170,0		
AVT 2481	Mininadajnik FM	EdW4/01	6,0	20,0			
AVT 2788	Wykrywacz pluskiew	EdW5/06	5,0	36,0			
AVT 2807	Miniodbiornik CB-19	EdW1/07	5,0	32,0			
AVT 2810	Minitransceiver ZUCH	EdW10/06	28,0	152,0			
AVT 2818	Odbiornik nasłuchowy „Jędruś"	EdW4/07	15,0				
AVT 2840	Minitransceiver Antoś	EdW9/07	24,0				
AVT 2873	Filtr audio	EdW7/08	4,0	42,0			
AVT 5109	Radiokomunikacyjny filtr audio	EP8/07	12,0	75,0			
AVT 5127	Minitransceiver na pasmo 3,7 MHz TRX2008	EP3/08	24,0	87,0			
Układy audio							
AVT 446	Wzmacniacz do walkmana	EP7/98	9,0	98,0	140,0		
AVT 1033	Przedwzmacniacz mikrofonowy	EP2/95	5,7	19,0	31,0		
AVT 1227	Stereofoniczny wzmacniacz słuchawkowy	EP4/99	6,1	28,0	49,0		
AVT 1492	Wzmacniacz 2 x 100 W	EP11/08	15,0	67,0			
AVT 1583	Moduł wzmacniacza audio 10W	EP8/10	6,0	17,0			
AVT 1594	Wzmacniacz mocy 2x45W z STK4182	EP10/10	8,0	49,0			
AVT 2104/1	Wzmacniacz 2×22 W	EdW9/97	5,0	32,0	50,0		
AVT 2180	Wzmacniacz mocy z układem LM3886	EdW2/98	8,0	87,0	130,0		
AVT 2326	Wzmacniacz mikrofonowy	EdW2/99	20,0	25,0	32,0		
AVT 2375	Wskaźnik wysterowania 2×5 LED	EdW9/99	7,0	23,0	34,0		
AVT 2671	Uniwersalny moduł TDA7294	EdW7/03	9,1	71,0			
AVT 2736	Wzmacniacz mostkowy 400 W	EdW10/04	15,0	120,0			
AVT 2762	Wzmacniacz na tranzystorach N-MOSFET	EdW8/05	12,0	36,0			
AVT 2864	Analizator widma	EdW5/08	32,0	74,0	97,0	18,0	
AVT 2921	Głośnik plazmowy	EdW11/09	6,0	21,0			
AVT 5187	Audiofilski wzmacniacz 200 W	EP4/09	9,0	65,0			
AVT 5210	Analizator widma sygnału audio z wyświetlaczem graficznym	EP11/09	24,0	120,0		18,0	
Układy mikrokomputerowe i do PC							
AVT 414	Uniwersalna karta portów na USB	EP9/05	34,0	67,0	130,0	25,0	
AVT 451	Programator z interfejsem USB dla BASCOM AVR	EP11/05	32,0	75,0	100,0		
AVT 478	Regulator obrotów wentylatorów w komputerze PC	EP3/99	6,0	24,0	55,0		
AVT 530	„Klocki" RS485 – konwerter RS232<–>RS485	EP6/03	6,8	34,0	60,0		
AVT 530/USB	Konwerter USB<–>RS485	EP5/08	6,0	40,0	70,0		
AVT 531	„Klocki" RS485 – karta wejść przekaźnikowych	EP7/03	30,0	98,0	150,0	10,0	
AVT 532	„Klocki" RS485 – karta wyjść optoizolowanych	EP7/03	47,6	100,0	150,0	20,0	
AVT 533	„Klocki" RS485 – karta wyjść cyfrowych (GND)	EP8/03	36,6	68,4	95,0	20,0	
AVT 534	„Klocki" RS485 – karta wyjść cyfrowych (VCC)	EP8/03	35,4	52,0	95,0	20,0	
AVT 535	„Klocki" RS485 – karta wejść cyfrowych	EP9/03	35,4	47,0	90,0	20,0	
AVT 536	„Klocki" RS485 – karta wejść analogowych	EP9/03	51,0	78,0	140,0	40,0	
AVT 537	„Klocki" RS485 – moduł terminala z wyświetlaczem LED	EP10/03	45,0	74,0	92,0	20,0	
AVT 538	„Klocki" RS485 – alfanumeryczny wyświetlaczem LCD	EP10/03	26,0	66,0	110,0	20,0	

