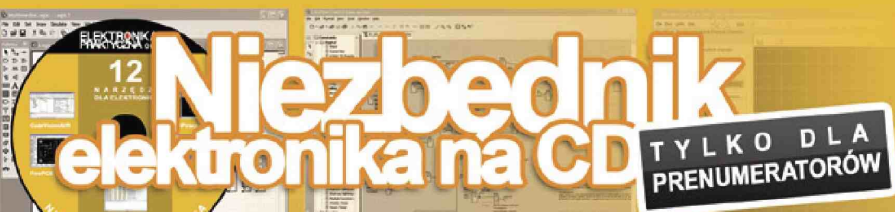


ELEKTRONIKA
PRAKTYCZNA^{CD} + FTP

● Międzynarodowy magazyn elektroników konstruktorów

● CZERWIEC ● 06/2011

Niezbędnik
elektronika na CDTYLKO DLA
PRENUMERATORÓW

Stacja pogodowa • Moduł przekaźników sterowany przez Bluetooth • Timer fotograficzny do lustrzanki • Minimoduł z Atmega8 • Symetyzator sygnału audio • AVTduino – manipulator dla Arduino • Rubidowy, korygowany GPS-em wzorzec częstotliwości i czasu

Multimetr U1252B • VibroDAQ • LPC177x/8x Wyposażenie i kompatybilność • AFE: sposób na sensory • i.MX28 – Nowa skala integracji: ARM926 + DC/DC w jednej obudowie • Cyfrowe rejestratory dźwięku ISD151xx

MCUIISP – Alternatywny Flash loader dla mikrokontrolerów STM32

- Projektowanie płytek za pomocą Altium Designer
- Technologia GSM w elektronice
- Kurs Arduino
- Cyfrowe zwrotnice głośnikowe
- Kurs programowania mikrokontrolerów PIC
- Wprowadzenie do Linuxa Embedded

inspirujące
użyteczne
projekty

podzespoły
sprzęt

tutoriale

KURSY

Konkurs • Microchip

TEMAT NUMERU

Programatory
stacjonarne



Wyszukaj ze **100 000** artykułów

www.elfaelektronika.pl - łatwo zamawiasz - szybko otrzymujesz



- Elektromechanika
- Automatyka
- Przewody i kable
- Elementy aktywne i pasywne
- Złącza
- Przyrządy pomiarowe
- Narzędzia i wiele innych

ELFA

Wspieramy projektantów elektroniki w Polsce od 10 lat



Farnell – w sercu świata elektroniki

Dzięki ofercie produktowej 420 000 elementów od 3500 producentów oraz szybkiej dostawie w 24h, jesteśmy w stanie zapewnić odpowiednie wsparcie milionom projektantów elektroniki i specjalistom do spraw zaopatrzenia

www.farnell.com/pl

element14

www.element14.com

A Premier Farnell Company



Projektuj z najlepszymi!

DS1062CA
DG1022

Razem w promocji!
za 2900 zł + vat



RIGOL®

Modele	DS1062CA
Pasma	60MHz
Ilość kanałów	2 kanały + zewnętrzne wyzwianie
Próbkowanie	2 GSa/s,
Ekwiwalentne	50 GSa/s
Czas narastania	5,8 ns
Długość pamięci	10 kpunktów
Podstawa czasu	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)
Pomiary autom.	20
Pomiary kursorowe	Automatyczne, manualne, tryb śledzenia
Funkcje mat.	Dodawanie, odejmowanie, mnożenie, FFT, Invert
Wejścia	DC, AC, GND
Interfejsy	USB port, USB host, RS 232, Go/NoGo
Wyświetlacz	5,6 cala TFT (64 k LCD kolor) 320x234 punkty

DG 1022: Technologia DDS: Sygnały wyjściowe o dużej dokładności i stabilności oraz małym poziomem zniekształceń • **2 kanały wyjściowe:**
• Częstotliwość próbkowania 100MSa/s, 14-bitowa rozdzielczość pionowa, 4k-punktowa pamięć przebiegów • Intuicyjny interfejs użytkownika - łatwość obsługi nawet bez instrukcji • 5 standardowych przebiegów wyjściowych: sinus, prostokąt, piła, impulsy, szum, • 48 przebiegów definiowanych przez użytkownika • Szerokie możliwości modulacji różnymi sygnałami: AM, FM, PM, FSK, Sweep, Burst: • **Szerokopasmowy licznik częstotliwości o dużej dokładności i zakresie do 200MHz** • Port USB (Host) do współpracy z zewnętrzną pamięcią USB • Kompatybilność z oscyloskopami cyfrowymi serii DS:

MOTEC LPS305 Zasilacz laboratoryjny



Maks. moc wyjściowa	165 W
Napięcie	
Zakres	0 ÷ +30V / 0 ÷ -30V 3,3V/5V
Rozdzielczość	10mV
Nap. maks.	-32V / +32V
Tryb śledzenia	0 ÷ ± 30V
Błąd śledzenia	± 20 mV
Prąd	
Zakres	0 ÷ -2,5A / 0 ÷ +2,5A 3 A
Rozdzielczość	1 mA
Prąd maks.	+3A / -3A ≈ 3,3 A
Tryb śledzenia	0 ÷ ± 2,5 A
Błąd śledzenia	± 5 mA

- Stabilizacja napięcia i prądu • 12-bitowy konwerter A/C • Ciekłokrystaliczny wyświetlacz matrycowy z podświetleniem, 2x16 cyfr jednocześnie odczyt prądu i napięcia • Kalibracja programowa • Inteligentny system chłodzenia • Złącze RS232 • Akustyczna (beeper) sygnalizacja przeciążenia i zmiany trybu pracy • Przyciski ▲ ("w górę") i ▼ ("w dół") do łatwego ustawiania parametrów • Klawiatura numeryczna do bezpośredniego wprowadzania parametrów • Dwa kanały regulowane i jeden z napięciem ustalonym (5V lub 3,3V)

Zasilacze programowalne

HMP2020:	1 x 0~32V/0~10A, 1 x 0~5,5V/0~5A
HMP2030:	2 x 0~32V/0~5A, 1 x 0~5,5V/0~5A
HMP4030:	3 x 0~32V/0~10A,
HMP4040:	4 x 0~32V/0~10A,



- Moc wyjściowa 384W uzyskiwana dzięki układowi inteligentnego zarządzania mocą
- Niski poziom tętnienia <150µV dzięki wyjściowym stabilizatorom liniowym
- Wysoka rozdzielczość ustawienia i odczytu 1mV/0,1mA
- Izolowane galvanicznie od siebie i od masy kanały wyjściowe
- Zaawansowany tryb pracy równoległej i szeregowej wyjść ze śledzeniem napięcia lub prądu
- Definiowanie dowolnych charakterystyk napięcia i prądu wyjściowego funkcją EasyArb
- FuseLink: ustawianie powiązań bezpieczników elektronicznych indywidualnie dla

seria HMP

HAMEG®
Instruments
A Rohde & Schwarz Company



- Dowolnie ustawiany poziom zabezpieczenia przed przepięciem (OVP) dla wszystkich wyjść
- Wyświetlanie parametrów pracy na ekranie LCD i podświetlanych przyciskach
- Wyjścia wszystkich kanałów (łącznie z zaciskami pomiarowymi) na tylnym ścianie
- Interfejs USB/RS-232; opcjonalnie IEEE-488 lub Ethernet/USB

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



Do pracy ciągłej (8h przy pełnym obciążeniu)

Model	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) 1 x (8+15V, 1A) 1 x (3+6V, 3A)	2 x (0-30V) 2 x (0-3A) 1 x (8+15V, 1A) 1 x (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							
Ilość wyjść	Pojedynczy	Podwójny	Potrójny	Poczwórny				
Napięciowy współczynnik stabilizacji	CVS1 x 10 ⁻⁴ + 1mV CCS2 x 10 ⁻³ + 2mA	CVS1 x 10 ⁻⁴ + 1mV CCS2 x 10 ⁻³ + 2mA	CVS1 x 10 ⁻⁴ + 1mV CCS2 x 10 ⁻³ + 2mA	CVS1 x 10 ⁻⁴ + 1mV CCS2 x 10 ⁻³ + 2mA	CVS1 x 10 ⁻⁴ + 1mV (CH1 i CH2) CCS2 x 10 ⁻³ + 2mA (CH1 i CH2) CVS1 x 10 ⁻⁴ + 1mV (CH3 i CH4) CCS2 x 10 ⁻³ + 2mA (CH3 i CH4)	CVS1 x 10 ⁻⁴ + 1mV (CH1 i CH2) CCS2 x 10 ⁻³ + 2mA (CH1 i CH2) CVS1 x 10 ⁻⁴ + 1mV (CH3 i CH4) CCS2 x 10 ⁻³ + 2mA (CH3 i CH4)	CVS1 x 10 ⁻⁴ + 1mV (CH1 i CH2) CCS2 x 10 ⁻³ + 2mA (CH1 i CH2) CVS1 x 10 ⁻⁴ + 1mV (CH3 i CH4) CCS2 x 10 ⁻³ + 2mA (CH3 i CH4)	CVS1 x 10 ⁻⁴ + 1mV (CH1 i CH2) CCS2 x 10 ⁻³ + 2mA (CH1 i CH2) CVS1 x 10 ⁻⁴ + 1mV (CH3 i CH4) CCS2 x 10 ⁻³ + 2mA (CH3 i CH4)
Obciążeniowy współczynnik stabilizacji	CVS1 x 10 ⁻⁴ + 2mV CCS2 x 10 ⁻³ + 6mA	CVS1 x 10 ⁻⁴ + 2mV CCS2 x 10 ⁻³ + 6mA	CVS1 x 10 ⁻⁴ + 2mV CCS2 x 10 ⁻³ + 6mA	CVS1 x 10 ⁻⁴ + 2mV CCS2 x 10 ⁻³ + 6mA	CVS1 x 10 ⁻⁴ + 2mV (CH1 i CH2) CCS2 x 10 ⁻³ + 6mA (CH1 i CH2) CVS1 x 10 ⁻⁴ + 2mV (CH3 i CH4) CCS2 x 10 ⁻³ + 6mA (CH3 i CH4)	CVS1 x 10 ⁻⁴ + 2mV (CH1 i CH2) CCS2 x 10 ⁻³ + 6mA (CH1 i CH2) CVS1 x 10 ⁻⁴ + 2mV (CH3 i CH4) CCS2 x 10 ⁻³ + 6mA (CH3 i CH4)	CVS1 x 10 ⁻⁴ + 2mV (CH1 i CH2) CCS2 x 10 ⁻³ + 6mA (CH1 i CH2) CVS1 x 10 ⁻⁴ + 2mV (CH3 i CH4) CCS2 x 10 ⁻³ + 6mA (CH3 i CH4)	CVS1 x 10 ⁻⁴ + 2mV (CH1 i CH2) CCS2 x 10 ⁻³ + 6mA (CH1 i CH2) CVS1 x 10 ⁻⁴ + 2mV (CH3 i CH4) CCS2 x 10 ⁻³ + 6mA (CH3 i CH4)
Tętnienia i szumy	CVS0,5mVrms (5Hz-1MHz) CCS20mVp-p (5Hz-1MHz) CCS30mArms CCS30mAp-p	CVS0,5mVrms (5Hz-1MHz) CCS30mArms	CVS0,5mVrms (5Hz-1MHz) CCS30mArms	CVS0,5mVrms (5Hz-1MHz) CCS30mArms	CVS0,5mVrms (5Hz-1MHz) CCS30mArms (CH1 i CH2) CVS1mVrms (5Hz-1MHz) (CH3)	CVS0,5mVrms (5Hz-1MHz) CCS20mArms (CH1 i CH2) CVS1mVrms (5Hz-1MHz) (CH3 i CH4)	CVS0,5mVrms (5Hz-1MHz) CCS20mArms (CH1 i CH2) CVS1mVrms (5Hz-1MHz) (CH3 i CH4)	CVS0,5mVrms (5Hz-1MHz) CCS20mArms (CH1 i CH2) CVS1mVrms (5Hz-1MHz) (CH3 i CH4)
Zabezpieczenie	przed przeciążeniem oraz odwrótną polaryzacją	przed przeciążeniem i odwrótną polaryzacją oraz ograniczenie prądowe i przeciwwzrostowe						
Praca szeregowo, równoległo, tracking	NIE	TAK						
Włącz/wyłącz wyjścia	TAK	TAK	TAK	TAK	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 156 x 295 mm	255 x 156 x 295 mm	255 x 156 x 295 mm	255 x 156 x 295 mm	255 x 160 x 305 mm	255 x 160 x 305 mm
Cena (bez VAT)	250	245	400	450	520	570	550	590

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
Grot (standard)	SIA 44-415404 DIA 44-915412 TWZ 46-060102



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
Zakres temperatury	200°- 450° C	200°- 480° C
Grot (standard)	44-415404	44-510601 46-060102

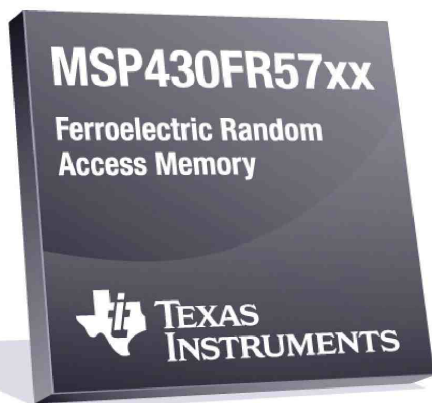
NDN®

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

Rewolucyjny MSP430FR

Odnoszę wrażenie, że niegdyś mikrokontrolery i mikroprocesory były bardzo do siebie podobne. Następnie wiodące firmy położyły nacisk głównie na rozwój mikroprocesorów wytwarzając je głównie z myślą o komputerach PC. W tamtym momencie



rozwój mikrokontrolerów poszedł tak jakby inną drogą, a dziś oba rodzaje aplikacji z tymi układami rządzą się odmiennymi prawami. Z jednej strony mamy więc oprogramowanie dla tak zwanych „petetów”, które pochłania ogromne zasoby komputera i apetyt którego stale rośnie, a z drugiej niewielkie, energooszczędne, niewymagające aplikacji dla urządzeń embedded i to nie tylko tych przenośnych. Kolejny krok w stronę ewolucji układów z mikrokontrolerami uczyniła ostatnio firma Texas Instruments.

Jest to wydarzenie na tyle ważne dla rynku elektroniki, że warto o nim poinformować w ten szczególny sposób.

W maju br. firma TI ogłosiła wprowadzenie na rynek pierwszego mikrokontrolera z wbudowaną pamięcią FRAM. Początkowo myślałem – żadna rewelacja, przecież ten rodzaj pamięci jest znany już od blisko 20 lat. A jeśli FRAM zastąpił pamięć Flash, to nowy produkt zyskał co najwyżej na szybkości programowania, być może obniżono wartość napięcia zasilającego oraz pobór energii, ale konkurencja na tym rynku trwa od lat i co rusz jakaś firma prezentuje nowy wyrób. Jednak po rozmowie z przedstawicielem firmy zrozumiałem błąd swojego rozumowania.

Firma TI nie tylko zastąpiła pamięcią FRAM tradycyjnie stosowaną pamięć FLASH, ale również **wszystkie rodzaje pamięci mikrokontrolera**. A więc i pamięć operacyjną, i EEPROM przechowujący dane. Programista na etapie tworzenia programu może sobie dowolnie podzielić pamięć na partycje i używać tak, jak jest mu wygodnie! Ze swojej praktyki konstruktora pamiętam, że podstawowymi kryteriami doboru mikrokontrolera do aplikacji były obok wymagań odnośnie do szybkości, pojemność pamięci RAM i pamięci FLASH. Wiele razy musiałem zmieniać model mikrokontrolera a nierzadko i producenta tylko dlatego, że np. zabrakło pamięci na stos lub zmienne. Nawet jeśli pozostawał wolny pewien obszar FLASH, to nie mogłem przeznaczyć go na zmienne dynamiczne. A teraz, dzięki zastosowaniu pamięci FRAM stało się to możliwe.

Aktualnie firma TI wprowadziła na rynek „sondażową” wersję mikrokontrolerów MSP430FR57x. Literki FR oznaczają, że jest w nich użyta pamięć FRAM. Nowe układy są wyposażone w stosunkowo niewielką pamięć, bo tylko 16 kB, ale wbrew pozorom to całkiem sporo jak dla wielu aplikacji embedded typu płytki sterujące do sprzętu gospodarstwa domowego, układy do akwizycji danych i wielu innych, których używamy na co dzień. Podczas prezentacji nowego mikrokontrolera oczywiście ktoś poddał w wątpliwość zasadność produkcji układu z tak niewielką pamięcią, ale przedstawiciel TI stwierdził, że na dziś dzień firma jest w stanie wytwarzać układy w konkurencyjnych cenach z pamięciami o wielkości do 256 kB, a w przyszłości (ponieważ prace rozwojowe nadal trwają) większą.

Oprócz możliwości partycjonowania, nowy MSP430FR57x pobiera 250 razy mniej energii, a czas zapisu do danych jest rzędu nanosekund. Firma gwarantuje liczbę zapisów przekraczającą 10^{14} , podczas gdy dla pamięci FLASH wynosi ona 10^4 , a dla EEPROM 10^5 . Łatwo zauważyć, że FRAM pracujący jako pamięć operacyjna będzie zużywał się, ale czas do uszkodzenia wyniesie co najmniej 8 lat. Czas ten można wydłużyć stosując pewne, dobrze znane triki w programie.

Moim zdaniem szykuje się kolejna rewolucja na miarę tej spowodowanej przez ARM. Tylko czekać, kiedy kolejne firmy wyprodukują kolejne podobne układy scalone. A i sama firma TI ma ogromny potencjał i olbrzymie portfolio różnych układów (przypomnijmy tylko OMAP stosowane w urządzeniach przenośnych, Stellaris z rdzeniem ARM, procesory DSP, dobrze znane MSP430), więc nawet tylko dzięki jej wyrobom może dokonać się przełom w sposobach programowania i wyboru mikrokontrolerów do aplikacji. Nowemu mikrokontrolerowi poświęcimy artykuł w najbliższej EP, gdy tylko dotrze do nas zamówiony, „gorący” zestaw ewaluacyjny.

Jacek Bogusz

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. Leszczyńska 11
tel.: +48 22 257 84 99, faks: +48 22 257 84 00

Adres redakcji:

03-197 Warszawa, ul. Leszczyńska 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

Product Manager:

Justyna Warpas, tel. +48 22 257 84 62

Marketing i Reklama:

Katarzyna Gugala, tel. +48 22 257 84 64
Bożena Krzykawska, tel. +48 22 257 84 42
Grzegorz Krzykawski, tel. +48 22 257 84 60
Andrzej Tumański, tel. +48 22 257 84 63
e-mail: reklama@ep.com.pl

Sekretarz Redakcji:

Grzegorz Krzykawski, tel. +48 22 257 84 60

DTP:

Dariusz Welik, tel. +48 22 257 84 48

Projekt graficzny okładki:

Jakub Tarnowski

Redaktor strony internetowej:

Marek Dzwonnik

Stali Współpracownicy:

Arkadiusz Antoniuk, Rafał Baranowski, Marcin Chruściel,
Jarosław Doliński, Andrzej Gawryluk, Krzysztof Górski,
Tomasz Jabłoński, Krzysztof Paprocki, Krzysztof Plawsiuk,
Sławomir Skrzyński, Jerzy Szczesiul, Ryszard Szymaniak,
Marcin Wiązania, Tomasz Włostowski, Robert Wolgajew

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
e-mail: prenumerata@avt.pl
Sklep: 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. Leszczyńska 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”.



EnergyLite

STM32L STM8L

energooszczędne mikrokontrolery
dla aplikacji zasilanych bateryjnie



Energooszczędne mikrokontrolery ST w skrócie:

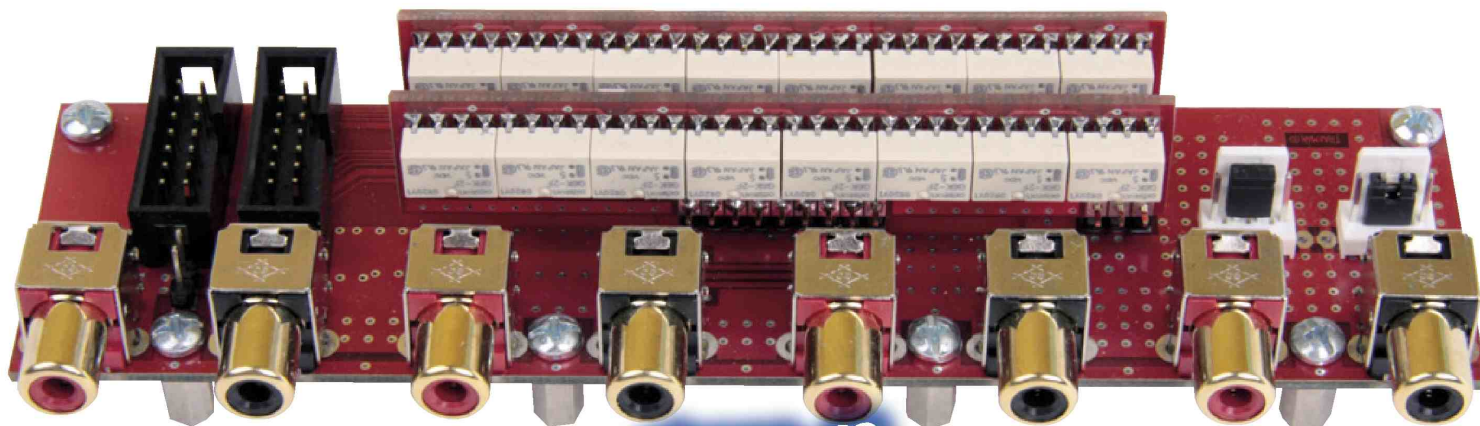
- wydajne rdzenie (Cortex-M3 w STM32L, STM8 w STM8L)
- nowoczesna architektura
- zaawansowane mechanizmy przyspieszania wykonywania programu
- duża wydajność obliczeniowa
- zaawansowane systemy przerwań
- bogate wyposażenie w peryferia
- wysokie maksymalne częstotliwości taktowania:
 - STM32L do 32 MHz
 - STM8L do 16 MHz
- niewielki pobór mocy:
 - STM32L od 230 $\mu\text{A}/\text{MHz}$
 - STM8L od 150 $\mu\text{A}/\text{MHz}$

www.st.com



Dystrybutor:

MASTERS Sp. z o.o., ul. Objazdowa 5b, 83-010 Straszyn k. Gdańska
tel. +48 58 691 06 91, masters@masters.com.pl, www.masters.com.pl



strona 42



Audiofilski układ regulacji siły głosu

Wśród miłośników słuchania muzyki z najlepszą jakością istnieje grupa zwolenników konstrukcji minimalistycznych, w których liczbę elementów składowych redukuje się do źródła, wzmacniacza mocy i zestawów głośnikowych. Wychodząc naprzeciw ich potrzebom publikujemy projekt wysokiej jakości regulatora PVC (Passive Volume Control) o konstrukcji opartej o przekaźniki i odpowiednio dobrane rezystory.

strona 35

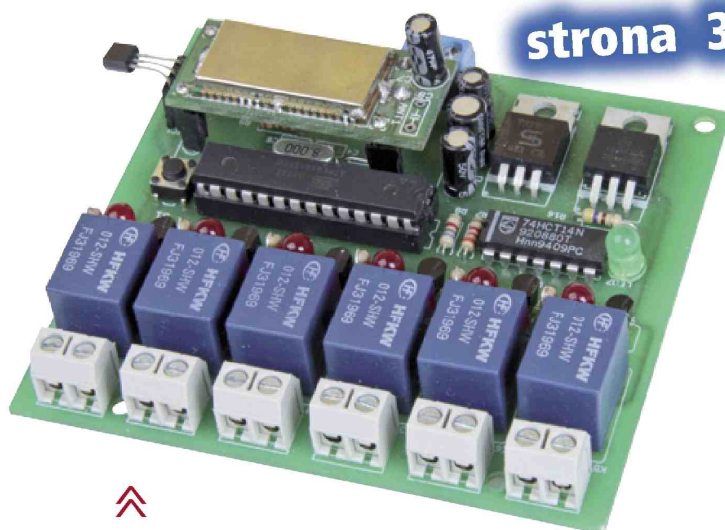


Timer do lustrzanek ze zdalnym wyzwaniem



Fabryczny osprzęt do lustrzanek cyfrowych jest zwykle bardzo drogi. Mając troszkę wiedzy na temat fotografowania oraz smykałkę do elektroniki można samodzielnie zbudować wiele ciekawych urządzeń rozszerzających możliwości funkcjonalne aparatu. Prezentujemy timer, który umożliwia naświetlenie zdjęć przez zadany czas, a oprócz tego pozwala na zdalne wyzwalenie aparatu np. podczas fotografowania zwierząt.

strona 30



Moduł przekaźników z interfejsem Bluetooth

Moduł jest wyposażony w 6 przekaźników, które są sterowane za pomocą interfejsu Bluetooth. Sygnał załączający może być przesyłany przez komputer PC lub telefon komórkowy. Przykłady zastosowania takiego tandemu można mnożyć – od zwykłego załączania urządzeń do otwierania zamków przez uprawnione osoby.

strona 23

« Stacja pogodowa z funkcją prognozy

Projekty stacji pogodowych cieszą się niesłabnącym zainteresowaniem Czytelników. Zapewne dlatego, że po pierwsze można coś zrobić dla domu, a po drugie – pochwalić się unikatowymi funkcjami przed znajomymi. Prezentujemy projekt takiej stacji z funkcją prognozowania pogody.



Projekty

Stacja pogodowa z prognozowaniem pogody	23
Blue Relay. Moduł przekaźników sterowany przez Bluetooth	30
Timer fotograficzny do lustrzanki	35
Pasywny regulator siły głosu PVC	42

Miniprojekty

Minimodul z ATmega8	49
Symetryzator sygnału audio	50
AVTduino JOY – manipulator dla Arduino	52

Projekty Czytelników

Rubidowy, korygowany GPS-em wzorzec częstotliwości i czasu	53
--	----

Wybór konstruktora

Programatory stacjonarne	114
Zestawy ewaluacyjne dla μ C z rdzeniami Cortex-M (2)	130

Sprzęt

Multimetr U1252B Agilent Technologies	64
Hameg HMO1024. Oscyloskop edukacyjny	101
VibroSPY. Przemysłowe podglądanie	122

Podzespoły

LPC177x/8x. Wyposażenie i kompatybilność	74
AFE: sposób na sensory	76
i.MX28. Nowa skala integracji: ARM926 + DC/DC w jednej obudowie	79
Cyfrowe rejestratory dźwięku ISD151xx (2)	92
STM32W. Cortex-M3 i zaawansowany tor RF	109
Energooszczędne MSP430. Nowa seria 0xx	126

Kursy

Kurs programowania mikrokontrolerów PIC (3). Interfejs użytkownika	58
Projektowanie płytek za pomocą Altium Designer Summer 09 (7)	68
Technologia GSM w elektronice (12). Tryby oszczędzania energii	82
Kurs Arduino (3). Obsługa modułu LCD	86
Cyfrowe zwrotnice głośnikowe (2). Problem synchronizacji zegara systemowego	89
Wprowadzenie do Linuksa embedded (3). Obsługa portów GPIO	96

Prezentacje

Programatory firmy Wellon	105
Małogabarytowe kondensatory mocy do zastosowań w motoryzacji	106
Telekomunikacja czwartej generacji dzięki układom Texas Instruments	112
Produkcja robi to inaczej	118
PIC32. Korzyści płynące ze stosowania 32-bitowych mikrokontrolerów	134

Automatyka i Mechatronika Praktyczna

Pozycjonowanie napędu SINAMICS (2)	149
Gotowe moduły liniowe. Aplikacje związane z paletyzacją i przenoszeniem produktów	153

Konkursy

Microchip	136
-----------------	-----

Od wydawcy	4
Nie przeocz. Niezbędnik elektronika	8
Nie przeocz. Podzespoły	10
Nie przeocz. Koktajl niusów	16
Sprzężenie zwrotne. Poczta	18
Sprzężenie zwrotne. Ankieta	20
Prenumerata	21
Kramik i rynek	137
Info	143
Biblioteka	146
Księgarnia wysyłkowa	157
Oferta	159
Zapowiedź następnego numeru	164



Panele HMI

już od 382 zł netto



Sterowniki PLC

już od 389 zł netto



Moduły rozszerzeń I/O

już od 147 zł netto

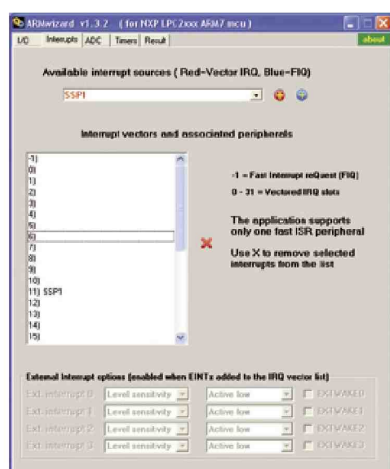


Kinco[®]
www.kinco.com.pl

Wyłączny dystrybutor w Polsce:
P.P.H. WObit E.K.J. Ober S.C.
tel. +48 61 2912 225
wobit@wobit.com.pl

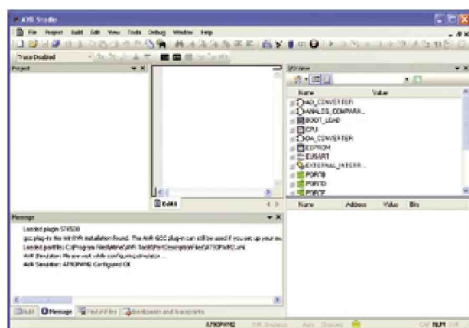
niezbędnik elektronika

**TYLKO DLA
PRENUMERATORÓW**



ARMwizard v1.3.2

ARMwizard jest aplikacją pomagającą edytować rejestry, przerwania, timery mikrokontrolerów ARM7 rodziny LPC2xxx firmy Philips (NXP). Jest przeznaczony głównie do stosowania ze środowiskiem KEIL, ale mimo tego utworzony kod można z łatwością zmodyfikować dla innych kompilatorów.

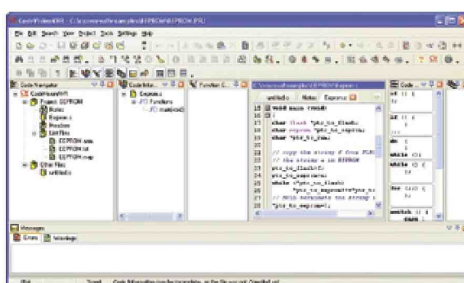


AVR Studio 4.18_build 684

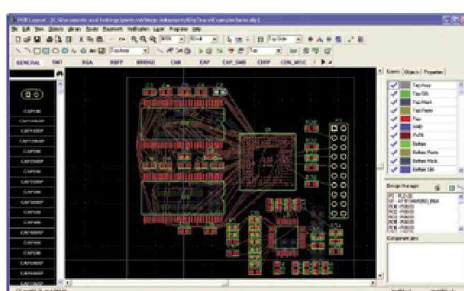
AVR Studio jest zintegrowanym środowiskiem programistycznym dla mikrokontrolerów Atmel AVR. Program działa pod Win XP, Vista i zawiera komplet narzędzi do zarządzania projektem m.in. edytor plików źródłowych, symulator, programator.

CodeVisionAVR Evaluation V2.05.1b

CodeVisionAVR jest kompilatorem C dla mikrokontrolerów AVR firmy Atmel. Aplikacja działa pod kontrolą Windows XP, 7 i Vista. CodeVisionAVR zawiera

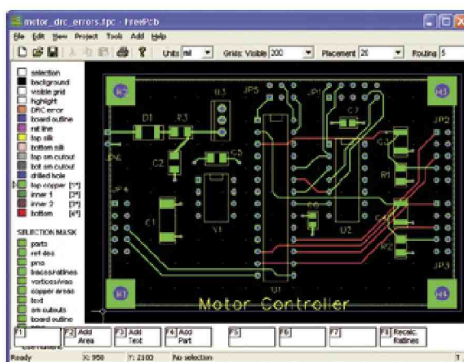


interfejs programatora, dzięki któremu w szybki i łatwy sposób jest możliwe załadowanie do mikrokontrolera wcześniej napisanego programu. Interfejs ten współpracuje m.in. z STK500, STK600, AVRISP.



DIPtrace

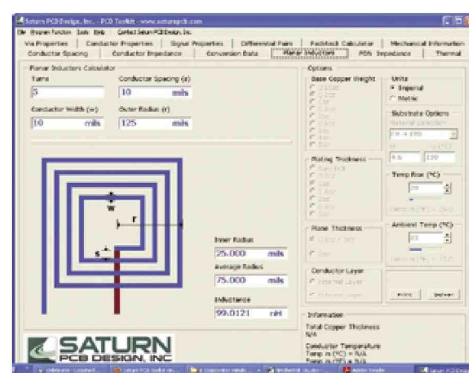
DIPtrace jest programem służącym do projektowania płytek drukowanych. Zawiera edytor schematów, edytor PCB, edytor bibliotek, autorouter, pełny pakiet bibliotek elementów. Ograniczeniem w wersji demo jest czas użytkowania do 30 dni i użycie maksymalnie 300 pinów w edytorze PCB.



FreePCB1.2

FreePCB to darmowy program dla projektantów PCB. Program umożliwia projektowanie 16-warstwowych płytek PCB o wymiarach 150 cm×150 cm,

wybór jednostek miary, pokrycie płytki miedzią, import i eksport listy połączeń, generowanie plików w formacie Gerber.



SaturnPCB 5.32

Saturn PCB Toolkit jest niezbędnym narzędziem wspomagającym projektowanie PCB. Pozwala na szybkie obliczenie wielu parametrów obwodów drukowanych m.in. szerokości ścieżek zależnie od natężenia prądu, odległości między nimi, ich indukcyjności.

StellarisWare 7243

Oprogramowanie StellarisWare jest pakietem narzędzi upraszczającym i przyspieszającym opracowywanie aplikacji z mikrokontrolerami Stellaris.

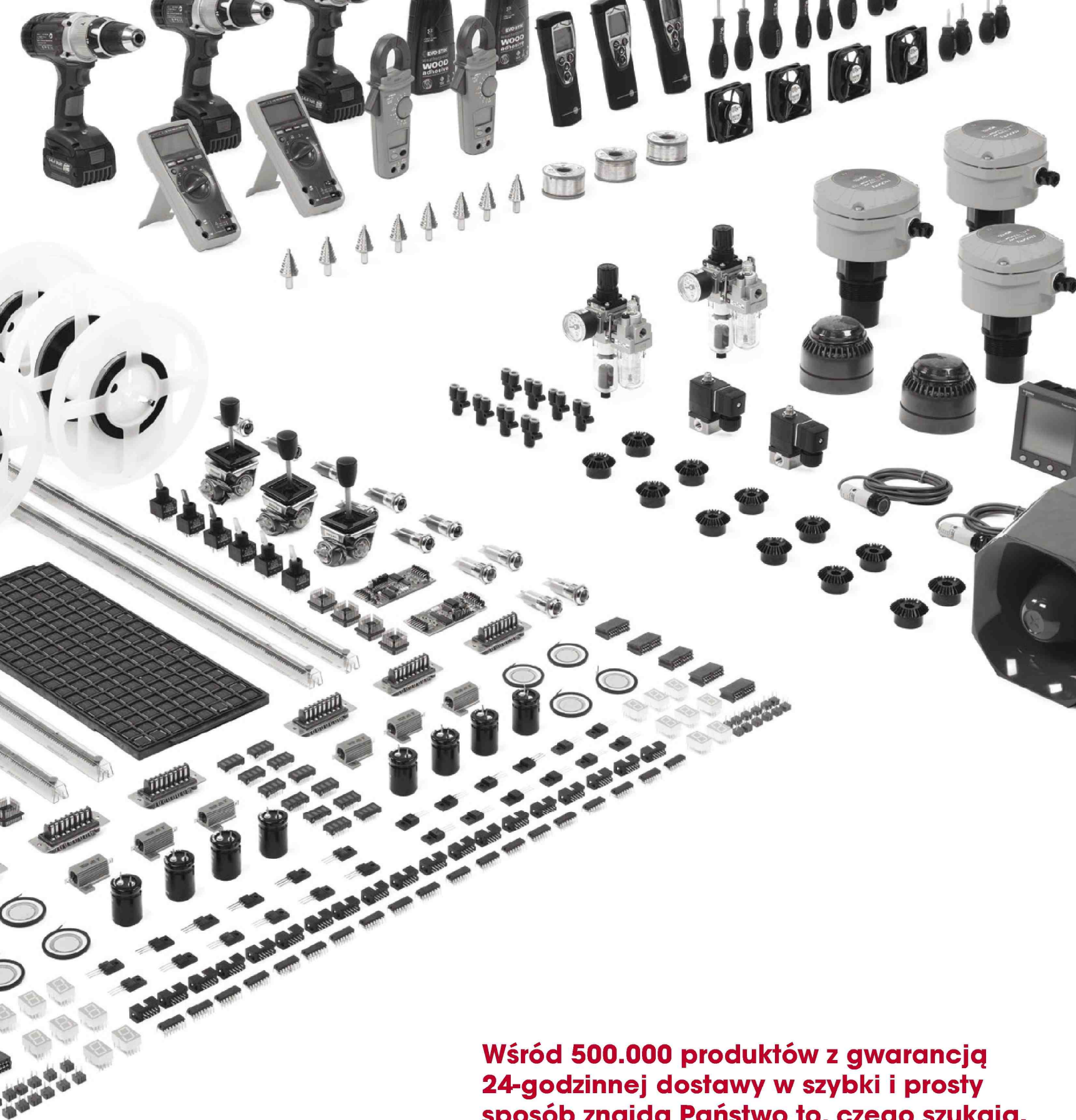
STLink

ST-LINK jest debuggerem i programatorem dla mikrokontrolerów z rodzin STM8 i STM32.

Współpracuje m.in. z ST Visual Develop (STVD) oraz ST Visual Programmer (STVP).

TI Audio Guide.pdf

Przewodnik po układach audio firmy Texas Instruments. Zaprezentowane w przewodniku układy należą m.in. do grup wzmacniaczy w klasach AB, D, G, przetworników audio, procesorów DSP, interfejsów i przełączników źródeł.



**Wśród 500.000 produktów z gwarancją
24-godzinnej dostawy w szybki i prosty
sposób znajdą Państwo to, czego szukają.**

nowe podzespoły

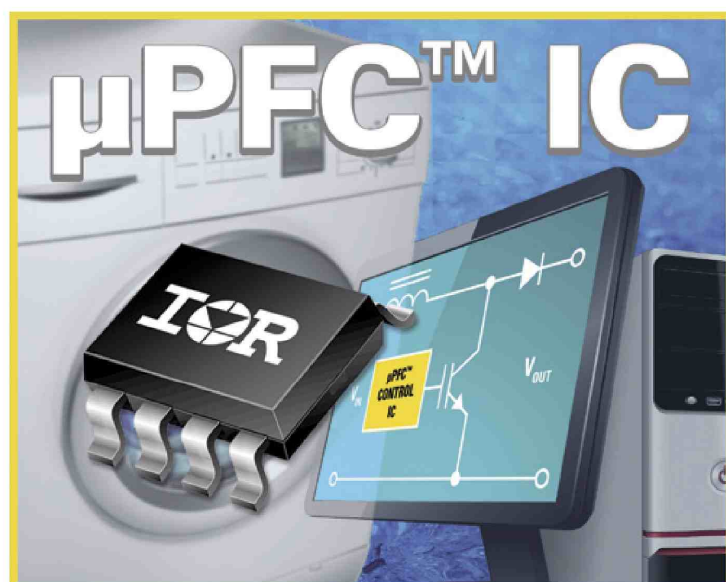
Z kilkuset nowości wybraliśmy te, których nie wolno przeoczyć
Bieżące nowości można śledzić na www.elektronikaB2B.pl

Kontrolery PFC do zasilaczy AC-DC o mocy wyjściowej od 300 W do 8 kW

Kontrolery PFC z nowej serii μ PFC typu IR115x są przeznaczone do korekcji współczynnika mocy w zasilaczach AC-DC o mocy wyjściowej od 300 W do 8 kW. Wykorzystują technologię OOC (*One Cycle Control*) zapewniającą duży współczynnik PF, małą zawartość harmonicznych i bardzo dobrą regulację napięcia na szynie DC przy minimalnej liczbie elementów współpracujących i prostej aplikacji. Są produkowane w obudowach SOIC-8. Zostały zaprojektowane do pracy w konwerterach Boost PFC pracujących w trybie przewodzenia ciągłego, akceptujących napięcie wejściowe z zakresu od 85 do 264 V_{AC}. Zawierają zabezpieczenie nadnapięciowe, podnapięciowe, zabezpieczenie przed rozwarciem pętli, ogranicznik prądowy i programowalny układ miękkiego startu. Różnią się zakresem napięcia zasilania, prądem wyjściowym, częstotliwością pracy i wbudowanymi obwodami zabezpieczeń. Inicjowany przez użytkownika tryb uśpienia zapewnia kompatybilność z wymogami norm Energy Star, Green Power i Blue Angel odnośnie do poboru mocy w trybie standby.