Kod	Nazwa	Publ.	Cena PLN z VAT (23%)				
			A	B	C	P	O
AVT 581	Interfejs JTAG do procesorów AVR	EP6/04	25,0			15,0	
AVT 927	Uniwersalny interfejs internetowy	EP4/06	60,0	147,0	240,0	35,0	
AVT 953	Karta wejść z interfejsem Ethernet	EP10/06	69,0	98,0	220,0	50,0	
AVT 966	Karta przekaźników sterowana przez Internet	EP2/07	86,0	187,0	300,0	50,0	
AVT 992	Zestaw uruchomieniowy dla procesorów AVR i '51	EP1/01	28,0	160,0	220,0		
AVT 1389	EEPROM Programmer	EP3/04	7,5	29,6			
AVT 1409	Programator JTAG dla układów MSP430	EP3/05	6,0	17,0	34,0		
AVT 1430	ATMEGA8 w AVT992	EP7/06	8,5	32,0			
AVT 1452	Adapter ISP dla AVR	EP7/07	24,0	36,0			
AVT 1462	Uniwersalny adapter dla AVR	EP2/08	18,0	75,0	125,0		
AVT 1581	Przejściówka USB-LPT	EP08/10	35,0	48,0	65,0		
AVT 1595	Miniaturowy konwerter USB-UART	EP10/10	10,0	30,0			
AVT 1600	Miniaturowy konwerter USB <–> RS485	EP12/10	8,0	36,0			
AVT 2250/1	Mikrokomputer edukacyjny z 8051 – płyta główna	EdW8/97	43,0	80,0	150,0	25,0	
AVT 2250/2	Mikrokomputer edukacyjny z 8051 – wyświetlacz i klawiatura	EdW8/97	18,0	84,0	160,0		
AVT 2550	Mikrokomputer z procesorem AT90S8535	EdW9/01	45,0	95,0		15,0	
AVT 2875	LogicMaster – płytka prototypowa dla CPLD	EdW8/08	18,0	78,0	96,0		
AVT 3505	Płytka testowa do kursu C	EdW1/06	34,0	120,0	190,0		
AVT 5140	Konwerter USB-I/O	EP7/08	30,0	42,0		25,0	
AVT 5172	Uniwersalny programator mikrokontrolerów AVR	EP2/09	33,0	43,0		25,0	
AVT 5217	Uniwersalna karta wyjść z interfejsem RS485	EP1/10	48,0	97,0		15,0	
AVT 5221	Moduł wejść cyfrowych z interfejsem RS485	EP2/10	31,0	78,0		15,0	
AVT 5272	AVTduino – sposób na AVR	EP1/11	11,0	62,0	84,0		
AVT 5240	Kompterowy sterownik LED	EP6/10	22,0	54,0		10,0	
Przyrządy warsztatowe							
AVT 389	Prosty analizator stanów logicznych do PC	EP4/05	45,0	75,0		25,0	K
AVT 527	Amatorski oscyloskop cyfrowy	EP9/03	37,0	195,0	220,0	12,0	
AVT 959	VGA tester	EP12/06	23,0	48,0	98,0	10,0	
AVT 1220	Wysokoprądowy stabilizator warsztatowy	EP1/99	6,3	48,0	122,0		
AVT 1327	Mini-generator funkcyjny	EP10/01	4,9	15,0			
AVT 1480	Zasilacz beztransformatorowy	EP8/08	4,0	12,0			
AVT 1522	Regulowany stabilizator impulsowy	EP5/09	9,0	62,0	108,0		
AVT 1540	Zdalny miernik napięcia	EP9/09	36,0	69,0			
AVT 1572	Symetryczny zasilacz warsztatowy ±1,25...±25 V, 1,5/5 A	EP6/10	7,0	36,0			
AVT 1569	Generator akustyczny na ATTINY25	EP5/10	14,0	25,0		10,0	
AVT 2131	Prosty zasilacz laboratoryjny	EdW2/97	10,3	70,0			KM85
AVT 2462	Zasilacz 10 A 10...20 V	EdW1/01	6,8	45,0			
AVT 2495	Uniwersalny generator	EdW7/01	14,0	110,0			K
AVT 2701	Moduł zasilacza do wzmacniaczy mocy	EdW4/04	6,8	42,0			
AVT 2725	Mikroprocesorowy miernik pojemności	EdW6/04	32,0	79,0	180,0	10,0	K
AVT 2757	Zasilacz warsztatowy 0...25,5 V/0...2,55 A	EdW7/05	13,0	83,0			
AVT 2764	Częstościomierz i generator na PC	EdW9/05		8,0		5,0	
AVT 2767	Oscyloskop w komputerze PC	EdW10/05		15,0		5,0	
AVT 2813	Przystawka do pomiaru indukcyjności	EdW2/07	4,0	11,0			
AVT 2815	Softstart do toroida (wersja Lux)	EdW2/07	8,0	29,0			
AVT 2885	Miernik częstotliwości	EdW11/08	14,0	30,0	55,0	8,0	

Niniejsze ogłoszenie jest informacją handlową i nie stanowi oferty w myśl art. 66, § 1 Kodeksu Cywilnego. Ceny mogą ulec zmianie.

Kity AVT

Kod	Nazwa	Publ.	Cena PLN z VAT (23%)				
			A	B	C	P	O
AVT 5083	Mikroprocesorowy zasilacz laboratoryjny	EP10/02	40,0	56,0		15,0	
AVT 5155	Generator DDS	EP11/08	62,0	195,0	280,0	35,0	
AVT 5161	Zasilacz cyfrowy 0...25 V/0...5 A	EP12/08	60,0	163,0		25,0	
AVT 5257	Przestrajany cyfrowo generator akustyczny	EP9/10	40,0	116,0		30,0	
AVT 5260	Obrotomierz	EP11/10	25,0	52,0	74,0	15,0	
Dla domu, samochodu, wypoczynku i zabawy							
AVT 302	Kompresor do gitary i basu	EP5/96	7,4	39,0	54,0		KM60
AVT 303	Przystawka gitarowa „Distortion"	EP6/96	6,8	36,0	61,0		KM60
AVT 304	Gitarowa bramka szumów	EP7/96	4,6	25,1	49,0		KM42
AVT 306	Chorus gitarowy	EP10/96	7,4	65,0	130,0		KM60
AVT 313	Gitarowa kaczka	EP11/96	5,1	34,2	69,0		KM42
AVT 314	Gitarowe tremolo-vibrato	EP12/96	5,7	24,0			KM42
AVT 447	Stoper na szkolną olimpiadę	EP8/98	39,0	140,2			
AVT 528	Inteligentny sterownik lampki samochodowej	EP10/03	10,0	25,0	45,0	5,0	
AVT 570/USB	8-kanałowy system pomiaru temperatury z USB	EP4/04	50,0	94,0	110,0	40,0	
AVT 910	Zamek kodowy z telefonem komórkowym	EP12/05	16,0	43,0	55,0	10,0	
AVT 933	Ładowarka akumulatorów NiCdm, NiMH, LiIon i SLA	EP6/06	14,0	88,0			
AVT 957	Moduł pomiaru temperatury	EP11/06	35,0	62,0	88,0	25,0	
AVT 980	Sterownik akwariowy	EP3/07	45,0	140,0	290,0		
AVT 990	Automat do zapalania świateł w samochodzie	EP6/07	5,0	26,0	40,0		
AVT 1096	Czarodziejski przełącznik	EP8/96	5,1	17,0	31,0		
AVT 1308	Zdalny włącznik 4 urządzeń	EP7/01	20,0	66,0		10,0	
AVT 1314	Najprostszy sterownik silnika krokowego	EP8/01	6,5	38,0	45,0		
AVT 1444	Dwukierunkowy regulator obrotów silników DC	EP12/06	18,0	38,0	50,0	10,0	
AVT 1464	Stroboskop LED	EP4/04	26,0	70,0		16,0	
AVT 1466	Echo cyfrowe	EP6/08	15,0	46,0			
AVT 1468	Lokalne radiopowiadomienie	EP7/08	8,0	71,0			
AVT 1469	Generator PWM – regulator mocy silnika DC	EP8/08	15,0	45,0	56,0	8,0	
AVT 1474	Generator fali prostokątnej	EP8/08	5,0	28,0	50,0		
AVT 1476	Włącznik zmierzchowy	EP8/08	4,0	18,0	25,0		
AVT 1482	Sygnalizator LED	EP8/08	4,0	8,0			
AVT 1585	Sterownik bipolarnego silnika krokowego	EP8/08	21,0	37,0	48,0		
AVT 1510	Bariera laserowa	EP1/09	6,0	44,0			
AVT 1519	Sterownik silnika do modeli R/C	EP4/09	5,0	14,0	20,0		
AVT 1520	Zdalny włącznik radiowy	EP4/09	36,0	69,0	90,0	10,0	
AVT 1525	Sterownik unipolarnego silnika krokowego	EP6/09	22,0	38,0			
AVT 1535/1	Przekaźnik czasowy (sekundy)	EP8/09	20,0	36,0			
AVT 1535/2	Przekaźnik czasowy (minuty)	EP8/09	20,0	36,0			
AVT 1545	Programowany sterownik świateł	EP10/09	27,0	52,0			
AVT 1560	8-kanałowa karta przekaźników	EP02/10	15,0	79,0			
AVT 1596	Regulator obrotów wentylatora	EP10/10	6,0	19,0			
AVT 2109	Centralka alarmowa	EdW7/96	6,0	26,0	40,0		
AVT 2139	Strach na krety	EdW5/97	5,0	22,0	26,0		
AVT 2177	Przełącznik zmierzchowy	EdW1/98	5,1	27,0	32,0		
AVT 2210	Najprostszy regulator mocy 220 V	EdW3/97	5,1	25,0	33,0		
AVT 2222	Wyświetlacz 7-segmentowy JUMBO bez LED	EdW4/97	14,5	18,0	35,0		
AVT 2309	Ładowarka akumulatorów żelowych – zasilacz buforowy	EdW10/98	6,3	24,0	39,0		
AVT 2601	Centralka alarmowa	EdW10/02	6,8	30,0			
AVT 2711	Obrotomierz	EdW2/04	22,0	38,0		10,0	
AVT 2715	Ładowarka akumulatorów ołowiowych	EdW3/04	5,7	30,0			
AVT 2753	Strach na szpaki	EdW5/05	6,0	24,0	35,0		
AVT 2874	Impulsowy wykrywacz metali	EdW8/08	15,0	48,0			
AVT 2895	Centrala inteligentnego domu	EdW4/09	52,0	74,0		42,0	
AVT 5002	Zegar cyfrowy z wyświetlaczem analogowym	EP3/01	64,0	110,0		10,0	
AVT 5022	Programowany zegar z DCF77	EP7/01	40,0	84,0		15,0	KM50
AVT 5025	Mikroprocesorowy wykrywacz metali	EP7/01	20,0	59,0		10,0	
AVT 5186	Bezstykowy zamek RFID	EP5/09	36,0	74,0		25,0	
AVT 5190	Modelarski regulator dwukierunkowy	EP6/09	32,0	64,0			

Kod	Nazwa	Publ.	Cena PLN z VAT (23%)				
			A	B	C	P	O
AVT 5230	Rejestrator temperatury z interfejsem USB	EP4/10	16,0	48,0		8,0	
AVT 5250	Karta przekaźników z interfejsem Ethernet	EP8/10	52,0	190,0	280,0		
AVT 5252	Centralka alarmowa	EP8/10	75,0	210,0			
Nowości							
AVT 1635	Minimoduł BLUETOOTH z układem BTM-222	EP8/11	8	67	88		
AVT 1642	MEMS-owy czujnik ciśnienia	EP8/11	8				
AVT 1636	Dwukierunkowy, 8-bitowy translator poziomów logicznych	EP8/11	9				
AVT 1637	„Przycisk" zbliżeniowy z układem Qtouch	EP8/11	10				
AVT 1638	Zasilacz prądowy diod LED dużej mocy	EP8/11	12				
AVT 1639	Piezo Power Harvester	EP8/11	14				
AVT 1640	Dupleksowy interfejs RS485 z separacją galwaniczną	EP8/11	12				
AVT 1641	Separowany galwanicznie interfejs RS232	EP8/11	8				
AVT 1630	Programator mikrokontrolerów LPC1xxx	EP8/11	8	34	49		
AVT 1634	Przedwzmacniacz z TDA1524A	EP8/11	14	36			
AVT 1629	Wzmacniacz o mocy 4×12 W z układem TDA7385	EP8/11	17	40			
AVT 1631	Lampowy zasilacz stabilizowany	EP8/11	13				
AVT 1632	Tester serwomechanizmów modelarskich	EP8/11	15	24		5	
AVT 5305/1	Domowy, grzejnikowy regulator temperatury – regulator	EP9/11	20	46		10	
AVT 5305/2	Domowy, grzejnikowy regulator temperatury – interfejs PC	EP9/11	9	37			
AVT 5305/3	Domowy, grzejnikowy regulator temperatury – interfejs USB	EP9/11	8	32			
AVT 5308	Generator DDS	EP9/11	40			16	
AVT 5309	Szyfrator dysków	EP9/11	30				
AVT 5310	Miernik zachwytu grupowego	EP9/11	42	128		20	
AVT 5310/T	Miernik zachwytu grupowego – tablica z laminatu	EP9/11	60				
AVT 5311	Płytka ewaluacyjna dla mikrokontrolerów ATmega8 i ATmega32	EP9/11	38	130	198		
AVT 1643	Inteligentny rezystor	EP9/11	6				
AVT 1619	AVTduino Motor – driver silników dla Arduino	EP9/11	11	33	44		
AVT 1644	Zasilacz dla dwuchipowych diod LED średniej mocy	EP9/11	10				
AVT 1645	Przedłużacz I²C/SMBus	EP9/11	6				
AVT 1646	AVTduino BT – moduł Bluetooth kompatybilny z Arduino	EP10/11	8	75			
AVT 1647	Miniaturowa latarka	EP10/11	8	19			
AVT 1648	Softstart do elektronarzędzi	EP10/11	6	24			
AVT 5313/1	System sterowania inteligentnego budynku z interfejsem ZigBee – Intelli Dom – sterownik główny	EP10/11	46	30			
AVT 5313/2	System sterowania inteligentnego budynku z interfejsem ZigBee – Intelli Dom – moduł pokojowy	EP10/11	26	10			
AVT 5316	Inteligentna latarka	EP10/11	10				
AVT 5314	Wysokościomierz z mikrokontrolerem PSoC	EP10/11	34			25	
AVT 5315	Sterownik oświetlenia akwarium	EP10/11	17			10	
AVT 1649	Moduł karty pamięci kompatybilny z Arduino	EP11/11	8	22			
AVT 1650	10-diodowy wskaźnik poziomu sygnału audio	EP11/11	10	33			
AVT 1651	Gra „Kto pierwszy ten lepszy"	EP11/11	14	30			
AVT 1652	Płytka ewaluacyjna z ETRX357	EP11/11	8				
AVT 5317	Lampowo-tranzystorowy odbiornik UKF	EP11/11	18				
AVT 5318/1	Miernik mocy skutecznej wzmacniacza audio. Sprzętowy	EP11/11	30	108		15	
AVT 5318/2	Miernik mocy skutecznej wzmacniacza audio. Programowy	EP11/11	30	60		15	
AVT 5318/3	Miernik mocy skutecznej wzmacniacza audio. Obciążenie	EP11/11	18	328			
AVT 5319	Tor komunikacyjny PLC	EP11/11	11				
AVT 5320	AVTCPLDuino	EP11/11	12	64			