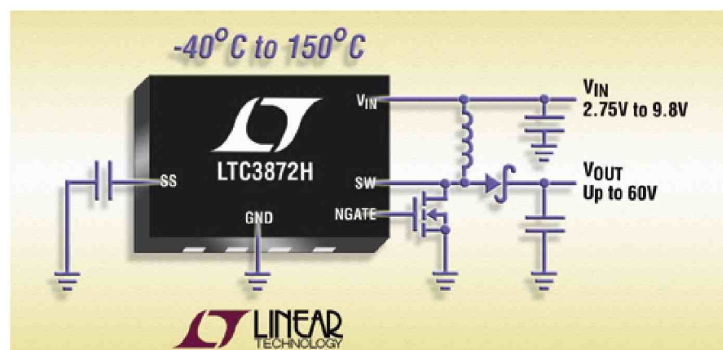
<http://www.irf.com>

	V _{CC} [V]	Prąd wyjściowy [A]	Częstotliwość pracy [kHz]	Zabezpieczenie nadnapięciowe	Zabezpieczenie Brown-out
IR1152S	14...17	±0,75	66	Podwójne	tak
IR1153S	14...17	±0,75	22,2	Tak	tak
IR1155S	12...20	±1,5	48...200	Tak	nie



Wysokonapięciowy kontroler DC-DC Boost o zakresie temperatury pracy złącza -40...+150°C

Kontroler przetwornicy DC-DC LTC3872 jest obecnie dostępny w wersji H-grade o rozszerzonym dopuszczalnym zakresie temperatury pracy złącza. Wynosi ona od -40°C do +150°C. Jest to kontroler typu Boost (podwyższający napięcie wejściowe) o stałej częstotliwości pracy (550 kHz), zasilany napięciem z zakresu 2,5...9,8 V. Pozwala na generowanie napięć wyjściowych do 60 V i nie wymaga szeregowego rezystora pomiarowego R_{SENSE}. Wymaga zewnętrznego tranzystora MOSFET z kanałem typu „n” oraz kilku podzespołów biernych. Zawiera źródło napięcia referencyjnego o dokładności ±1,5% utrzymywanej w całym dopuszczalnym zakresie temperatury pracy.



stora MOSFET z kanałem typu „n” oraz kilku podzespołów biernych. Zawiera źródło napięcia referencyjnego o dokładności ±1,5% utrzymywanej w całym dopuszczalnym zakresie temperatury pracy.

LTC3872 ma tryb pracy *pulse-skipping* aktywowany w zakresie małego obciążenia, który pozwala na zredukowanie poboru prądu spoczynkowego do 250 μ A. Dzięki temu jest możliwe wydłużenie czasu pracy urządzeń baterijnych przebywających przez dłuższy czas w trybie standby. Zawiera układ miękkiego startu, regulowany ogranicznik prądu wyjściowego i wejściowe zabezpieczenie podnapięciowe. Jest produkowany w obudowach DFN-8 i ThinSOT-8.

<http://www.linear.com>

Prosty w aplikacji sterownik diod LED o parametrach wyjściowych 30 V/1,5 A

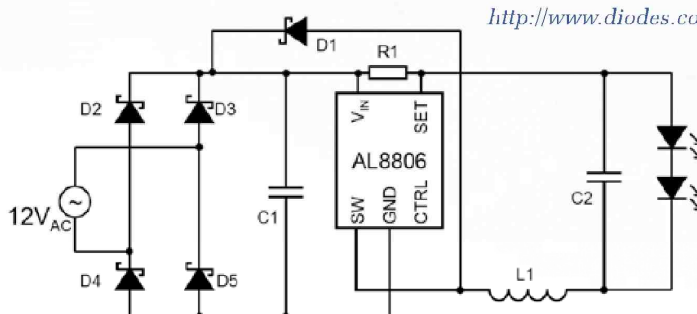
AL8806 to tani i prosty w implementacji sterownik wysokoprądowych diod LED umożliwiający ich zasilanie napięciem do 30 V i prądem o natężeniu do 1,5 A. Dzięki temu może zasilać grupy 8 połączonych szeregowo diod LED o wysokiej jasności. Układ powinien być zasilony ze źródła o napięciu od 6 do 30 V. W najprostszej aplikacji wymaga dołączenia jedynie 4 elementów zewnętrznych. Natężenie prądu wyjściowego jest regulowane sygnałem PWM.

AL8806 zapewnia największą sprawność spośród oferowanych przez firmę Diodes sterowników sięgającą nawet 98%. Jest produkowany w obudowie MSOP-8EP o małej rezystancji termicznej, umożliwiającej pracę z pełną wydajnością w szerokim zakresie temperatury otoczenia.

Pozostałe cechy:

- zabezpieczenie przed rozwarciem wyjścia,
- częstotliwość taktowania do 1 MHz,
- dokładność regulacji prądu wyjściowego lepsza niż 5%,
- zabezpieczenie ESD do 2,5 kV HBM,
- dopuszczalny zakres temperatury pracy złącza od -40°C do +125°C.

<http://www.diodes.com>



Zestawy startowe SIMATIC S7-1200



Zestaw SIMATIC S7-1200

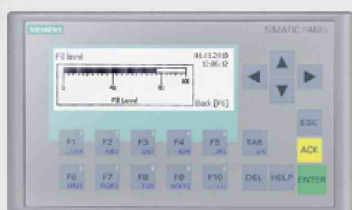
CPU 1212C AC/DC/RLY,
Symulator wejść,
SIMATIC STEP 7 Basic,
Kabel ethernet,
Dokumentacja na CD,

Dostępny już za 1200 zł*

Nr zam. 6ES7212-1BD31-4YB0

Zestaw SIMATIC S7-1200 + KP 300 Basic

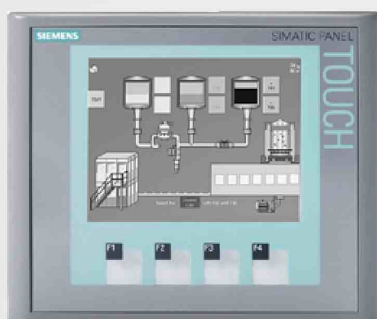
CPU 1212C AC/DC/RLY,
Symulator wejść,
Panel Kp300 Basic mono PN,
SIMATIC STEP 7 Basic,
Kabel ethernet,
Dokumentacja na CD,



Nr zam. 6AV6651-7HA01-3AA1

Zestaw SIMATIC S7-1200 + KTP 400 Basic

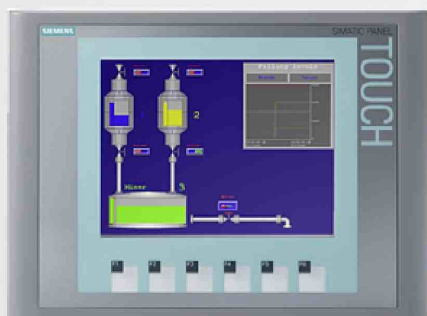
CPU 1212C AC/DC/RLY,
Symulator wejść,
Panel KTP400 Basic mono PN,
SIMATIC STEP 7 Basic,
Kabel ethernet,
Dokumentacja na CD,



Nr zam. 6AV6651-7AA01-3AA1

Zestaw SIMATIC S7-1200 + KTP 600 Basic

CPU 1212C AC/DC/RLY,
Symulator wejść,
Panel KTP600 Basic color PN,
SIMATIC STEP 7 Basic,
Kabel ethernet,
Dokumentacja na CD,



Nr zam. 6AV6651-7DA01-3AA1

Zestawy startowe S7-1200

Zestaw startowy jest doskonałym narzędziem, za pomocą którego można zapoznać się ze wszystkimi funkcjami sterownika SIMATIC S7-1200 w oparciu o oprogramowanie Step7 Basic. Produkt do kupienia u autoryzowanych dystrybutorów: www.siemens.pl/simatic/dystrybutorzy

* Sugerowana cena detaliczna netto.

www.siemens.pl/S7-1200

SIEMENS

Miniaturowe mikrofony MEMS z wyjściem cyfrowym PDM

STMicroelectronics oferuje dwa miniaturowe mikrofony wykonane w technologii MEMS: MP34DB01 z otworem umieszczonym na spodzie obudowy i MP45DT02 z otworem na górze obudowy. Oba zawierają cyfrowe wyjście PDM i mają zbliżone parametry:

- poziom przesterowania akustycznego: 120 dB SPL,
- SNR: 58–62dB (1 kHz, 1 Pa),
- czułość: –26 dBFS (1 kHz, 1 Pa),
- THD + N: <1% (100 dB SPL, 50...4000 Hz),
- THD + N: <5% (115 dB SPL, 1 kHz),
- zasilanie: 1,8 V/0,65 mA,
- PSRR: –70 dBFS,
- zakres temperatury pracy: od –30°C do +85°C.

Do zalet MP34DB01 i MP45DT02 należy zaliczyć małe wymiary obudów (4 mm×3 mm×1 mm), niską cenę i dużą niezawodność przy wysokiej jakości dźwięku. Mikrofony MEMS są odporne na wibracje i udary mechaniczne, szybkie zmiany temperatury oraz interferencje elektromagnetyczne. Poszczególne egzemplarze tej samej serii układów zapewniają bardzo dobrą powtarzalność parametrów, zwłaszcza czułości i przebiegu charakterystyki częstotliwościowej. Wszystko to pozwala na realizację matryc mikrofonowych do aktywnych układów eliminacji echa i szumu tła.

<http://www.st.com>



Miniaturowy generator DDS 8 MHz o poborze mocy 8,5 mW

Ofertę firmy Analog Devices poszerzono o nowy generator sygnałowy z bezpośrednią syntezą cyfrową (DDS) wyróżniający się małymi wymiarami obudowy (3 mm×3 mm). AD9837 zawiera 10-bitowy, wyjściowy przetwornik C/A. Generuje przebiegi sinusoidalne, trójkątne i prostokątne do 8 MHz, których częstotliwość i faza są konfigurowane programowo za pomocą interfejsu SPI. 28-bitowa długość wewnętrznych rejestrów w zestawieniu z maksymalną częstotliwością taktowania układu wynoszącą 16 MHz pozwalają na uzyskanie rozdzielczości programowania częstotliwości sygnału wyjściowego 0,06 Hz (0,02 Hz przy 5 MHz w wersji „A”). Szeroki zakres dynamiczny (SFDR > 68 dB) pozwala na użycie układu w aplikacjach komunikacyjnych i pomiarowych.

AD9837 może generować sygnały o modulacjach 2FSK, 2PSK, QPSK i amplitudy. Jest zasilany napięciem z zakresu od 2,3 do 5,5 V.

REKLAMA

BORNICO

od pomysłu do gotowego wyrobu

- montaż obwodów drukowanych SMT i THT
- pełna logistyczna obsługa zamówień
- doradztwo techniczne
- projektowanie urządzeń i systemów
- oprogramowanie systemów wbudowanych
- wdrażanie wyrobów do produkcji
- testy EMC i badania środowiskowe

Zakład Elektroniczny BORNICO

ul. Małczyńska 25, 26-604 Radom, tel.: +48 48 365 58 22, fax: +48 48 365 58 21

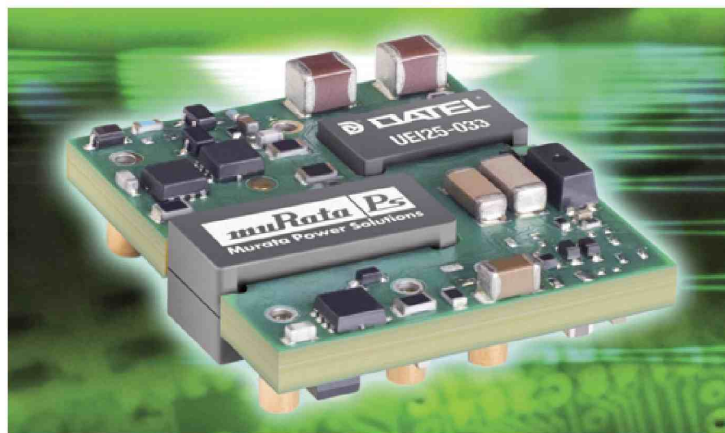
e-mail: bornico@bornico.com.pl, www.bornico.com.pl

Przy napięciu zasilającym 2,3 V pobiera zaledwie 8,5 mW mocy w stanie aktywnym. Może pracować w szerokim zakresie temperatury otoczenia, od –40°C do +125°C.

<http://www.analog.com>

Miniaturowe konwertery open frame o mocy 25 W z izolacją galwaniczną

Murata rozszerza ofertę niskoprofilowych, izolowanych konwerterów DC-DC serii UEI25 dostarczanych jako nieobudowane moduły open frame o wymiarach 24,4 mm×27,9 mm×8,1mm. Poza wprowadzoną do sprzedaży w 2010 roku wersją o napięciu wyjściowym 12 V dostępne są już dwie kolejne: 3,3 V i 5 V. Wszystkie pracują w zakresie napięcia wejściowego od 36 do 75V_{DC} i charakteryzują się sprawnością sięgającą 91%, co eliminuje konieczność dodatkowego chłodzenia. Umożliwiają regulację napięcia wyjściowego w zakresie ±10%. Występują w wersjach przystosowanych do montażu przewlekane i powierzchniowego. Standardem jest zabezpieczenie podnapięciowe i nadnapięciowe na wejściu, termiczne oraz zabezpieczenia wyjścio-



we: przed zwarcieniem i odwróceniem polaryzacji prądu. Wejście *Remote On/Off* pozwala na zdalne włączanie modułu i przełączanie w tryb shutdown.

Do zalet serii UEI25 należy też zaliczyć pełną izolację magnetyczną, izolację elektryczną wejście-wyjście do 2250 V, krótki czas ustalania się napięcia wyjściowego oraz możliwość zasilania obciążeń o charakterze pojemnościowym. Dopuszczalny zakres temperatury pracy rozciąga się od –40°C do +85°C.

<http://www.murata-ps.com>

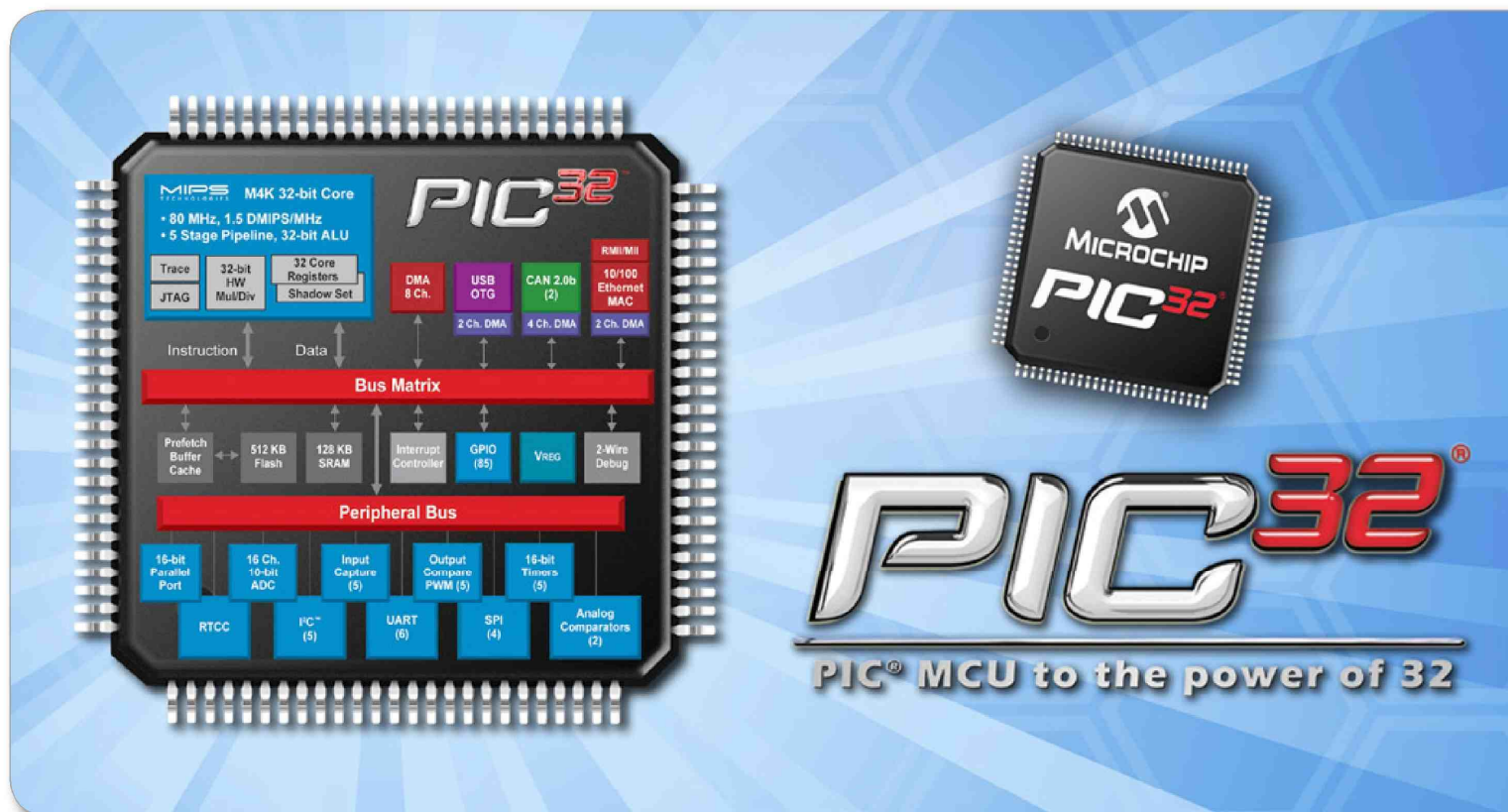
Ultraszybkie 4 A diody prostownicze wytrzymujące energię przebiecia lawinowego do 20 mJ

Vishay wprowadza do oferty nową rodzinę ultraszybkich diod prostowniczych o dużej gęstości prądu i krótkim czasie regeneracji, wytrzymujących energię przebiecia lawinowego w impulsie do 20 mJ (EAS). Diody te są produkowane w dwóch typach niskoprofilowych obudów: SMP i SMPC o grubościach, odpowiednio: 1,0 mm i 1,1 mm. Ich rezystancja termiczna złącze – obudowa wynosi, odpowiednio,

eSMP® Avalanche Rectifiers

E_{AS} = 20mJ

Zwiększ wydajność swojego projektu za pomocą mikrokontrolera PIC32



The diagram illustrates the PIC32 architecture, showing the MIPS M4K 32-bit Core at the top, which includes a 80 MHz, 1.5 DMIPS/MHz processor with a 5-stage pipeline and 32-bit ALU. Below the core is the Bus Matrix, which connects various peripherals. The Peripheral Bus at the bottom includes components like the 16-bit Parallel Port, 16 Ch. 10-bit ADC, Input Capture (5), Output Compare PWM (5), 16-bit Timers (5), RTCC, I²C (5), UART (6), SPI (4), and Analog Comparators (2). Other features shown include DMA (8 Ch.), USB OTG (2 Ch. DMA), CAN 2.0b (2), 10/100 Ethernet MAC, 2-Wire Debug, VREG, GPIO (85), Interrupt Controller, 512 KB Flash, 128 KB SRAM, Prefetch Buffer Cache, and JTAG. A physical PIC32 chip is also shown to the right of the diagram.

PIC[®] MCU to the power of 32

**Czy twoje aplikacje potrzebują większej wydajności?
PIC32 daje więcej za mniej!**

Mikrokontrolery PIC32 firmy Microchip oferują wiodącą na rynku wydajność 1,56 DMIPS na megaherc dla rdzenia MIPS[®] M4K[®] i są najlepszym wyborem, gdy musisz zrobić więcej w krótszym czasie.

Kiedy w projekcie liczy się wydajność, wiemy, że krótki czas realizacji projektu i szeroka funkcjonalność dostępnych produktów są tym, co obecnie liczy się najbardziej. Biblioteki obsługi układów peryferyjnych oraz oprogramowanie MPLAB[®] Integrated Development Environment zapewniają pełną kompatybilność kodu dla 8-, 16- i 32-bitowych rodzin mikrokontrolerów PIC[®], pozwalają na łatwą migrację i dają pewność, że czas projektowania jest najkrótszy.

**Dowiedz się więcej na www.microchip.com/pic32
lub sprawdź co ciekawego dzieje się na portalu społecznościowym www.mypic32.com**

**ZACZNIJ PROJEKTOWAĆ
W 3 PROSTYCH KROKACH**

1. Kup zestaw startowy PIC32 Ethernet Starter Kit
2. Ściągnij MPLAB[®] IDE
3. Rozpocznij pracę nad projektem



Zestaw startowy PIC32 Ethernet Starter Kit - DM320004

15°C/W i 5 °C/W. W obudowach SMP są dostępne trzy serie diod: standardowa AS1Px, szybka AR1Px i ultraszybka AU1Px. W obudowach SMPC dostępnych jest 6 serii diod: standardowe AS3Px/AS4Px, szybkie AR3Px/AR4Px i ultraszybkie AU2Px/AU3Px. Dopuszczalny prąd przewodzenia jest określony cyfrą występującą w oznaczeniu i wynosi od 1 A do 4 A (np. 2A dla AU2Px).

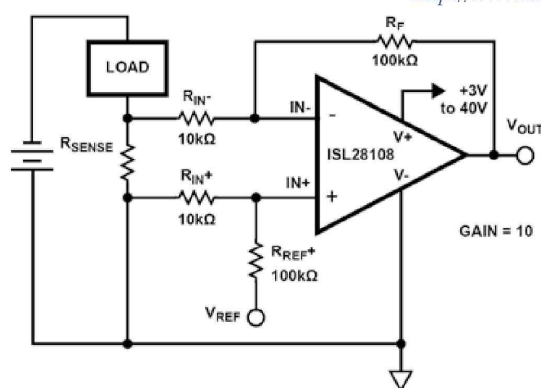
Zakres zastosowań nowej rodziny diod obejmuje głównie przetwornice AC-DC i DC-DC pracujące w środowiskach narażonych na działanie wysokiej temperatury. Elementy te uzyskały kwalifikację samochodową AEC-Q101 i mogą pracować w zakresie temperatury złącza do +175°C. Zapewniają krótki czas regeneracji (od 75 ns) i mały prąd upływu (od 0,3 µA). Są produkowane na napięcie znamionowe: 200, 400, 600, 800 i 1000 V.

<http://www.vishay.com>

Podwójny precyzyjny wzmacniacz operacyjny o napięciu zasilania do 40 V

Firma Intersil rozszerza ofertę precyzyjnych wzmacniaczy operacyjnych o podwójny wzmacniacz ISL28208 wyróżniający się szerokim zakresem napięcia zasilania – od 3 do 40 V oraz możliwością pracy z wejściowym napięciem sumacyjnym o 0,5 V niższym od wartości ujemnego źródła zasilającego V₋. Wejście rail-to-rail umożliwia stosowanie ISL28208 między innymi w charakterze komparatora, a wyjście rail-to-rail jest zaletą w aplikacjach o pojedynczym napięciu zasilania, gdy istotna jest możliwość pracy z napięciem wejściowym bliskim 0 V. Inne zalety to: niskie napięcie niezerównoważenia (maks. 230 µV), mały dryft termiczny (typ. 0,1 µV/°C), możliwość sterowania dużych obciążeń pojemnościowych oraz skuteczne tłumienie tętnień zasilania i wejściowych sygnałów sumacyjnych (PSRR=128 dB, CMRR=123 dB). Stopień wejściowy jest odporny na długotrwałe przepięcia. ISL28208 pobiera jedynie 2 mW mocy na kanał przy napięciu zasilającym 12 V. Jest odporny na wyładowania ESD do 3 kV (HBM). Układ jest dostępny w 8-wyprowadzeniowych obudowach TDFN, MSOP i SOIC.

<http://www.intersil.com>



REKLAMA

16-bitowe mikrokontrolery o poborze prądu w trybie uśpienia 20 nA

Microchip wprowadza do oferty nową serię mikrokontrolerów PIC linii eXtreme Low Power (XLP), których pobór prądu w trybie uśpienia wynosi zaledwie 20 nA. Najważniejsze różnice między serią PIC24F32KA304 i poprzednią PIC24F16KA to:

- dwukrotnie większa pojemność pamięci Flash i większa o 30% pojemność pamięci RAM,
- trzykrotnie większa liczba timerów i modulatorów PWM oraz dwukrotnie większa liczba interfejsów UART, I²C i SPI,
- czterokrotnie większa rozdzielczość wewnętrznego przetwornika A/C (12 bitów),
- jednostka Charge Time Measurement Unit (CTMU) w module mTouch do obsługi interfejsów pojemnościowych, umożliwiającą przeprowadzanie automatycznego skanowania także w trybie uśpienia,
- rozszerzony zakres napięcia zasilania od 2 do 5 V, eliminujący konieczność współpracy z zewnętrznymi regulatorami napięcia.

Nowe układy są produkowane w obudowach TQFP-44 o wymiarach 8 mm×8 mm i UQFN-48 (6 mm×6 mm). Pracują w przemysłowym zakresie temperatury otoczenia od -40°C do +85°C. Producent oferuje specjalny moduł plug-in o oznaczeniu MA240022 dla nowych układów w obudowach 44-wyprowadzeniowych przeznaczony do współpracy z płytą prototypową Explorer 16 (DM240001).

<http://www.microchip.com>



Liniowy regulator napięcia o zakresie napięcia wejściowego od 7 do 100 V

TPS7A4001 to liniowy regulator napięcia o bardzo szerokim zakresie napięcia wejściowego – od 7 do 100 V i maksymalnym prądzie wyjściowym wynoszącym 50 mA. Umożliwia regulację napięcia wyjściowego w zakresie od 1,175 V do 90 V. Nominalna dokładność jego stabilizacji wynosi

1%, a maksymalna zmiana w stosunku do wartości znamionowej nie przekracza 2,5% w całym dopuszczalnym zakresie zmian napięcia wejściowego, prądu obciążenia i temperatury. Pobór prądu ze źródła zasilającego wynosi 25 µA w stanie spoczynkowym i 4,1 µA w trybie shutdown. TPS7A4001 wymaga zastosowania w obwodzie wyjściowym dowolnego kondensatora o pojemności powyżej 4,7 µF oraz w obwodzie wejściowym kondensatora o pojemności powyżej 1 µF. Układ zawiera ogranicznik prądu wyjściowego i zabezpieczenie termiczne. Jest produkowany w obudowie MSOP-8.

<http://www.ti.com>

Nowość! Przewodnik Po Komponentach Analogowych Texas Instruments

Nowy Przewodnik Po Komponentach Analogowych firmy Texas Instruments zawiera opisy układów z najszerzej na rynku oferty podzespołów przetwarzających sygnały analogowe, stosowanych w przemyśle, medycynie, komunikacji, systemach audio, elektronice użytkowej i w komputerach.

Wzmacniacze i komparatory

Przetworniki A/C i C/A

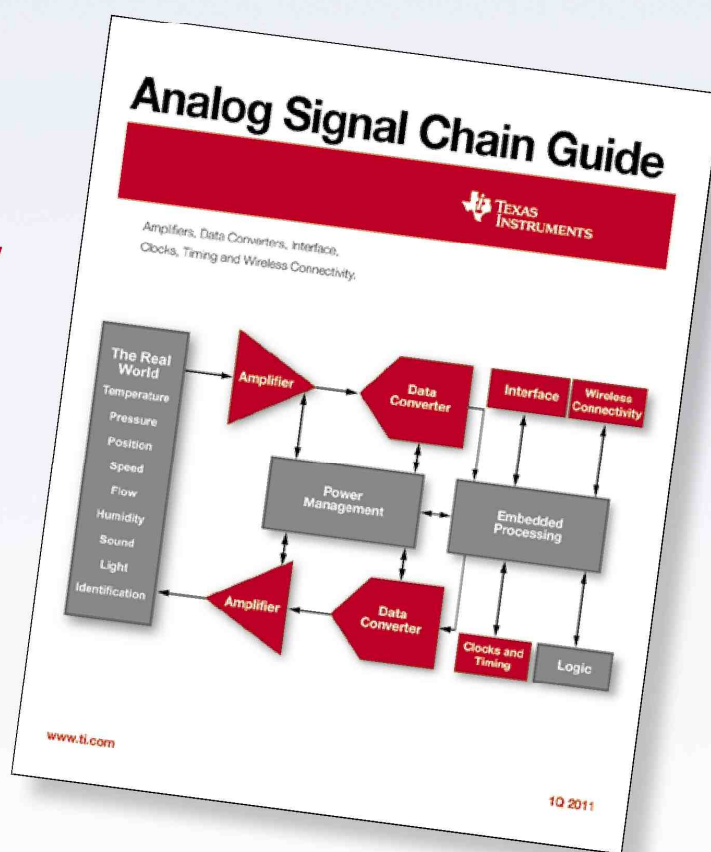
Sterowniki podzespołów analogowych

Źródła napięcia odniesienia

Zegary i układy czasowe

Interfejsy

Układy radiowe



Pobierz kompletny Przewodnik Po Komponentach Analogowych
www.ti.com/sigchain-guide-tpdep



koktajl niusów

Rynek półprzewodników czeka dwa dobre lata

W ocenie firm analitycznych przez najbliższe dwa lata rynek półprzewodników będzie odznaczał się wzrostem, a koniunktura odwróci się dopiero w 2013 r. Analitycy IC Insights i Future Horizons zgadzają się, że powodem dobrej sytuacji na rynku jest powrót normalnego popytu na układy i lekki wzrost ich cen. Według IC Insights dzięki stabilnym cenom produktów przez najbliższe dwa lata branża będzie rosła w tempie 9–10%. Według Future Horizons wzrost cen trwa nieprzerwanie od ostatniego kwartału 2009 r., kiedy rozpoczął się nowy, 10-letni cykl cenowy. Agencja twierdzi, że w roku obecnym wzrost wyniesie 9%, w 2012 nawet 16% i w obu tych latach stopień wykorzystania fabryk będzie bardzo wysoki. Rynek ma się skurczyć o 2% w 2013 r. wskutek nadprodukcji.



Assembleon i Essemtec umacniają się w Polsce

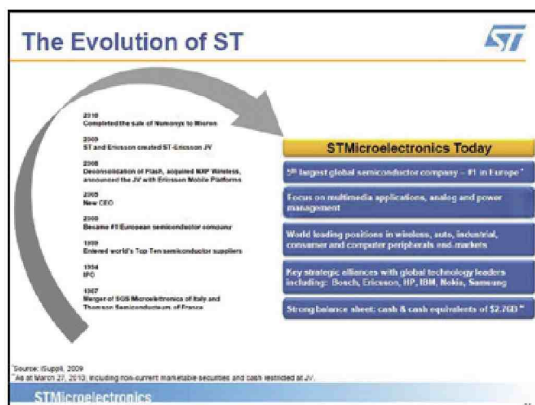
Essemtec, szwajcarski producent sprzętu SMT, wzmacnia swoją obecność w Europie Wschodniej, powołując do życia oddział w Warszawie, którego głównym zadaniem jest rozwinięcie sprzedaży w Europie Wschodniej. Dyrektorem zarządzającym został Mirosław Borkowski, poprzednio pracujący w firmie PB Technik.

Dotychczasowy dystrybutor firmy Essemtec, warszawski PB Technik, będzie bez zmian kontynuował sprzedaż produktów Essemteca, gdyż zadaniem oddziału będzie obsługa dużych zamówień i sprzedaż sprzętu do realizacji większych partii wyrobów, o większych zdolnościach produkcyjnych oraz kompleksowych linii.

Podobny ruch wykonał Assembleon, który jest obecnie reprezentowany przez firmę Assemopol w Tczewie.

STMicro wraca z inwestycjami do Europy

STMicroelectronics, który ma swoją bazę produkcyjną w Singapurze, a nie tak dawno pozbył się niedokończonych 300-milimetrowej fabryki krzemu na Sycylii, zapowiedział zwiększenie inwestycji w Europie. Według firmy jej rozwinięte zaplecze badawczo-rozwojowe może być wykorzystane do rozwoju lokalnej bazy produkcyjnej, co spotyka się obecnie ze wsparciem ze strony UE. STMicro chce utrzymać znaczną część produkcji masowej w Azji, jednak dla wzmocnienia łańcucha dostaw szereg ważnych produktów firma zamierza wykonywać w Europie. Niemniej jednak zgodnie z wieloletnią strategią firmy przeznaczają one na nakłady inwestycyjne niewielki procent obrotów i strategia ta na razie się nie zmienia.



mBlox i Rohde & Schwarz współpracują przy systemach Galileo i Glonass

mBlox oraz Rohde & Schwarz zakończyli w lutym br. symulację pracy czekającego na uruchomienie europejskiego systemu nawigacji satelitarnej Galileo. Test przeprowadzony przy użyciu wektorowego generatora sygnałów SMBV100A z opcjami symulacji GNSS pozwolił udowodnić wykonalność koncepcji u-blox i możliwość jej praktycznego użycia, a także kompatybilność technologii odbiornika z protokołem transmisji Galileo. System satelitarny Galileo jest odpowiedzią UE na amerykański system Navstar GPS. Współpraca obu firm rozszerzy się także na rosyjski globalny system nawigacyjny Glonass, który ma być w pełni funkcjonalny w oparciu o 24 satelity w 2012 r.

Hitachi liczy straty po trzęsieniu ziemi

W dwa tygodnie po trzęsieniu ziemi cena akcji Hitachi na tokijskiej giełdzie spadła o 15%, podczas gdy cały indeks giełdowy Topix stracił 8%, poinformowała agencja analityczna MF Global. W kataklizmie znacząco ucierpiało 7 zakładów produkcyjnych firmy położonych w Tohoku, z czego 5 znajduje się w rejonie miasta Hitachi. W sześciu z nich doszło do uszkodzeń budynków i wyposażenia i w większości praca nie będzie wznowiona przed początkiem maja. W uszkodzonych fabrykach w Hitachi firma produkuje podzespoły motoryzacyjne, systemy zasilania i sterowania. Komponenty motoryzacyjne powstają również w nieczynnych zakładach w Naka i Fukushima. Uszkodzona jest także fabryka małych wyświetlaczy w mieście Chiba. Hitachi ma w Japonii w sumie około 100 fabryk. W branży elektronicznej firma wytwarza m.in. półprzewodniki, serwery, pamięci, dyski twarde, wyświetlacze i telewizory LCD i plazmowe oraz przewody.

Kodak rozszerzył umowę z Flextronicsem

Kodak przedłużył i rozszerzył umowę z Flextronicsem zawartą w 2007 r. Oddział Flextronicsa, Flextronics Global Services z centralą w Venray w Holandii, świadczy dla Kodaka usługi logistyczne, w tym magazynowanie, dystrybucję i transport towarów do sieci i placówek handlowych oraz klientów końcowych. Flextronics zapewnia również usługi magazynowe i dystrybucję cyfrowych i innych produktów Kodaka. Firma oświadczyła, że w celu sprawnego docierania ze swoimi produktami do klientów koncentruje się na wykorzystaniu efektywnego łańcucha dostaw, którego Flextronics Global Services jest istotną częścią.



DEK poszerza współpracę ze Scanditronem

Scanditron rozszerzył w marcu br. zakres współpracy z firmą DEK o reprezentowanie jej na fińskim rynku. Od przeszło 30 lat Scanditron jest oficjalnym przedstawicielem DEK, dostarczając klientom urządzenia produkcyjne do montażu podzespołów, produkcji płytek półprzewodnikowych i komponentów do wytwarzania energii alternatywnych. Szwedzki Scanditron zaopatruje w maszyny i narzędzia produkcyjne wytwórców elektroniki w krajach skandynawskich, bałtyckich oraz w Polsce. Według DEK włączenie jego rozwiązań do oferty Scanditronu w Finlandii pomoże zapewnić tamtejszym klientom profesjonalny poziom obsługi i wsparcia technicznego.

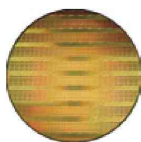
Fujitsu ma kompleksowy kontrakt z ARM

Fujitsu podpisało w marcu br. kompleksową umowę licencyjną z ARM Holdings na bloki IP, od projektów mikrokontrolerów łącznie z multiprocesorem Cortex-A15, po projekty graficznych układów Mali i systemów CoreLink. Fujitsu kupuje licencje od ARM od przeszło 10 lat, ale ostatnio zawarła umowę firmą nazywaną „strategiczną”. Japoński producent zapowiada jeszcze ściślejszą współpracę z ARM, w tym wspólne uzgadnianie projektów własnych produktów oraz pomoc w tworzeniu technologii ARM nawet od etapu specyfikacji. Fujitsu chce w ten sposób skrócić czas opracowywania układów cyfrowych.



Europa bez jednomyślności o wsparciu płytek 450 mm

Podczas konferencji najważniejszych producentów półprzewodników w Europie na temat strategii rozwoju branży (Industry Strategy Symposium) na przełomie lutego i marca br. zorganizowanej przez organizację SEMI we Francji przedstawiciele firm poróżnili się w kwestii potencjalnego wspierania przez Unię Europejską technologii produkcji płytek krzemowych o średnicy 450 mm. W dyskusji udział wzięli m.in. reprezentanci NXP, X-Fab, LFoundry, STMicroelectronics i GlobalFoundries. Wielu dyskutantów zwróciło uwagę, że wydawanie pieniędzy europejskich podatników na badania dotyczące płytek 450-milimetrowych może spowodować uszczuplenie funduszy przeznaczanych na wsparcie rozwoju innych półprzewodników, takich jak układy mixed-signal, w.c.z., MEMS i inne urządzenia wytwarzane w procesie CMOS. Z drugiej strony dyskutanci docenili niedawne zainteresowanie Komisji Europejskiej zaawansowaną technologią wy-



tworzenia układów scalonych. Wyrażono opinie, że Europa nie może jedynie świadczyć usług i że trzeba zrobić wszystko, aby utrzymać przemysł półprzewodnikowy na kontynencie.

Dostawy układów NAND Toshiba w II kw. niższe o 4%

Konsekwencją trzęsienia ziemi w Japonii 11 marca br. mają być dostawy układów pamięci NAND Toshiba/SanDiska w II kw. 2011 r. mniejsze o niecałe 4%, poinformowała agencja DRAMexchange. W późniejszym okresie dostawy te wyrównają się. Według agencji analitycznej należącej do Toshiba i SanDiska fabryki NAND w Yokkaichi wznowiły produkcję 18 marca, jeszcze przed całkowitym wyczerpaniem zapasów surowych płytek obu firm. Kompleks fabryczny w Yokkaichi był oddalony od epicentrum trzęsienia ziemi o około 900 km, więc wstrząsy miały tam relatywnie niską siłę 2–3 stopni, jednak do pewnych uszkodzeń doszło. W konsekwencji łączna produkcja Toshiba/SanDiska w pierwszej połowie drugiego kwartału 2011 r. ma być niższa o około 10%, co się przekłada na dostawy niższe o niecałe 4% w całym kwartale.

Electrolux zainwestuje 20 mln zł w Świdnicę

Electrolux Poland rozszerza działalność gospodarczą na terenie Wałbrzyskiej Specjalnej Strefy Ekonomicznej Invest-Park. Firma zainwestuje ponad 20 mln zł i zatrudni dodatkowo co najmniej 20 pracowników do końca 2012 r.



REKLAMA

Gamma przedstawiciel firmy SIM w Polsce oferuje:

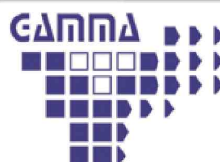
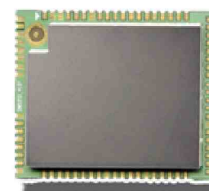
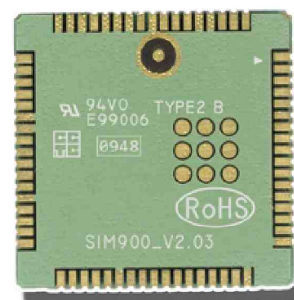
- moduły GSM do aplikacji M2M: GPRS, EDGE, HSDPA w konkurencyjnych cenach
- moduły GSM zintegrowane z GPS
- akcesoria GSM: anteny, kable, złącza
- wsparcie inżynierskie inżynierów własnych i producenta

Nowe miniaturowe moduły GSM/GPRS SIM900 24x24 mm o dużej prędkości działania i o obniżonym poborze mocy

Nowa oferta modułów HSUPA, EDGE – SIM5214, SIM5212, SIM5220



SIMCom
A company of SIM Tech



Gamma sp. z o.o.
ul. Kacza 6 lok. A, 01-013 Warszawa
tel. 022-8627500, fax. 022-8627501
info@gamma.pl, www.gamma.pl

Listy, pomysły, opinie pocztą

Kondensatory we wzmacniaczu

Witam! Piszę do państwa z dwiema sprawami. Pierwsza dotyczy elementów wzmacniacza: czy kondensatory C1...C4, C6, C9 są ceramiczne czy foliowe (poliestrowe, polipropylenowe)? Czy ma znaczenie zmontowanie którychkolwiek? Jaki to ma wpływ na jakość sygnału? Druga sprawa dotyczy literówki w gazecie, Schemat ideowy wzmacniacza zawiera mały błąd w oznaczeniach wyprowadzeń. Układ TDA7385 ma dwa wyjścia 24, wyjście na ST-BY powinno być oznaczone 4, a jest 24. Może to drobiazg, ale przy bardziej skomplikowanych układach może wprowadzać w błąd. Jeszcze nie analizowałem bardziej złożonych schematów.