Niniejsze ogłoszenie jest informacją handlową i nie stanowi oferty w myśl art. 66, § 1 Kodeksu Cywilnego. Ceny mogą ulec zmianie.

Moduły AVT

Układy zmontowane i uruchomione do zastosowania we własnych aplikacjach

Kod	Nazwa	Cena PLN z VAT (23%)
AVT 1007 C	Regulator obrotów silnika elektrycznego	48
AVT 1033 C	Przedwzmacniacz mikrofonowy	31
AVT 1066 C	Miniaturowy zasilacz uniwersalny	24
AVT 1081 C	Stabilizator impulsowy	50
AVT 1308 C	Zdalny włącznik 4 urządzeń	82
AVT 1314 C	Sterownik silnika krokowego	45
AVT 1409 C	Programator JTAG dla MSP430	34
AVT 1428 C	Regulator temperatury	54
AVT 1443 C	Interfejs ethernetowy	70
AVT 1459 C	Uniwersalny układ czasowy	30
AVT 1469 C	Generator PWM – regulator mocy silnika DC	56
AVT 1476 C	Włącznik zmierzchowy	30
AVT 1498 C	Wzmacniacz 2×2 W	19
AVT 1519 C	Sterownik silnika do modeli RC	20
AVT 1520 C	Zdalny włącznik radiowy	90
AVT 1580 C	Włącznik świtowy	30
AVT 1581 C	Przejściówka USB-LPT	65
AVT 1585 C	Sterownik bipolarnego silnika krokowego	51
AVT 1593 C	Przejściówka ISP dla AVR 10pin-6pin	12
AVT 2017 C	Niskoszumny przedwzmacniacz mikrofonowy	40
AVT 2050 C	Wzmacniacz akustyczny 3 W	30
AVT 2104/1 C	Wzmacniacz mocy z TDA1554	50
AVT 2109 C	Centralka alarmowa	40
AVT 2117/1 C	Mikrofon bezprzewodowy	25
AVT 2126 C	Moduł miliwoltomierza LCD do zasilaczy	52
AVT 2139 C	Strach na krety	26
AVT 2149 C	Przedwzmacniacz z automatyką	33
AVT 2177 C	Przełącznik zmierzchowy100	46
AVT 2180 C	Wzmacniacz mocy z układem LM3886	130
AVT 2210 C	Najprostszy regulator mocy 230 V	36
AVT 2250 C	Mikrokomputer edukacyjny z 8051 – komplet	280
AVT 2270 C	Moduł miliwoltomierza LED do zasilaczy	58
AVT 2309 C	Ładowarka – zasilacz buforowy	39
AVT 2375 C	Dwukanałowy wskaźnik wysterowania 2×5 LED	34
AVT 2389 C	Czterokanałowy termometr cyfrowy	110
AVT 2392 C	Wzmacniacz mikrofonowy SMD – 2 kanały	30
AVT 2550/P C	Programator ISP/LPT (STK200)	38
AVT 2715 C	Ładowarka akumulatorów ołowiowych	49
AVT 2787 C	Termometr do PC	67
AVT 2857 C	Moduł woltomierza/amperomierza	98
AVT 2864 C	Analizator widma	97
AVT 2875 C	Płytka testowa do kursu CPLD (XC9572XL)	96
AVT 3500 C	Płytka testowa do kursu AVR (90S2313)	200
AVT 3505 C	Płytka testowa do kursu C (ATMEGA162)	190
AVT 355 C	Modem radiowy	28
AVT 390 C	Przełącznik 8 kanałowy sterowny RC5/SIRC	50
AVT 414 C	Karta portów na USB	130
AVT 440/2 C	Moduł wykonawczy z przekaźnikiem	18
AVT 440/3 C	Moduł wykonawczy z triakiem	18
AVT 5041 C	Termometr MIN/MAX	100
AVT 5094 C	Bezprzewodowy regulator temperatury	190
AVT 5108 C	Termometr 2-kanałowy	106
AVT 5125 C	Programator USB-AVR (STK500)	89

Kod	Nazwa	Cena PLN z VAT (23%)
AVT 513 C	Zegar z termometrem 2-kanałowym	140
AVT 5155 C	Generator DDS	280
AVT 5160 C	Climatic – sterownik klimatyzacji	140
AVT 522 C	Miniaturowy zamek cyfrowy	100
AVT 5250 C	Karta przekaźników sterowana przez Internet	280
AVT 5260 C	Obrotomierz	74
AVT 527 C	Amatorski oscyloskop cyfrowy	220
AVT 528 C	Sterownik lampki samochodowej	45
AVT 530 C	Konwerter RS232<–>RS485	60
AVT 530/USB C	Konwerter USB<–>RS485	70
AVT 531 C	Karta wyjść przekaźnikowych RS485	150
AVT 532 C	Karta wyjść optoizolowanych RS485	150
AVT 533 C	Karta wyjść cyfrowych RS485	95
AVT 534 C	Karta wyjść cyfrowych (VCC) RS485	95
AVT 535 C	Karta wejść cyfrowych RS485	90
AVT 536 C	Karta wejść analogowych RS485	140
AVT 537 C	Moduł terminala z wyświetlaczem LED RS485	92
AVT 538 C	Alfanumeryczny wyświetlacz LCD RS485	110
AVT 570/USB C	8-kanałowy system pomiaru temperatury z USB	110
AVT 594 C	Zdalnie sterowany potencjometr	110
AVT 735 C	Regulator impulsowy DC	38
AVT 924 C	Programowany sterownik świateł	55
AVT 925 C	Karta przekaźników na USB	80
AVT 927 C	Uniwersalny interfejs internetowy	240
AVT 950 C/1	Termostat elektroniczny LCD	143
AVT 953 C	Karta wejść z interfejsem internetowym	220
AVT 966 C	Karta przekaźników z interfejsem internetowym	300
AVT 988 C	Programator AVR-USB (STK500)	130
AVT 992 C	Zestaw uruchomieniowy dla AVR I 51	220
AVT DMX512	Konwerter USB-DMX512	80
AVT MOD01	Regulator impulsowy DC (15 A)	64
AVT MOD02	Sterownik diod RGB	62
AVT MOD03	Konwerter USB<–>RS485	65
AVT MOD04	Moduł przekaźników na USB	92
AVT MOD05	Ethernetowy moduł I/O	350
AVT MOD06	Uniwersalny moduł portów I/O na USB	90
AVT MOD07	Wzmacniacz słuchawkowy	74
AVT MOD08	Bezstykowa kontrola dostępu (RFID)	140
AVT MOD09	Konwerter USB <–> RS232	36
AVT MOD10	Miernik częstotliwości 50 MHz	46
AVT MOD11	Wzmacniacz mocy 2×12 W	38
AVT MOD12	Wzmacniacz mocy 2×22 W	42
AVT MOD13/12	Uniwersalny moduł stabilizatora 12 V/500 mA	10
AVT MOD13/5	Uniwersalny moduł stabilizatora 5 V/500 mA	10
AVT MOD13/9	Uniwersalny moduł stabilizatora 9 V/500 mA	10
AVT MOD14	Konwerter USB<–>RS485 z optoizolacją	95
AVT MSP430	Moduł komputera z MSP430F1232	90
AVT PROG1	Programator USB – AVR (STK500 v2)	98
AVT PROG2	Mini programator USB – AVR (STK500 v2)	67
AVT 1610 C	Minimoduł z ATtiny2313	37
AVT 5272 C	AVTduino – pomysł na AVR	84
AVT 5275 C	Płytka ewaluacyjna dla mikrokontrolerów PIC	198
AVT DMX512PRO	Konwerter USB-DMX z separacją	100

Open-source'owa platforma Arduino – zapewne z powodu swojej niezwykłej prostoty i modułowej konstrukcji – zdobyła wśród początkujących AVR-owców dużą popularność. AVTduino to podstawowy moduł zgodny z Arduino. Jest to doskonała baza własnych systemów mikroprocesorowych. Niewielkie wymiary, bezproblemowe uruchomienie i duże wsparcie ze strony społeczności internetowych powoduje że moduł przyda się zarówno profesjonalistom, jak i pomoże zacząć przygodę z programowaniem mikrokontrolerów początkującym programistom.

Wybrane parametry:
- **pełna zgodność z Arduino Duemilanove Board**
- **programowanie w języku zbliżonym do C++**
- **mikrokontroler ATmega168**
- **konwerter USB/RS232 (spełniający role programatora ISP via bootloader)**
- **elektroniczny włącznik napięcia zasilającego z kontrolą wartości napięcia**
- **autorskie IDE**
- **bogata oferta układów peryferyjnych**
- **wsparcie ze strony portali internetowych użytkowników**
- **sygnalizacja stanu diodami LED: zasilanie, taktowanie lini SCK, transmisja danych przez konwerter USB/RS232 (Tx i Rx)**
- **zasilanie: 8...12 VDC**

AVT5272 AVTduino – pomysł na AVR



www.sklep.avt.pl

Niniejsze ogłoszenie jest informacją handlową i nie stanowi oferty w myśl art. 66, § 1 Kodeksu Cywilnego. Ceny mogą ulec zmianie.

W sklepie internetowym: sklep.avt.pl

W sklepie firmowym AVT:

w siedzibie AVT:

- sklep dysponujący pełnym asortymentem centralnego magazynu AVT,
- **SHOWROOM**, czyli pokaz „na żywo" sprzętu Sound & Light



Warszawa, ul. Leszczynowa 11, tel. +48 22 257 84 50
pon.-pt. w godz. 8-16[45], sob. 10-13[45]

Wysyłkowo na koszt odbiorcy pocztą lub firmą kurierską za pobraniem

Podstawowe stawki za paczki do 2 kg wynoszą:

poczta pobranie: 15,00 zł

kurier pobranie: 27,00 zł



Zamówienia są realizowane na bieżąco, tj. w dniu otrzymania zamówienia lub nazajutrz, o ile nie występują braki magazynowe. Zaległe zamówienia są realizowane zwykle w terminie 2-3 tygodni. Na oferowane przez nas towary udzielamy gwarancji. Zastrzega się możliwość zmiany cen. Prowadzimy serwis gwarancyjny i pogwarancyjny. W przypadku zmiany cen większej niż 10% klient będzie o tym uprzedzony.