Pozdrawiam, Paweł

Red. Prosimy, aby wysyłając taką korespondencję posłużyć się numerem zestawu AVT lub chociaż podać miesiąc, w którym był opublikowany projekt. Tu domyśliliśmy się, że chodzi o zestaw AVT1611 z EP 3/2011. Kondensatory, o które pyta Czytelnik są zastosowane w obwodach wejściowych do odseparowania składowej stałej. Zalecamy, aby użyć kondensatorów foliowych lub styrofoleksowych. Z drugiej strony, ich rodzaj nie jest parametrem krytycznym w tym miejscu w tej konkretnej aplikacji. Jednocześnie przepraszamy za błąd, który powstał w czasie przerysowywania układu – numer wyprowadzenia o funkcji STAND BY to faktycznie 4, a nie 24 jak podano na schemacie. Niemniej jednak projekt płytki jest prawidłowy.

Pytanie odnośnie do konkursu

Witam! Chcę wziąć udział w konkursie „Prowansja za Projekt” i mam pytanie odnośnie do części sprzętowej zgłaszanego projektu. Chodzi mi o to, że w moim projekcie wykorzystałem miniaturową płytkę ewaluacyjną z wutowanym procesorem STM32. Do goldpinów na tej płytce zamontowałem własną, drugą płytkę „na kanapkę”. Czy to, że użyłem gotowego elementu nie dyskwalifikuje mnie w konkursie?

Pozdrawiam

Paweł

Red. W regulaminie konkursu nie powiedziano, że urządzenie musi być wykonane od podstaw. Naszym zdaniem, w wypadku takim, jak opisany w e-mail, gdy płytka ewaluacyjna jest bazą do własnej konstrukcji i steruje jakimś układem zewnętrznym zbudowanym przez autora, nie powinno być problemu z dopuszczeniem urządzenia do konkursu.

Brakujący odcinek kursu PIC

Dzień dobry. Piszę w sprawie kursu (mikrokontrolery PIC) prowadzonego na łamach waszego pisma. W numerze 3/11 zamieściliście państwo wstęp do kursu, natomiast w numerze bieżącym 4/11 zamieściliście już państwo drugą część kursu z pominięciem części pierwszej. Nawet we wstępie części drugiej autor pisze, iż w części pierwszej „...nauczyliszy się już zapalać i i gasić diodę LED...”, natomiast nic takiego w części wstępnej nie było, co sugeruje, iż pominięliście część pierwszą kursu. Co w tej sytuacji? Czy zamieścicie ją państwo w następnym numerze razem z częścią trzecią?

Szymon

Red. Faktycznie na skutek numerowania odcinków od zera, popełniliśmy błąd w kolejności ich publikacji. W bieżącym numerze EP publikujemy brakujący odcinek, natomiast w kolejnych numerach pojawi się kontynuacja kursu.

Jeszcze raz o AVT1611

Witam! Piszę do państwa, ponieważ jestem bardzo nie mile zaskoczony projektem, który jest umieszczony w marcowym numerze EP. Konkretnie chodzi o miniprojekt Wzmacniacza 4x35W. Pierwszy rażący błąd, który mnie wręcz zaskoczył jest płytka, płytka zaprojektowana bez poprowadzonych ścieżek GND... Spora część elementów wisi w powietrzu... Szok! (...) Ale to nie wszystko. W artykule jest napisane, że układ pracuje w trybie wyłączenia a załączenie wymaga zwarcia ST-BY i MUTE do masy, a w rzeczywistości jest odwrotnie. Do tego dochodzą jeszcze błędy w schemacie ideowym, nawet jest źle przerysowany układ z noty katalogowej, okazuje się że wyprowadzenia się powtarzają, a każde idzie gdzie indziej, więc jak ma sobie tutaj poradzić początkujący elektronik? Wysłałem wasz plik do wykonania bez sprawdzenia teraz płytka się nie nadaje i muszę ją sam przeprojektować i wysłać jeszcze raz. (...)

Rozczarowany czytelnik.

Paweł

Red. Rozumiemy poirytowanie, ale złe wykonanie płytki drukowanej nie wynika z naszej winy, ale z błędu zakładu produkcyjnego, któremu nasz Czytelnik wysłał zbiór udostępniony na płycie CD i serwerze FTP. Otóż masy są poprowadzone na warstwie TOP w postaci POLYGON'u (powierzchni miedzi), który normalnie w Eagle jest niewidoczny. EAGLE pokazuje jedynie same kontury, aby POLYGON nie zasłaniał projektu płytki drukowanej. Aby włączyć widoczność POLYGON'u należy kliknąć na symbol RATSNETS w lewej, dolnej części paska narzędzi (taki jakby „X”). Do tego celu można posłużyć się nawet demonstracyjną wersją programu Eagle. Oprócz tego, dobrze widać tę masę na zamieszczonym w miniprojekcie schemacie montażowym.

Na schemacie jest błędnie podany numer nóżki STAND BY. Powinno być „4” zamiast „24”, ale to jedyny błąd, który znaleźliśmy. Natomiast faktem jest, że autor projektu błędnie zinterpretował „Vs” jako masę (w nocie katalogowej jest napisane, że wyprowadzenie należy dołączyć do Vs i trzeba zdrowo nagimnastykować się, aby odszukać czym faktycznie jest to Vs), gdyż podobnie oznacza się ją w technologii CMOS (jako Vss). W rzeczywistości dla tego układu faktycznie „Vs” oznacza dodatni potencjał napięcia zasilania.

Dziękujemy za zwrócenie uwagi na to przeoczenie, jednak prosimy zauważyć, że wyprowadzenia wyciszania i wyłączania są dołączone do złącza, nie mają żadnego potencjału i można na nie podać dowolne napięcie w aplikacji. Aby układ był włączony, należy podać potencjał dodatni, aby był wyłączony lub wyciszony, należy podać potencjał masy.

Propozycja kursu

Witam! Chciałbym zaproponować temat kursu w EP. Chodzi o kurs systemu ROS (Robot Operating System). System ten oferuje naprawdę ogromne możliwości w zakresie sterowania robotami i jest darmowy! Wielu czytelników EP zbudowało jakiegoś robota. Myślę, że taki kurs dałby inną możliwość zbudowania zaawansowanej konstrukcji wykorzystującej np. obraz z kamery, mapowanie, obsługę różnego rodzaju czujników. ROS zawiera bardzo dużo gotowych sterowników. Wystarczy wejść na stronę <http://www.ros.org>. Myślę też, że popularyzacja tego typu oprogramowania zwiększyłaby atrakcyjność polskich konstrukcji amatorskich! Czy Redakcja zainteresuje się tym tematem?

Pozdrawiam

Michał

Red. Dziękujemy za zwrócenie uwagi na ten interesujący system operacyjny. Mamy ambicję utworzenia w EP działu poświęconego robotyce, więc na pewno zajmiemy się tym tematem, chociaż teraz jest trudno określić ramy czasowe.

Materiały dodatkowe do e-wydania

Witam! Mam pytanie odnośnie miesięcznika „Elektronika praktyczna” oraz dodatkowych materiałów do zamieszczanych w nim artykułów, zawartych na załączanym do wydania papierowego CD. Ostatnio kupiłem papierowe wydanie „Elektroniki praktycznej” z lutego 2011 r. Przy każdym artykule (np. „radioTherm” str. 22.) widnieje informacja, iż materiały dodatkowe do niego są dostępne zarówno na CD, jak i FTP. Serwer FTP nie zawierał jednak wszystkich materiałów z CD, w szczególności materiałów z przytoczonego artykułu „radioTherm”. Czy w przypadku prenumeraty elektronicznej jest jakakolwiek możliwość uzyskania materiałów dostępnych z CD dołączanego do wydania papierowego?

Serdecznie pozdrawiam,

Artur

Red. Wcześniej, gdy EP była dostępna w sprzedaży tylko w wersji drukowanej, używaliśmy serwera FTP głównie pomocniczo, uzupełniając. Uzupełniliśmy na FTP wszystkie materiały i są one dostępne również dla osób kupujących e-wydania.

Kurs programowania mikrokontrolerów PIC

Szanowna Redakcjo! Od dawna chciałem zająć się programowaniem arcyciekawych mikrokontrolerów PIC i cieszę się, że nareszcie doczekałem się kursu ich programowania w moim ulubionym czasopiśmie. Gratuluję pomysłu, ponieważ miałem wrażenie, że w Polsce to tylko AVR-y i AVR-y, i nikt nie ma pojęcia o czymś więcej. Nabyłem też w sklepie AVT płytkę ewaluacyjną (byłem pozytywnie zaskoczony jej przystępną ceną, bo wyroby konkurencyjne są o wiele droższe) i pilnie wykonuję ćwiczenia opisane przez pana Tomka Jabłońskiego. Mimo iż z niecierpliwością czekam na kolejną porcję wiedzy, to wykonuję też samodzielne próby i mogę pochwalić się pewnymi sukcesami (...).

Pozdrawiam,

Grzegorz

Jeszcze o kursie programowania PIC

Witam! W tym roku rozpocząłem naukę informatyki na politechnice i już na pierwszym roku mamy naukę programowania mikrokontrolerów, z którymi wcześniej w ogóle nie miałem styczności. Umiejętności programować, ale w językach PHP i Java, nie mam bladego pojęcia jak się zabrać za assembler i C dla mikrokontrolerów. Niestety, może ze względu na to, że to są studia zaoczne, wykładowcy gonią z materiałem i wiedzę trzeba uzupełniać samodzielnie. Bardzo ucieszył mnie kurs programowania PIC w waszej gazecie, bo właśnie na tych procesorach bazujemy na laboratoriach i ćwiczeniach. Warto jednak, abyście obok C opisali też assembler. Myślę, że taki kurs bardzo przydałby się nie tylko mnie, ale i innym osobom w podobnej sytuacji (...). Najtrudniejsze dla mnie jest rozkładanie na „cegiełki” tego wszystkiego, co załatwiałem jedynym rozkazem. Czy planujecie równoległy kurs assemblera dla PIC’ów?

Pozdrawiam Redakcję EP!

Janusz

Red. Wygląda na to, że dobrze „wyczuliśmy pismo nosem” i programowanie PIC-ów cieszy się ogromnym zainteresowaniem. Assembler to bardzo ważny język programowania, ponieważ pozwala na wykonanie krytycznych czasowo fragmentów programu oraz zrozumienie, jak działa mikrokontroler. Dlatego też nie dziwi nas, że jest to język programowania, który jest omawiany w trakcie ćwiczeń i wykładów na politechnice. Jednak ze względu na to, że o wiele większym zainteresowaniem cieszy się język C oraz to, że tak naprawdę to większość programistów posługuje się C lub C++ programując mikrokontrolery (o czym świadczą wyniki przeprowadzanych przez nas ankiet), to nie

planowaliśmy kursu programowania PIC w języku assembler. Jednak jeśli tego typu próśb pojawi się więcej, to taki kurs pojawi się na łamach EP. Prosimy o listy w tej sprawie.

Kody źródłowe

Witam! Szanowna Redakcjo, chciałbym się podzielić z Państwem moją opinią o jakości artykułów prezentowanych na łamach czasopisma Elektronika Praktyczna. Jestem hobbystą elektronikiem oraz prenumeratorem EP. Zawsze sadziłem, że jest to dobre źródło fachowej wiedzy. Że płacąc za gazetę otrzymuję kolejną porcję fachowej informacji oraz rozwiązań technicznych. O ile dawniej, w czasach elektroniki analogowej i cyfrowej było to oczywiste, był schemat, był opis, była płytka, o tyle dziś?

Jestem w trakcie czytania najnowszego 5. numeru EP. Rzut oka i znów się ucieszyłem na kilka ciekawych dla mnie projektów. Jednak moje emocje z zadowolenia szybko przeszły w irytację. Większość współczesnych projektów powstaje z wykorzystaniem najróżniejszych mikrokontrolerów. Projekty zawierają schemat, opis, ponoć gdzieś na ftp wzór płytki, ale nie zawierają tego, co jest dla nich najistotniejsze, czyli kodu źródłowego.

Przykłady: aparatura do zdalnego sterowania. Innowacyjnością tego projektu jest zdaje się zastosowanie modułów radiowych do stworzenia aparatury do zdalnego sterowania. O algorytmie sterowania, konfiguracji modułów, komunikacji nie ma słowa, nie mówiąc o kodzie źródłowym jakimkolwiek. Za to autor wylewnie opisuje wszystko inne. Skupia się na opisie działania serw modelarskich, gdy tymczasem meritum – moduły RF – zostały przemilczane. Cemu ten artykuł ma więc służyć? Komu? Reklamie kolejnego kitu? Pod wskazanym adresem ftp też jest nie wiadomo co.

Sterowany za pomocą RS485 i RC5 odtwarzacz komunikatów MP3 – na pierwszy rzut oka jest lepiej. Autor prezentuje kod. Ale jaki? Byłby taki! Taki jak można znaleźć w książce do nauki programowania Bascoma. Czyli konfiguracja timerów, konfiguracja przerwań, obsługa RC5. A znów co istotne, czyli komunikacja, sposób adresowania? Kolejna reklama kitu na kilka stron. Oczywiście wskazany login do ftp nie na temat.

Zdalne sterowanie do iPod’a. Jest lepiej niż w projekcie aparatury. Jest szerszy opis modułów RF, coś o algorytmie. A kod do ATmega? I znów pytanie, co taki artykuł ma wniesić? Komu? Ma służyć za inspirację do nabycia kitu? Nie przemawia do mnie argumentacja (kiedyś przez Was prezentowana) typu, iż kod jest własnością intelektualną autora. Tekst artykułu czy też schemat, też są jego własnością intelektualną, a mimo to są one opublikowane. A jeśli ktoś jest zdania, że czekam na gotowca, to czemu jest publikowany schemat? Też go można nie publikować. Niech czytelnik sobie go wymyśli. Idąc dalej, po co opis? Pozostawimy przy samych tytułach...

(...)

Pozdrawiam, Piotr P.

Red. Dyskusja na temat dostępności kodów źródłowych trwa nie od dziś. Staramy się, aby do każdego projektu z mikrokontrolerem był dołączany kod źródłowy, podobnie jak do kursów. Z drugiej strony, nie podejmujemy się roli recenzenta kodów źródłowych programów, gdyż każdy program można napisać na wiele sposobów, a tak naprawdę kryterium jego wykonania powinny być realizowane przez niego usługi, a nie liczba linii kodu czy sposób użycia instrukcji. Ponadto, wielu autorów ponad zwięzłość kodu przedkłada jego czytelność, aby w każdym momencie było widoczne, co jest robione i dlaczego. Nie zawsze idzie to w parze z tzw. jakością programu.

Prosimy zaglądać na serwer FTP. Bardzo naciskamy na autorów, by dostarczyli źródła programów. Niekiedy negocjacje są prowadzone do ostatniej chwili. Płyta jest wysyłana do tłoczni o wiele wcześniej, niż gazeta do drukarni. Serwer FTP powstał głównie z tym zamiślem, aby można było później umieszczać na nim materiały związane z gazetą. Na dziś dzień, odnosząc się do zarzutów Czytelnika, są na nim dostępne kody źródłowe do wszystkich projektów, o których mowa.

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 następująco: prenumeratorzy EP mogą 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:

- ☐ Stacja pogodowa z prognozowaniem pogody
☐ Blue Relay
☐ Timer fotograficzny do lustrzanki
☐ Pasywny regulator siły głosu PVC
☐ Minimoduł z ATmega8
☐ AVTduino JOY – manipulator dla Arduino
☐ Symetryzator sygnału audio
☐ Rubidowy, korygowany GPS-em wzorzec częstotliwości i czasu

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
☐ Wielokanałowy miernik napięć
☐ Aktywne obciążenie
☐ Sterownik oświetlenia akwarium
☐ Miernik grubości lakieru
☐ Wzmacniacz lampowy w klasie A
☐ Analizator widma
☐ Miernik mocy wzmacniaczy audio
☐ Sterownik elektrowni wiatrowej
☐ Radio internetowe
☐ Lokalizator GSM/GPS
☐ Wzmacniacz 600 W w klasie D
☐ Radiowy tor audio
☐ Widmowy globus
☐ Mówiący woltomierz
☐ Tester serwomechanizmów

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

.....

D.

1. Zaznacz, w jakiej branży pracujesz: ☐ Przemysł, ☐ Usługi, ☐ Handel, ☐ Edukacja, ☐ Inne

2. Czy zajmujesz się integracją systemów automatyki: ☐ Tak, często, ☐ Tak, czasami, ☐ Nie

3. Czy zajmujesz się serwisowaniem urządzeń automatyki: ☐ Tak, często, ☐ Tak, czasami, ☐ Nie

4. Czy możesz pochwalić się w jakiej firmie pracujesz (podać nazwę)?

.....

5. Jeśli zajmujesz się automatyką, to czy masz wpływ na wybór podzespołów, systemów i oprogramowania, czy otrzymujesz „system w pudełku” (rozpakuj, złoż i używaj)? ☐ Tak, mam wpływ, ☐ Czasami, ☐ Nie, otrzymuję gotowy system

Twoje dane adresowe:

Imię i nazwisko.....

e-mail.....

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

mięscowość.....

ulica.....

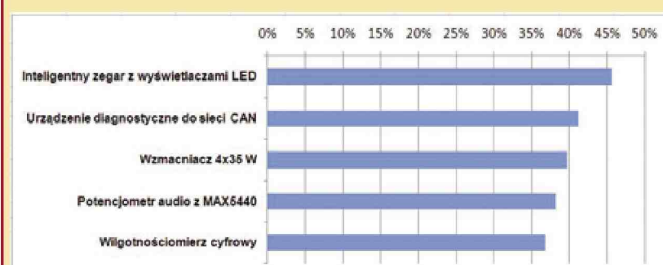
nr..... nr prenumery.....

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)

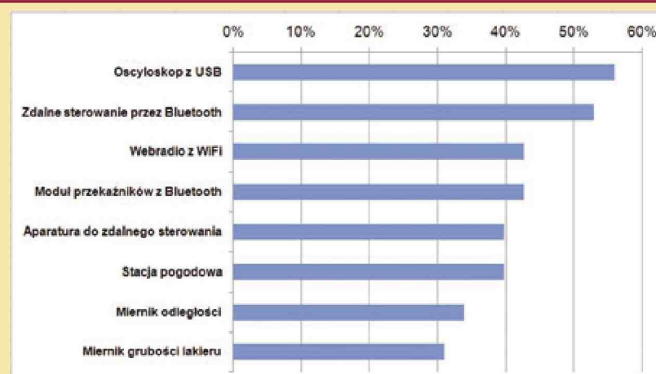
Data.....

podpis.....

Wyniki ankiety z EP 4/2011



Ranking zainteresowania projektami w EP2/2011



Ranking propozycji projektów do publikacji

TO PROSTE TYLKO PRENUMERATA!

Prenumerata to:

- ➡ start za darmo
 - ➡ później do 50% taniej
 - ➡ 80% zniżki na e-prenumeratę
- } szczegóły na str. 22
- (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
 - ➡ bezpłatny dostęp do materiałów na ep.com.pl
 - ➡ Niezbędnik Elektronika (dostępny tylko dla Prenumeratorów!)
 - ➡ 50% zniżki na archiwum EP
 - ➡ 50% zniżki na „EP Plus”
- } szczegóły na avt.pl/klub-elektronika



Zaprenumeruj Elektronikę Praktyczną i wybierz dla siebie prezent:
koszulkę EP lub płytę Marizy Fado „Tradicional”

Poinformuj nas o swoim wyborze przed końcem czerwca: mailem (prenumerata@avt.pl), telefonicznie (22-257-84-22), faksem (22-257-84-00) lub listownie (Dział Prenumeraty, 03-197 Warszawa, ul. Leszczyńska 11)

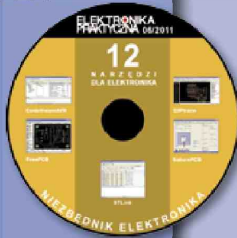
NIEZBĘDNIK ELEKTRONIKA

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 lipca 2011 do września 2011, Ty udokumentuj swoje zainteresowanie wpłatą kwoty 144,00 zł na kolejne 9 numerów EP (październik 2011 – czerwiec 2012). Będzie to coś w rodzaju zwrotnej kaucji. Jeśli nie uda nam się przekonać Cię do prenumeraty i zrezygnujesz z niej przed 16.09.2011 r. – otrzymasz zwrot całej swojej wpłaty.

BEZPŁATNA PRENUMERATA PRÓBNA	PRENUMERATA 9-MIESIĘCZNA (VAT 8%)
od lipca 2011 r. do września 2011 r.	od października 2011 r. do czerwca 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 cenę 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 prenumeraty rocznej – 170,50 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 czerwca 2010 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 → AVT – Korporacja sp. z o.o.
03-197 Warszawa, ul. Leszczynowa 11
97 1600 1068 0003 0103 0305 5153

Numer konta bankowego naszego wydawnictwa → 97 1600 1068 0003 0103 0305 5153

Kwota zgodna z warunkami prenumeraty podanymi powyżej → 176,00

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) → sto siedemdziesiąt sześć zł

Pełny adres pocztowy wraz z imieniem, nazwiskiem (ewentualnie nazwą firmy lub instytucji) → Jan Kowalski
12-345 Łódź, ul. Kosmonautów 6/789

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) → Roczna prenumerata EP
od numeru 7/2011

06

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 przyjmujemy 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

Stacja pogodowa z prognozowaniem pogody

**AVT
5294**


Współczesne, miniaturowe czujniki wielkości nieelektrycznych umożliwiają łatwe zbudowanie urządzeń, które na podstawie zmierzonych wielkości, przetwarzanych za pomocą mikrokontrolerów, są w stanie podejmować różne akcje. Może to być na przykład dostosowanie temperatury i wilgotności powietrza do wymagań magazynowanej żywności lub – jak w naszym projekcie – do prognozowania pogody.

Rekomendacje: stacja z prognozowaniem pogody przyda się w każdym domu; może być użytecznym gadżetem, który np. uchroni domowników przed zmoknięciem w czasie letniego spaceru.

Przykładem czujnika wielkości nieelektrycznych wykonanego w technologii MEMS jest czujnik ciśnienia atmosferycznego z wyjściem cyfrowym typu MPL115A2 produkowany przez firmę Freescale. Zanim jednak opiszę metodę jego aplikacji, warto poświęcić kilka słów zagadnieniom teoretycznym.

Zagadnienia wstępne

Ciśnienie atmosferyczne jest stosunkiem wektora siły będącego wypadkową wszystkich sił działających na powierzchnię Ziemi do wielkości pola tej powierzchni. Wynika z tego, że ciśnienie atmosferyczne w górach jest niższe, a na nizinach wyższe, ponieważ słup powietrza ma w tych rejonach różną wysokość. Zależność ta ma w przybliżeniu charakter wykładniczy, co pokazano na **rysunku 1**.

Wartość ciśnienia atmosferycznego dla standardowych warunków pogodowych dla wysokości h (n.p.m.) możemy wyznaczyć z uproszczonej zależności opisanej wzorem:

$$p_h = p_0 \cdot e^{\frac{-h}{7990}}$$



gdzie:

p_h – ciśnienie na wysokości h n.p.m. dla standardowych warunków pogodowych

p_0 – ciśnienie na poziomie morza w standaryzowanych warunkach pogodowych równe 1013,25 hPa

h – wysokość n.p.m.

Ciśnienie atmosferyczne ulega ciągłym zmianom, które są zależne od zmian pogody. Śledząc zmiany ciśnienia na danej stałej wysokości n.p.m., możemy z pewnym prawdopodobieństwem prognozować pogodę. Na przykład na umiarkowanych szerokościach geograficznych powolne obniżanie się ciśnienia oznacza zbliżanie się niżu, czyli pogorszenia się pogody (wystąpienie chmur, opadów, ochłodzenia w lecie, ocieplenia w zimie), zaś wzrost ciśnienia łączy się z poprawą pogody (ustąpieniem mgły czy zachmurzenia, osłabieniem wiatru itp.). Ciśnienie wyższe o kilka hPa od ciśnienia p_h dla danego rejonu zwiastuje utrwalenie się ładnej pogody, jednak z drugiej strony, szybki wzrost ciśnienia może także zwiastować burzę. Co ciekawe, na podstawie gradientu zmian ciśnienia można dość dokładnie określić spodziewaną siłę wiatru. Pomimo tych, wydawałoby się nieskomplikowanych zależności, przewidywanie zmian pogody jest procesem trudnym (a zwłaszcza przygotowywanie prognoz długookresowych) i obarczo-

AVT-5294 w ofercie AVT:
AVT-5294A – płytka drukowana

Podstawowe informacje:

- Pomiar temperatury i ciśnienia z funkcją prognozowania pogody
- Napięcie zasilania: 5...9 V_{DC}
- Maksymalny prąd obciążenia (z podświetleniem/bez podświetlenia): 30 mA/9 mA
- Zakres wysokości dla funkcji przewidywania pogody: 0...990 m n.p.m.
- Zakres pomiarowy wbudowanego termometru: 0...99°C
- Zakres pomiarowy barometru: 500...1150 hPa
- Ustawienia ważniejszych fusebitów:
CKSEL3...0: 0010
SUT1...0: 10
CKDIV8: 1
CKOUT: 1
WDTON: 1
SPIEN: 0
BOOTRST: 1
BODLEVEL2...0: 111

Dodatkowe materiały na CD/FTP:

- <ftp://ep.com.pl>, user: 10925, pass: 87thc181
- 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-5141 Internetowa stacja pogodowa Yahoo (EP 7-8/2008)
- AVT-961 Domowa stacja pogodowa (EP 12/2006)
- AVT-2787 PC-Termometr – termometr internetowy (EdW 5/2006)
- AVT-5060 Domowa stacja meteo ze zdalnym pomiarem temperatury (EP 4-5/2002)

nym błędem, o czym niejednokrotnie możemy się przekonać, słuchając prognoz pogody nadawanych przez stacje radiowe czy telewizyjne. Jednak dla prostych aplikacji możemy posilkować się algorytmami, z których korzysta większość elektronicznych stacji pogodowych, a które oparte są tylko na śledzeniu zmian ciśnienia atmosferycznego. Z uwagi na charakter zachodzących zmian, prognozowanie pogody jest znacznie utrudnione dla obszarów położonych na dużej wysokości n.p.m. Na koniec, warto podkreślić istotną różnicę pomiędzy wartością bezwzględnego ciśnienia atmosferycznego dla danej miejscowości (ciśnienia tam panującego) a wartością ciśnienia podawanego w prognozach pogody. To ostatnie jest ciśnieniem, które wystąpiłoby danego dnia w danej miejscowości, gdyby znajdowała się ona na poziomie morza, czyli de facto jest to bezwzględne ciśnienie atmosferyczne dla tego rejonu przeliczone dla poziomu morza. Tego typu konwersja ułatwia zorientowanie się, co do warunków pogodowych dla różnych wysokości n.p.m.

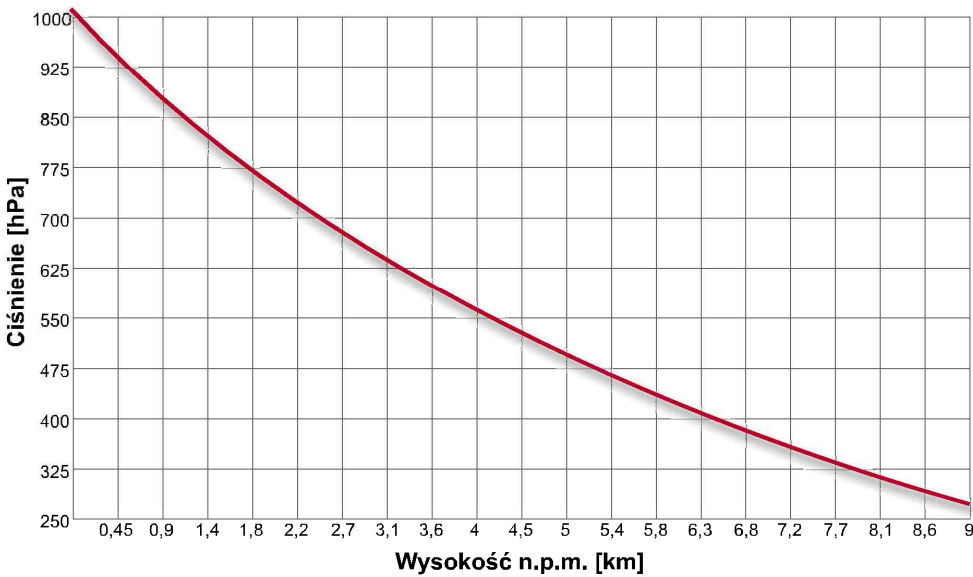
Czujnik MPL115A2

Uzbrojeni w podstawową wiedzę nt. ciśnienia atmosferycznego, zajmijmy się układem scalonym czujnika MPL115A2. Jak wspomniano wcześniej, układ ten jest scalonym, zaawansowanym systemem pomiaru bezwzględnego ciśnienia atmosferycznego, charakteryzującym się następującymi, wybranymi cechami funkcjonalnymi:

- pomiar ciśnienia i temperatury z rozdzielczością 10 bitów,
- pamięć EEPROM ze współczynnikami korekcyjnymi służącymi do wyznaczenia skompensowanego temperaturowo, bezwzględnego ciśnienia atmosferycznego,
- kalibracja na etapie produkcji,
- zakres pomiarowy ciśnienia 500...1150 hPa,
- dokładność 10 hPa,
- szeroki zakres napięć zasilających 2,375...5,5 V,
- zintegrowany interfejs komunikacyjny I²C (SPI w wersji A1),
- małogabarytowa obudowa LGA.

Uproszczony, blokowy schemat funkcjonalny czujnika MPL115A2 pokazano na rysunku 2, natomiast rozkład i opis wyprowadzeń zamieszczono w tabeli 1.

Pomiar ciśnienia atmosferycznego przy użyciu czujnika MPL115 polega na zainicjowaniu procesu pomiarowego za pomocą specjalnych komend przesłanych przy użyciu interfejsu I²C, a następnie na odczycie zmierzonych 10-bitowych wartości z wewnętrznego przetwornika A/C. Na podstawie odczytanych, „surowych” wartości zmierzonego ciśnienia i temperatury (niezbędnej do celów kompensacji) oraz współczynników korekcyjnych można wyznaczyć bezwzględ-



Rysunek 1. Wykres zależności ciśnienia atmosferycznego od wysokości n.p.m.

Tabela 1. Rozmieszczenie i opis wyprowadzeń układu MPL115A2		
Nr wyprowadzenia	Symbol	Opis
1	VDD	Napięcie zasilania 2,75...5,5 V
2	CAP	Kondensator filtrujący wewnętrznego regulatora napięcia
3	GND	Masa zasilania
4	SHDN	Wejście aktywujące tryb uśpienia (gdy połączone z GND), w którym czujnik pobiera prąd rzędu 1 µA
5	RST	Wejście wyłączające interfejs I ² C (gdy połączone z GND)
6	NC	Niewykorzystywane
7	SDA	Wejście/wyjście danych interfejsu I ² C
8	SCL	Sygnał zegarowy interfejsu I ² C

ne ciśnienie atmosferyczne, korzystając ze wzoru dostępnego w danych czujnika:

$$P_{COMP} = A0 + (B1 + C11 \cdot P_{ADC} + C12 \cdot T_{ADC}) \cdot P_{ADC} + (B2 + C22 \cdot T_{ADC}) \cdot T_{ADC}$$

gdzie:

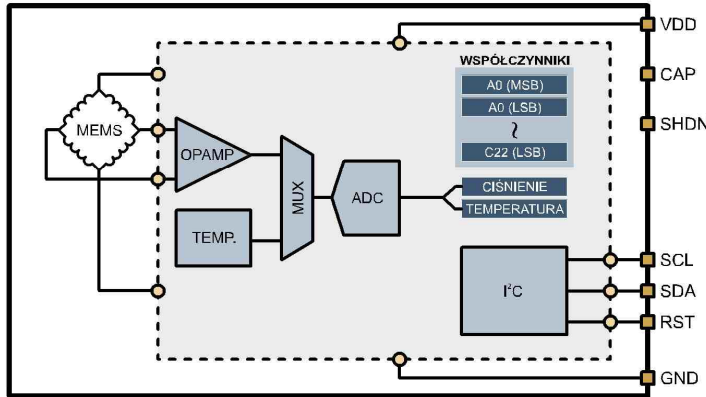
- P_{COMP} – skompensowane, bezwzględne ciśnienie atmosferyczne,
- P_{ADC} – 10-bitowa wartość ciśnienia odczytana z rejestru ciśnienia czujnika MPL115A2,
- T_{ADC} – 10-bitowa wartość temperatury odczytana z rejestru temperatury czujnika MPL115A2,
- $A0$ – współczynnik korekcyjny członu pomiarowego czujnika ciśnienia,
- $B1$ – współczynnik korekcyjny czułości członu pomiarowego czujnika ciśnienia,
- $C11$ – współczynnik korekcyjny nieliniowości członu pomiarowego czujnika ciśnienia (drugiego rzędu),
- $C12$ – współczynnik korekcyjny czułości członu pomiarowego czujnika temperatury,
- $B2$ – współczynnik korekcyjny offsetu

członu pomiarowego czujnika temperatury (pierwszego rzędu),

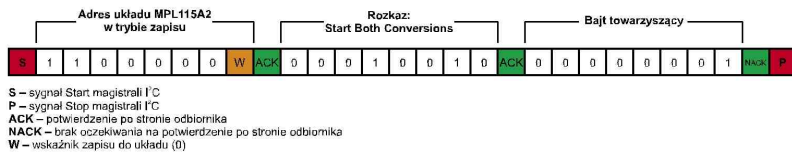
$C22$ – współczynnik korekcyjny offsetu członu pomiarowego czujnika temperatury (drugiego rzędu).

Wartości wszystkich wyszczególnionych wyżej współczynników korekcyjnych są unikatowe dla każdego egzemplarza czujnika MPL115A2 i zapisywane w jego pamięci nieulotnej w czasie kalibracji układu na etapie produkcji. Dostęp do tych wartości, tak jak przy odczycie ciśnienia czy temperatury, jest możliwy za pomocą I²C i odpowiednich rozkazów. Sekwencje sygnałów magistrali I²C dla procedur inicjacji procesu pomiarowego,

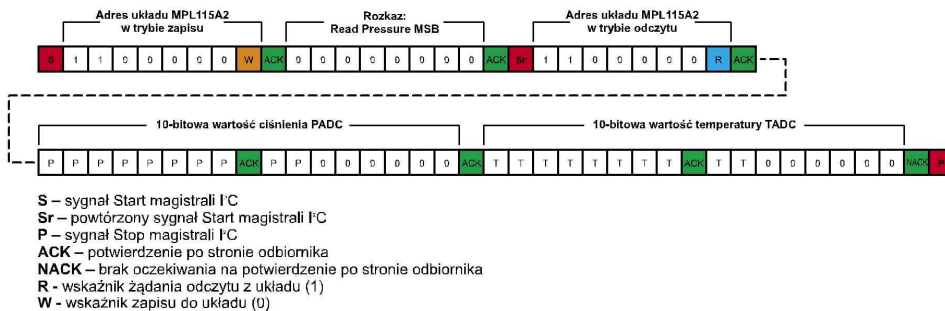
MPL115A2



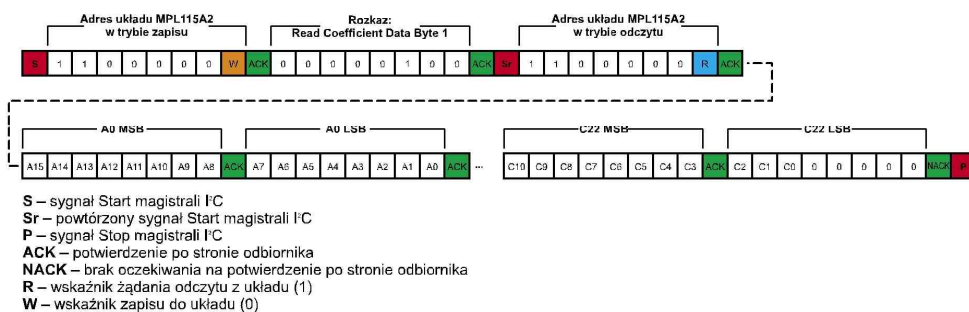
Rysunek 2. Uproszczony, blokowy schemat funkcjonalny czujnika MPL115A2



Rysunek 3. Sekwencja sygnałów na magistrali I²C inicjująca pomiar



Rysunek 4. Sekwencja sygnałów na magistrali I²C przy odczycie ciśnienia P_{ADC} i temperatury T_{ADC}



Rysunek 5. Sekwencja sygnałów na magistrali I²C przy odczycie współczynników korekcyjnych

odczytu wartości ciśnienia oraz temperatury i odczytu współczynników korekcyjnych, pokazano na rysunkach 3...5. W tabeli 2 zamieszczono listę rozkazów sterujących dla układu MPL115A2, natomiast w tabeli 3 opis znaczenia bitów współczynników korekcyjnych. Jako uzupełnienie informacji

o współczynnikach korekcyjnych w tabeli 4 przedstawiono mapę pamięci układu MPL115A2.

Oprogramowanie

Obliczenie końcowej, skompensowanej wartości bezwzględnego ciśnienia atmosferycznego wymaga szeregu działań z uży-

Tabela 4. Rozmieszczenie współczynników korekcyjnych w pamięci układu MPL115A2

Adres rejestru	Nazwa współczynnika
0x04	A0 (starszy bajt)
0x05	A0 (młodszy bajt)
0x06	B1 (starszy bajt)
0x07	B1 (młodszy bajt)
0x08	B2 (starszy bajt)
0x09	B2 (młodszy bajt)
0x0A	C12 (starszy bajt)
0x0B	C12 (młodszy bajt)
0x0C	C11 (starszy bajt)
0x0D	C11 (młodszy bajt)
0x0E	C22 (starszy bajt)
0x0F	C22 (młodszy bajt)

ferycznego wymaga szeregu działań z użyciem liczb zmiennoprzecinkowych, jednak to zadanie można uprościć. Po pierwsze, można pominąć we wzorze na ciśnienie wartości współczynników C11 i C22, nadając im wartości zerowe, o czym informuje też dokumentacja producenta i co potwierdziły wyniki pomiarów otrzymane za pomocą kilku układów. Tak otrzymany wzór można „rozbić” na część całkowitą i ułamkową, wykonując jedynie działania na liczbach całkowitych. W ten sposób nieznacznie zmniejsza się dokładność pomiaru, lecz biorąc pod uwagę błąd wynoszący 10 hPa, nie ma to dużego znaczenia. Kierując się tymi założeniami, wspomniany wcześniej wzór przekształcamy do postaci:

$$P_{COMP} = A0 + (B1 + C12 \cdot T_{ADC}) \cdot P_{ADC} \cdot T_{ADC} = A0 + B1 \cdot P_{ADC} + C12 \cdot T_{ADC} \cdot P_{ADC} + B2 \cdot T_{ADC}$$

Teraz rozbijamy nasz wzór na część całkowitą (indeks „i” współczynników) oraz ułamkową (indeks „f” współczynników), otrzymując następujące wyrażenie:

$$P_{COMP}^i = A0 + (B1^i \cdot P_{ADC}) + (C12^i \cdot T_{ADC} \cdot P_{ADC}) + (B2^i \cdot T_{ADC})$$

$$P_{COMP}^f = \frac{B1^f \cdot P_{ADC}}{B1_divider} + \frac{C12^f \cdot T_{ADC} \cdot P_{ADC}}{C12_divider} + \frac{B2^f \cdot T_{ADC}}{B2_divider}$$

B1_divider, C12_divider i B2_divider to dzielniki wynikające ze specyfikacji części ułamkowej poszczególnych, branych pod uwagę współczynników korekcyjnych, a samo dzielenie jest dzieleniem liczb całkowitych; część ułamkową współczynnika A0 pomijamy, gdyż nie ma ona znaczenia, jeśli chodzi o końcowy wynik obliczeń. Wspomniane dzielniki wynoszą odpowiednio:

- B1_divider=8192,
- B2_divider=16384,
- C12_divider=4194304.

W związku z powyższym, skompensowane, bezwzględne ciśnienie atmosferyczne obliczamy jako:

Nazwa rozkazu	Adres	Opis
Read Pressure MSB	0x00	Inicjuje odczyt starszego bajtu rejestru ciśnienia
Read Pressure LSB	0x01	Inicjuje odczyt młodsze bajtu rejestru ciśnienia (2 bity znaczące B7 i B6)
Read Temperature MSB	0x02	Inicjuje odczyt starszego bajtu rejestru temperatury
Read Temperature LSB	0x03	Inicjuje odczyt młodsze bajtu rejestru temperatury (2 bity znaczące B7 i B6)
Read Coefficient data byte 1	0x04	Inicjuje odczyt starszego bajtu współczynnika korekcyjnego A0
Start Pressure Conversion	0x10	Inicjuje proces pomiaru ciśnienia (wybiera wewnętrzny czujnik ciśnienia -> inicjuje i przeprowadza konwersję A/D -> aktualizuje rejestry ciśnienia)
Start Temperature Conversion	0x11	Inicjuje proces pomiaru temperatury (wybiera wewnętrzny czujnik temperatury -> inicjuje i przeprowadza konwersję A/D -> aktualizuje rejestry temperatury)
Start both Conversions	0x12	Inicjuje proces pomiaru ciśnienia i temperatury

Tabela 3. Lista współczynników korekcyjnych (dla współczynników o długości mniejszej niż 16 bitów występuje wyrównanie do lewej z zerami nieznaczącymi w części LSB). Dodatkowo, producent zastrzega, że współczynniki C11 i C22 mogą być równe 0

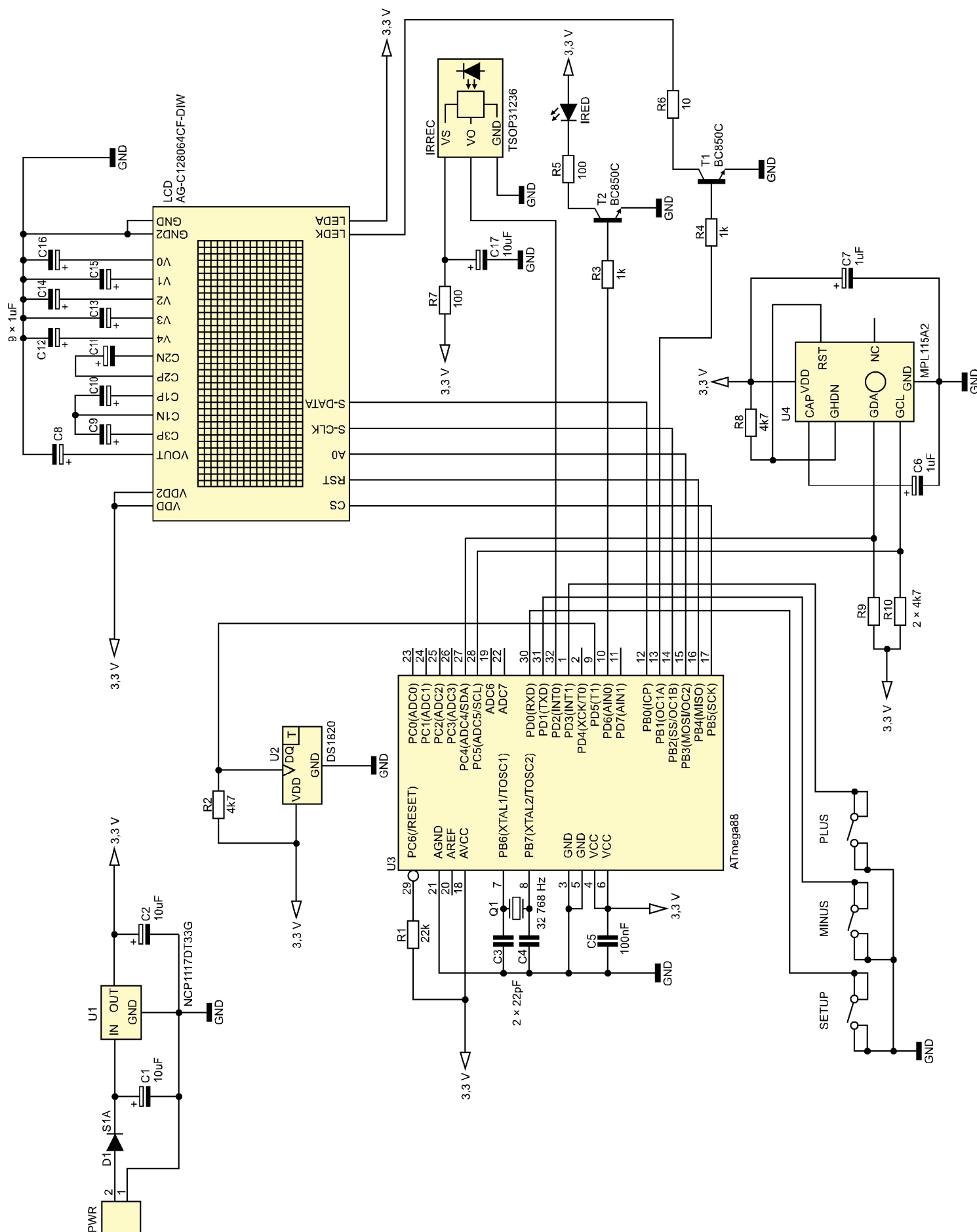
Współczynnik	A0	B1	B2	C12	C11	C22
Całkowita liczba bitów	16	16	16	14	11	11
Bit znaku	1	1	1	1	1	1
Liczba bitów części całkowitej	12	2	1	0	0	0
Liczba bitów części ułamkowej	3	13	14	13	10	10
Liczba dodatkowych zer po przecinku				9	11	15

$$P_{COMP} = P_{COMP}^i + P_{COMP}^f$$

Rozwinięciem przedstawionych powyżej założeń w zapisie języka Bascom Basic jest procedura, obliczająca bezwzględne ciśnienie atmosferyczne, przedstawiona

na **listingu 1**. Na **listingu 2** umieszczono listę zmiennych używanych w programie obsługi urządzenia. W zaprezentowanych fragmentach programu brakuje procedury, dzięki której „surowe”, 16-bitowe wartości poszczególnych współczynników odczytane

z pamięci układu MPL115A2 (patrz tab. 4) zostaną przekształcone na odpowiednie wartości części całkowitych i ułamkowych. Za ten mechanizm jest odpowiedzialna procedura przedstawiona na poniższym **listingu 3**. Dla poszczególnych współczynni-



Rysunek 6. Schemat ideowy stacji pogodowej z wykorzystaniem układu MPL115A2.

ków korekcyjnych wywołanie tej procedury w celu wyznaczenia ich części całkowitych i ułamkowych powinno wyglądać jak na **liście 4**.

Budowa

Na **rysunku 6** pokazano schemat ideowy stacji pogodowej. Jej sercem jest mikrokontroler ATmega8 odpowiedzialny za funkcjonalność

urządzenia. Dzięki wbudowanemu sprzętowemu interfejsowi TWI zrealizowano komunikację z układem MPL115A2 jako głównym układem peryferyjnym. Pozostałe peryferia są obsługiwane

Listing 1. Procedura wyznaczająca ciśnienie atmosferyczne

```
Sub Calculate_pressure
,Obliczamy wartość ciśnienia, biorąc pod uwagę wyłącznie części całkowite współczynników korekcyjnych
Long1 = B1i * P_adc
Long2 = C12i * T_adc
Long2 = Long2 * P_adc
Long3 = B2i * T_adc

Result = Long1 + A0i
Result = Result + Long2
Result = Result + Long3 ,Tutaj mamy sumę składników części całkowitej

,Obliczamy części ułamkowe współczynników korekcyjnych, korzystając z odpowiednich dzielników
Long1 = B1f * P_adc
Long1 = Long1 \ B1_divider
Long2 = C12f * T_adc
Long2 = Long2 * P_adc
Long2 = Long2 \ C12_divider
Long3 = B2f * T_adc
Long3 = Long3 \ B2_divider

,Obliczamy wartość końcową, dodając do sumy części całkowitej poszczególne składniki części ułamkowych
Result = Result + Long1
Result = Result + Long2
Result = Result + Long3

,Na koniec skalujemy otrzymaną wartość do zakresu 500...1150
Result = Result * 650
Result = Result \ 1023
Result = Result + 500
Pressure = Result ,Wynikowe, bezwzględne ciśnienie atmosferyczne
End Sub
```

Listing 2. Zmienne programu obsługi

```
Dim P_adc As Word , T_adc As Word ,Wartości ciśnienia i temperatury odczytane z rejestrów układu MPL115A2
Dim A0i As Integer , B1i As Integer , B2i As Integer , C12i As Integer ,Części całkowite współczynników korekcyjnych
Dim B1f As Integer , B2f As Integer , C12f As Integer ,Części ułamkowe współczynników korekcyjnych
Dim Pressure As Word ,Obliczone, bezwzględne ciśnienie atmosferyczne
Dim Long1 As Long , Long2 As Long , Long3 As Long , Result As Long 'Pomocnicze zmienne obliczeniowe
```

REKLAMA

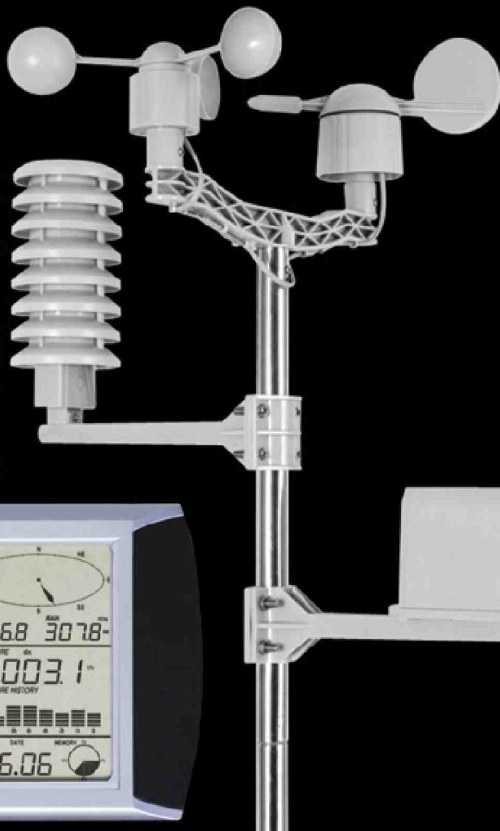
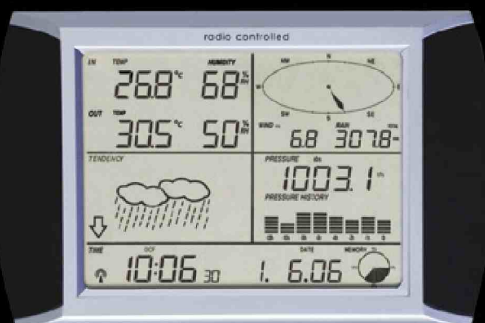
Bezprzewodowe stacje pogodowe

www.sklep.avt.pl • tel. 22 257 84 50

Stacja pogodowa z ekranem dotykowym

Kod WS1080
Cena 450 zł

zegar DCF
pomiar ciśnienia
pomiar temperatury
pomiar wilgotności zewnętrznej i wewnętrznej
zapis wielkości opadów
pomiar wiatru
ostrzeżenia przed burzami...
podłączenie do PC przez port USB



Domowa bezprzewodowa stacja pogodowa

Kod WS8710
Cena 144 zł

Czujnik WS8710S
Cena 41,90 zł

zegar DCF
alarm
kalendarz
barometr
pomiar temperatury i wilgotności zewnętrznej i wewnętrznej



Bezprzewodowa stacja meteo

Kod E4571
Cena 135 zł

zegar DCF
alarm
kalendarz
pomiar temperatury wewnętrznej i zewnętrznej
pomiar wilgotności



Listing 3. Procedura obliczająca wynik pomiaru

```

Sub Extract_coefficients(Raw_data As Word , Byval Total_bits As Byte , Byval Fraction_bits As Byte , Integer_part As Integer , Fractional_part As Integer)
    Dim Sign As Byte , Wskaźnik znaku zmiennej

    ,Sprawdzamy czy nie mamy do czynienia ze współczynnikiem C12,
    ,dla którego trzeba dokonać odpowiednich przesunięć, jako że
    ,współczynnik ten składa się jedynie z 14 bitów
    If Total_bits <> 16 Then
        Shift Raw_data , Right , 2
        Raw_data.15 = Raw_data.13 ,Przepisanie bitu znaku, gdyż C12 może przybierać wartości ujemne
        Raw_data.13 = 0
    End If

    ,Ustalamy znak współczynnika by dokonać konwersji z kodu U2 do NKB dla przypadku, gdy współczynnik < 0
    Sign = Raw_data.15
    If Sign <> 0 Then
        Raw_data = Not Raw_data
        Raw_data = Raw_data Or &H0001
    End If

    'Teraz wyznaczamy część całkowitą i część ułamkową czyli wyznaczamy zmienne wyjściowe procedury
    Integer_part = Raw_data
    Shift Integer_part , Right , Fraction_bits

    Fraction_bits = 16 - Fraction_bits
    Fractional_part = Raw_data
    Shift Fractional_part , Left , Fraction_bits
    Shift Fractional_part , Right , Fraction_bits

    'Aktualizujemy wyjściowe zmienne przechowujące wartość całkowitą i ułamkową o znak
    If Sign <> 0 Then
        Integer_part = 0 - Integer_part
        Fractional_part = 0 - Fractional_part
    End If
End Sub

```

Listing 4. Sposób wywołania procedury liczącej

```

Call Extract_coefficients(B1 , 16 , 13 , B1i , B1f) ,Obliczenia części całkowitej i ułamkowej B1
Call Extract_coefficients(B2 , 16 , 14 , B2i , B2f) ,Obliczenia części całkowitej i ułamkowej B2
Call Extract_coefficients(C12 , 14 , 13 , C12i , C12f) ,Obliczenia części całkowitej i ułamkowej C12

```

ne na drodze programowej. Dzięki użyciu programowej magistrali 1-Wire zaimplementowano pomiar temperatury wewnętrznej mierzonej za pomocą popularnego układu DS18S20. Uważny Czytelnik zada sobie z pewnością pytanie o sens implementacji układu DS18S20, skoro czujnik MPL115A2 udostępnia bieżącą wartość

temperatury niezbędną do obliczenia skompensowanej wartości ciśnienia atmosferycznego. Niestety, ta mierzona przez czujnik MPL115A2 temperatura nie może być wykorzystana do zrealizowania funkcjonalności dostarczanej przez układ DS18S20, gdyż nie jest znana dokładna charakterystyka przetwarzania oraz dokładność pomiaru. Informacje te zostaną uzupełnione przez firmę Freescale w kolejnych wydaniach dokumentacji układu MPL115A2. Kolejnym ciekawym podzespołem zastosowanym w stacji pogodowej jest wyświetlacz graficzny. Jest to element typu COG (Chip on Glass) o bardzo dużym kontraście, negatywowym obrazie z białym podświetleniem i minimalnym poborze mocy (maksymalnie 15 mA). Wyświetlacz ma rozdzielczość 128×64 piksele i jest wyposażony w sterownik ekranu typu ST7565R, zgodny z popularnym i obsługiwanym przez pakiet Bascom sterownikiem KS108.

Obsługa tego rodzaju wyświetlacza jest realizowana z użyciem programowego interfejsu SPI, zaś sama konfiguracja w przypadku korzystania z gotowych procedur pakietu Bascom sprowadza się do deklaracji, jak na **listingu 5**. Sterownik ST7565R nie ma generatora znaków, więc stosowne mechanizmy zrealizowano na drodze programowej, korzystając z definicji dwóch rozmiarów czcionek (jedna większa dla wskazywania ciśnienia, druga mniejsza dla pozostałych wartości). Jest to przykładowe, rzekłbym typowe i zarazem edukacyjne rozwiązanie bazujące na specjalnych plikach pakietu Bascom typu *.font, które są zbiorem bajtów poszczególnych linii każdego znaku uszeregowanych według ich kodów ASCII (w naszym

przypadku wyłącznie znaków 0...9 i spacji). Dodatkowo, stację pogodową wyposażono w zegar czasu rzeczywistego RTC zrealizowany z użyciem układu czasowo-licznikowego Timer2 pracującego w trybie asynchronicznym. W tym wypadku Timer2 jest taktowany za pomocą generatora z rezonatorem kwarcowym 32768 Hz, zaś mikrokontroler z sygnałem z wewnętrznego generatora RC. Jak przy obsłudze wyświetlacza, tak i przy realizacji zegara RTC skorzystano z gotowych procedur i mechanizmów pakietu Bascom, dzięki którym uruchomienie układu Timer2 jako zegara RTC sprowadza się do deklaracji, jak na **listingu 6**. Kompilator sam dodaje odpowiednią procedurę obsługi przerwania OVF2 i tworzy zmienne biblioteczne odpowiedzialne za obsługę czasu i daty.

W stacji zastosowano nadajnik i odbiornik podczerwieni. Nie jest to żaden układ zdalnego sterowania. Oba elementy stanowią barierę podczerwieni obsługującą mechanizm oszczędzania energii LCD za pomocą sterowania podświetlaniem LCD. Program obsługi wysyła cyklicznie przy użyciu nadajnika podczerwieni paczkę impulsów o częstotliwości ok. 36 kHz. Impulsy te, gdy zostaną odbite od osoby obserwującej wyświetlacz stacji pogodowej, trafiają do scalonego odbiornika podczerwieni, powodując pojawienie się opadającego zbocza sygnału na jego wyjściu. Zbocze to wyzwala przerwanie INT0, w którego programie obsługi każdorazowo jest zwiększany czas podświetlenia wyświetlacza LCD (maksymalnie 10 s). W ten prosty sposób otrzymujemy automatyczny i efektywny układ detekcji obserwatora zarządzający podświetlaniem wyświetlacza stacji pogodowej, który

**Wykaz elementów****Rezystory:** (SMD, 1206)

R1: 22 kΩ

R2, R8...R10: 4,7 kΩ

R3, R4: 1 kΩ

R6: 10 Ω

R5, R7: 100 Ω (wartość tej rezystancji można zwiększyć w celu zmniejszenia zasięgu nadajnika podczerwieni)

Kondensatory:

C1, C2, C17: tantalowy 10 μF/20 V (typ B, EIA 3528-21)

C5: ceramiczny 100 nF (SMD, 1206)

C3, C4: ceramiczny 22 pF (SMD, 1206)

C6...C16: tantalowy 1 μF/20 V (typ B, EIA 3528-21)

Półprzewodniki:

D1: dioda S1A (DO214AC)

T1, T2: BC850C (SOT23)

U1: NCP1117DT33G (obudowa DPAK)

U2: DS18S20 (TO-92)

U3: ATmega88 (TQFP-32)

U4: MPL115A2 (LGA-8)

IRED: dioda nadawcza IR typu LD271

IRREC: odbiornik IR typu TSOP31236 (lub TSOP1236)

Inne:

LCD: wyświetlacz COG typu AG-C128064CF-DIW W/KK-E6 PBF z modułem podświetlenia

PWR: gniazdo męskie kątowe 2-pin (NSL25-2W)

SETUP, PLUS, MINUS: przycisk microswitch do montażu przewlekłego

Q1: kwarc 32768 Hz

Laminat o wymiarach 3 cm×3 cm

Listing 5. Konfigurowanie wyświetlacza

```
Config Graphlcd = 128 * 64eadogm, Csl = Portb.5, A0 = Portb.3, Si = Portb.0, Sclk = Portb.2, Rst = Portb.4
```

Listing 6. Procedura konfigurowania Timera2 jako zegara RTC

```
,Konfiguracja Timera2 jako zegara RTC
Config Clock = Soft
,Zezwolenie na obsługę przerwań
Enable Interrupts
```

Tabela 5. Kryteria dla algorytmu prognozowania pogody

Różnica pomiędzy P_h i P_{COMP}	Symbol pogody
Diff ≥ 9	Słoneczko
$-9 < \text{Diff} < 9$	Zachmurzenie
Diff ≤ -9	Deszcz/Śnieg

przyczynia się do oszczędności energii. Oczywiście, co należy szczególnie podkreślić, wiązki nadajnika i odbiornika powinny być tak ustawione, aby ich „ognisko” wypadło w miejscu, w którym może znaleźć się obserwator oraz tak, aby nie dochodziło do niepotrzebnego załączania podświetlenia wyświetlacza LCD. Diodę nadawczą należy okleić nieprzezroczystym materiałem w taki sposób, by emisja fal następowała wyłącznie przez górną powierzchnię jej soczewki, co zapobiegnie niepotrzebnej ekspozycji odbiornika. Podświetlenie jest sterowane za pomocą sygnału PWM uzyskiwanego za pomocą układu czasowo-licznikowego Timer1 oraz jego wyjścia porównania OC1A (zastosowano płynne wygaszanie podświetlenia).

Do obsługi urządzenia przewidziano wyłącznie 3 przyciski typu microswitch montowane po stronie spodniej płytki drukowanej, symbolicznie oznaczone SETUP, MINUS i PLUS. Służą one do nastawienia bieżącej godziny oraz wysokości n.p.m. na której znajduje się urządzenie. Jest ona niezbędna dla algorytmu prognozowania pogody (wyświetlenia odpowiedniej ikonki pogody na wyświetlaczu). Wejście w tryb konfiguracyjny jest dokonywane poprzez dłuższe przytrzymanie przycisku oznaczonego SETUP, zaś same regulacje są dostępne dzięki przyciskom PLUS i MINUS.

Algorytm prognozowania pogody

Kilka słów uwagi należy się algorytmowi prognozowania pogody. Generalnie, w tego typu prostych konstrukcjach stacji pogodowych, która do prognozowania pogody wykorzystuje wyłącznie wartość mierzonego ciśnienia atmosferycznego, używa się dwóch rodzajów algorytmów. Pierwszy z nich śledzi zmiany ciśnienia atmosferycznego i po upływie pewnego czasu (zwykle 6 do 12 godzin) na podstawie gradientu zmian jest w stanie określić oczekiwaną pogodę. Drugi z algorytmów, z którego korzysta nasze urządzenie, oblicza wzorcowe ciśnienie dla danej wysokości n.p.m. dla dobrych warunków pogodowych (wspomniany na wstępie artykułu wzór na P_h) i na podstawie różnicy ciśnienia mierzonego i wzorcowego określa prognozę pogody, niwelując potrzebę oczekiwania na zmiany gradientu ciśnienia. Oczywiście, prognozy

takie mogą być obarczone dużym błędem, lecz wykonanie bardziej wiarygodnej prognozy pogody wymagałoby dysponowania większą liczbą wielkości wejściowych.

Dla zaprojektowanego urządzenia przyjęto kryteria wymienione w tabeli 5.

Montaż

Schemat montażowy stacji pogodowej pokazano na **rysunku 7**. Większość elementów jest do montażu powierzchniowego. Są one lutowane na warstwie górnej (za wyjątkiem przycisków). Montaż układu czujnika MPL115A2 z racji typu obudowy (LGA), jej niewielkich wymiarów i umieszczenia wyprowadzeń pod układem. miejscach wyprowadzeń jest trudny i dlatego zastosowano pewien chwyt. Na płytce w miejscu przymocowania układu MPL115A2 wykonano metalizowane, przelotowe otwory z warstwy górnej na spodnią, które umożliwiają przylutowanie tego układu za pomocą zwykłej stacji lutowniczej. W tym celu miejsca lutowania na płytce i wyprowadzenia układu MPL115A2 należy pokryć niewielką warstwą cyny, a następnie topnikiem. Należy dokładnie umiejscowić układ MPL115A2 w miejscu lutowania, kierując się obrysem na warstwie górnej, po czym rozgrzać punkty lutownicze w miejscach przelotek na warstwie spodniej, powodując roztopienie się nadmiaru cyny pomiędzy tak umiejscowionym układem a punktami lutowniczymi.

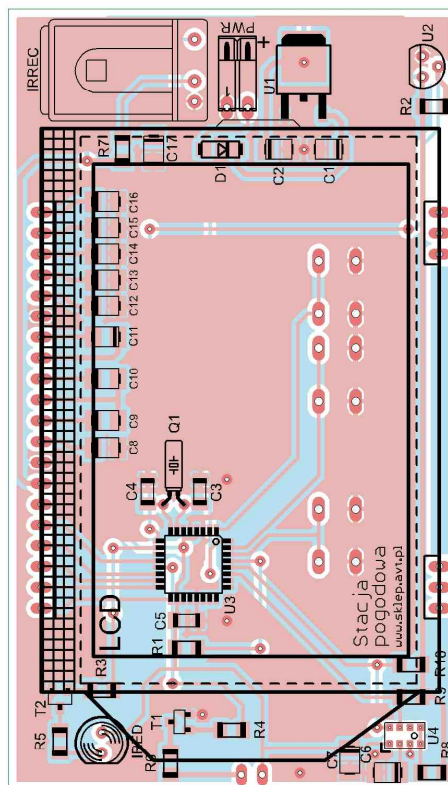
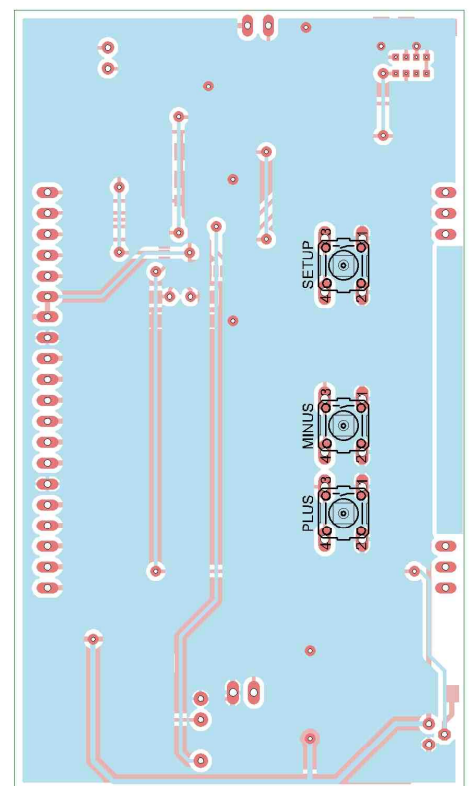
czymi na warstwie górnej. W ten łatwy sposób, przy odrobinie wprawy, przylutujemy czujnik, który został umieszczony w tak nieprzyjemnej dla amatora obudowie.

Kolejnym krokiem jest montaż mikrokontrolera, do którego przydadzą się lutownica, dobrej jakości cyna z odpowiednią ilością topnika oraz plecionka rozlutownicza. Należy przy tym uważać, aby nie uszkodzić termicznie elementów. Następnie należy przylutować pozostałe elementy SMD, a na końcu wszystkie elementy do montażu przewlekane. Uwaga: przyciski montujemy po stronie spodniej.

Na tak zmontowanej płytce umieszczamy moduł podświetlenia i podłączamy go do właściwych wyprowadzeń, po czym montujemy moduł wyświetlacza LCD. W ten sposób otrzymujemy zwartą konstrukcję całego urządzenia. Na koniec, do tak przygotowanego modułu, w dolnej części obwodu drukowanego po stronie spodniej, przylutowujemy pod kątem około 60°...70° kawałek laminatu o wymiarach 3 cm×3 cm (przewidziano do tego odpowiednie pole lutownicze).

Aby uatrakcyjnić wygląd naszej stacji pogodowej, warto wykonać estetyczny panel czołowy np. z kawałka „przydymionej” lub mlecznej pleksi. Projekt takiego panelu czołowego wraz z rysunkiem montażowym całego urządzenia przedstawiono na **rysunku 8**. Prawidłowo zmontowane urządzenie powinno działać od razu po włączeniu zasilania. Jedyne, niezbędne działanie po stronie użytkownika to uruchomienie procedury konfiguracyjnej i ustawienie bieżącej godziny i wysokości n.p.m.

Robert Wołgajew
robert.wolgajew@ep.com.pl

**Rysunek 7. Schemat montażowy stacji pogodowej.**

Blue Relay

Moduł przekaźników sterowany przez Bluetooth

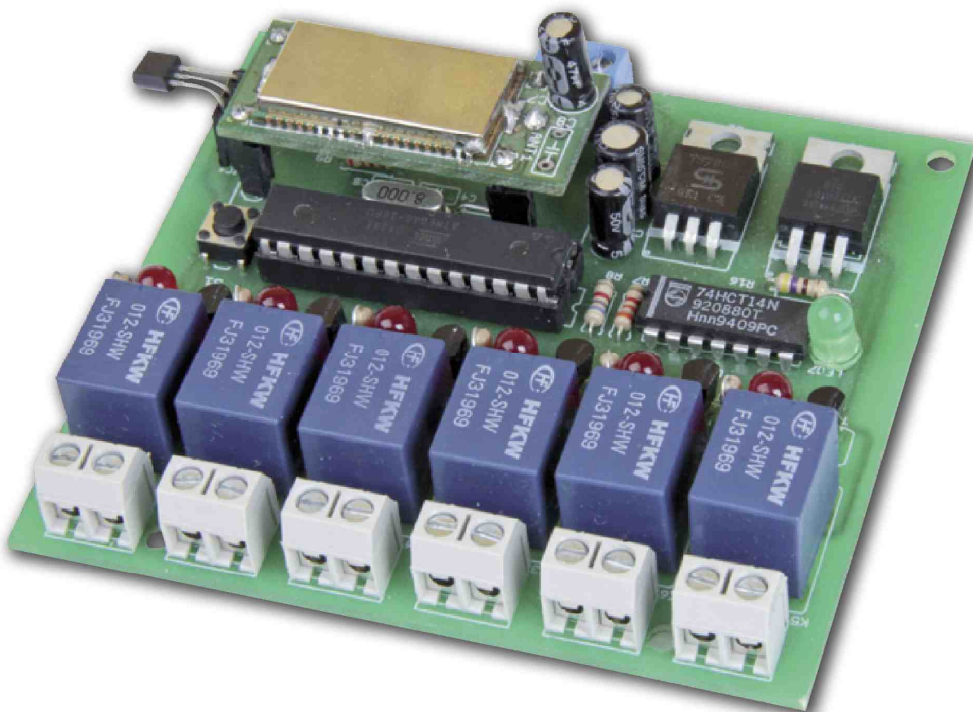
**AVT
5295**


Standard łączności bezprzewodowej Bluetooth jest jednym z najczęściej używanych w różnych urządzeniach powszechnego użytku. W odpowiednie interfejsy radiowe są wyposażane komputery PC, telefony komórkowe, smartphoney i inne. Dla urządzeń przeznaczonych do tzw. inteligentnego domu najciekawsze wydaje się zwłaszcza połączenie siły oprogramowania komputera PC z urządzeniami wykonawczymi sterowanymi bezprzewodowo, co uwalnia użytkownika od konieczności doprowadzenia kabli połączeniowych.

Rekomendacje: moduły można stosować do załączania/wyłączania domowych odbiorników energii elektrycznej w miejscach, w których doprowadzenie kabli jest trudne lub wręcz niemożliwe.

Zaprojektowane urządzenie to moduł wyposażony w 6 przekaźników sterowanych bezprzewodowo za pomocą Bluetooth z każdego. Jego oprogramowanie jest podzielone na dwie części, z których pierwsza jest przeznaczona do komputera PC pracującego pod kontrolą systemu Windows i wyposażonego w interfejs Bluetooth, a druga dla mikrokontrolera sterującego pracą modułu.

Urządzenie jest łatwe w budowie, więc nawet początkujący elektronicy nie powinni mieć trudności z jego wykonaniem. Ma ono funkcję niezależnego sterowania 6 przekaźnikami wykonawczymi. Dla każdego z nich można ustawić indywidualną zwłokę czasową, by go włączyć lub wyłączyć o określonym czasie. Kolejną funkcją jest jednoczesne włączanie lub wyłączanie wszystkich przekaźników. Aby uniknąć przypadkowego załączania przekaźników, program ma proste



zabezpieczenie: w momencie zerwania połączenia pomiędzy komputerem a modulem, np. przy wyłączeniu komputera lub za pomocą przycisku Rozłącz, urządzenie wyłączy wszystkie przekaźniki.

Sercem modułu jest mikrokontroler ATmega8. Rozważałem zastosowanie tańszego ATTiny2313, lecz jego pamięć Flash mogłaby nie pomieścić programu sterującego. Mikrokontroler jest taktowany sygnałem o częstotliwości 8 MHz generowanym z użyciem zewnętrznego rezonatora kwarcowego. Jego użycie jest niezbędne, ponieważ do połączenia z modulem BTM jest używany szeregowy, asynchroniczny interfejs UART wymagający do prawidłowej pracy stabilnej częstotliwości zegarowej.

Zasilanie cewek przekaźników wykonawczych jest załączane za pomocą tranzystorów BC547. Stanem aktywnym (załączającym przekaźnik) jest poziom wysoki napięcia na wyprowadzeniu portu mikrokontrolera. Dodatkowo, wykorzystując komunikację dwukierunkową, moduł wyposażono w sensor temperatury. Dzięki temu do komputera PC jest przesyłana informacja o temperaturze w pomieszczeniu, w którym pracuje moduł. Funkcjonalności tej można użyć na przykład do budowy regulatora temperatury sterowanego za pomocą komputera PC.

AVT-5295 w ofercie AVT:

AVT-5295A – płytka drukowana
AVT-5295B – płytka drukowana + elementy

Podstawowe informacje:

- Sterowanie z komputera PC za pomocą interfejsu Bluetooth
- Oprogramowanie wykonane w Bascom AVR oraz MS Visual Studio 2005
- Mikrokontroler ATmega8
- Moduł Bluetooth BTM-222. Zasięg około 10...15 m.
- Zasilanie 12 V_{DC}, pobór prądu około 800 mA

Dodatkowe materiały na CD/FTP:

- ftp://ep.com.pl, user: 10925, pass: 87thc181
- 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-5250 Karta przekaźników z interfejsem Ethernet (EP 8/2010)
- AVT-2938 Blue Supply (EdW 4/2010)
- AVT-5200 Uniwersalny sterownik ethernetowy (EP 9/2009)
- AVT-5157 Przekaźnik internetowy (EP 11/2008)
- AVT-2859 Internetowy sterownik urządzeń (EdW 3/2008)
- AVT-966 Karta przekaźników sterowana przez internet (EP 2/2007)
- AVT-956 Ethernetowy sterownik (EP 11/2006)
- AVT-925 Karta przekaźników na USB (EP 4/2006)

Budowa

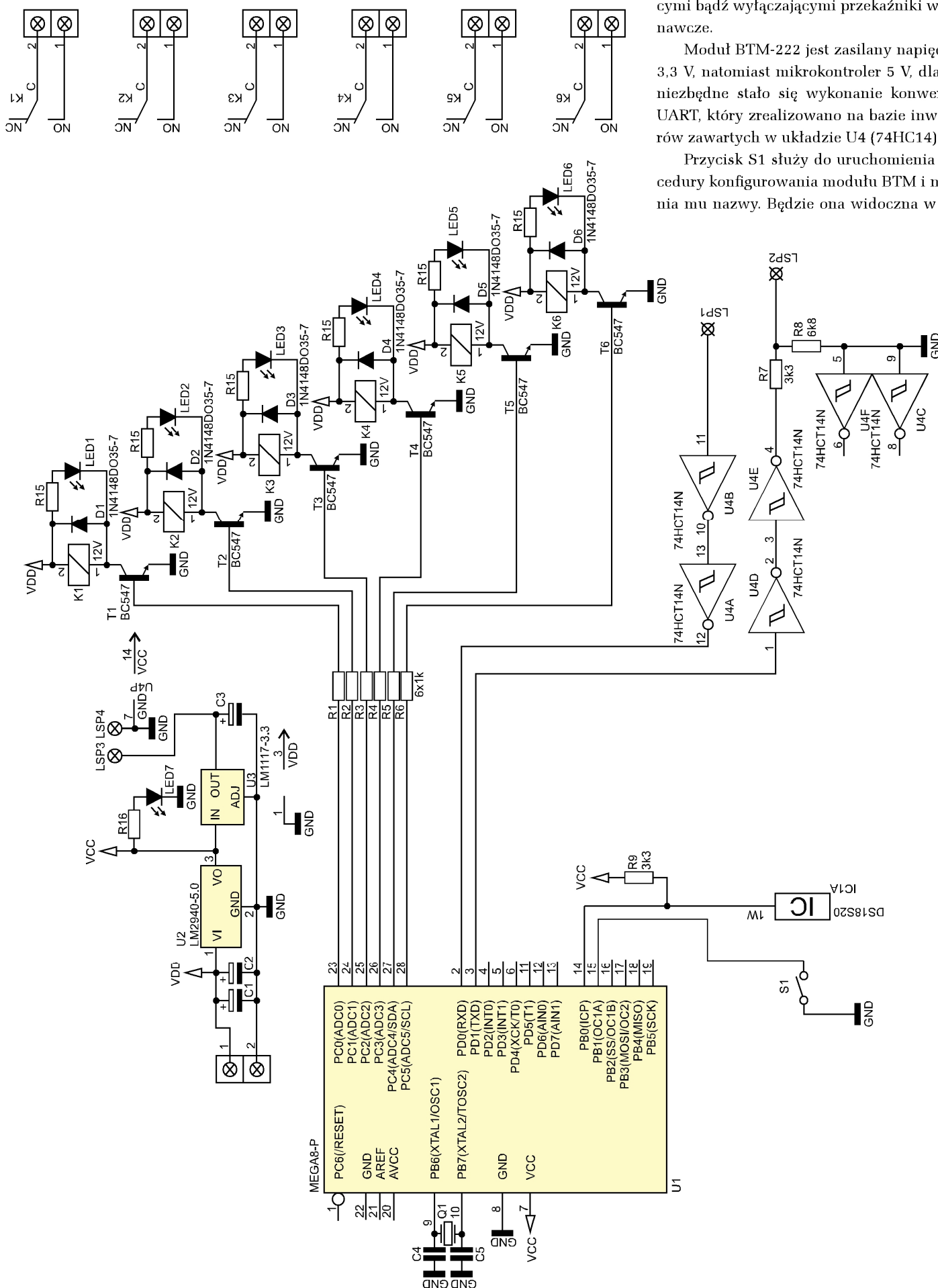
Schemat ideowy modułu pokazano na rysunku 1. Zasilacz składa się z połączonych kaskadowo stabilizatorów IC2 i IC4.

IC2 (LM2940T-5) służy do zasilania mikrokontrolera oraz reszty układów napięciem 5 V. Drugi stabilizator to LM1117-3.3 stabilizujący napięcie przeznaczone do zasilania modułu Bluetooth BTM-222.

BTM-222 to jeden z najpopularniejszych w Polsce modułów. Na jego popularność wpływa zapewne łatwość obsługi programowej i zaimplementowanie przez producenta kompletnego stosu komunikacyjnego Bluetooth.

Moduł BTM-222 jest zasilany napięciem 3,3 V, natomiast mikrokontroler 5 V, dlatego niezbędne stało się wykonanie konwertera UART, który zrealizowano na bazie inwerterów zawartych w układzie U4 (74HC14).

Przycisk S1 służy do uruchomienia procedury konfigurowania modułu BTM i nadania mu nazwy. Będzie ona widoczna w mo-



Rysunek 1. Schemat ideowy modułu przekaźników z interfejsem Bluetooth

Wykaz elementów

Rezystory:

R1...R6: 1 kΩ

R7, R9: 3,3 kΩ

R8: 6,8 kΩ

Kondensatory:

C1: 100 μF/25 V

C2: 100 μF/16 V

C3: 100 nF

Półprzewodniki:

U1: ATmega8-16PI

U2: LM2940-5.0

U3: LD1117-3.3

U4: 74HC14

IC1: DS18B20

T1...T6: BC547B

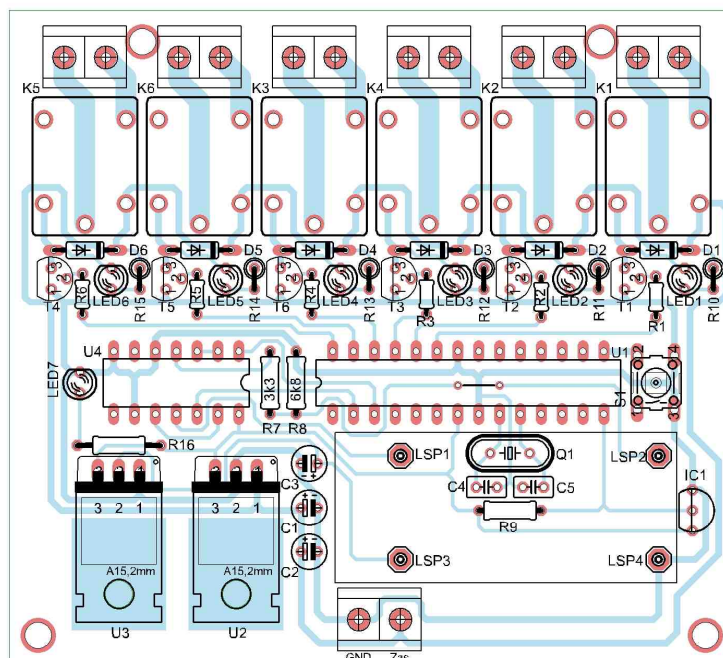
Inne:

BT1: Moduł Bluetooth BTM-222

K1...K6: przekaźnik z cewką na 12 V

S1: Przycisk monostabilny

Złącze ARK2 – 7 szt.



Rysunek 2. Schemat montażowy modułu przekaźników z interfejsem Bluetooth

mencie wyszukiwania urządzenia. Nazwą domyślną jest „Relay”.

Zastosowany czujnik temperatury to układ firmy Maxim-Dallas typu DS18B20, dołączony do mikrokontrolera za pomocą interfejsu 1-Wire. O jego wyborze zadecydowały popularność i dostępność gotowych procedur obsługi.

Opis działania

Do prawidłowej pracy interfejs Bluetooth wymaga autoryzacji, która popularnie jest nazywana parowaniem. Moduł przekaźników jest gotowy do pracy, gdy został sparowany z nadrzędnym komputerem PC, na którym jest uruchomiony program sterujący. Objawia się to wyświetlaniem na ekranie PC informacji o połączeniu oraz temperaturze.

Po kliknięciu na wirtualny przycisk ON/OFF w aplikacji sterującej jest wysyłany do urządzenia pojedynczy kod ASCII. Pętla główna programu w odbiorniku odczytuje ten znak odebrany za pomocą UART i podejmuje odpowiednią akcję określaną za pomocą warunku select-case (listing 1). Może to być na przykład zmiana poziomu na wyprowadzaniu pojedynczego portu lub wszystkich naraz.