Płatnicy podatku VAT

Płatników podatku VAT prosimy o umieszczanie na zamówieniach: Numeru Identyfikacyjnego Podatnika VAT, Czytelnego podpisu osoby zamawiającej, Pieczątki firmowej.

W sklepach dystrybutorów:

DYSTRYBUTORZY	
Augustów	ATVA, sklep „ELEKTRONIK", ul. Mickiewicza 33, tel. 87 643 40 92
Bartoszyce	KOMP-ELEKTRONIK, ul. Kętrzyńska 21 tel.89 762 16 20
Bełchatów	FHU TELMO, ul. Wojska Polskiego 23j, tel. 44 632 35 77 wew. 21
Białystok	MONITOR, ul. Brukowa 9 lok 5U, tel. 85 742 41 88
Bielsko Biała	NOWY ELEKTRONIK, ul. Komorowicka 36, tel. 33 816 46 63
Biłgoraj	CENTRUM ELEKTRONIKI, ul. Bohaterów Monte Cassino 19/54, tel. 84 686 11 23
Bydgoszcz	ELTRONIX, ul. Śniadeckich 51, tel. 52 321 38 75-76
Bytom	ELEKTRONIK, ul. Katowicka 15/7 tel. 32 280 43 36
Bytów	JANDISC, ul. Wojska Polskiego 12, tel. 59 822 23 09
Chorzów	TECHTON, ul. 3 Maja 105, tel. 32 247 86 10
Czechowice-Dziedzice	NOWY ELEKTRONIK, ul. Narutowicza 79, tel. 32 215 06 94
Częstochowa	MAXTRONIK, ul. Garibaldiego 11/13, tel. 34 365 44 32, 365 30 92
	DROCAN, ul. Kościuszki 23 tel. 34 361 02 98
	E-COMMERCE PARTNERS, ul. Główna 23 tel. 34 343 89 18
Gdańsk	JACKTRONIC, ul. Wita Stwosza 32A, tel. 58 552 38 88
Giżycko	BIELGIZ, sklep FACHMAN, ul. Sympatyczna 25, tel. 87 428 84 83
	BIELGIZ, sklep FACHMAN, ul. Obwodowa 6, tel. 87 428 84 83
Gliwice	VOLTRONIK, ul. Dworcowa 47/6, tel. 32 230 85 66
Głogów	GONCZAR ELEKTRONIK, ul. Smolna 9, tel. 76 831 33 67
Jarocin	KOLOR SERWIS (Centrum Handlowe Tobena), ul. Wrocławska 18, tel. 62 505 30 20
Jaworzno	BLACK ELECTRONICS, ul. Grunwaldzka 96 tel. 604 149 099
Kalisz	KOLOR SERWIS, ul. Majkowska 10, tel. 62 764 13 76
Katowice	NOWY ELEKTRONIK, ul. Roździeńskiego 1, tel. 32 719 31 33
	VOLTRONIK, ul. Dąbrowskiego 2, tel. 32 251 30 68
Kielce	MJM HANDEL I USŁUGI RTV, ul. Sandomierska 154, tel. 41 368 28 56
	SKLEP AMATOR, ul. Wojewódzka 2/6, tel. 41 342 67 30
Koszalin	MIKRO, ul. Dz. Wrzesińskich 29/2, tel. 94 346 04 64
Kościerzyna	RADIOTOM, ul. Mickiewicza 4, tel. 58 686 37 41
Kraków	CYFRONIKA, ul. Sąsiedzka 43, tel. 12 266 54 99, 267 29 60
	MONSTER ELEKTRONIK, ul. Chochołowska 11, tel. 12 266 33 26
	SMD MAJSTEREK, ul. Kalwaryjska 34, tel. 12 296 30 19
Krosno	TELEKOMP, ul. Lwowska 2 tel. 13 432 25 11
Lubin	FONIX, ul. Sybiraków 6, tel. 76 841 20 15
Łódź	LUXEL, ul. Mała 8, tel. 42 630 75 87
Łódź	TME, ul. Ustronna 41, tel. 42 645 54 00
Mielec	1. GAL, ul. Skargi 9, tel. 17 583 35 99
	2. GAL,, ul. Wolności (Hala Targowa), tel. 17 773 18 44
Nowy Sącz	ANDROTIN, ul. Narutowicza 8, tel. 18 443 75 66
Nowy Targ	ASTRUM, ul. Długa 21a tel. 661 62 19 37
Opole	MULTIELEKTRONIK
	ul. Ligonia 10, tel. 77 453 89 60
Ostrowiec Świętokrzyski	GI SERVEL SKLEP, os. Ogrody 37, tel. 41 266 74 00
Piła	CZĘŚCI ELEKTRONICZNE, O. M. Kolbe 11A, tel. 67 212 08 35
Piotrków Trybunalski	PALLAD, ul. Dąbrowskiego 15, tel. 601 32 27 10
Poznań	ANALOGIS PLUS, ul. Łąkowa 14, tel. 61 853 52 31
	ELSTAT, ul. Chwaliszewo 17/23, tel. 61 852 65 42
	INVENTION-GROUP, ul. Żorska 38a tel. 500 293 804
	TRAFOS VOLUMEN, ul. Grottgera 4A/12, tel. 61 865 96 46
	EDA PLUS, ul. Kwiatowa 9 tel. 61 852 46 05
Radom	ELSEMIK, ul. Mireckiego 3, tel. 48 363 98 75
Rybnik	SKLEP ELEKTROTECHNICZNY A.BOCHENEK, ul. Hutnicza 15, tel. 32 755 76 99
Rzeszów	CEZAS, ul. Torowa 7 tel. 17 860 00 89
Szczecin	ELEKTRONIKA STANISŁAW ŁĘPICKI, ul. Sikorskiego 8, tel. 91 484 46 25
Sosnowiec	TERMIK, ul. 3 Maja 21/A7, tel. 32 296 30 45
Stalowa Wola	ROMAR, ul. Hutnicza 1, tel. 15 842 16 80
Świdnica	UNITRON, ul. Budowlana 4 tel. 74 852 25 52
Tarnowskie Góry	KLUB WWW S.C. CENTRUM ELEKTRONIKI, ul. Rynek 9, tel. 32 769 08 88
Tarnów	BETATRONIC, ul. Krasińskiego 40, tel. 14 621 53 30
Trzebiatów	KANDELA, ul. Nowa 2 tel. 91 387 35 27
Tychy	NOWY ELEKTRONIK, ul. Uczniowska 7, tel. 32 217 89 02
Warszawa	AVT SKLEP FIRMOWY, ul. Leszczynowa 11, tel. 22 2578466
	PIEKARZ – SKLEP 1, ul. Wolumen 53, paw.66, tel. 22 633 28 45
	PIEKARZ – SKLEP 2, ul. Przy Agorze, tel. 22 835 50 37 lub 41
	SEMICON, W.G.E. paw. 9 tel. 22 825 24 64
	SEMICON, ul. Wolumen 53, paw. 70A, tel. 22 669 99 22
	VEGA-TRONIK SKLEP FIRMOWY 1, W.G.E. paw.21, tel. 22 825 91 00 wew. 122, 825 65 05
	VEGA-TRONIK SKLEP FIRMOWY 2, ul. Żelazna 41, tel. 22 890 20 20, 890 09 97
Włocławek	ELECTRONIC, ul. Zbiegniewskiej 2A, tel. 54 413 38 88
Wrocław	ROBOTRONIK, ul. Wrocławczyka 37, tel. 71 322 53 74
	SEMICONDUCTORS BANK LTD, ul. Benedykta Polaka 12, tel. 71 328 72 44
	HORN ELEKTRONIK, ul. Kruszwicka 26/28 tel. 71 359 33 20
Żywiec	ELEKTRONIX P.H.U., ul. Wesoła 10, tel. 33 862 03 59