Oprogramowanie odbiornika zostało maksymalnie uproszczone – praktycznie pełni on funkcję tylko terminala sterowanego przez komputer PC, którego oprogramo-

Listing 2. Procedura odczytu temperatury

```
Temp:
Incr Test1
If Test1 = 255 Then
    lwreset
    lwwrite &HCC
    lwwrite &H44
    Waitms 750
    lwreset
    lwwrite &HCC
    lwwrite &HBE
    Odczyt(1) = lhread(2)
    T = Odczyt(2)
    Shift T, Left, 8
    T = T + Odczyt(1)
    T1 = T / 16
    Temp = Fusing(t1, „#. #”)
    Print Temp
    Test1 = 0
End If
Return
```

wanie odmierza czas i steruje odpowiednimi przekaźnikami.

Temperatura jest mierzona w procedurze podprogramu o nazwie „Temp”. Jej wywołania nie umieszczono w pętli głównej, ponieważ sama procedura pomiaru temperatury wymaga spełnienia określonych zależności czasowych, a przy tym jest czasochłonna, co może powodować zakłócenia transmisji danych. Pomiar czasu jest wywołany co pewien czas uzależniony od częstotliwości przerwania, które powoduje wejście do tej procedury. Komputer PC odczytuje temperaturę co 1 sekundę.

Na listingu 2 zamieszczono procedurę odczytu temperatury z czujnika DS18B20. Na jej początku jest podawany sygnał zerowania magistrali 1-Wire. Następnie jest wysyłane polecenie pominięcia odczytu pamięci ROM, ponieważ do magistrali jest dołączony tylko pojedynczy czujnik, który przez to nie wymaga identyfikacji. Kolejnym krokiem jest odczytanie 2 bajtów, w których jest umieszczony wynik pomiaru temperatury. Po ich odczycie zmiennej typu integer zostaje nadana wartość pierwszego bajtu i przesunięta w lewo o 8 bitów. Do tak otrzymanej wartości jest dodawa-

Listing 3. Procedura nadania nazwy modułowi BT-222

```
Sub Ustawienia:
    ,nadanie nazwy modułowi BTM

Print „A”
Waitms 200
Print „T”
Waitms 200
Print
Waitms 200
Print „A”
Waitms 100
Print „T”
Waitms 100
Print „N”
Waitms 100
Print „=”
Waitms 100
Print „R”
Waitms 100
Print „e”
Waitms 100
Print „l”
Waitms 100
Print „a”
Waitms 100
Print „y”
Waitms 100
Print
Waitms 10
End Sub
```

ny drugi bajt wyniku pomiaru. Teraz zmienna jest dzielona przez 16 i zaokrąglana do jednego miejsca po przecinku. Taka zmienna jest transmitowana do komputera PC.

Na listingu 3 widać procedurę nadania nazwy modułowi BTM-222. Znaki nie są przesyłane w postaci łańcucha, lecz pojedynczo. Wymaga tego firmware modułu BTM-222. W czasie prób okazało się, że transmisja całego łańcucha może powodować błędy w nadawanej nazwie.

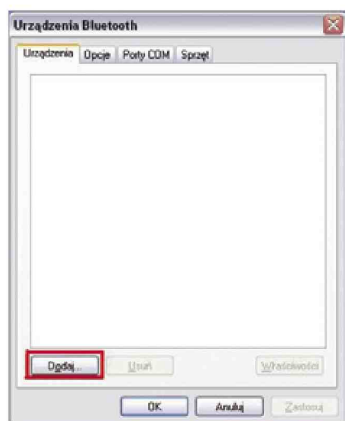
Panel sterujący działa pod kontrolą systemu Windows. Napisano go za pomocą środowiska Visual Studio 2005 w C++/CLI. Komputer PC, na którym będzie uruchomiony program, musi być wyposażony w moduł Bluetooth.

Montaż

Schemat montażowy modułu „Blue Relay” pokazano na rysunku 2. Jest łatwy do

Listing 1. Interpretacja odebranego znaku za pomocą select-case

```
Odbior = Inkey()
Select Case Odbior
    Case 97 : Portc.0 = 1
    Case 98 : Portc.0 = 0
    Case 99 : Portc.1 = 1
    Case 100 : Portc.1 = 0
    Case 101 : Portc.2 = 1
    Case 102 : Portc.2 = 0
    Case 103 : Portc.3 = 1
    Case 104 : Portc.3 = 0
    Case 105 : Portc.4 = 1
    Case 106 : Portc.4 = 0
    Case 107 : Portc.5 = 1
    Case 108 : Portc.5 = 0
End Select
```



Rysunek 3. Wybór funkcji dodawania nowego urządzenia Bluetooth

wykonania i nie powinien sprawiać problemów. Pod układy scalone warto zastosować podstawki, które ułatwią uruchomienie układu i późniejszy, ewentualny jego serwis.

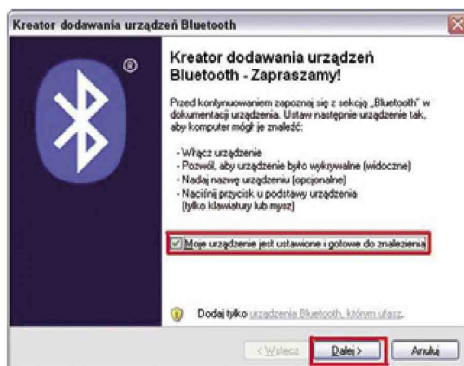
Istotne jest odpowiednie dobranie długości anteny zewnętrznej dla modułu Bluetooth. Można ją wykonać z odcinka izolowanego drutu, który wlotowujemy w płytkę modułu BTM-222. Jego długość obliczamy ze wzoru $300/f/n \cdot k$, gdzie:

f – częstotliwość fali nośnej (2,4 GHz),

k – współczynnik skrócenia,

n – podział fali.

Przykładowe długości anten ćwierćfalowej, półfalowej i o długości fali wyznaczone



Rysunek 4. Zaznaczenie gotowości do odnalezienia



Rysunek 5. Nazwa modułu na liście nazw odnalezionych urządzeń

z powyższego wzoru to odpowiednio: 3 cm, 6 cm i 12 cm. Niestety, jest to tylko długość orientacyjna, a dopasowania anteny nie spo-

sób określić bez specjalnych przyrządów pomiarowych. Dlatego warto wykonać antenę dłuższą o około 1 cm i jej długość dobrać eksperymentalnie. Warto przy tym pamiętać, że zasięg popularnych interfejsów Bluetooth, w które są wyposażane komputery PC, wynosi około 15 metrów.

Uruchomienie

Moduł należy zasilать ze źródła napięcia o wartości 12 V_{DC} i wydajności prądowej rzędu 1 A, ponieważ przy załączeniu wszystkich przekaźników jest z niego pobierany prąd o natężeniu około 800 mA.

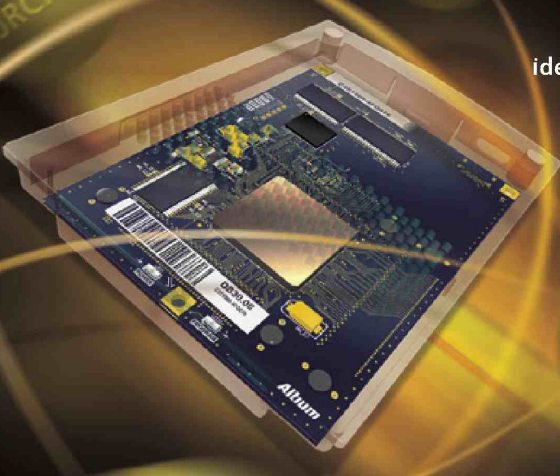
Po dołączeniu zasilania należy sprawdzić wartość napięć zasilających. Następnie, po stwierdzeniu ich prawidłowości, odłączyć zasilanie i umieścić w podstawie zaprogramowany mikrokontroler. Podczas programowania należy ustawić fusebity umożliwiające pracę z zewnętrznym rezonatorem kwarcowym o częstotliwości 8 MHz.

Po pierwszym włączeniu zasilania przez około 1 sekundę przytrzymujemy przycisk S1 umieszczony na płytce. Mikrokontroler wykona wówczas procedurę nadania nazwy modułowi Bluetooth (list. 3). Przycisku używamy tylko raz, ponieważ później nazwa zostanie zapisana w nieulotnej pamięci modułu BTM-222.

REKLAMA

Altium

Designer



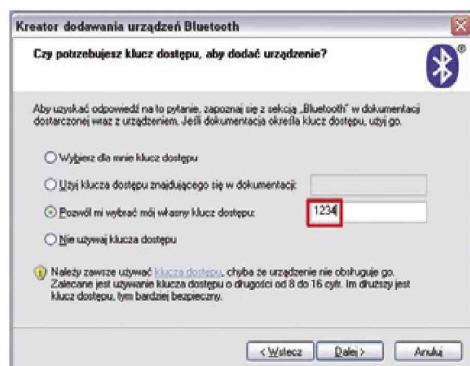
„Przetestowaliśmy narzędzia wszystkich wiodących dostawców oprogramowania EDA, w poszukiwaniu idealnego rozwiązania, które pozwoli dostarczać projekty naszym klientom tak szybko, jak to tylko możliwe. Dzięki uniwersalności, elastyczności i łatwości użycia, system Altium był bezkonkurencyjny.”

Phil Gibson
Wiceprezes National Semiconductor

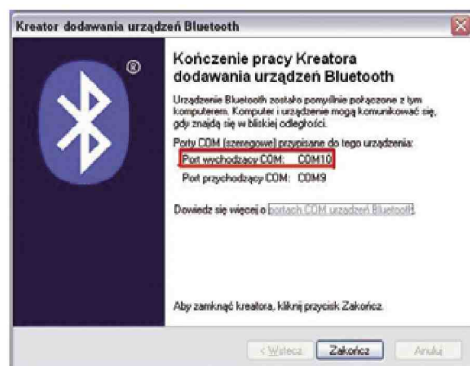


evatronix

ul. Przybyły 2, 43-300 Bielsko-Biała, tel. 33 499 59 00, 499 59 12
eda@evatronix.com.pl, www.evatronix.com.pl/eda



Rysunek 6. Wpisanie klucza dostępu



Rysunek 7. Wirtualne porty COM po sparowaniu modułu

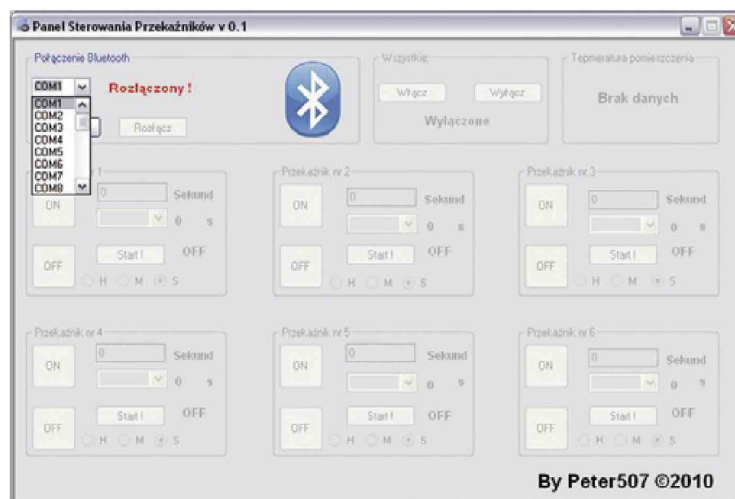
Kolejnym etapem jest sparowanie modułu przekaźników z komputerem PC, do czego jest niezbędne uruchomienie funkcji jego wyszukiwania. W tym celu wchodzimy w menu *Start* → *Panel Sterowania* → *Urządzenia Bluetooth*. Wybieramy opcję „Dodaj” (rysunek 3), następnie zaznaczamy, że nasze urządzenie jest gotowe do odnalezienia (rysunek 4) i klikamy „Dalej”. Czekamy, aż komputer odnajdzie moduł Bluetooth, co pokazano na rysunku 5. Zaznaczamy go, klikamy „Dalej” i oznaczamy opcję z wyborem własnego klucza dostępu do urządzenia. Tu wpisujemy „1234” (rysunek 6).

Gdy proces łączenia urządzeń w parę zakończy się, wyświetlą się dwa nowe, wirtualne porty COM (rysunek 7). Program sterujący używa tylko portu wychodzącego, którego numer należy wpisać w jego parametrach.

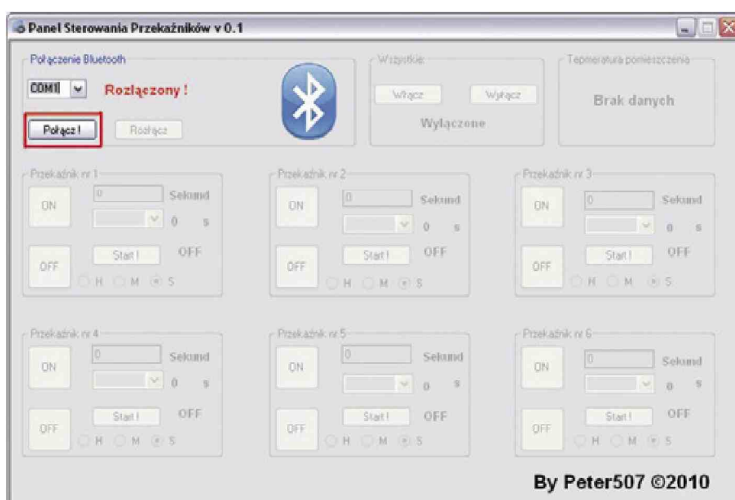
Aplikacja sterująca

Przed uruchomieniem programu *Relay Controller* należy zainstalować pakiet firmy *Microsoft* o nazwie *.NET Framework 2.0*. Po uruchomieniu programu wybieramy z listy numer portu COM, który wyświetlił się nam wcześniej (rysunek 8) i klikamy przycisk „Połącz” (rysunek 9). Jeśli pojawi się komunikat „Połączony”, to oznacza, że komputer nawiązał komunikację z modulem.

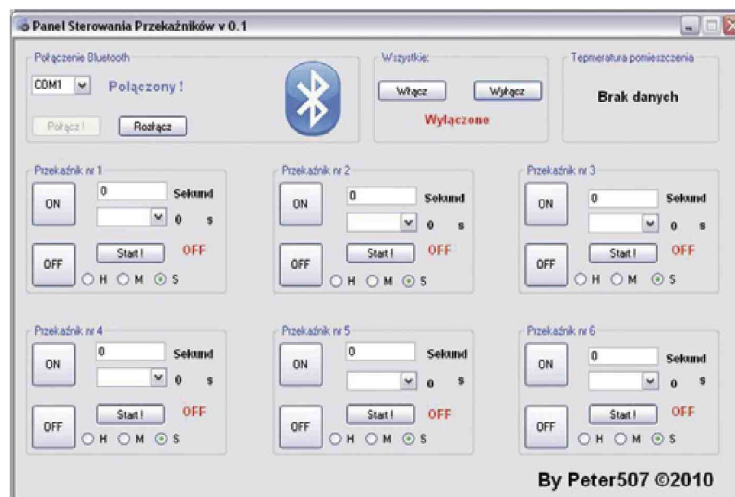
Okno główne programu przedstawia rysunek 10. Rozwijana lista w lewym, górnym rogu okna programu służy do wyboru wirtualnego portu COM, przez który moduł łączy się z komputerem PC. Przycisk służący



Rysunek 8. Wybór portu COM po uruchomieniu panelu kontrolnego



Rysunek 9. Przycisk łączący z modulem przekaźników



Rysunek 10. Okno główne wirtualnego panelu kontrolnego

cy do połączenia umieszczono niżej. Obok niego jest umieszczony przycisk służący do zerwania połączenia. Odpowiednie funkcje wywoływane po naciśnięciu przycisków otwierają lub zamykają wybrany wcześniej z listy port COM oraz powodują zmianę komunikatu „Rozłączony” na „Połączony”. W grupie „Temperatura pomieszczenia” jest wynik pomiaru temperatury przesłany przez urządzenie. Jego odświeżanie następuje co 1 sekundę.

Każda grupa o nazwie przekaźnik zawiera niezbędne elementy do niezależnego sterowania każdym z 6 przekaźników.

Znajdują się w niej przyciski ON/OFF oraz START, który włącza odmierzenie czasu. W górnym polu należy wpisać czas zwłoki, a następnie wybierać, czy przekaźnik ma zostać włączony, czy wyłączony. Na końcu zaznaczamy, czy wpisany czas został określony w godzinach, minutach czy sekundach. Następnie klikamy na przycisk START. Na ekranie wyświetlił się czas pozostały do uruchomienia zaprogramowanej akcji. Te same funkcje możemy zdefiniować dla każdego z dostępnych przekaźników.

Piotr Rosenbaum
peter507@o2.pl

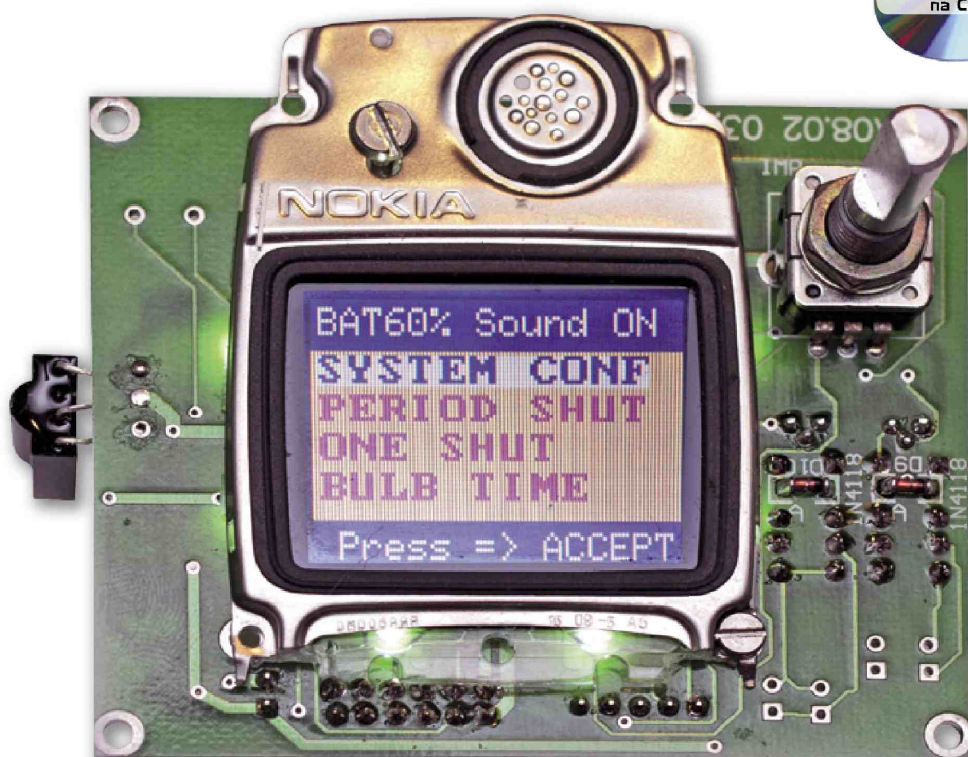
Timer fotograficzny do lustrzanki

**AVT
5296**


Fabryczny osprzęt do lustrzanek cyfrowych jest zwykle bardzo drogi. Mając troszkę wiedzy na temat fotografowania oraz smykałkę do elektroniki, można samodzielnie zbudować wiele ciekawych urządzeń rozszerzających możliwości funkcjonalne aparatu.

Prezentujemy timer, który umożliwia naświetlenie zdjęć przez zadany czas, a oprócz tego pozwala na zdalne wyzwalamie aparatu np. podczas fotografowania zwierząt.

Rekomendacje: użyteczny gadżet do aparatu fotograficznego, który przyda się wszystkim posiadaczom lustrzanek Pentax i Canon.



Od kiedy stałem się właścicielem lustrzanki cyfrowej, zacząłem się zastanawiać nad możliwością zbudowania dodatkowych urządzeń usprawniających fotografowanie. Pierwszym bardzo użytecznym dodatkiem do mojego systemu stał się pilot na podczerwień. Możliwość zdalnego wyzwolenia migawki powoduje, że na zdjęciach pojawia się częściej sam fotograf, a zdjęcia wykonywane bez dotykania aparatu umieszczonego na statywie są bardziej ostre, co jest szczególnie przydatne w trybie makrofotografii.

W miarę zdobywania doświadczeń wielu entuzjastów fotografii szuka sposobów na powiększenie możliwości swoich aparatów. Te najbardziej oczywiste, czyli zakup nowych elementów (obiektywów, lamp błyskowych, statywów itp.), często pociągają za sobą spore wydatki. Oprócz tego można wzbogacać swój warsztat fotografik, a stosując użyteczne, ale tanie, wykonane własnoręcznie akcesoria dodatkowe. Jednym z takich przykładów jest prezentowany timer.

Cyfrowe lustrzanki firm Pentax i Canon są wyposażane w identyczne gniazdo do podłączenia „wężyka” spustowego. Niegdyś wężyk spustowy był kawałkiem giętkiej linki w pancerzu. Aktualnie, w aparatach wspomnianych producentów, „wężyk” spełnia podobną funkcję, ale działa na zasadzie zwierania obwodów sterujących wbudowanych

w aparacie – **rysunek 1**. Sterowanie aparatem polega na zwieraniu styków wtyku do wspólnego przewodu masy. Jeżeli jest ustawiony tryb wyzwalamia B (Bulb), to zwarcie na stałe przez przełącznik styku sterowania migawką powoduje podniesienie lustra i otwarcie migawki na tak długo, jak jest zwarty. We wszystkich innych trybach pracy aparatu zwarcie styku sterowania migawką powoduje jednorazowe wyzwolenie migawki na czas określony przez program aparatu. Zwarcie styku sterowania ostrzeniem powoduje uruchomienie automatycznego wyostrenia (Auto Focus).

Gniazdo w aparacie jest przystosowane do standardowego stereofonicznego wtyku mikro jack, więc wykonanie takiego elektronicznego „wężyka” jest łatwe i tanie. Po kilku próbach ze sterowaniem aparatem postanowiłem ten prosty układ trochę rozbudować. Pierwsza myśl, która przyszła mi do głowy, to sterowanie w trybie „B” przez zadany czas. Czas otwarcia migawki ustala fotograf i w przypadku zwykłego zwierania styków przez przełącznik musi się on posłużyć stoperem, tak aby po określonym czasie rozzerzeć styki i zakończyć naświetlanie. Żeby ułatwić sobie zadanie, można zwieranie i rozwieranie styków zlecić programowanemu czasomierzowi. Ustawiamy żądany czas, starujemy odliczanie, a resztę wykona czasomierz.

AVT-5296 w ofercie AVT:
AVT-5296A – płytka drukowana

Podstawowe informacje:

- Sterowanie lustrzankami Canon i Pentax.
- Pełni funkcję timera oraz układu zdalnego wyzwalamia
- Sterowanie za pomocą fal radiowych lub nadajnika podczerwieni
- Zasilanie timera i nadajnika z 4 akumulatorów AA
- Zasięg praktyczny sterowania radiowego ok. 30 m

Dodatkowe materiały na CD/FTP:

- <ftp://ep.com.pl>, user: 10925, pass: 87thc181
- wzory płytek PCB
 - karty katalogowe i noty aplikacyjne elementów oznaczonych w Wykazie elementów kolorem czerwonym

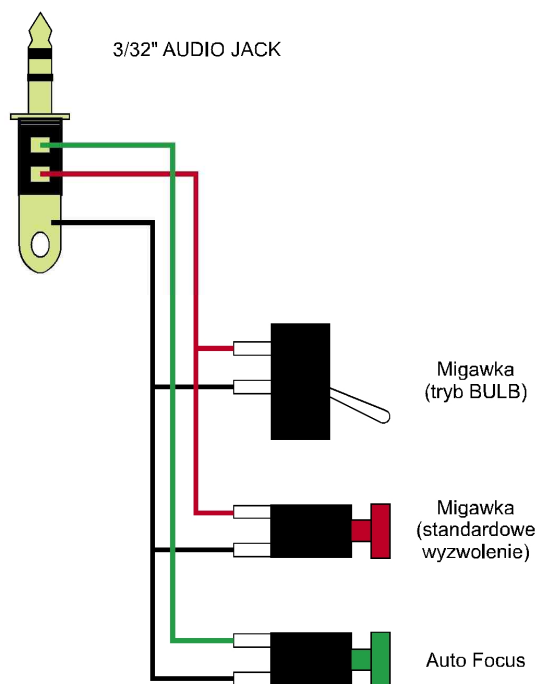
Projekty pokrewne na CD/FTP:

(wymienione artykuły są w całości dostępne na CD)

- AVT-5221 DSLR shutter – Elektroniczny wężyk do aparatu fotograficznego (EP 2/2010)
- AVT-5202 Pilot do zdalnego sterowania lustrzankami cyfrowymi (EP 9/2009)
- AVT-427 Uniwersalny regulator temperatury dla fotografików (EP 6/1998)
- AVT-346 Fotograficzna lampa ciemniowa (EP 11/1997)
- Timer z licznikiem naświetleń (EP 4/2002)
- Prosty minutnik fotograficzny (EP 2/1997)

można by też wykonywać serię ujęć co pewien czas, na przykład co pół godziny.

Do odliczania ustawionego czasu najlepiej zaprząć sterownik mikroprocesorowy z wyświetlaczem i jakimś elementem ma-



Rysunek 1. Sterowanie aparatami Canon i Pentax

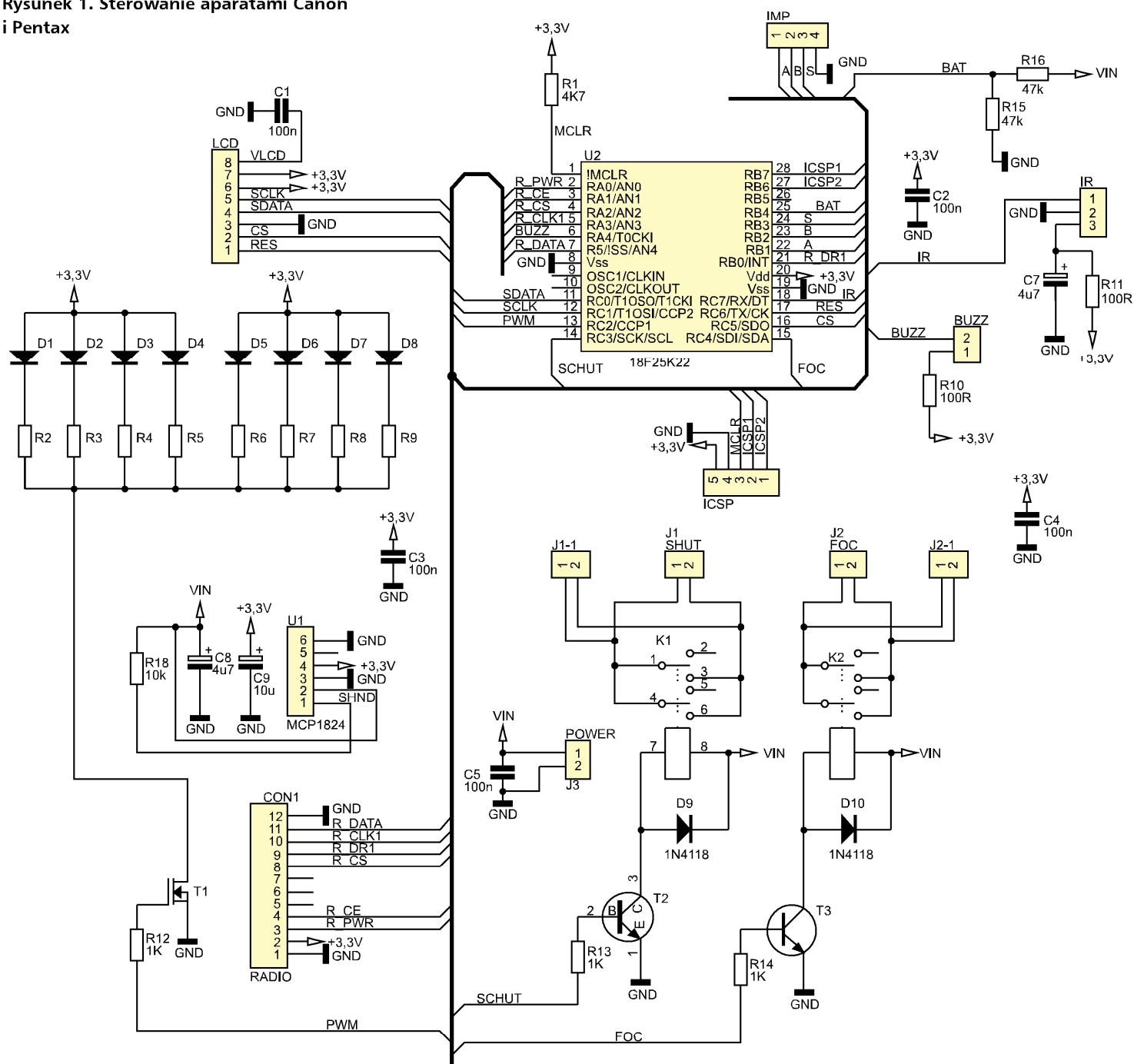
nipulacyjnym. Sterowanie z zewnątrz aparatu można też wykorzystać do zdalnego wyzwolenia migawki. Sterownik z powodzeniem może być sterowany pilotem na podczerwień lub drogą radiową. Szczególnie ta ostatnia możliwość może być atrakcyjna dla entuzjastów fotografowania na przykład ptaków lub innych zwierząt.

Budowa timera

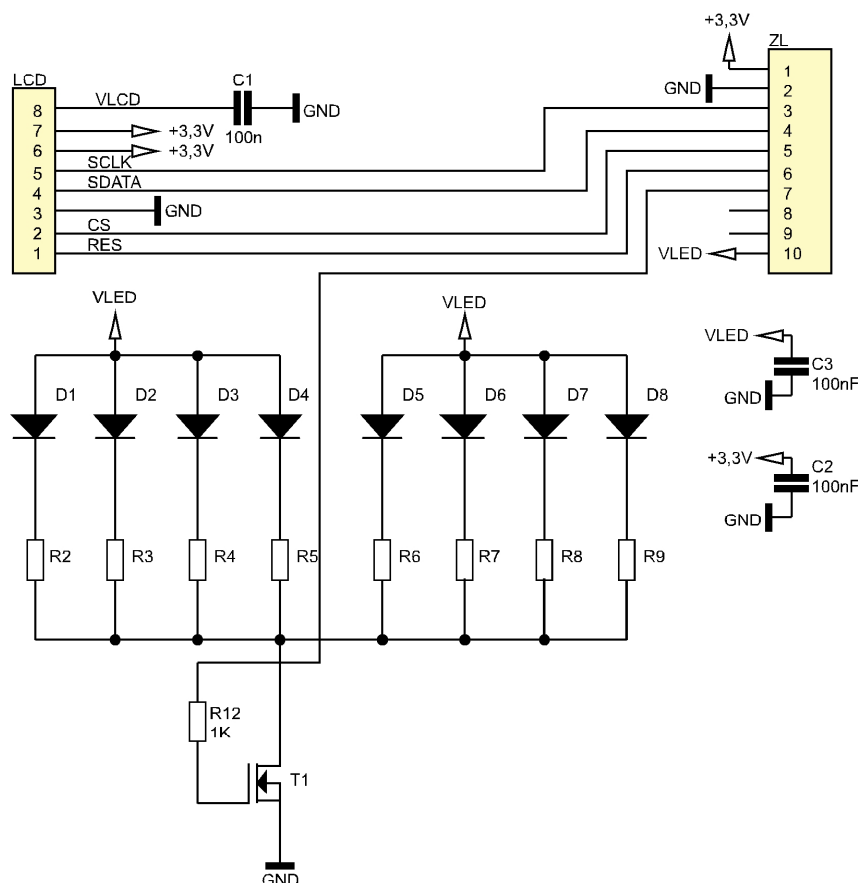
Timer, którego schemat pokazano na rysunku 2, zbudowano w oparciu o mikrokontroler PIC18F25K22. Jest to nowoczesny, 8-bitowy mikrokontroler z wieloma peryferiami i sporą pamięcią programu Flash (32 kB). Ponieważ użytkowanie wyzwacza praktycznie wyklucza zasilanie sieciowe i wymusza bateryjne, zastosowane komponenty musiały pobierać jak najmniej energii. Mikrokontroler ma tryby oszczędzania energii (firmowa technologia nanoWatt) i tu

większego problemu nie będzie. Kolejnym ważnym elementem jest wyświetlacz. Do urządzeń zasilanych z baterii doskonale nadają się wyświetlacze z telefonów komórkowych. Postanowiłem użyć dość starego, ale taniego i dostępnego kolorowego wyświetlacza od telefonu Nokia 3510i. Jest on wykonany w technologii LCD i ma tę zaletę, że w dobrym oświetleniu nie wymaga podświetlenia. Jednak aby można go było używać w zmiennych warunkach oświetlenia, wyposażylem go w regulowane podświetlenie z 8 białymi diodami LED o wysokiej jasności (D1...D8). Diody te są sterowane przebiegiem PWM z wyprowadzenia RC2/PWM mikrokontrolera PIC. Tranzystor MOS z kanałem N (T1) steruje podawaniem zasilania diod w takt przebiegu PWM. Rezystory R1...R9 ograniczają prąd diod.

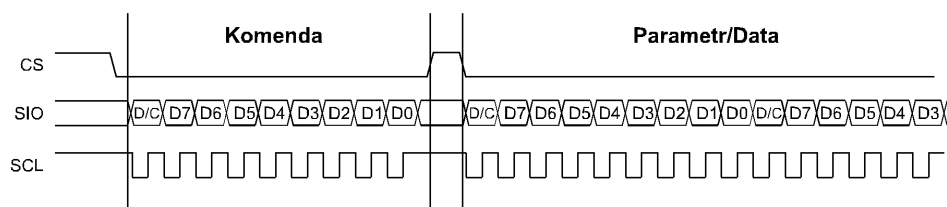
Wyświetlacz jest sterowany magistralą SPI zbudowaną z sygnałów danych SDATA, SPI



Rysunek 2. Schemat ideowy timera



Rysunek 2. c.d.



Rysunek 3. Transmisja danych do sterownika wyświetlacza

zegarowego SCLK, wyboru układu CS i dodatkowo zerowania RES. Wyjście wewnętrznej przetwornicy napięcia zasilającego matrycę LCD (VLCD) jest zablokowane do masy ceramicznym kondensatorem o pojemności 100 nF (C1).

Jako element manipulacyjny zastosowano impulsator firmy Bourns typu PEC11 z dodatkowym stykiem zwierzanym przyciśnięciem ośki. Jest dołączony do linii RB1... RB3 skonfigurowanych jako wejściowe z wewnętrznymi rezystorami pull-up. Taki impulsator nadaje się do sterowania wszystkimi

funkcjami sterownika. Interfejs użytkownika jest uzupełniony o sterowany przez linię portu RA4 piezoelektryczny buzzer (BUZZ) z wbudowanym generatorem.

Doprowadzenia złącza sterującego aparatem są zwierane stykami miniaturowych przełączników K1 i K2 z cewkami zasilanymi napięciem 5 V. Poziomy wysoki na liniach portów RC3 (wyzwalanie migawki) i RC4 (sterowanie ostrością) powodują przejście w nasycenie tranzystorów T1 i T2 oraz zadziałanie przełączników. Diody D9 i D10 niwelują przepięcia indukowane w momen-

cie wyłączenia napięcia zasilającego cewki. Styki przełączników są połączone ze złączami J1, J1-1 (wyzwalanie migawki) i J2, J2-1 (wyostrzanie).

Do złącza IR podłącza się scalony odbiornik podczerwieni zasilany napięciem +3,3 V. Elementy R11 i C7 dodatkowo filtrują napięcie zasilania odbiornika.

Złącze RADIO jest przeznaczone dla modułu radiowego TLX2401 produkowanego przez polską firmę eMOD. Komunikacja z tym modulem jest realizowana przez szeregową magistralę SPI zbudowaną z linii danych RDATA, zegarowej RCLK, wyboru układu RCS, sterowania przepływem danych RCE, sygnalizacji odebranych danych RDR1 i włączania zasilania modułu RPWR.

Układ sterownika jest zasilany napięciem +3,3 V ze scalonego stabilizatora LDO typu MCP1824-3.3. Układ MCP1824 produkowany przez Microchipa może dostarczać maksymalnie 300 mA przy wejściowym zaledwie o 0,2 V wyższym niż napięcie wyjściowe. Użyto wersji 5-nóżkowej stabilizatora z wejściem wyłączenia SHUTDOWN i wyjściem układu nadzoru napięcia wyjściowego. Całość jest zasilana z 4 połączonych szeregowo akumulatorów AA (sumaryczne napięcie wynosi 4,8 V). Ich napięcie jest podawane na dzielnik z rezystorów R16 i R15 i mierzone przez mikrokontroler za pomocą wbudowanego przetwornik A/C.

Układ elektryczny nie jest specjalnie rozbudowany, za to oprogramowanie zajmuje blisko 50% pamięci Flash mikrokontrolera. Większość zabiera generator znaków i procedury wyświetlania interfejsu użytkownika. Wyświetlacz po włączeniu zasilania wymaga inicjalizacji programowej i wypełnienia pamięci obrazu. Jak już wspomniałem, dane i komendy są wpisywane do wyświetlacza za pomocą interfejsu szeregowego SPI. Wbudowany w wyświetlacz sterownik S1D15G14 ma trzy interfejsy komunikacyjne: 8-bitowy SPI, 9-bitowy SPI i równoległy, jednak stosując wyświetlacz od Nokii, możemy użyć tylko 9-bitowego SPI, bo tak skonfigurował sterownik producent wyświetlacza.

REKLAMA

Listing 1. Obsługa magistrali SPI wyświetlacza

```
void SendLcd(unsigned char data, unsigned char cmd){
    unsigned char i;
    LATC&=~CS; //CS=0;
    asm("nop");
    LATC&=~CLK; //CLK=0
    //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++){ //przesłanie 8 bitów od najstarszego
        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
}
```

WWW.STM32.EU

Jak sobie z poradzić z Ethernetem?

ETHERNET

STM32

Nowa książka Wydawnictwa BTC!



Wykaz elementów

Płyta timera

Rezystory: (SMD 1206)

R10, R11: 100 Ω R12...R14: 1 k Ω R1: 4,7 k Ω R18: 10 k Ω R15, R16: 47 k Ω

Kondensatory

C1...C5: 100 nF (SMD 1206)

C7, C8: 4,7 μ F (SMD 3528)C9: 10 μ F (SMD 3528)

Półprzewodniki:

D9, D10: LL4118

T1: STN 3NFO6L (kanał P) lub odpowiednik w obudowie SOT-223

U1: MCP1824-3.3 (5-nóżkowy)

U2: PIC18F25K22-I/SO (zaprogramowany)

Inne:

Listwa goldpinów 2,54 mm

Gniazdo do goldpinów 2,54 mm

Wyświetlacz od telefonu Nokia 3510i

Moduł TLX2401 (opcjonalnie)

Odbiornik IR 36 kHz (zasilany +3,3 V)

Impulsator ze stykiem PEC11 Bourns

2 przekaźniki AXICOM P2 20651 V23079-

A1001 lub odpowiedniki z cewką 5 V DC

Płyta pilota radiowego (opcjonalnie)

Rezystory: (SMD 1206)

R3, R4: 150 Ω R1, R2: 10 k Ω R5, R6: 4,7 k Ω

Kondensatory:

C3, C4: 100 nF (SMD 1206)

C1: 4,7 μ F (SMD 3528)C2: 10 μ F (SMD 3528)

Półprzewodniki:

D1, D2: diody LED 3 mm

U1: MCP1824-3.3V (5-nóżkowy)

U2: PIC16F628A-I/P (zaprogramowany)

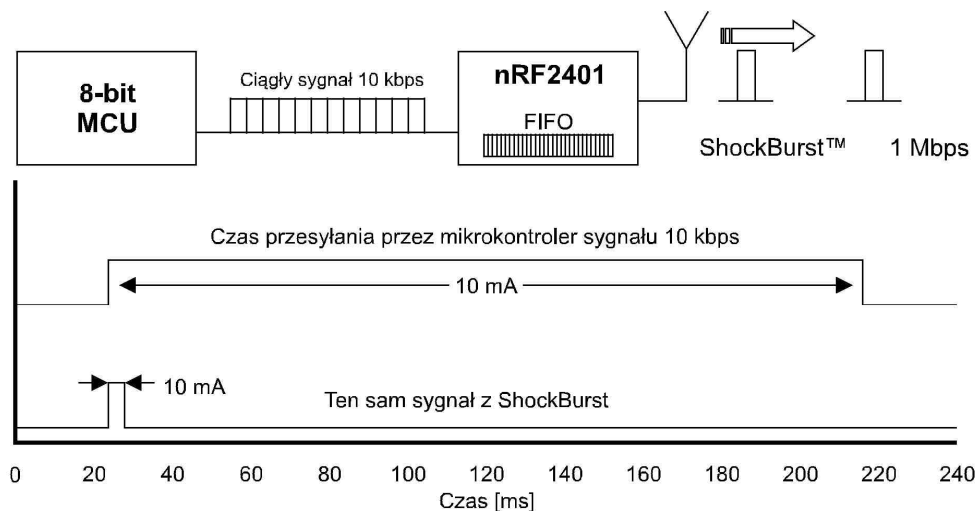
Inne:

Moduł radiowy TLX2401

W trybie 9-bitowym pierwszy przesyłany bit D/C określa, czy kolejne 8 bitów należy interpretować jako komendę (D/C=0), czy jako dane (D/C=1). 8 kolejnych bitów jest przesyłanych od najstarszego do najmłodszego.

Na **rysunku 3** pokazano przebiegi czasowe przy przesyłaniu danych do wyświetlacza, a na **listingu 1** procedurę obsługi magistrali SPI przesyłającą dane 9-bitowe.

Dokładne dane dotyczące budowy sterownika i zestawu komend można znaleźć w jego dokumentacji. Dostępny jest też w polskiej literaturze kompletny opis sterowania wyświetlaczem łącznie z listinami i dlatego nie będę zajmował się tym zagadnieniem. Oprogramowanie timera inicjuje wyświetlacz w trybie o 12-bitowej głębi kolorów. Aby interfejs użytkownika był bardziej czytelny, zdefiniowano w pamięci mikrokontrolera tablicę z wzorcami znaków w 3 wielkościach: małej (6×8 pikseli), średniej (8×8 pikseli) i dużej (16×8 pikseli). Każdy z wyświetlanych znaków ma 2 atrybuty: kolor znaku i kolor tła. Ponieważ w tego typu urządzeniach interfejs użytkownika nie wymaga wielu kolorów, zdefiniowałem tylko kilka podstawowych



Rysunek 4. Tryb przesyłania danych ShockBurst

kolorów: biały, czarny, czerwony, niebieski, zielony i pomarańczowy.

Moduł TLX2401 (właściwie jego sterownik nRF2401) jest zaprogramowany do pracy w trybie ShockBurst. Wykorzystuje ona bardzo wysoką, dopuszczalną prędkość transmisji (1 Mbps). W czasie transmitowania danych nadajnik jest włączony i pobiera prąd niezależnie czy wysyłamy 10 kbps, czy 1 Mbps. Jeżeli ShockBurst jest włączony, to dane o dowolnej prędkości są zapisywane w buforze FIFO. Po odebraniu wszystkich danych (maksymalnie 256 bitów) nadajnik dodaje adres odbiorcy, opcjonalną sumę kontrolną CRC, preambułę i dopiero wtedy włącza tor radiowy, aby wysłać dane z ustaloną prędkością 1 Mbps lub 250 kbps.

Ekran wyświetlacza podzielono na 3 obszary. Pierwszy to czarna linijka na górze obrazu. Są w niej wyświetlane informacje o napięciu baterii i włączeniu lub wyłączeniu sygnału dźwiękowego. Drugi obszar to dolna, czarna linijka umieszczona na dole obrazu. Tam są wyświetlone informacje pomocnicze dotyczące akcji, którą należy wykonać

w menu kontekstowym np. „Press=> Accept”. Najważniejszy jest największy obszar środkowy z tłem w kolorze pomarańczowym.

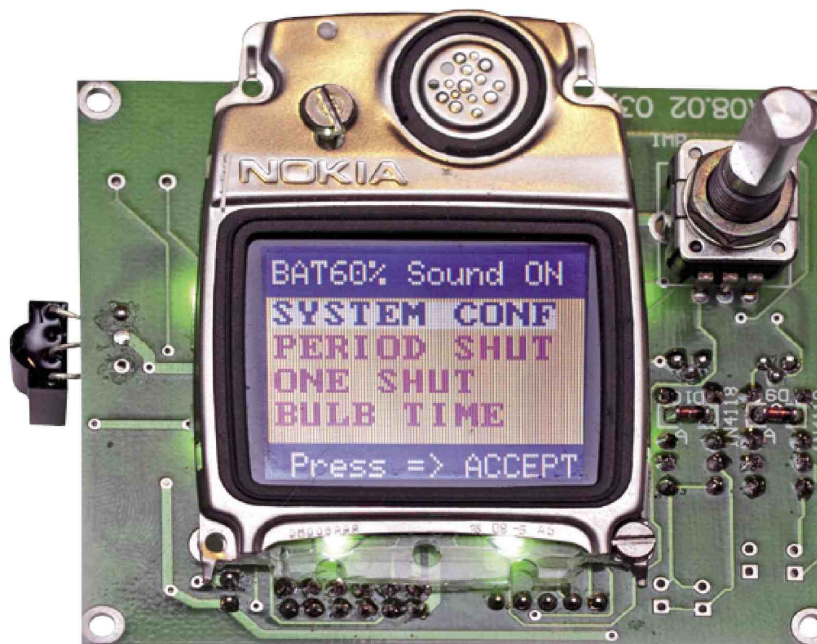
Po włączeniu zasilania jest tam wyświetlane menu z możliwością wyboru jednej z 4 funkcji:

- System Conf,
- Period Shut,
- One Shut,
- Bulb Time.

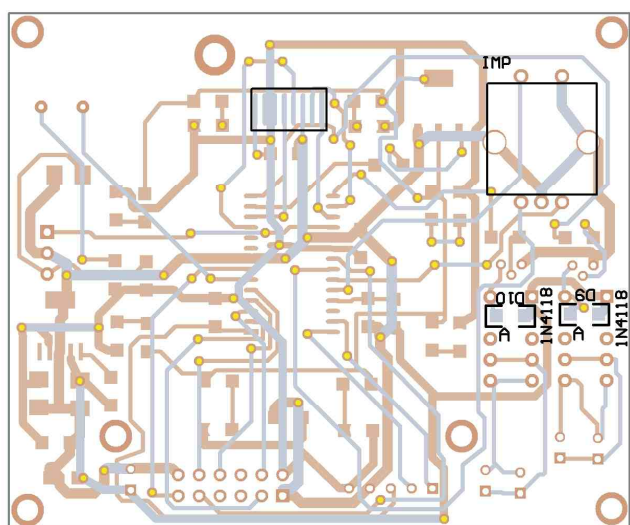
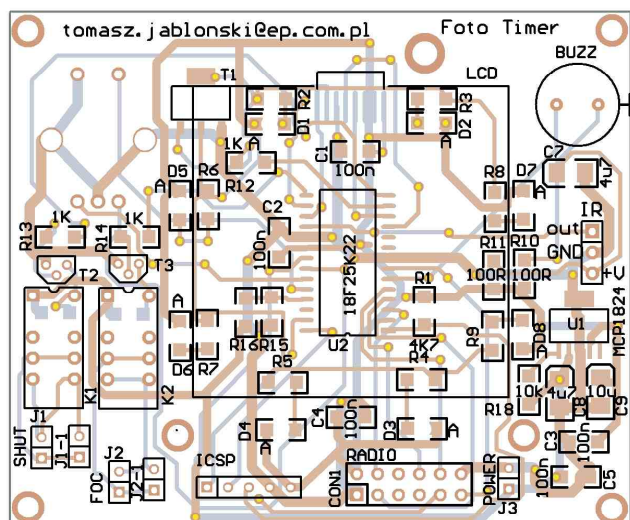
Wybiera się je, kręcąc ośką impulsatora (nazwa wybranej funkcji jest wyróżniona czarną czcionką na białym tle), a po przyciśnięciu ośki impulsatora rozpoczyna się jej wykonywanie.

Funkcja System Conf umożliwia: wyłączenie, włączenie i ustawienie jasności podświetlenia, włączenie lub wyłączenie sygnału dźwiękowego, włączenie sterowania pilotem w podczerwieni oraz włączenie sterowania za pomocą modułu radiowego.

Jako pierwsza jest ustawiana jasność podświetlenia. Możliwe jest ustawienie jasności w 11 krokach: od wyłączenia (wypełnienie PWM=0%) do pełnegoysterowania diod



Fotografia 5. Ekran wyboru menu



Rysunek 6. Schemat montażowy płytki timera

świecących (wypełnienie PWM = 100%). Po wyregulowaniu jasności program przechodzi do ustawienia włączenia (lub wyłączenia) sygnału dźwiękowego buzzera. W kolejnym kroku jest programowane sterowanie za pomocą pilota podczerwieni z kodem RC5. Na początku pojawia się pytanie o to, czy wy-

kończyć procedurę „uczenia się” kodów pilota. Jeśli kody są już zapisane i nie chcemy ich zmieniać, to zaznaczamy „NO”. W przeciwnym wypadku musimy zaopatrzyć się w pilot z kodem RC5 (np. od telewizora) i wykonujemy programowanie kodów.

Sterownik zapamiętuje 2 kody: dla wyzwolenia migawki i dla wyostrzenia. Program jest tak napisany, że do wykonania programowania kodów nie jest konieczna specjalna instrukcja. Jeżeli pojawi się ekran z informacją „SET SHUT KEY” i w środkowej linijce na zielonym tle „CODE”, to trzeba skierować pilot w stronę odbiornika i nacisnąć na pilocie klawisz, który ma wyzwalać migawkę. Po odebraniu kodu jest on wyświetlany na czerwonym tle obok napisu „CODE”. Jeżeli chcemy akceptować kod, naciskamy ośkę impulsatora. Jeżeli chcemy go poprawić, to wystarczy obrócić ośkę i można wtedy programowanie powtórzyć.

Po zaprogramowaniu kodów pilota RC5 przechodzimy do funkcji włączania

i jeśli moduł radiowy nie jest dołączony, to linia RB0 ma poziom wysoki, bo jest zasilana poprzez wewnętrzny rezystor pull-up. Jeżeli możliwość sterowania radiem jest włączona, to sterownik będzie stale próbował odczytać dane z modułu, którego brak fizycznie.

Programowanie sterowania radiem kończy działanie funkcji konfigurowania sterownika. Wszystkie nastawy są zapamiętywane w pamięci EEPROM i nie trzeba tej funkcji wywoływać po każdym włączeniu zasilania.

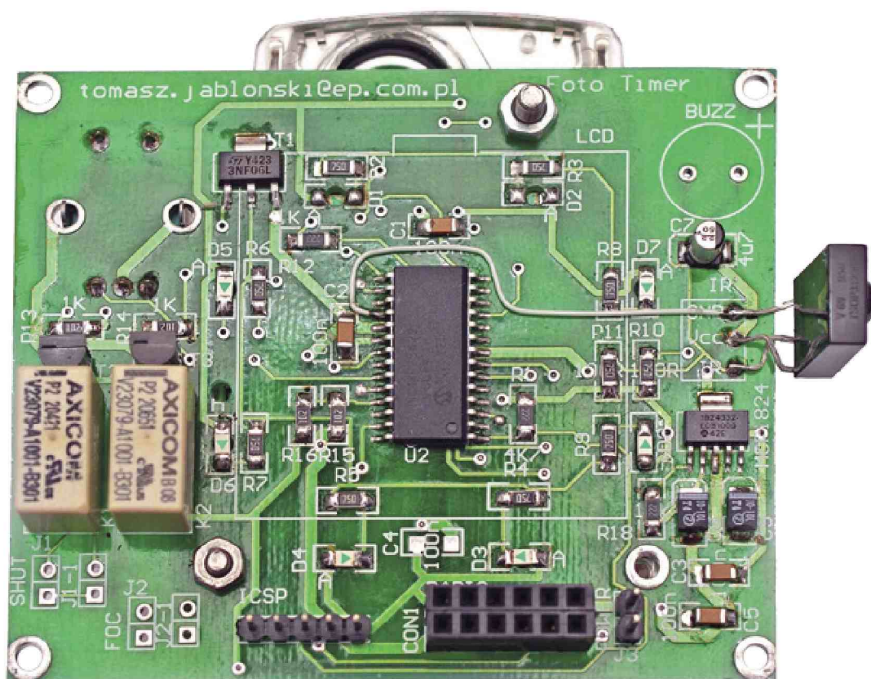
Po wybraniu funkcji BULB TIME w pierwszym kroku ustawia się minuty czasu otwarcia migawki. Po zaakceptowaniu ustawionej wartości naciśnięciem ośki program przechodzi do analogicznego ustawiania sekund. Kolejne przyciśnięcie powoduje wyświetlenie ustawionej wartości TOTAL TIME i w środkowej części ekranu licznika odliczającego czas od zadanej wartości wstecz. Odliczanie rozpoczyna się po przyciśnięciu ośki. Można je przerwać w dowolnym momencie, również przyciskając ośkę – pojawia się wtedy napis MANUAL STOP.

W wybranej funkcji BULB TIME, jeżeli nie chcemy zmieniać ustawionego czasu, wystarczy nacisnąć ośkę po to, aby zaakceptować poprzednie ustawienia. Program odczytuje je z pamięci EEPROM.

W funkcji PERIOD SHUT najpierw jest ustawiany czas pomiędzy kolejnymi zwolnieniami migawki. Podobnie jak w funkcji BULB TIME, programuje się minuty i sekundy. Po ustawieniu i naciśnięciu ośki rozpoczyna się odliczanie czasu wstecz. Każde wyzerowanie liczników powoduje ich załadowanie początkowymi wartościami i nowe odliczanie. Działanie funkcji zostanie przerwane po naciśnięciu ośki impulsatora.

Ostatnia z funkcji ONE SHUT umożliwia wykonanie jednego zwolnienia migawki. Opcjonalnie można zaprogramować, czy przed jej zwolnieniem ma być wykonane wyostrzenie obrazu.

W czasie, gdy jest wyświetlane menu funkcji, sterownik jest gotowy na zdalne wyzwolenie za pomocą pilota RC5 lub sygnałem radiowym. W przypadku pilota każde naciśnięcie zaprogramowanych klawiszy



Fotografia 7. Płytki prototypu od strony elementów

REKLAMA

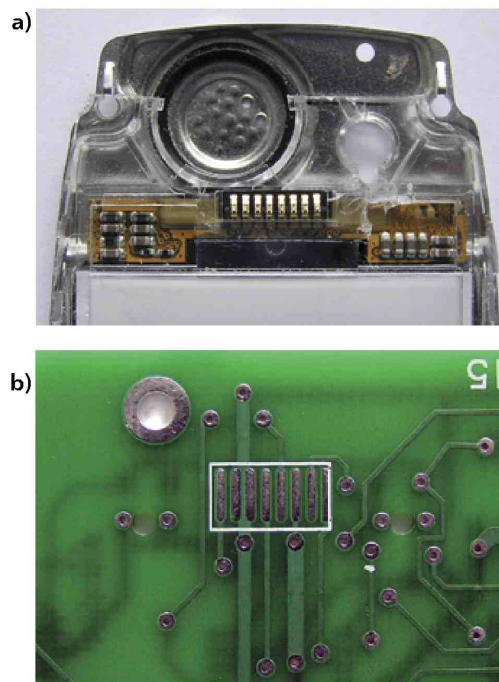
WWW.STM32.EU

NOWY ZESTAW STM32 BUTTERFLY 2

NOWE APLIKACJE

NOWE PRZYKŁADY

KAMAMI



Fotografia 8. Elementy elektrycznego połączenia płytki i wyświetlacza: a) styki sprężyste wyświetlacza, b) pola kontaktowe na płytce drukowanej

zwolnienia migawki lub ostrości powoduje wystawienie na 0,5 s przełączników zwierających odpowiednie styki.

Kody sterowania radiem są wpisane w sterownik i radiowy pilot na stałe. Wyzwalanie na odległość może powodować, że fotograf nie jest w stanie zobaczyć, czy

zdjęcie zostało zrobione, czy nie. Ponieważ TLX2401 ma wbudowany inteligentny sterownik z systemem ShockBurst, to stosunkowo łatwo jest wykonać transmisję z potwierdzeniem. Po prawidłowym zidentyfikowaniu przesłanej z pilota komendy jest ona wykonywana i sterownik odsyła potwierdzenia do pilota. Potwierdzenie jest sygnalizowane przez diody LED i wiadomo, że zdjęcie zostało wykonane.

Montaż i uruchomienie

Większość elementów timera jest montowana od strony elementów. Na **rysunku 6** pokazano schemat montażowy timera, a na **fotografii 7** zdjęcie zmontowanej płytki. Po przeciwnej stronie są montowane tylko: wyświetlacz, impulsator oraz diody D9 i D10. Jeżeli zamierzamy używać modułu radiowego TLX2401, to warto włutować dla niego gniazdo wykonane z gniazda dla goldpinów. Moduł można wtedy bez problemu montować i demontować. Diody LED podświetlenia montuje się tak, aby świeciły do otworów wywierconych w płytce pomiędzy ich padami. Anody diod są oznaczone na płytce literą A.

Wyświetlacze od telefonu Nokia 3510i są sprzedawane w postaci modułu przeznaczonego do zamontowania w telefonie. Do połączenia wyprowadzeń wyświetlacza ze sterownikiem są przeznaczone styki sprężyste (**fotografia 8a**). Na płytce drukowanej

są umieszczone pola kontaktowe (**fotografia 8b**). Po przyłożeniu wyświetlacza do płytki następuje pewne i trwałe połączenie. Płytkę jest zaprojektowana w taki sposób, że po przykręceniu wyświetlacza wkrętami poprzez otwory w płytce następuje pozycjonowanie i połączenie z płytką.

Tak zmontowany kompletny moduł zasilamy napięciem 4,5...5,5 V z zasilacza lub 4 naładowanych akumulatorów AA. Ja używam koszyczka ze stykami dla 4 akumulatorów AA. Po sprawdzeniu napięcia zasilającego +3,3 V ze stabilizatora trzeba zaprogramować mikrokontroler. Program mikrokontrolera wgrywa się poprzez złącze ICSP już po wlutowaniu mikrokontrolera na płytkę. Wszystkie niezbędne bity konfiguracyjne są umieszczone w kodzie wynikowym i nie trzeba ich ustawiać ręcznie. Trzeba jednak pamiętać, że mikrokontroler 18F25K22 ma nieco zmieniony standard programowania. Napięcie na wyprowadzeniu MCLR w trakcie programowania nie może przekroczyć +9 V. Niektóre programatory podają tam napięcie +12...13 V, toteż jest konieczny dodatkowy układ stabilizatora obniżającego je do +8...9 V.

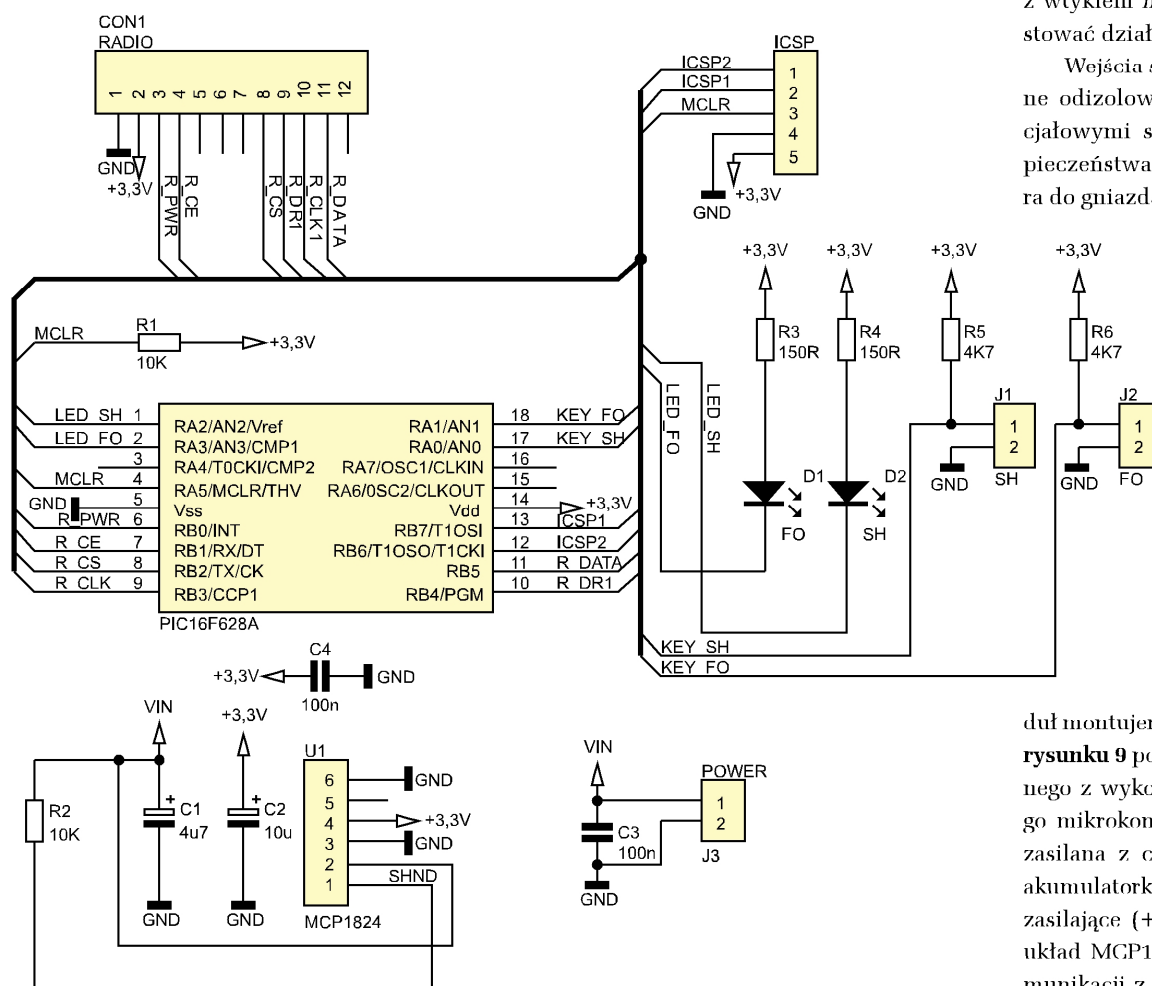
Po zaprogramowaniu mikrokontrolera na ekranie LCD powinien pojawić się obraz menu funkcyjnego i można przystąpić do wywołania funkcji „SYSTEM CONF”. Po skonfigurowaniu urządzenia jest ono gotowe do pracy. Pozostaje tylko wykonać kabel z wtykiem *mikro jack* (2,5 mm) i można testować działanie.

Wojścia sterowania w aparacie są zwierane odizolowanymi galwanicznie, bezpotencjałowymi stykami przełączników. Dla bezpieczeństwa, przed włączeniem wtyku timera do gniazda aparatu, można sprawdzić, czy

w wyniku błędów w montażu nie pojawi się tam jakieś napięcie, które mogłoby uszkodzić aparat. Po przetestowaniu wszystkich funkcji można sprawdzić działanie zdalnego sterowania za pomocą nadajnika podczerwieni z kodem RC5.

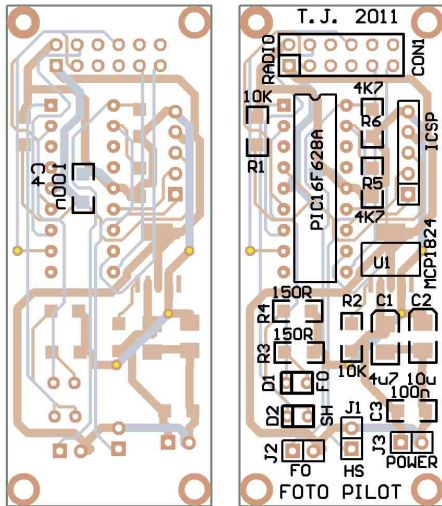
Sterowanie radiowe wymaga dwóch identycznych modułów TLX2401. Jeden z nich jest montowany w gnieździe timera w kierunku centrum płytki. Drugi moduł

montujemy do płytki pilota radiowego. Na **rysunku 9** pokazano schemat pilota zbudowanego z wykorzystaniem popularnego i taniego mikrokontrolera PIC16F628A. Całość jest zasilana z czterech połączonych szeregowo akumulatorów AA o napięciu 4,8 V. Napięcie zasilające (+3,3 V) jest stabilizowane przez układ MCP1824 (U1). Magistrala SPI do komunikacji z modułem TLX2401 wykorzystuje linie portu PORTB. Diody sygnalizacyjne



Rysunek 9. Schemat ideowy pilota

<http://forum.ep.com.pl>



Rysunek 10. Schemat montażowy pilota

i złącza do dołączenia styków przycisków są doprowadzone do linii portu PORTA. Rezystory R3 i R4 ograniczają prąd sygnalizacyjnych diod LED (D1 i D2). Rezystory R5 i R6 podciągają wejścia J1 i J2 służące do odczytania stanu przyciśnięcia klawiszy.

Po przyciśnięciu przycisku SHUT pilot wysyła ramkę ShockBurst z kodem wyzwolenia migawki. Moduł timera odbiera tę ramkę, sprawdza sumy kontrolne i wykonuje polecenie (zwarcie K1 na 0,5 s). Kiedy cykl zwolnienia migawki zakończy się, moduł radiowy timera wysyła ramkę z kodem potwierdzenia do pilota. Odebranie ramki i sprawdzenie poprawności sumy kontrolnej przez układ pilota powoduje zaświecenie się na ok. 1 s diody sygnalizującej wykonanie polecenia. Sterowanie regulacją ostrości odbywa się w identyczny sposób.

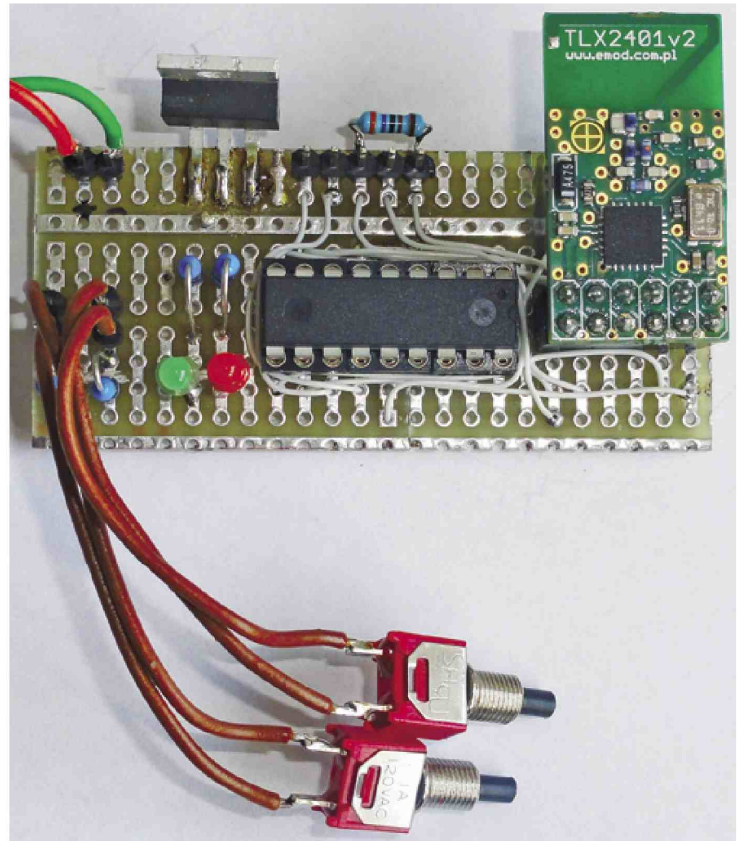
Na rysunku 10 umieszczono schemat montażowy pilota, a na fotografii 11 zdjęcie prototypu pilota wykonanego na płycie uniwersalnej.

Uwagi końcowe

W tej wersji programu nie jest optymalizowane zużycie energii. Sterownik z zamontowanym modułem radiowym pobiera ok. 25 mA, a pilot ok. 20 mA. Taki pobór prądu wymusza stosowanie wyłączników zasilania obu urządzeń i wyłączania ich, kiedy nie są używane. Relatywnie niski pobór prądu w czasie pracy powoduje, że do zasilania można użyć akumulatorów, które już niezbyt nadają do zasilania aparatu czy lampy błyskowej. Każdy fotoamator po pewnym czasie znajdzie u siebie takie częściowo zużyte akumulatory.

W otwartym terenie uzyskałem zasięg sterowania radiowego wynoszący ok. 30 m. W trakcie prób bardzo przydatnym okazała się zwrotna sygnalizacja wykonanej czynności.

Złącza J1 i J2 są zdublowane po to, by można było równolegle do styków przekazać



Fotografia 11. Prototyp pilota radiowego

nika dołączyć zwykłe przyciski ze stykami. Pozwoli to na wykorzystanie urządzenia, kiedy wyczerpią się baterie lub w wypadku, gdy trzeba wykonać szybko zdjęcie i nie ma się czasu na wprowadzanie ustawień i inne czynności manipulacyjne.

Tomasz Jabłoński
tomasz.jabloński@ep.com.pl

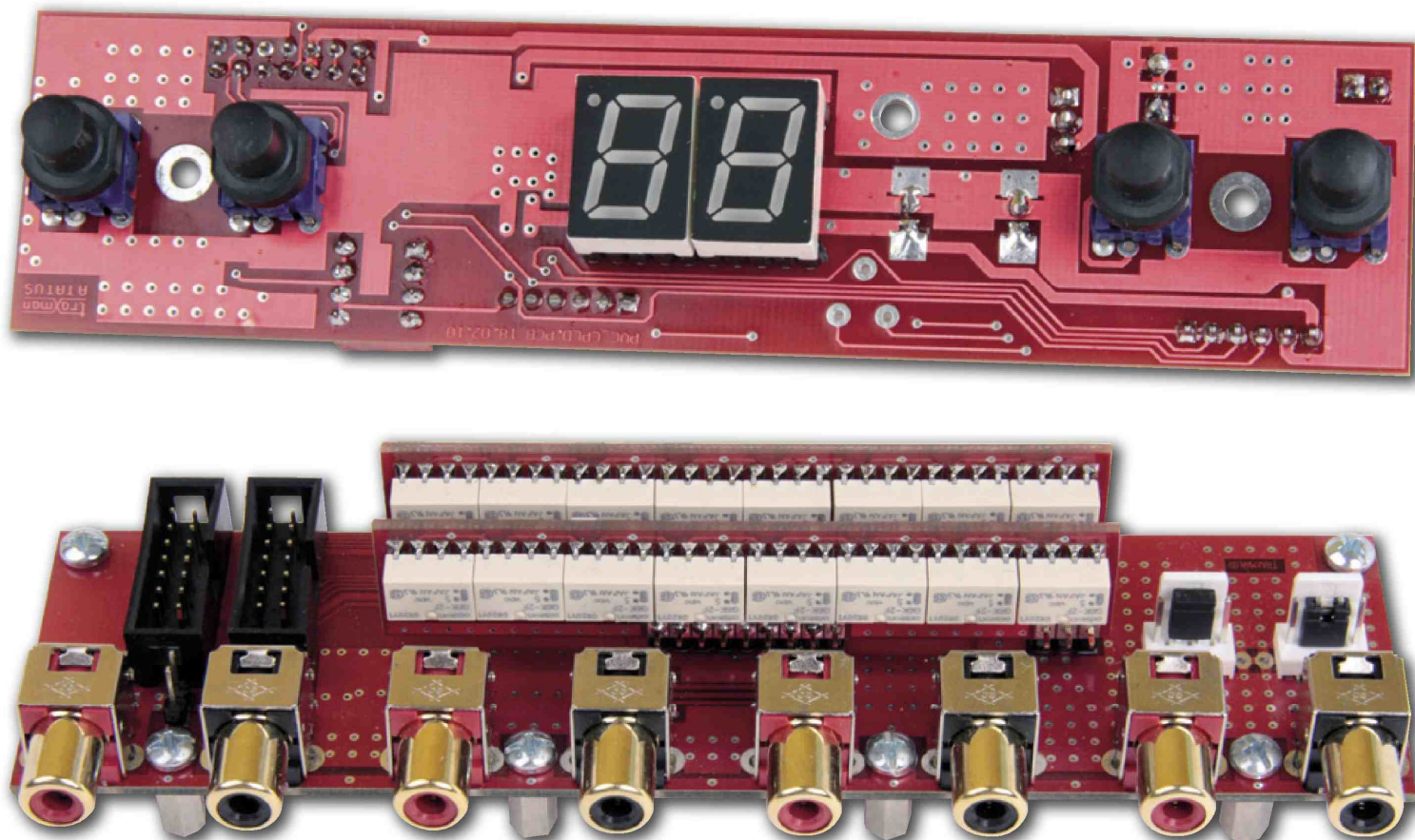
REKLAMA

Testowano w Elektronice Praktycznej 5/2010

Handyscope HS4 – przystawka oscyloskopowa na USB

- 4 wejścia BNC
- maksymalne próbkowanie do 50 MS/s/kanal
- pasmo DC-50 MHz (–3 dB)
- rozdzielczość 12, 14 lub 16 bitów
- zakresy napięć 200 mV...80 V
- sprzęganie wejścia AC, DC
- impedancja wejściowa 1 MΩ/30 pF
- zabezpieczenie wejść ±200 V
- pamięć 128 kS/kanal
- interfejs USB 2.0 High Speed
- funkcje: oscyloskop cyfrowy, analizator widma, woltomierz, rejestrator
- praca synchroniczna wielu modułów

Egmont Instruments, ul. Chłodna 39, pawilon 11, 00-867 Warszawa
tel. 228506205, 692501750, faks 226540248, e-mail tiepie@egmont.com.pl, www.egmont.com.pl/tiepie



Pasywny regulator siły głosu PVC

**AVT
5297**



Wśród miłośników słuchania muzyki z najwyższą jakością istnieje grupa zwolenników konstrukcji minimalistycznych, w których liczba elementów jest ograniczona do absolutnego minimum, a tor audio składa się tylko ze źródła, regulatora głośności, wzmacniacza mocy i zestawów głośnikowych. Niniejszy projekt to opis propozycji wykonania regulatora siły głosu przeznaczonego do takiego toru audio.

Rekomendacje: audiofile, konstruktorzy wzmacniaczy wysokiej jakości.

Układ regulacji siły głosu w opisanym we wstępie torze nie może opierać się na rozwiązaniach półprzewodnikowych, jak np. popularne układy z serii PGAXxxx. Stąd na rynku pojawiła się oferta układów określanych skrótem PVC (*Passive Volume Control*) wypierających klasyczne potencjometry mechaniczne, których największą wadą jest problem ze współbieżnością kanałów stereofonicznych szczególnie przy położeniach bliskich najmniejszej głośności oraz stopniowo zużywanie się ścieżki oporowej.

Układy PVC, w zależności od wykonania, oparte są na potencjometrze, w którym ślizgacz i ścieżka oporowa zostały zastąpio-

ne przełącznikiem wielopozycyjnym wysokiej jakości z odpowiednio dobraną drabiną rezystorową. Schemat najprostszego układu PVC zamieszczono na **rysunku 1**. Wielopozycyjny przełącznik obrotowy ma najczęściej od 24 do 36 pozycji, co pokrywa cały konieczny zakres regulacji głośności, przy komfortowym dla słuchacza kroku regulacji. Poszczególne pozycje oraz właściwą charakterystykę regulacji układu zapewniają rezystory precyzyjne. Ich wartości są nietypowe (spoza typoszeregu), szczególnie gdy układ ma logarytmiczną charakterystykę regulacji. Niestety, wadą takiego rozwiązania są: jego wysoka cena, ograniczona dostępność

AVT-5297 w ofercie AVT:
AVT-5297A – płytka drukowana

Podstawowe informacje:

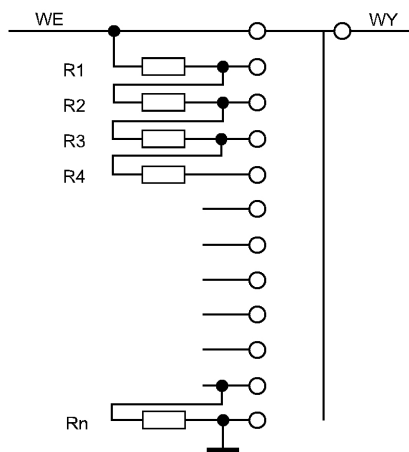
- Rezystancja wejściowa 25,5 kΩ
- Zasilanie 9...12 V_{AC}
- Sterowanie przez układ CPLD Xilinx XC9572XL
- 64 poziomy głośności
- Logarytmiczna charakterystyka regulacji
- Wejście/wyjście stereofoniczne
- Dwa wyświetlacze 7-segmentowe wyświetlające numer poziomu głośności
- Wyposażony w selektor 4 źródeł sygnału stereofonicznego

Dodatkowe materiały na CD/FTP:

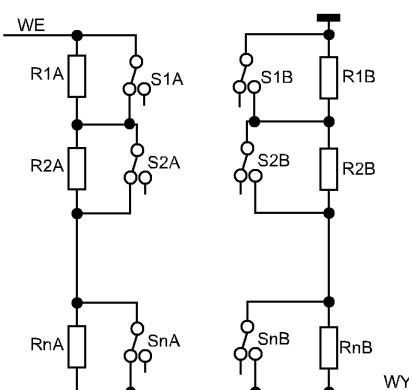
- ftp://ep.com.pl, user: 10925, pass: 87thc181
- wzory płytek PCB
 - karty katalogowe i noty aplikacyjne elementów oznaczonych w Wykazie elementów kolorem czerwonym

Projekty pokrewne na CD/FTP:

- (wymienione artykuły są w całości dostępne na CD)
- AVT-5283 Potencjometr audio (EP 3/2011)
 - AVT-5267 Lampowy potencjometr siły głosu (EP 12/2010)
 - AVT-5237 Potencjometr z impulsatorem (EP 6/2010)
 - AVT-5206 Cyfrowy potencjometr audio (EP 10/2009)
 - AVT-5185 Volumes – Elektroniczny potencjometr audio (EP 5/2009)
 - AVT-945 Audiofiliński potencjometr i regulator balansu (EP 8/2006)
 - AVT-5027 Audiofiliński potencjometr elektroniczny (EP 9/2001)



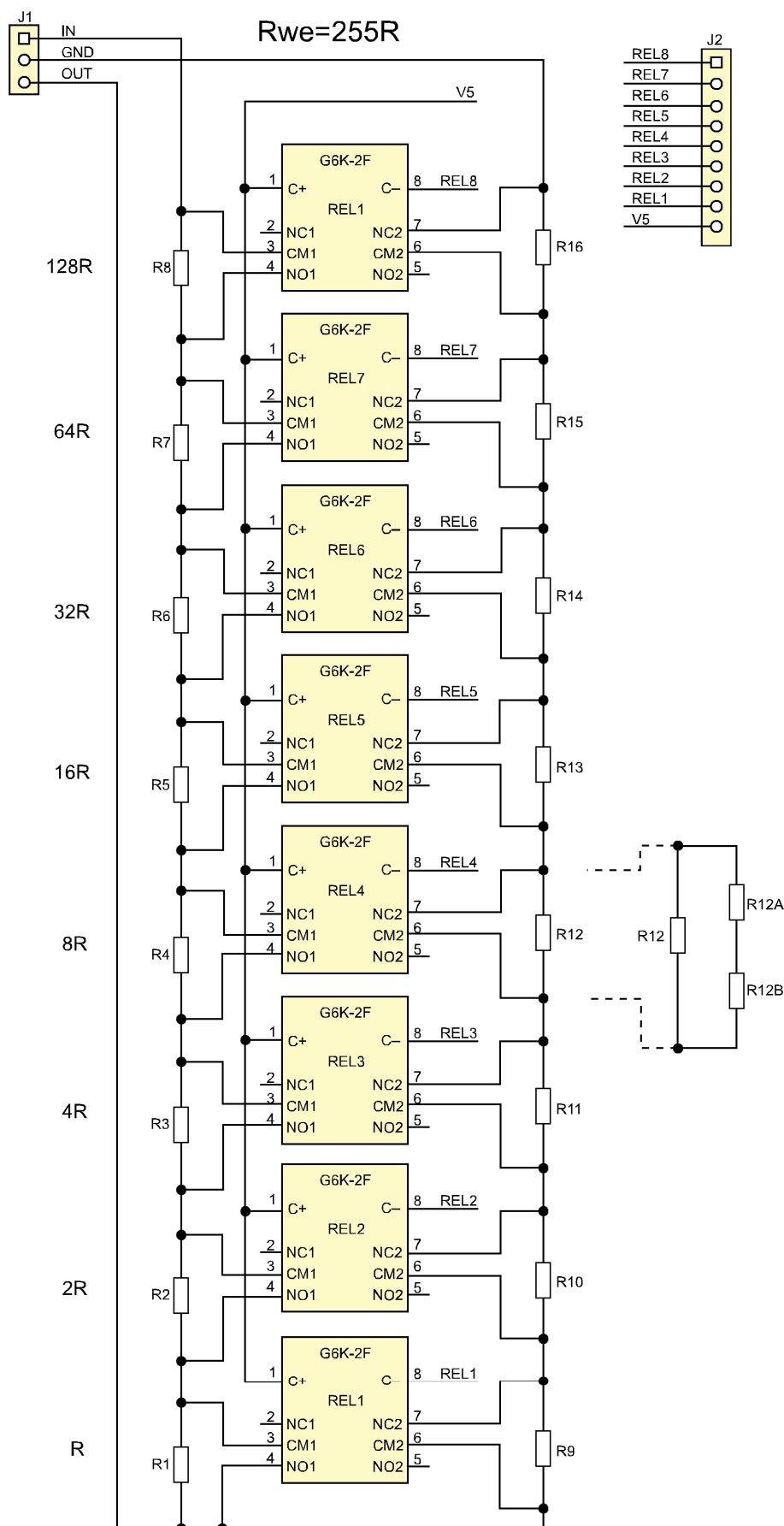
Rysunek 1. Typowy układ pasywnej regulacji głośności PVC



Rysunek 2. Zmodyfikowany układ pasywnej regulacji głośności PVC

przełącznika wielopozycyjnego oraz kłopoty z zakupem rezystorów precyzyjnych o nie-standardowych rezystancjach.