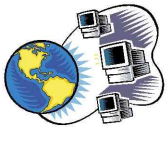
Zamówienia można również składać:



pocztą na adres:
AVT Korporacja
Dział Handlowy
03-197 Warszawa
ul. Leszczynowa 11



tel.: +48 22 257 84 50
faks: +48 22 257 84 55
pon.-pt. w godz. 8-16
(faks czynny całą dobę)



pocztą elektroniczną:
handlowy@avt.pl

Zamówienia od firm i instytucji tylko pisemne!

Niniejsze ogłoszenie jest informacją handlową i nie stanowi oferty w myśl art. 66, § 1 Kodeksu Cywilnego. Ceny mogą ulec zmianie.

Kolejne gigabajty narzędzi niezbędnych do pracy konstruktora, czyli NIEZBĘDNIK ELEKTRONIKA na DVD. Tylko dla prenumeratorów EP.



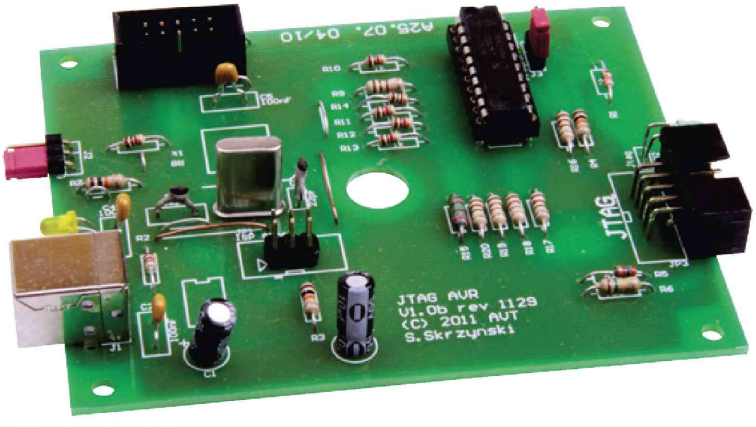


Piecyk gitarowy

Oferta piecyków gitarowych zasilanych z baterii, które są dostępne w handlu, nie jest szczególnie bogata. Najczęściej obejmuje pojedyncze głośniczki w obudowie wielkości puszki konserw, które zasilane są z baterii 9 V. Już z uwagi na to zasilanie wiadomo, że taki „wyrób" nie nadaje się do niczego poważnego. Nasz piecyk jest inny, a można się będzie o tym przekonać w kolejnym wydaniu EP.

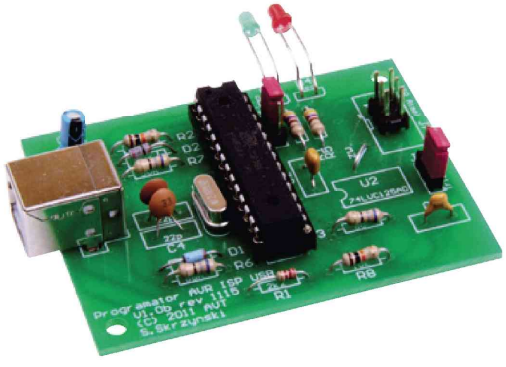
Szukacz układów na magistrali I²C

Za miesiąc zaprezentujemy praktyczny przyrząd warsztatowy służący do identyfikacji układów scalonych dołączonych do magistrali I²C. Ponadto przyrząd umożliwia testowanie popularnych układów odnalezionych na magistrali: pamięci EEPROM serii 24C..., PCF8574, PCF8574A, PCF8591, PCF8583 i innych.



JTAG dla AVR

Interfejsu JTAG, który robi zawrotną karierę, nikomu nie trzeba rekomendować. Za miesiąc przedstawimy projekt programatora/debugera zgodnego i JTAG-ICE, wyposażonego w bufor zabezpieczający. Szanse jego uszkodzenia są dość małe, a jeśli nawet uszkodzimy go, to koszt naprawy wyniesie około 1 zł.



Programator AVR z interfejsem USB

Konstruktorom zajmujących się programowaniem AVR nie trzeba rekomendować tego urządzenia. Nieskomplikowane i tanie w budowie, o czym będzie można się przekonać już wkrótce.