Po modyfikacji układu z rysunku 1 z prostego potencjometru na układ drabinki $R \dots n \times R$ można zmniejszyć wymaganą liczbę rezystorów oraz stosować standardowe wartości rezystancji z szeregu. Schemat zmodyfikowanego układu PVC przedstawiono na **rysunku 2**. Układ ma jednak tę wadę, że każda pozycja regulacji wymaga podwójnego styku NO+NC. Jest to rekompensowane mniejszą całkowitą liczbą potrzebnych styków potrzebnych do realizacji regulacji oraz zmniejszoną liczbą rezystorów dzielnika. Wprowadzając dalsze modyfikacje w postaci zmiany sterowania mechanicznego na elektroniczne i zastąpienia styków przełącznika obrotowego przekaźnikami, można drabinkę uprościć do postaci $R-2R \dots n \times R$, co zostało zastosowane w modelu urządzenia. Schemat takiej drabinki przedstawia **rysunek 3**. Sumaryczna wartość rezystancji widzianej od wejścia to $255 \times R$ (R1). Na rysunku nie przedstawiono wartości rezystorów ze względu na możliwość stosowania wartości najbardziej odpowiadających wymaganej wartości potencjometru. W modelu zastosowano $R1=R9=100 \, \Omega$, $R2=R10=200 \, \Omega$, ..., $R8=R16=12,8 \, \text{k}\Omega$, co daje sumaryczną wartość rezystancji $25,5 \, \text{k}\Omega$. Taki potencjometr nadaje się zarówno do współpracy ze wzmacniaczami lampowymi, jak i tranzysto-



Rysunek 3. Schemat ideowy układu pasywnej regulacji głośności PVC_G6K

rowymi. Oczywiście nic nie stoi na przeszkodzie, aby dobrać rezystancje w taki sposób, aby osiągnąć sumaryczną rezystancję wynoszącą $10 \dots 100 \, \text{k}\Omega$. Aby ułatwić dobranie rezystorów, każdy z nich został na płycie zaprojektowany jako połączenie szeregowo-równoległe trzech elementów, jak przedstawiono na przykładzie R12. Ułatwia to do-

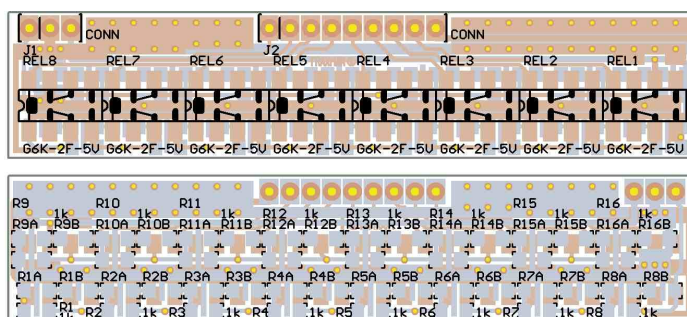
kładny dobór rezystancji elementów dzielnika, co jest szczególnie istotne w układzie regulacji stereofonicznej.

W charakterze przełącznika zastosowano nowoczesne, miniaturowe przekaźniki G6K-2F przeznaczone do montażu SMD, zasilane napięciem 5 V, co owocuje zmniejszeniem wymiarów drabinki oraz redukcją poboru

mocy. Sygnał audio został doprowadzony do złącza J1, sterowanie cewek przekaźników do złącza J2.

Układ przekaźników i rezystorów został zaprojektowany jako miniaturowy moduł na dwustronnej płytce drukowanej ze złączami zgrupowanymi przy jednej krawędzi. Moduł ma wymiary ok. 84 mm×18 mm, a jego konstrukcję przystosowano do tworzenia wielokanałowych układów regulacji od stereofonicznych do wielokanałowych przeznaczonych do kina domowego w wersji 6.1. Rozmieszczenie elementów na płytce przedstawia **rysunek 4**.

Tak przygotowany moduł jest podstawową częścią regulatora pasywnego. Czasem jednak źródeł jest więcej niż jedno i warto zadbać o możliwość ich przełączania bez mozolnego przepinania kabli. Funkcję przełącznika wejść oraz bazy montażowej dla PVC_G6K pełni moduł PreSw3Ch, którego schemat przedstawia **rysunek 5**. Moduł umożliwia selekcję jednego z trzech wejść. W praktyce wystarcza to w typowych zastosowaniach, gdy przełączane są np. następujące źródła: gramofon, uniwersalne, odtwarzacz CD. Stereofoniczne sygnały wejściowe są doprowadzone do gniazd J1-J3L/R typu RCA, a odpowiednią kombinacją sterowania przekaźnikami REL1/2 wybiera się wejście przełączane na układ regulacji głośności PVC. Z wyjść PVC sygnał poprzez złącza J4A/B jest doprowadzony do gniazd wyjściowych J4L/R.



Rysunek 4. Rozmieszczenie elementów na płytce PVC_G6K

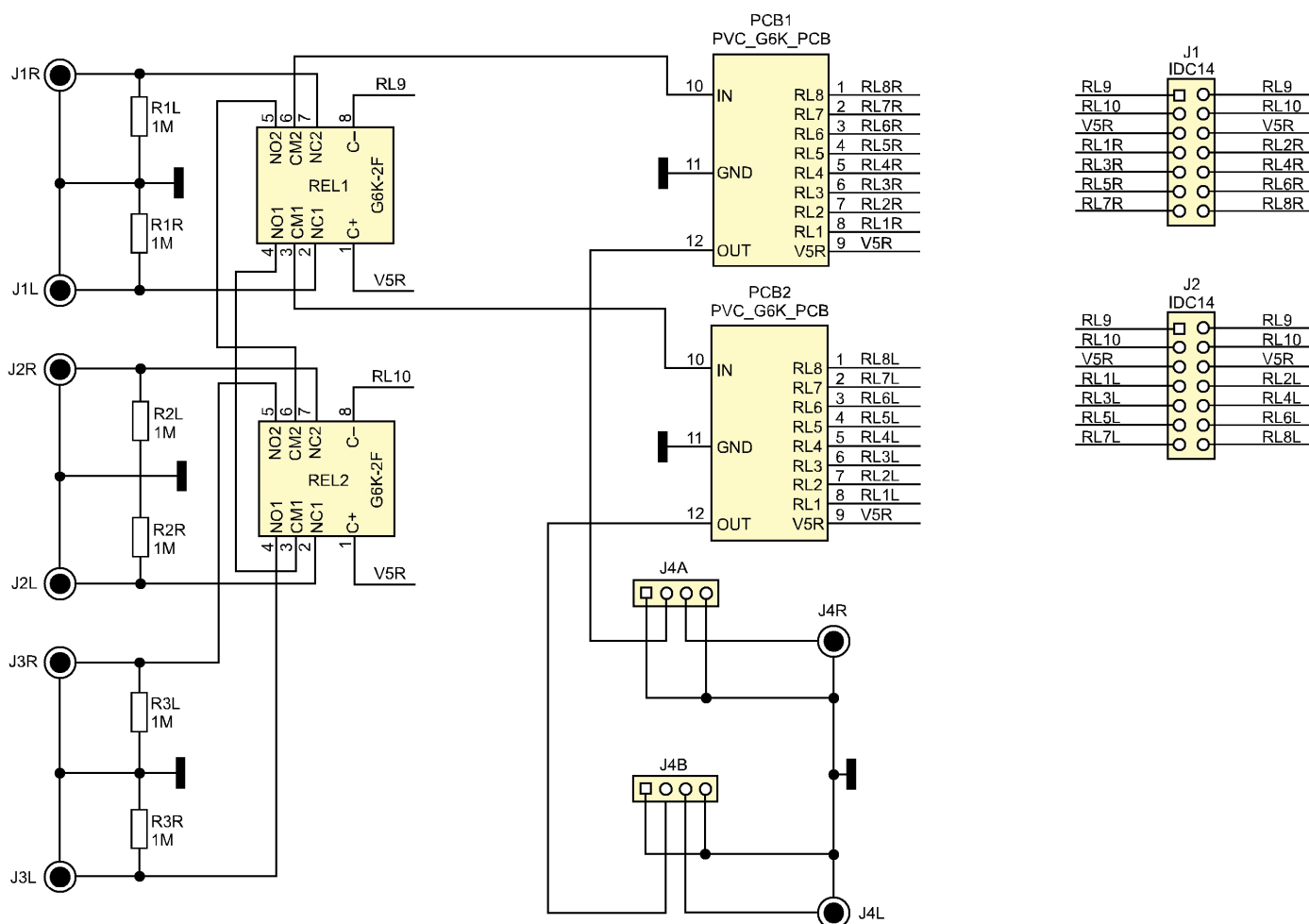
wych J4L/R. Gniazda J4A/B przewidziano jako opcję rozbudowy przedwzmacniacza np. o przełączany stopień wzmacnienia. Podczas normalnej eksploatacji należy zerwać w złączach styki 2 i 3. Sygnały sterujące przekaźnikami PVC oraz przekaźnikami selektora wejść zostały doprowadzone do gniazd J1/2 typu IDC14. W razie konieczności umożliwia to osobną regulację głośności lub balansu. Standardowo sterowania kanałów połączone są równolegle przy użyciu taśmy przewodów z zaciśniętymi równolegle dwoma wtykami IDC14. Rezystory R1L...R3R zapewniają wstępne obciążenie źródła sygnału.

Moduł selektora PreSw3Ch zmontowano na dwustronnej płytce drukowanej o wymiarach ok. 158 mm×41 mm. Rozmieszczenie elementów przedstawiono na **rysunku 6**.

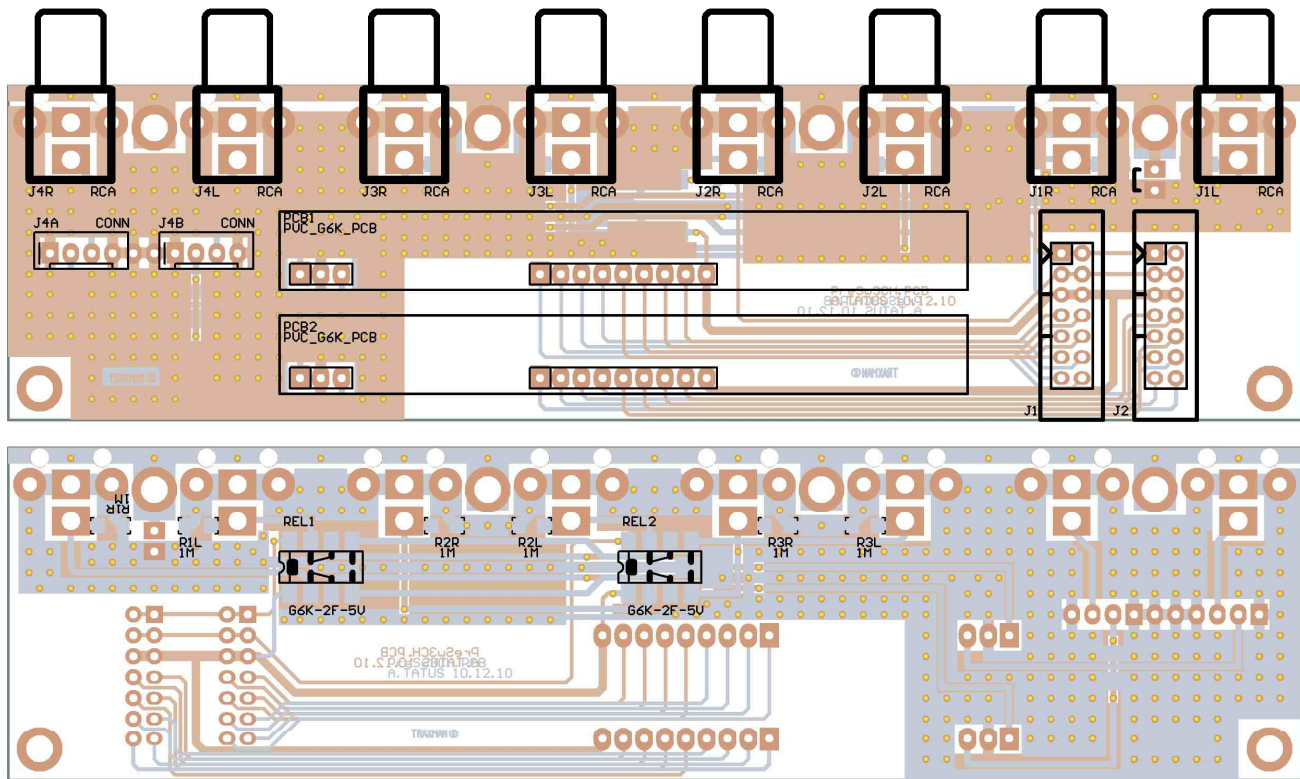
Pozostaje jeszcze kwestia sterowania zapewniająca podstawową funkcjonalność.

Do jej realizacji jest niezbędna funkcja sterowania przekaźnikami PVC z odpowiednią charakterystyką, przełączanie wejść i sygnalizacja stanu układu na dwupozycyjnym wyświetlaczu LED.

Jako sterownik przewidziano układ U1 matrycy programowalnej CPLD typu XC9572XL firmy Xilinx. Schemat układu sterowania zamieszczono na **rysunku 7**. Logika programowalna zawarta w układzie umożliwia obsługę 4-przyciskowej klawiatury obsługującej załączenie/wyłączenie układu (SW1 –ON/OFF), sekwencyjnego przełącznika wejść (SW2 – INPUT SELECT), regulację głośności +/- (VOL UP/DOWN). Przewidziano możliwość zastosowania przycisków z podświetlaniem PB6149 lub MEC-3. Bezpośrednio z wyjść układu U1 jest sterowany wyświetlacz o podwyższonej jasności (SRWA, LGWA w zależności od preferowanego koloru) sygnalizujący stan pracy



Rysunek 5. Schemat ideowy modułu przełącznika wejść PreSw3Ch



Rysunek 6. Rozmieszczenie elementów na płytce PreSw3Ch

PVC. Wyłączenie następuje po naciśnięciu SW1 i sygnalizowane jest na wyświetlaczu symbolami (-). Podczas pracy jest wskazywane aktywne wejście wybierane sekwen-

cyjnie przełącznikiem SW2. Sygnalizowane są symbole Cd, Au, Ph. Poziom głośności jest wskazywany podczas naciśnięcia SW3/4 w zakresie 0...63. Przełącznik SWDIP1 umożliwia szybkie konfigurowanie układu po włączeniu zasilania „Preset”. Funkcję tę wywołuje się jednoczesnym naciśnięciem przycisków regulacji głośności SW3 i SW4. W zależności od ustawienia SWDIP1, sygnał PS1 wybiera wejście (Cd/Au), sygnały PS2, 3, 4 wybierają ustawiony poziom głośności. Sygnały wyjściowe sterujące przełącznikami są dodatkowo buforowane poprzez układy U3/U4.

Zasilacz jest konwencjonalny, stabilizowany, z prostownikiem dwupołkowy. Układ U5 dostarcza stabilizowanego napięcia dla cewek przełączników. Jest to istotne do minimalizacji przydźwięku, który mogą wnosić cewki do przełączanego sygnału. Układ U5 jest także regulatorem wstępnym dla U2 zapewniającego 3,3 V dla układu CPLD i wyświetlacza. Tranzystor Q1 wraz z dzielnikiem R23/R24 jest źródłem prostokątnego przebiegu 50 Hz taktującego CPLD. Do złącza J3 są doprowadzone sygnały JTAG niezbędne do zaprogramowania U1. Złącze J4 jest przeznaczone do rozbudowy układu o sterowanie za pomocą klawiatury dotykowej na AT42QT1040, która będzie opisana w kolejnym numerze EP, lub zewnętrznego dekodera zdalnego sterowania np. RC5.

Układ U6 wraz z towarzyszącymi elementami jest opcjonalnym generatorem o wypełnieniu regulowanym potencjometrem RV1. Umożliwia on zasilanie dwubarwnych wyświetlaczy LED ze wspólną anodą i regulację koloru ich świecenia (np. pomarańczowy, zbliżony do koloru grejini-

ków lamp). Tranzystory Q2/Q3 zapewniają odpowiednią wydajność prądową. Gdy nie wykorzystujemy wyświetlacza dwubarwnego, należy zewrzeć odpowiednio wyprowadzenia C/E tranzystora Q3.

Układ zmontowano na dwustronnej płytce drukarskiej o wymiarach ok. 147 mm×36 mm. Rozmieszczenie elementów pokazano na **rysunku 8**. Zasilanie układu 8...9 V AC/0,5 A jest doprowadzone do złącza J1.

Dzięki zastosowaniu CPL układ elektryczny jest stosunkowo nieskomplikowany. Aby jednak zrozumieć zasadę działania urządzenia, warto przyrzeć się jego strukturze wewnętrznej, którą przedstawia **rysunek 9**. Cały projekt został zrealizowany w środowisku XILINX ISE, natomiast oprogramowanie napisano w języku VHDL, wspomaganym graficznym edytorem schematów.

Sercem układu jest komponent CNT_VOL64B. Jest to układ programowalnego, binarnego licznika dwukierunkowego 0...63.

REKLAMA

WWW.STM32.EU

Mikrokontrolery

STM32

w sieci

Ethernet

w przykładach

Marcin Poczarski



btc

NOWA

książka:

STM32

i Ethernet




Wykaz elementów płytki_CPLD

Rezystory: (SMD 1206)

R1...R14, R25...R30: 1 kΩ
R15...R24, R31, R32: 22 kΩ
RV1: 1 MΩ (potencjometr)

Kondensatory:

C1...C6: 100 nF (SMD 1206)
CE1, CE2: 10 μF/25 V
CE3: 1000 μF/16 V

Półprzewodniki:

BR1: DF065
D1, D2: 1N4148
DISP1, DISP2: Sx56-11SRWA
HT1: DO1A
Q1: BC847
Q2, Q3: BC807
U1: XC9572XL-VQ44
U2: LM1117-3.3 (SOT-223)
U3, U4: ULN2003A (SO-16)
U5: 7805
U6: NE555

Inne:

J1: KK2/2,54 mm
J2: IDC14
J3: SIP6
J4: KK6/2,54 mm
SW1...SW4: MEC3
SW11...SW14: PB6149L
SWD1: przełącznik DIP8

płytki przełączników

R1...R16: dobrać zgodnie z opisem (SMD 1206)

REL1...REL8: przełącznik G6K-2F-5V

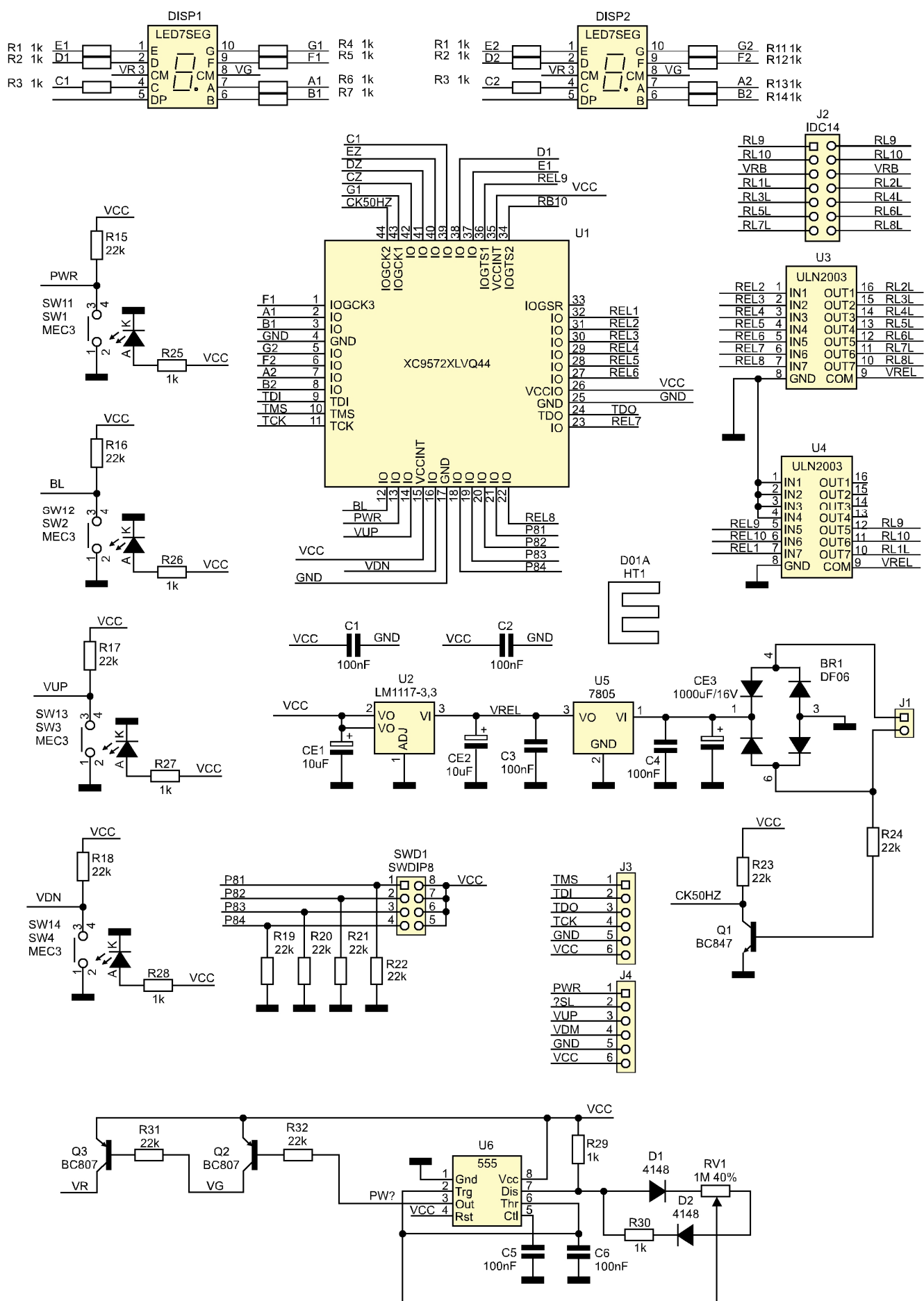
płytki selektora wejść

R1L...R3L, R1R...R3R: 1 MΩ (SMD 1206)
J1, J2: IDC14
J1...J4: gniazda RCA
J4A, J4B: KK4/2,54 mm
REL1, REL2: przełącznik G6K-2F-5V

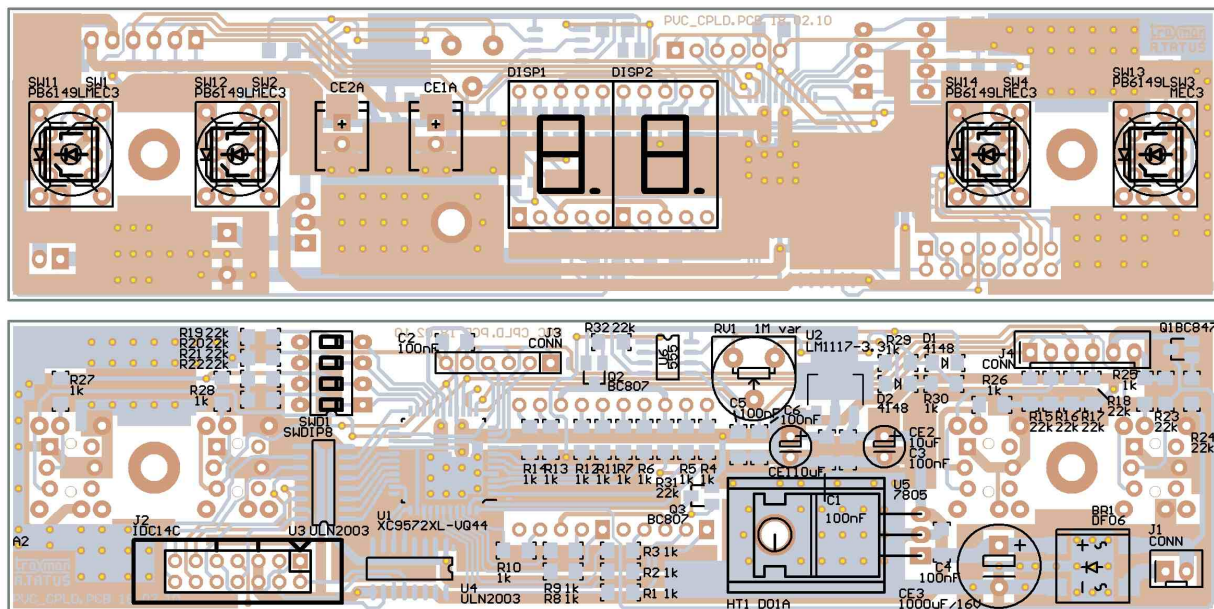
W tym miejscu należy wrócić do opisu struktury PVC opartego na 8 przełącznikach, dla czego więc licznik ma tylko 64 stany? Wynika to z konieczności przybliżenia charakterystyki logarytmicznej. W wypadku charakterystyki liniowej można by „skrócić” PVC do

6 przełączników. Dodatkowe dwa przełączniki w drabince umożliwiają precyzyjną zmianę głośności, szczególnie przy niskich poziomach głośności. Liczbę stanów ograniczono arbitralnie do 64 po praktycznych próbach układu.

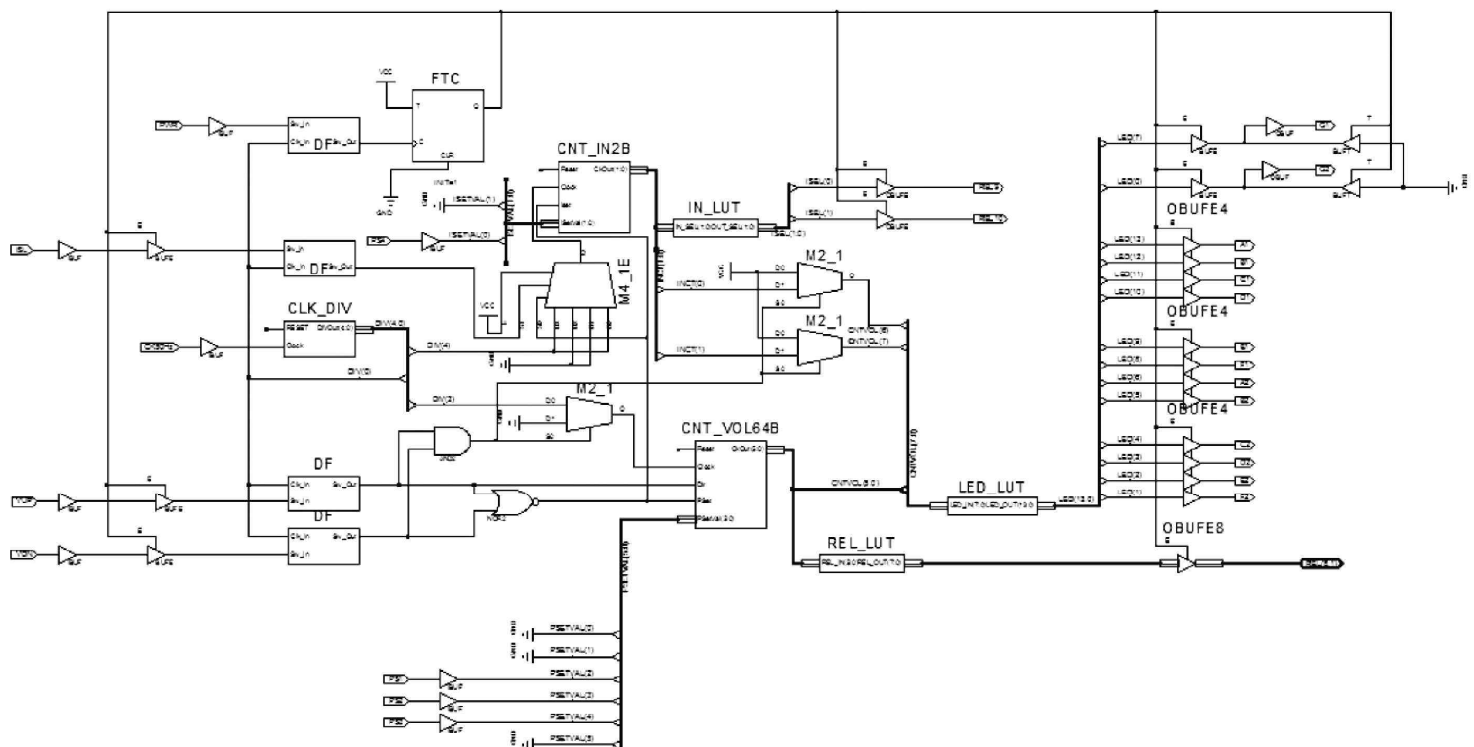
Opis komponentu zamieszczono na liście 1. Sygnał *Reset* jest generowany po włączeniu zasilania wewnątrz układu i zeruje licznik. Licznik zlicza impulsy doprowadzone do wejścia *Clock*, a kierunek zliczania jest ustalany przez sygnał *Dir*. Jak wspomnia-



Rysunek 7. Schemat ideowy modułu sterowania PVC_CPLD



Rysunek 8. Rozmieszczenie elementów na płycie PVC_CPLD



Rysunek 9. Struktura układu CPLD (U1)

no, licznik ma możliwość ustawienia stanu początkowego. Przy aktywnym sygnale *Pset* przerzutniki licznika ustawiane są na wartość ustaloną przez wejścia *PsetVal*. Część z tych wejść wyprowadzona jest na zewnątrz układu do przełącznika DIPSW1, którego pozycja umożliwia zmianę wartości *PsetVal*.

Sygnał z wyjścia licznika jest doprowadzony do dwóch tablic wartości: *REL_LUT* odpowiedzialnej za sterowanie przełącznikami i kształtowanie charakterystyki regulacji oraz *LED_LUT* odpowiedzialnej za dekodowanie segmentów wyświetlacza w zależności od wybranego wejścia i poziomu głośności. Opis komponentu *REL_LUT* zamieszczono na **listingu 2**. Zmieniając odpowiednio wartość wektora *REL_OUT*, można dopasować charakterystykę regulacji do własnych preferencji. Za przełączanie wejść odpowiada

komponent licznika *CNT_IN2B*, licznika wraz z tablicą – *IN_LUT*. Do generowania sygnału zegarowego dla taktowania komponentów i realizacji funkcji autorepetycji jest używany licznik *CLK_DIV*.

Klawiatura SW1...SW4 w celu eliminacji drgań styków do logiki jest doprowadzona poprzez synchronizatory DF eliminujące krótkie impulsy zakłócające. Multiplexery współpracujące z licznikami bramkują sygnał zegarowy, gdy klawisze są nieaktywne. Przerzutnik T współpracujący z wyłącznikiem SW1 generuje wewnętrzny sygnał blokujący wyjścia wyświetlacza, przełączników oraz klawiatury, gdy PVC jest wyłączony. Aby nie zużywać niepotrzebnie zasobów logicznych układu U1, do realizacji wyłączenia wyświetlacza i przełączników wykorzystywano globalny sygnał sterujący wyjściowymi bramkami trójstanowymi.

Całość projektu jest udostępniona w materiałach do artykułu i może zostać dostosowana do własnych potrzeb lub modyfikacji PVC.

REKLAMA

WWW.STM32.EU

NOWY MOTYL

WSZYSTKIEGO WIĘCEJ

KAMAMI

Montaż

Montaż układu nie wymaga specjalnego opisu. Należy tylko zwrócić uwagę na polaryzację wbudowanych w przyciski diod LED. Połączenie modułów sterownika i selektora wykonane jest z taśmy przewodów 14×1,25 mm o odpowiedniej długości z zaścięniętymi trzema wtykami żeńskimi IDC14, tak aby uzyskać połączenie 1-1...14-14.

Zmontowany prawidłowo układ wymaga zaprogramowania. W tym celu odłączamy płytkę selektora, do złącza J3-JTAG podłączamy programator i przy wykorzystaniu programu *Impact*, po włączeniu zasilania, programujemy układ plikiem *PVC.JED*. Wyłączamy zasilanie, odłączamy programator, podłączamy płytkę selektora i po włączeniu zasilania sprawdzamy funkcjonowanie układu.

Adam Tatus
atatus@op.pl

REKLAMA



AVT5094

Bezprzewodowy regulator temperatury

Urządzenie mogące zastąpić przestarzałe regulatory temperatury z wyjściami przekątnikowymi. Pomiar temperatury odbywa się z rozdzielczością 0,1°C, a temperatura zadana może być ustawiana z dokładnością 1°C w zakresie od 0 do 99°C.

- pomiar temperatury z rozdzielczością 0,1°C
- niezależne nadzorowanie temperatury dla dnia oraz dla nocy
- pory dnia są definiowane przez użytkownika
- temperatura zadana może być ustawiana z dokładnością 1°C w zakresie od 0°C do 99°C
- możliwość pracy ręcznej
- bezprzewodowa transmisja radiowa (zasięg ok. 300m)
- sterowanie obciążeniem o mocy do 3,5kW

www.sklep.avt.pl

Listing 1. Komponent CNT_VOL64B

```
-----
-- licznik binarny 0-63 dwukierunkowy z resetem
-- ograniczeniem zliczania <0:63>
-- i wpisem wartosci początkowej
-- Adam Tatus traxman - PCV.prj regulacja glosnosci
-----
library IEEE;
use IEEE.STD_LOGIC_1164.ALL;
use IEEE.STD_LOGIC_ARITH.ALL;
use IEEE.STD_LOGIC_UNSIGNED.ALL;

entity CNT_VOL64B is
  port(
    Reset:   in std_logic; -- reset licznika
    Clock:   in std_logic; -- wejscie sygnalu zegarowego
    Dir:      in std_logic; -- sygnal kierunku zliczania
    PSetVal:  in std_logic_vector(5 downto 0); -- wartosc wpisu początkowego
    PSet:     in std_logic; -- ustawianie wartosci początkowej
    CkOut:    out std_logic_vector(5 downto 0); -- wyjscie licznika
  );
end CNT_VOL64B;

architecture Behavioral of CNT_VOL64B is
  signal temp: std_logic_vector(5 downto 0);
  begin
    process(Clock, Reset)
    begin
      if Reset='1' then temp <= "000000"; -- reset licznika „0”
      elsif (Clock'event and Clock='1') then
        if PSet='1' then temp <= PSetVal; -- licznika z PSetVal
        elsif (PSet='0' and Dir='0') then -- Dir=0, zliczanie w gore
          if temp="111111" then -- ograniczenie zliczania do 63
            temp <= "111111"; else temp <= temp + 1;
          end if;
        elsif (PSet='0' and Dir='1') then -- zliczanie w dol
          if temp="000000" then -- ograniczanie zliczania do 0
            temp <= "000000"; else temp <= temp - 1;
          end if;
        end if;
      end if;
    end process;
    CkOut <= temp; -- przepisanie zmiennej temp na wyjscie licznika
  end Behavioral;

```

Listing 2. Komponent REL_LUT

```
-----
-- dekodery przekaznikow LED 0-63
-- Adam Tatus traxman - PCV.prj
-----
library IEEE;
use IEEE.STD_LOGIC_1164.ALL;
entity REL_LUT is
  port (
    REL_IN: in std_logic_vector (5 downto 0); -- poziom glosnosci VOL do
    zdekodowania
    REL_OUT: out std_logic_vector (7 downto 0)); -- sterowanie przekaznikami wg
    LUT
  );
end REL_LUT;

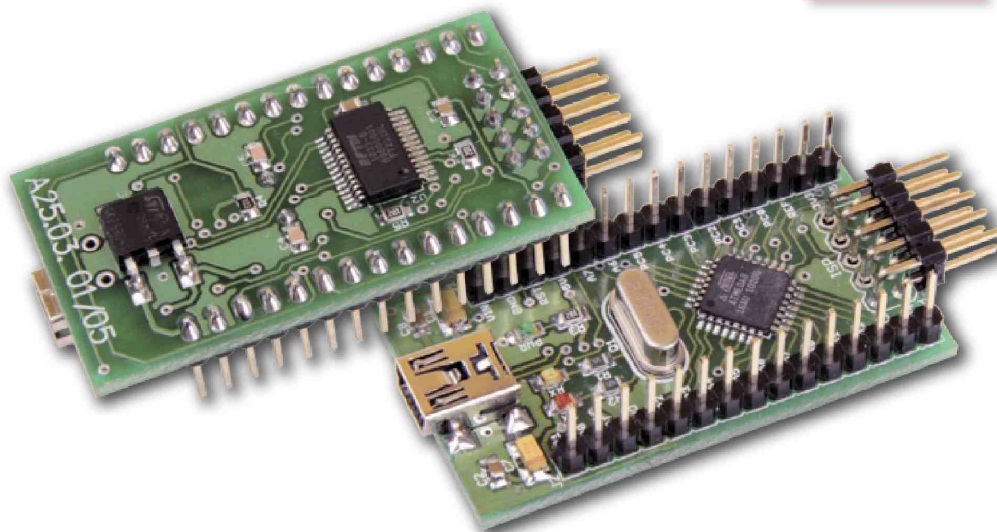
architecture arch of REL_LUT is
  begin
    with REL_IN select
      REL_OUT <= "00000000" when "000000", -- „ min”
        „00000001” when „000001”, „00000010” when „000010”,
        „00000011” when „000011”, „00000100” when „000100”,
        „00000101” when „000101”, „00000110” when „000110”,
        „00000111” when „000111”, „00001000” when „001000”,
        „00001001” when „001001”, „00001010” when „001010”,
        „00001011” when „001011”, „00001100” when „001100”,
        „00001101” when „001101”, „00001110” when „001110”,
        „00001111” when „001111”, -- „do 15 co 1”
        „00010000” when „010000”, „00010010” when „010001”,
        „00010011” when „010010”, „00010100” when „010011”,
        „00010101” when „010100”, „00010110” when „010101”,
        „00010111” when „010110”, „00011000” when „010111”,
        „00011001” when „010111”, „00011010” when „010111”,
        „00011011” when „010111”, „00011100” when „010111”,
        „00011101” when „010111”, „00011110” when „010111”,
        „00011111” when „010111”, -- „do 31 co 2”
        „00100000” when „100000”, „00100010” when „100001”,
        „00100011” when „100010”, „00100100” when „100011”,
        „00100101” when „100100”, „00100110” when „100101”,
        „00100111” when „100110”, „00101000” when „100111”,
        „00101001” when „100111”, „00101010” when „100111”,
        „00101011” when „100111”, „00101100” when „100111”,
        „00101101” when „100111”, „00101110” when „100111”,
        „00101111” when „100111”, -- „do 47 co 4”
        „00110000” when „110000”, „00110010” when „110001”,
        „00110011” when „110010”, „00110100” when „110011”,
        „00110101” when „110100”, „00110110” when „110101”,
        „00110111” when „110110”, „00111000” when „110111”,
        „00111001” when „110111”, „00111010” when „110111”,
        „00111011” when „110111”, -- „do 58 co 8”
        „00111100” when „111000”, -- „co 9”
        „00111101” when „111000”, -- „co 10”
        „00111110” when „111000”, -- „co 16”
        „00111111” when „111000”, -- „co 16”
        „00000000” when others; -- „max”
        „00000000” when others; -- „min”
    end arch;

```

Minimoduł z ATmega8

**AVT
1622**

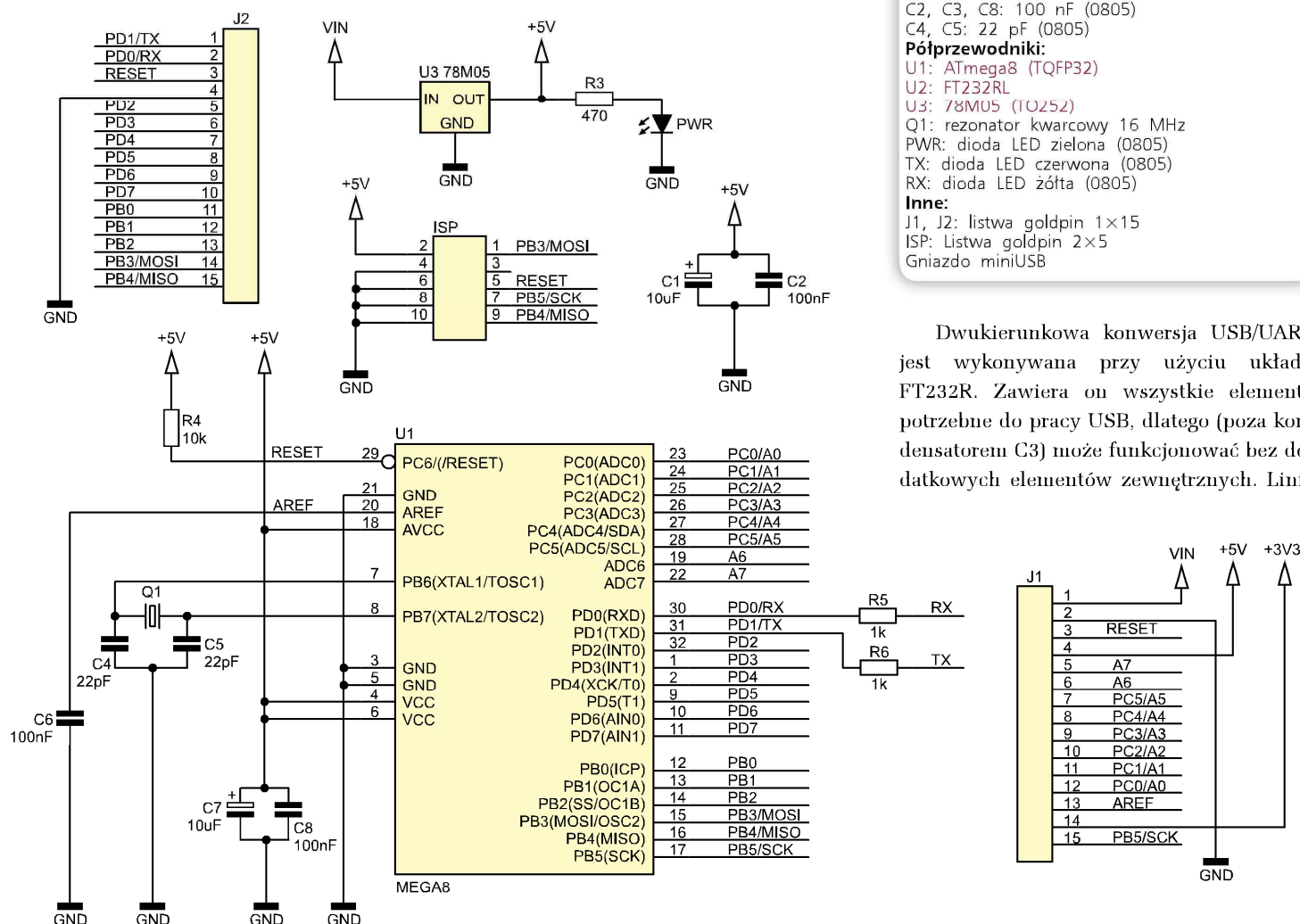
Prezentowany układ to niewielki moduł z mikrokontrolerem ATmega8. Takiego miniaturowego modułu można użyć jako uniwersalnego sterownika w dowolnym, konstruowanym przez siebie urządzeniu. Dodatkowo, moduł został wyposażony w konwerter UART/USB typu FT232R, umożliwiającą komunikację mikrokontrolera z komputerem PC.