WYKAZ FIRM OGŁASZAJĄCYCH SIĘ W TYM NUMERZE ELEKTRONIKI PRAKTYCZNEJ

AKSOTRONIK 145
AMC-ESK 143
AND-TECH 145
ARMEL 143
ARROW ELECTRONIICS 23
AUTOMATYKA ON-LINE 107
BORNICO 12
BTC KORPORACJA 121
CONRAD ELECTRONIC ..... WKLEJKA CD
CONTRANS TI 75
DELTA 145
EGMONT 39
ELDAR 144, 145, 148
ELFA ELEKTRONIKA 1
ELHURT 83
ELMARK AUTOMATYKA 57, 119
ELMAX 147
ELPIN 148
ELPOD 147
ELPROMA 9
EVATRONIX 45
EXELON 145
FARNELL 2
GAMMA 17
GTB SOLARIS 143
HORIZON TECHNOLOGIES 10
HUMA 146
JAWO 146
KONEL 144
KRISTECH 143
LC ELEKTRONIK 119
MASZCZYK 143
MICROCHIP 13
NDN 3, 18, 159
PIEKARZ 144
PYFFEL 145
QWERTY 14
RADIOTECHNIKA MARKETING 57
RK-SYSTEM 101
RS COMPONENTS 160
RUTRONIK 65
SEMICON 95
SIEMENS 11
SIGMA 147
SOS 15
ST MICROELECTRONICS 5, 33, 35, 37, 43
STEROWNIKI.PL 128
TELMATIK 148
TESPOL 31
TME 27
TRANSFER ELEKTRONIK 143
WG 115
WOBIT 7, 141, 144

Reklamy stron internetowych na str. 129

VOLTCRAFT®

Jakość i inowacyjność w technologiach pomiarowych. Od ponad 25 lat w Niemczech, teraz również w Polsce!

Produkty firmy Voltcraft to nowoczesna technologia, jakość i doskonały stosunek jakości do ceny!



Multimetr cyfrowy Voltcraft VC930 TRMS

Nowy, potężny multimetr rejestrujący Voltcraft serii VC900. Model VC930 TRMS przeznaczony jest do zastosowań przemysłowych, dzięki dodatkowym funkcjom takim jak filtr dolnoprzepustowy, który pozwala na dokładny pomiar napięcia i częstotliwości w napędach silnikowych i innych urządzeniach elektrycznych. Miernik ten jest przydatny zwłaszcza do wykrywania błędów w układach elektronicznych, automatyzacji procesów i przy serwisie urządzeń elektromechanicznych, elektrycznych i elektronicznych. Urządzenie może pełnić funkcję mobilnego rejestratora danych, dzięki pamięci do 5000 wartości pomiarowych, a dane w łatwy sposób mogą zostać przeniesione do komputera za pomocą portu USB. Model VC930 oferuje również pomiar prawdziwej wartości skutecznej (True RMS), prądu przemiennego. W trybie względnym możliwy jest pomiar bardzo małych rezystancji lub pojemności.

Dane techniczne: Wyświetlacz: 4000/40000 • Zakres pomiarowy V/DC: 0,001 mV - 1000 V • Zakres pomiarowy V/AC: 0,001 mV - 1000 V • Zakres pomiarowy A/DC: 0,1 µA - 10 A • Zakres pomiarowy A/AC: 0,1 µA - 10 A • Zakres pomiarowy rezystancji: 0,01 Ω - 40 MΩ • Zakres pomiarowy częstotliwości: 0,001 Hz - 4 MHz • Zakres pomiarowy pojemności: 0,001 nF - 40 mF • Zakres pomiarowy temperatury: -200 do +1200 °C • Zakres pomiarowy współczynnika wypełnienia: 20 - 80 % • Kategoria przepięcia: CAT IV 600 V • Dokładność podstawowa: ±0.03 % • Złącze: Światłowód
Zasilanie: 4 x bateria AA • Czas pracy na jednym zestawie baterii: do 100 h
Charakterystyka: Podwójny wyświetlacz z wykresem słupkowym • Automatyczny zakres • Standardowe zakresy pomiarowe V, A, Ω, dB, dBm • Pomiar prawdziwej wartości skutecznej True RMS AC + DC • Pomiar częstotliwości, pojemności, temperatury • Pomiar współczynnika wypełnienia • Pomiar wartości względnej • Wstrzymanie wartości szczytowej i wstrzymanie aktualnej wartości • Wskazanie wartości minimalnej i maksymalnej • Pomiar wartości średniej • Funkcja rejestracji do 5000 wartości pomiarowych • Test diody • Test ciągłości • Wskazanie niskiego poziomu baterii • Automatyczne podświetlenie wyświetlacza
Dostawa obejmuje: Multimetr VC930 + Zestaw przewodów probierczych + Zaciski krokodylkowe + 4 baterie AA + Walizka do przenoszenia + Kabel + Oprogramowanie + Instrukcja obsługi

Nr produktu	Cena brutto
12 47 03	999.00



Multimetr cyfrowy z testerem kabli LSG-4

Multimetr cyfrowy LSG-4 pozwala znaleźć kable i przewody w ścianie a także sprawdzić ciągłość obwodów. Model LSG-4 stosuje generator tonów o wysokiej częstotliwości, który moduluje sygnał na przewodach probierczych. Posiada również wysoce czuły odbiornik indukcyjny, który może wykryć kable w ścianie na głębokości do 15 cm. Dzięki temu możliwa jest dokładna identyfikacja rozmieszczenia kabli w pomieszczeniach. Urządzenie posiada standardowe funkcje multimetru, dzięki czemu nie ma potrzeby kupowania dodatkowego urządzenia. Gumowana obudowa sprawia, że multimetr cyfrowy LSG-4 nadaje się do zastosowań budowlanych i przemysłowych.
Dane techniczne: Maksymalna długość mierzonego kabla: 400 m • Zakres pomiarowy V/AC: 1 mV - 600 V • Zakres pomiarowy V/DC: 0,1 mV - 600 V • Zakres pomiarowy rezystancji: 0,1Ω - 20MΩ

Nr produktu	Cena brutto
10 08 79	129.00

Dystrybucja w Polsce:
Conrad Electronic Sp. z o.o.
www.conrad.pl
Infolinia: 801 005 133

Uwaga nowy adres siedziby:
ul. Królowej Jadwigi 146
30-212 Kraków

www.voltcraft.pl