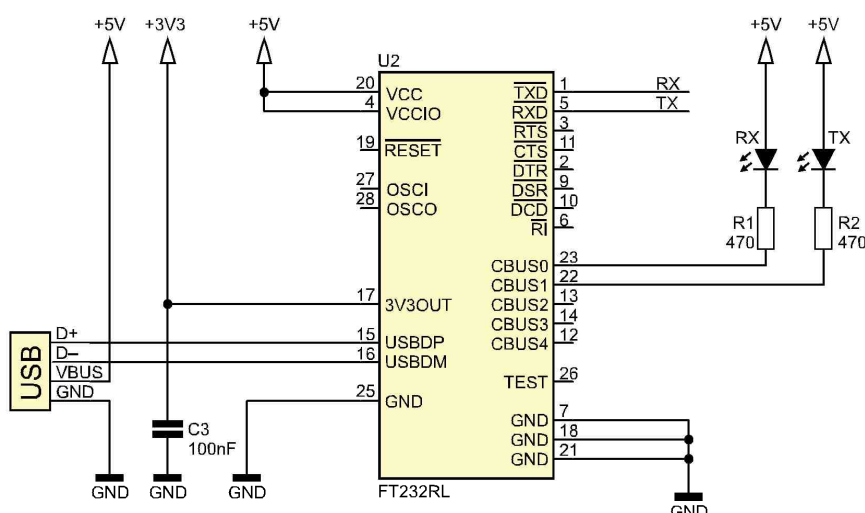
Schemat elektryczny modułu pokazano na **rysunku 1**. Wszystkie wyprowadzenia mikrokontrolera zostały dołączone do złącz umieszczonych na krawędziach płytki drukowanej. Minimoduł może być zasilany z doprowadzenia 1 (VIN) złącza J1. Napięcie wejściowe jest podawane na stabilizator U3 (78M05) dostarczający napięcie +5 V zasilające cały moduł. Napięcie to jest dostępne na nóżce 4 złącza J2 i może posłużyć do zasilania układów zewnętrznych. Moduł może być

także zasilany również z USB. Dioda świecąca PWR sygnalizuje załączenie zasilania modułu.

Do mikrokontrolera dołączono kwarc Q1, którego częstotliwość można dobrać do potrzeb aplikacji. Programowanie układu odbywa się za pomocą typowego, 10-wyprowadzeniowego złącza kompatybilnego z STK200, dzięki czemu do programowania można użyć dowolnego programatora dla AVR.



Rysunek 1. Schemat ideowy minimodułu z ATmega8



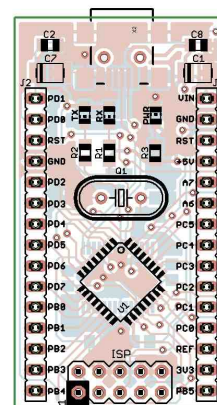
Rysunek 1. Schemat ideowy minimodułu z ATmega8

RX i TX układu FT232R dołączono do mikrokontrolera poprzez rezystory R5 i R6.

Schemat montażowy modułu pokazano na **rysunku 2**. Zbudowano go na niewielkiej płytce dwustronnej. Montaż należy rozpocząć od przylutowania mikrokontrolera, kondensatorów oraz diod LED. Elementy te należy przylutować od strony górnej. Układ U2 oraz stabilizator napięcia U3, wraz z kil-

koma rezystorami i kondensatorami, należy zamontować po drugiej stronie płytki. Jako ostatnie montujemy miniaturowe złącza USB, goldpiny oraz gniazdo programatora.

Prawidłowość montażu można sprawdzić poprzez dołączenie minimodułu do portu USB. Wynikiem powinno być zaświecenie się diody LED PWR oraz wykrycie przez system Windows urządzenia i w następstwie



Rysunek 2. Schemat montażowy minimodułu z ATmega8

instalacja sterowników układu FT232R. Sterowniki (o ile nie zostaną wyszukane automatycznie) można pobrać ze strony www.ftdichip.com.

Zainstalowanie sterowników zaowocuje pojawieniem się w systemie dodatkowego, wirtualnego portu COM. Poprzez nowo utworzony port COM można komunikować się z mikrokontrolerem używając dowolnej aplikacji obsługującej transmisję danych poprzez port szeregowy.

EB

Symetryzator sygnału audio

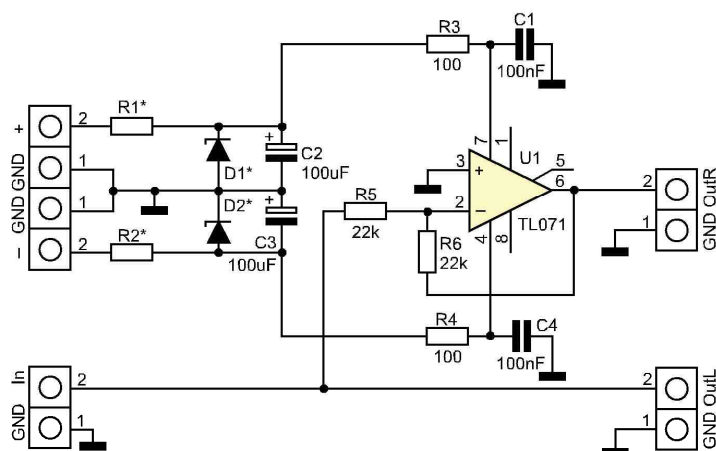
Do nagłośnienia plenerowych koncertów wymagane są wzmacniacze o mocach mierzonych w kW. Co zrobić jeśli chcemy nagłośnić niewielką imprezę a nasz wzmacniacz ma za małą moc wyjściową?

Prezentowany układ pozwala na podwojenie mocy wyjściowej większości stereofonicznych wzmacniaczy audio.

Większość firmowych wzmacniaczy audio nie ma możliwości mostkowania wyjść w celu uzyskania większej mocy. Jednym z głównych czynników decydującym o mocy wyjściowej wzmacniacza jest jego napięcie zasilania. Wzmacniacze zasilane z napięcia symetrycznego do ± 55 V pozwalają na uzyskanie mocy ok. 200 W przy obciążeniu 4 Ω i wymagają

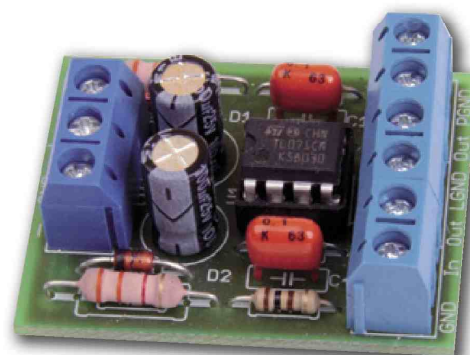
odpowiedniego zasilacza. Kondensatory elektrolityczne zastosowane w zasilaczu wzmacniacza mocy powinny mieć odpowiednio dużą pojemność. Niestety, im większa jest ich pojemność i napięcie znamionowe, tym większa cena i dlatego konstruowanie wzmacniaczy, których napięcie zasilania przekracza napięcia znamionowe kondensatorów wymusza stosowanie

kondensatorów wysokonapięciowych, co zmusza do poniesienia dodatkowych kosztów. Znacznie tańszym rozwiązaniem alternatywnych jest zasilanie wejść dwóch kanałów wzmacniacza audio sygnałami o przeciwnych fazach. Czasami taki „zabieg” nazywa się mostkowaniem, ponieważ taki wzmacniacz będzie pracował w konfiguracji podobnej do

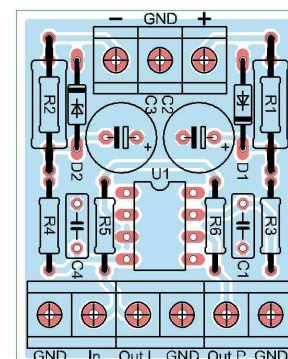


Rysunek 1. Schemat ideowy symetryzatora sygnału audio

**AVT
1621**



wzmacniacza mostkowego. Tak rozumiane mostkowanie pozwala na uzyskanie dwukrotnie większej mocy wyjściowej wzmacniacza.



Rysunek 2. Schemat montażowy symetryzatora sygnału audio

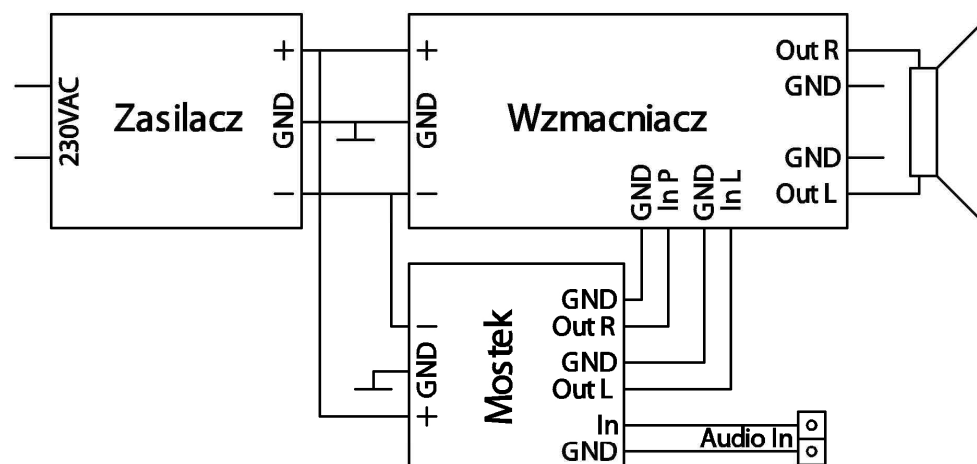
Schemat ideowy proponowanego układu przedstawiono na **rysunku 1**. Zastosowano w nim wzmacniacz operacyjny pracujący jako wzmacniacz odwracający fazę plus kilka elementów zewnętrznych. Sygnał wejściowy podany na wejście In, jest rozdzielany na dwie gałęzie. Jedna prowadzi bezpośrednio do jednego z kanałów wzmacniacza, a druga jest podawana poprzez rezystor R5 na wejście odwracające układu U1. Sygnały odwrócony w fazie i nieodwrócony są dołączane do wejść kanału prawego i lewego. Na skutek tego napięcie międzyfazowe pomiędzy kanałem lewym a prawym na wyjściu wzmacniacza jest dwukrotnie wyższe, niż dla pojedynczego ka-

Tabela 1. Wartości rezystorów R1, R2 dla przykładowych wartości napięć zasilania

Napięcie zasilania ± 6 V	R1, R2
± 25	1 k Ω /1 W
± 36	2,2 k Ω /1 W
± 55	3,3 k Ω /1 W
± 65	5,1 k Ω /1 W

nału względem masy. Oczywiście, w ten sposób nasz wzmacniacz staje się monofoniczny, ale za to ma dwukrotnie wyższą moc!

Rezystory R5 i R6 decydują o wzmocnieniu wzmacniacza operacyjnego i powinny być



Rysunek 3. Sposób połączenia symetryzatora ze wzmacniaczem

AVT-1621 w ofercie AVT:
AVT-1621A – płytka drukowana

Dodatkowe materiały na CD/FTP:

ftp://ep.com.pl, user: 10925, pass: 87thc181

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

Wykaz elementów

Rezystory:

R1*, R2*: 3,3 k Ω /1 W (tabela 1)

R3, R4: 100 Ω

R5, R6: 22 k Ω

Kondensatory:

C1, C4: 100 nF

C2, C3: 100 μ F/25 V

Półprzewodniki:

U1: TL071

D1, D2: dioda Zenera 5,6 V

Inne:

ARK2 5mm: 3 szt.

ARK3 5mm: 1 szt.

tak dobrane, aby wzmacniacz miał wzmocnienie równe 1. Korektę można wykonać dobierając na przykład rezystancję rezystora R6. W układzie modelowym przy tolerancji rezystorów R5 i R6 wynoszącej 5% różnica amplitud sygnałów na wyjściach OutL a OutR wynosiła zaledwie kilka miliwoltów, jednak trzeba pamiętać, że te kilka miliwoltów po wzmocnieniu może skutkować znacznym wzrostem zawartości harmonicznych w sygnale.

Układ jest wyposażony w nieskomplikowany zasilacz zbudowany z elementów R1, R2, D1, D2, C2, i C3 dzięki czemu może być

REKLAMA

SZEROKA OFERTA ELEMENTÓW INDUKCYJNYCH FERROCORE

Dławiki

DL16-x (1 μ H - 1000 μ H)
DE0703-x (10 μ H - 1000 μ H)
DE0704-x (10 μ H - 1000 μ H)
DE1205-x (10 μ H - 680 μ H)
DE1207-x (1 μ H - 1000 μ H)
DER0705-x (1 μ H - 470 μ H)
DL50-x (4,7 μ H - 330 μ H)
DL22-x (1 μ H - 470 μ H)
DLG-0504-x (3,3 μ H - 470 μ H)
DLJ3015-x (1 μ H - 10 μ H)
DLJ4018-x (1 μ H - 10 μ H)
DL4N-x (1 μ H - 1000 μ H)
DL1812-x (0,1 μ H - 470 μ H)
DL1210-x (0,1 μ H - 220 μ H)
DL0805-x (0,1 μ H - 33 μ H)

Cewki

CW0603-x (1.6nH - 390nH)
CW0805-x (2.2nH - 2200nH)
CW1008-x (10nH - 8200nH)
CW0402-x (2,2nH - 22nH)

FerroCore



Electronic Components

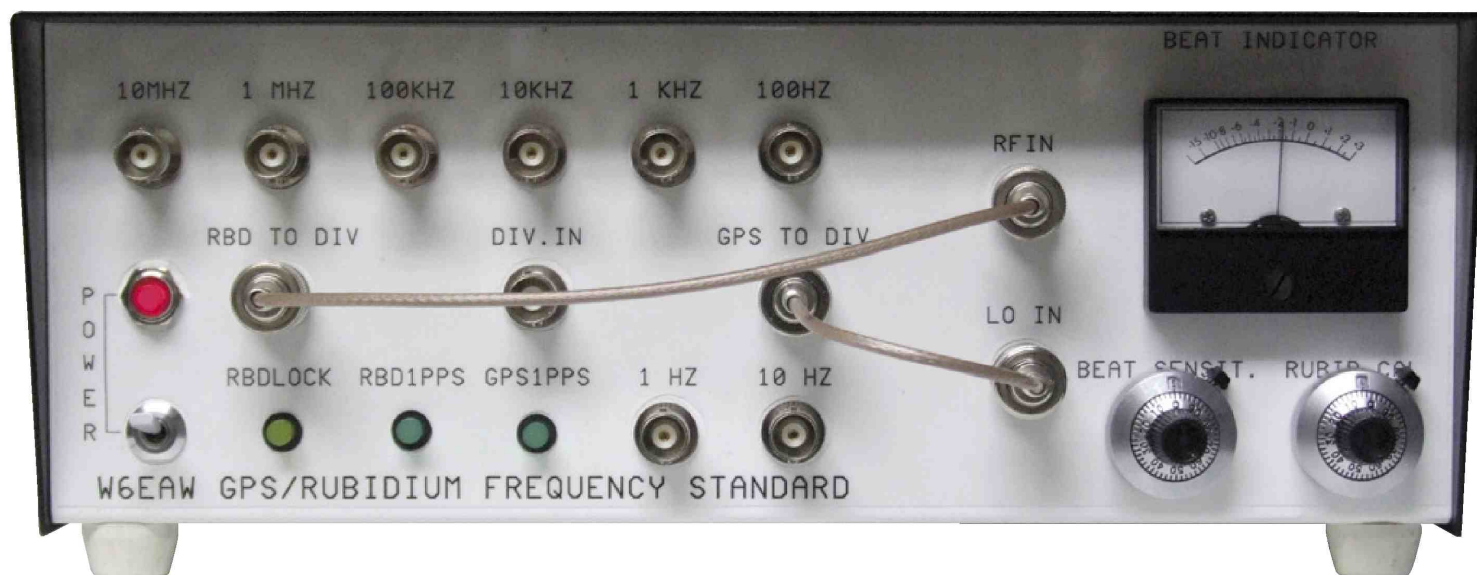
www.tme.pl

Transfer Multisort Elektronik

93-350 Łódź, ul. Ustronna 41, Polska, tel.: 42 645 55 55, fax: 42 645 55 00, e-mail: dso@tme.pl, www.tme.pl



Dział „Projekty Czytelników” zawiera opisy projektów nadesłanych do redakcji EP przez Czytelników. Redakcja nie bierze odpowiedzialności za prawidłowe działanie opisywanych układów, gdyż nie testujemy ich laboratoryjnie, chociaż sprawdzamy poprawność konstrukcji. Prosimy o nadsyłanie własnych projektów z modelami (do zwrotu). Do artykułu należy dołączyć podpisane oświadczenie, że artykuł jest własnym opracowaniem autora i nie był dotychczas nigdzie publikowany. Honorarium za publikację w tym dziale wynosi 250,- zł (brutto) za 1 stronę w EP. Przesyłanych tekstów nie zwracamy. Redakcja zastrzega sobie prawo do dokonywania skrótów.



Rubidowy, korygowany GPS-em wzorzec częstotliwości i czasu

Projekt
194

Od zarania radiokomunikacji istniał problem generowania sygnału o stabilnej częstotliwości i jej pomiaru. Wielki skok, jaki dokonał się w technologii półprzewodnikowej, wzrost skali integracji i postęp w wielu dziedzinach nauki dają niemal idealne narzędzia rozwiązujące wspomniane wcześniej problemy.

Urządzenia używane w amatorskiej radiokomunikacji są wyposażone w syntezery DDS zapewniające dużą dokładność i stabilność częstotliwości, pokrycie bardzo szerokiego pasma częstotliwości, małą zawartość szumów fazowych itp. W dalszym ciągu jednak ich główny element – zegar kwarcowy „ożywiający” DDS – podlega powolnemu starzeniu się płytki kwarcowej i innych komponentów, co zmusza do okresowej kalibracji częstotliwości za pomocą odpowiednio dokładnego wzorca.

Stacje radiowe (jak np. WWV) nadające sygnały o częstotliwościach 5, 10 i 15 MHz wystarczają do zgrubnej kalibracji urządzeń, chociaż ich użycie wiąże się nieraz z koniecznością przewyciężenia problemów z propagacją, zakłóceniami sygnału radiowego itp. Stara metoda „dudnienia” stwarza

kłopoty przy kalibracji podczas emisji SSB, ponieważ druga wstęga jest wycinana i przy dużej stromości filtra kwarcowego słyszalność bardzo małej częstotliwości jest praktycznie niemożliwa.

Najlepsze obecnie wzorce atomowe – wodorowe i cezowe są na ogół poza zasięgiem radioamatora. Ale radioamator może mieć do nich dostęp za pośrednictwem systemu satelitów GPS. Wspomnę tu o artykule autorstwa SQ4AVS i SP2IQW zamieszczonym w „Świecie Radio” w styczniu 2009, w którym opisano budowę wzorca częstotliwości i czasu z użyciem odbiornika GPS.

Zamieszczony w miesięczniku „QEX” artykuł Boba KE6F pt. *Atomic Frequency reference for your shack*, sprowokował mnie do budowy własnego wzorca z użyciem łatwo-dostępnego na portalu www.e-bay.com

generatora rubidowego. Podczas konstrukcji zdecydowałem się dodać także wzorzec z odbiornikiem GPS *Thunderbolt Precision GPS Standard*. Obydwa wzorce są oferowane najczęściej przez chińskich sprzedawców na aukcjach z opcją „kup teraz”. Płaci się za pomocą serwisu PayPal, który ubezpiecza kupującego. Sprzedawcy są bardzo solidni, dostarczają wszystkie potrzebne informacje.

Podczas wyszukiwania ofert wystarczy w oknie wyszukiwarki na stronie www.ebay.com wpisać *EFRATOM 10 MHz rubidium frequency standard*, a pojawi się kilkadziesiąt ofert w cenach od 50 do 100 dolarów. Wzorzec typu FRS-C jest tańszy, bo wymaga specjalnego wtyku, który trudno kupić. Model LPRO-101 jest nieco droższy, ale łatwiejszy w montażu (**fotografia 1**). Przypuszczalnie te urządzenia pracowały w telefonii komórkowej w Chinach przez około 5 lat i po wymianieniu na nowsze modele są sprzedawane za tzw. demobilu po bardzo niskiej cenie (w porównaniu do ceny nowego zegara rubidowego, która wynosi około 950 dolarów).

Czytelnik zdecydowany na nieco większy wydatek może nabyć na e-bay *Thunder-*



Rysunek 1. Schemat wzorca czasu i częstotliwości z generatorem rubidowym i odbiornikiem GPS

bolt Precision GPS 10MHz 1 PPS Standard Easy Kit w cenie od 150 do 190 dolarów. Zestaw zawiera wszystko, co jest potrzebne do uruchomienia: wzorzec, zasilacz, zewnętrzną antenę aktywną z koncentrycznym kablem połączeniowym oraz przewód do portu szeregowego komputera RS232 lub do połączenia ze specjalnym monitorem LCD, który umożliwia wyświetlanie aktualnych parametrów wzorca. Mając ten zestaw, nie musimy kupować wzorca rubidowego, bo to wzorzec GPS jest dokładniejszy i dostarcza przebieg sinusoidalny o napięciu $5 V_{pp}$ i częstotliwości 10 MHz oraz jeden impuls na sekundę (sygnał o częstotliwości 1 Hz) z ogromną dokładnością.

Sygnał o częstotliwości 10 MHz można podać na wejście dzielnika częstotliwości w celu uzyskania niższych częstotliwości (jak w prezentowanym układzie) lub użyć tego wzorca dla wszystkich urządzeń cyfrowych: liczników, generatorów, analizatorów widma i innych, w tym również dla transceivera. Wykonany wzorzec będzie służył nam i innym do kalibracji generatorów OCXO i TCXO.

Dużo niższym kosztem można zbudować tylko wzorzec rubidowy z chłodzeniem i dokonać jednorazowej kalibracji (raz na długi czas) u kogoś, kto ma wzorzec GPS. Ja zbudowałem obydwie wzorce bardziej z ciekawości, ale na stałe używam wzorca korygowanego GPS-em.

Budowa

Schemat ideowy wzorca pokazano na **rysunku 1**. Jego głównymi elementami są odbiornik GPS (*Thundebolt GPS Disciplined Clock*) oraz wzorzec z lampą rubidową (Rubidium Frequency Standard LPRO-101). Reszta układów wypracowuje napięcia niezbędne dla obu modułów lub odbiera ich sygnały wyjściowe.

Sygnały wyjściowe z obu wzorców są doprowadzone do złączy GPS TO DIV (odbiornik GPS) oraz RBD TO DIV (generator rubidowy) umieszczonych na panelu czołowym urządzenia. Za pomocą przewodu-zwory można je następnie podać na wejście zespołu dzielników częstotliwości wykonanego na układach U1...U4 (74HCT390) dzielących sygnał o częstotliwości 10 MHz przez

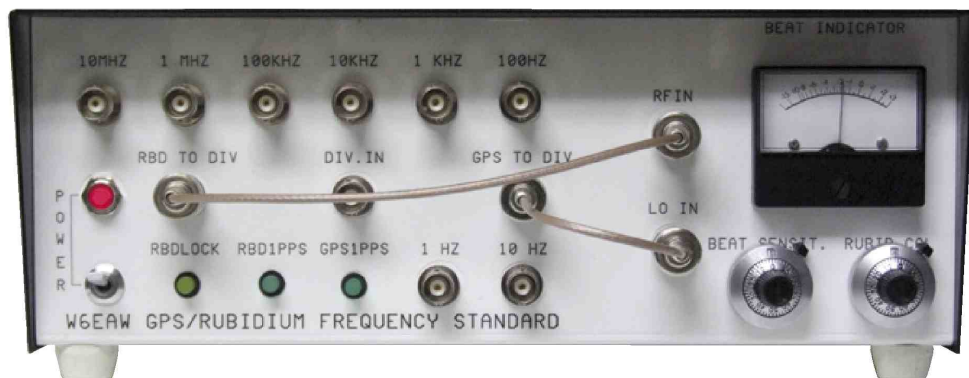
10^7 . Sygnały z wyjść poszczególnych dekad są podawane poprzez układ buforujący U5 (74HCT241) na gniazda umieszczone na płycie przedniej (**fotografia 2**). Za ich pomocą można odbierać z wzorca sygnały o częstotliwości 1 Hz, 10 Hz, 100 Hz, 1 kHz, 10 kHz, 100 kHz, 1 MHz i 10 MHz. Przebieg z wyjścia AY1 układu U5 jest podawany na kolejny bufor – U6 (74HCT241). Gniazda połączone z jego wyjściami są umieszczone na panelu tylnym (**fotografia 3**) i dostarczają sygnałów o częstotliwościach 5 MHz i 10 MHz (podział przez 2 za pomocą U4B).

Wyjście odbiornika GPS dostarczające sygnał o częstotliwości 1 Hz (1 peak per second) doprowadzono do uniwibratora U7A (74HCT221) pełniącego funkcję układu wydłużającego impuls, tak aby można było go zaobserwować. Do jego wyjścia jest dołączona dioda LED, która migocze w takt generowanego (a w zasadzie – odbieranego) sygnału.

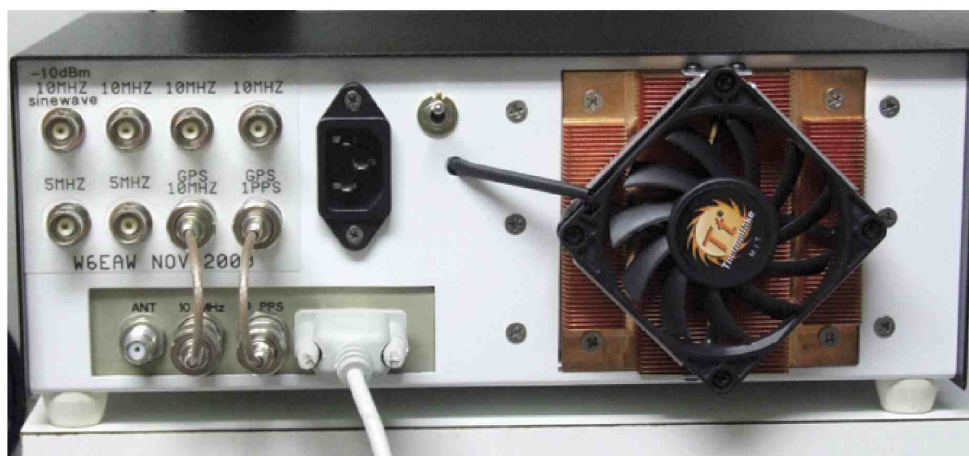
Podwójnie zrównoważony mieszacz SRA-6 (można tu zastosować podobny wykonany przez siebie) jest wygodnym instrumentem mogącym posłużyć do kalibracji urządzeń i pomiaru różnicy dwóch zbliżonych do siebie sygnałów o różnicy częstotliwości wynoszącej kilka Hz. Wtedy strzałka mikroamperomierza drga i wychyla się z położenia środkowego w obie strony. Potencjometr wieloobrotowy pomaga ustawić amplitudę sygnału różnicowego na tyle, aby wskazówka mikroamperomierza nie uderzała o ograniczniki umieszczone przy końcach skali.

Zastosowano gotowe zasilacze impulsowe z uwagi na małe wymiary oraz konieczność uniknięcia zmiennego pola elektromagnetycznego o częstotliwości 50 Hz, które może zakłócić pracę lampy rubidowej. Zasilacz wielonapięciowy kupiłem w zestawie z wzorcem GPS. Zasilacz $+24 V_{DC}$ pochodzi ze starego laptopa. Ze względu na duże straty mocy musiałem użyć dwóch stabilizatorów LM7805 z radiatorami. Po lewej stronie wzorca rubidowego jest umieszczona dodana później mała płytka drukowana z komparatorem LM311 i przełącznikiem RL1. Do tej płytki idzie 3-żyłowy przewód od czujnika temperatury LM35Z przyklejonego do płyty pośredniczącej pomiędzy wzorcem rubidowym i wentylowanym radiatorem.

Całe urządzenie z obydwoma wzorcami, zasilaczami, dzielnikami częstotliwości i detektorem różnic częstotliwości i fazy mieści się w obudowie o wymiarach $28 \text{ cm} \times 19 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$. Aby uniknąć stosowania dużego radiatora do chłodzenia wzorca rubidowego, zastosowałem mały, miedziany radiator używany do mikroprocesorów w komputerach PC (**fotografia 4**). Radiator ten ma mały, ale skuteczny wentylator zasilany z prostego układu kontrolnego z czujnikiem temperatury obudowy wzorca rubidowego, dzięki czemu układ kontrolny



Fotografia 2. Płyta czołowa wzorca czasu i częstotliwości



Fotografia 3. Panel tylny wzorca czasu i częstotliwości

reaguje szybciej na zmianę temperatury, niż gdyby czujnik był zamocowany do radiatora. Przy temperaturze obudowy poniżej 27°C wentylator jest zasilany napięciem ok. 5 V_{DC}. Powyżej tej temperatury przełącznik RL1 zwiera rezystor R36 i wentylator otrzymuje 7 V_{DC}, zwiększa obroty, a dzięki temu wzrasta skuteczność chłodzenia. Napięcie 7 V_{DC} jest wypadkowe pomiędzy +5 V_{DC} i +12 V DC. Ten typ regulacji ON/OFF plus bezwładność temperaturowa działają wystarczająco dobrze, by utrzymać w przybliżeniu stałą temperaturę wzorca rubidowego. Niezależnie od tego drugi, niewielki wentylator wyciąga nagrzane powietrze z wnętrza obudowy głównej. Pokazano go w lewym, górnym rogu na fotografii 4. Spód obudowy ma nawiercone otwory między zasilaczami i wzorcem rubidowym, pełniące funkcje wlotów chłodnego powietrza.

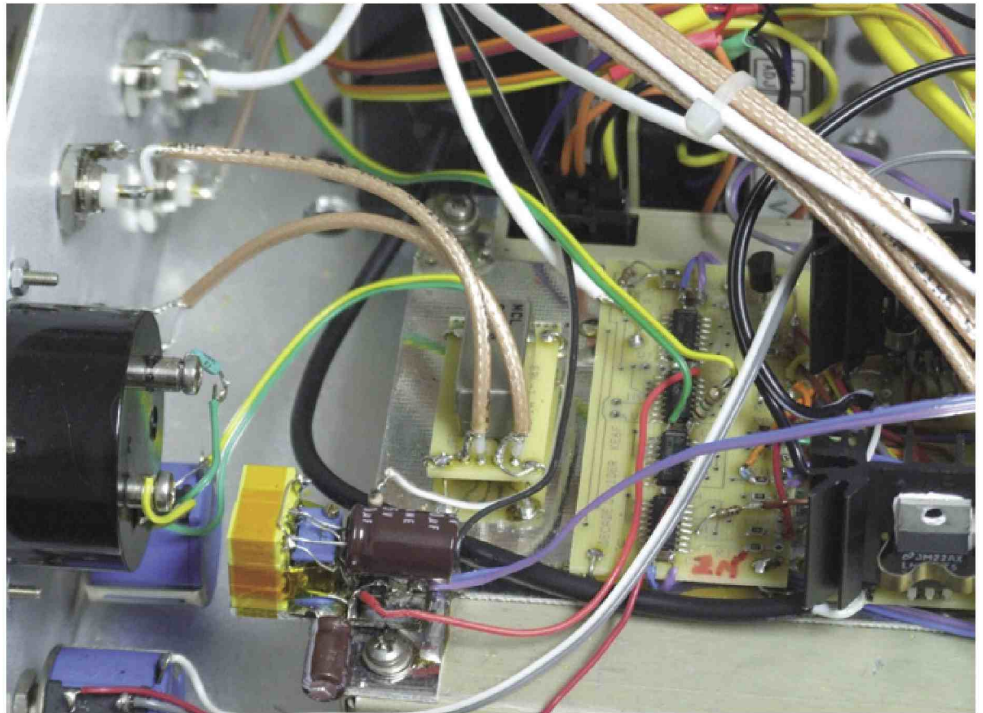
Wzorzec rubidowy „EFRATOM” jest widoczny na fotografiach z naklejką opisującą wyprowadzenia sygnałów i zasilania. Pin „LAMP V” służy do oceny żywotności lampy rubidowej i zgodnie z danymi producenta powinien dostarczać napięcia przynajmniej +5...6 V_{DC}. Według sprzedawcy +4 V_{DC} jest oznaką rychłego uszkodzenia lampy przy pracy ciągłej.

Urządzenie jest wyposażone w kilka sygnalizacyjnych diod LED. Żółta dioda LED świeci jako alarm do czasu uzyskania stabilności przez generator rubidowy. Gaśnie po około 7...9 minutach, co oznacza, że układ pracuje normalnie. Czerwona dioda LED sygnalizuje włączenie zasilania. Zielona dioda LED mruga w takt częstotliwości 1 Hz po najniższym dzielniku częstotliwości U4A.

Moduł wzorca GPS ma wejście dla aktywnej (z wewnętrznym wzmacniaczem) anteny typu „bullet”. Antena powinna być zainstalowana na zewnątrz, najlepiej na dachu budynku, tak aby mogła odbierać sygnał z wszystkich dostępnych satelitów GPS. Przy użyciu długiego kabla od anteny do wzorca, trzeba zadbać o to, aby straty były jak najmniejsze oraz dokonać korekty opóźnienia sygnału w kablu, o czym mówi instrukcja wzorca.

Monitorowanie parametrów GPS

Odbiornik GPS jest wyposażony w gniazdo umożliwiające kontrolę jego pracy. Jest to gniazdo DB9 interfejsu RS232. Do monitorowania pracy wzorca można użyć jednego z kilku programów, o których będzie mowa dalej. Programy te podają dokładną godzinę UTC oraz datę, a oprócz tego pokazują wszystkie parametry układów elektronicznych wzorca, liczbę satelitów będących w jego zasięgu, współrzędne geograficzne i inne. Idealny do monitorowania jest laptop na przykład typu IBM ThinkPad T-30, ponieważ można go kupić za niecałe 100 dolarów (fotografia 5). Jest on wyposażony



Fotografia 4. Wentylator z radiatorem zastosowany do chłodzenia wzorca rubidowego

zony w interfejs szeregowy RS232, którego nie ma większość nowszych laptopów. Jest także bardziej odporny od PC na wpływy energii RF obecnej przy radiostacji, zwłaszcza gdy ta pracuje z mocą rzędu 1,5 kW PEP. Alternatywnie specjalny, mały monitor LCD oferowany za około 20 dolarów może pokazywać parametry wzorca kolejno, w dwóch liniach. Zapewnia mniejszy komfort, ale jest znacznie tańszy.

Jak wspomniano, za pomocą gniazda DB9 (port szeregowy RS232) są przesyłane informacje o wszystkich parametrach pracy wzorca i umożliwia wprowadzenie zaawansowanych nastaw („setup” w oknie „Thunderbolt Monitor” – fotografia 6).

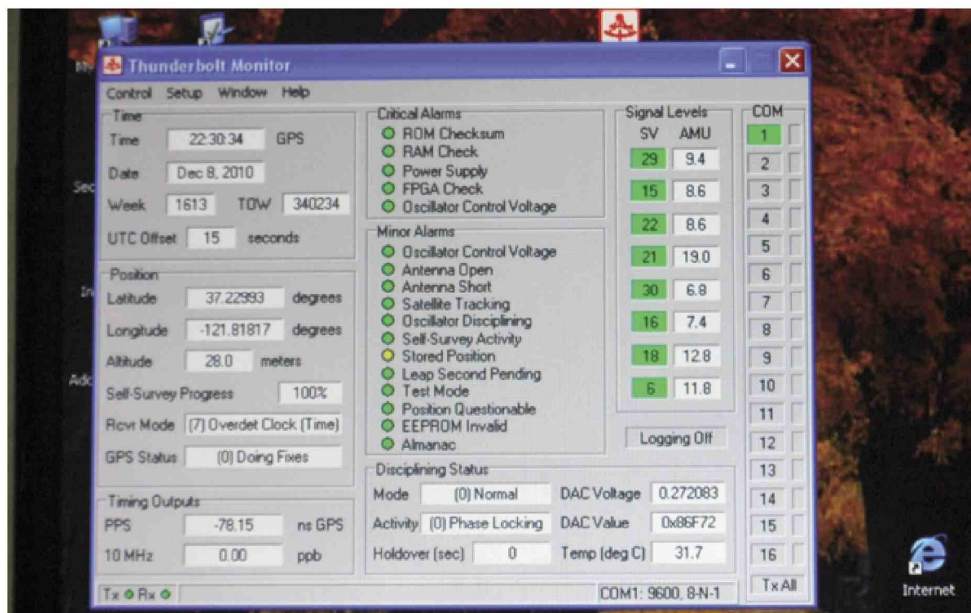
Inny interfejs graficzny „KE5FX Thunderbolt” monitorujący wzorzec KE5FX przez Internet wyświetla bardzo dokładny czas UTC dużymi cyframi i może pracować równocześnie z programem Thunderbolt Monitor, który monitoruje wzorzec GPS przez port RS232. „Lady Heather” to inny program, który może monitorować nasz wzorzec GPS. Programy te są oferowane przez sprzedawców modułów na e-bay za darmo lub dostępne w Internecie.

Zastosowanie wzorca

Moje domowe laboratorium jest na stałe połączone z wykonanym przeze mnie wzorcem. Wykorzystuje go częstotściomierz



Fotografia 5. Program Thunderbolt Monitor uruchomiony na komputerze IBM ThinkPad T-30



Fotografia 6. Parametry odbiornika GPS

o zakresie do 26 GHz, analizator charakterystyki przenoszenia filtrów oraz generator strojeniowy do 10 GHz. Również mój transceiver TRx ICOM 7800 jest kontrolowany za jego pomocą.

Wzorzec GPS jest bardzo dokładny i dlatego można go użyć do wykonania kalibracji różnych urządzeń np. generatora OXCO o częstotliwości 10 MHz. W tym celu wyposażono urządzenie w mieszacz SRA-6, o którym była mowa wcześniej. Po doprowadzeniu sygnału wzorcowego do wejścia „LO IN”, a kalibrowanego do wejścia „RF IN” przy niewielkiej różnicy częstotliwości strzałka mikroamperomierza wychyla się z położenia środkowego w obie strony. Potencjometr wieloobrotowy R24 pozwala na ustawienie amplitudy sygnału różnicowego, tak aby wskazówka mikroamperomierza mieściła się w skali. Następnie korygujemy częstotliwość urządzenia kalibrowanego, aby spowolnić te wahania aż do zatrzymania pośrodku. To jest idealny przypadek dowodzący braku różnicy częstotliwości i fazy. Zależnie od stabilności oscylatora kalibrowanego różnica fazy może się bardzo

wolno zmieniać. Będąc pewnym dokładności naszego wzorca, można powiedzieć, że kilkakrotna zmiana fazy w ciągu godziny to dobry wynik dla kalibrowanego generatora OCXO.

Jeżeli naszym wzorcem będzie uprzednio kalibrowany za pomocą GPS wzorzec rubidowy, to przed kalibracją ten wzorzec musi być też dobrze wygrzany przez czas przynajmniej około godziny. Do korekcji częstotliwości wzorca rubidowego służy wieloobrotowy potencjometr „RUBID.CAL” dołączony do wejścia „EXT.C FIELD” w sposób jak na rysunku 1.

Wykonanie napisów na panelu czołowym

Na zakończenie podam opis metody wykonania praktycznie niezniszczalnych napisów na płycie czołowej, która przyda się nie tylko przy tym urządzeniu. Ponad 20 lat temu, gdy pracowałem w firmie Verbatim Corporation, moja metoda została zgłoszona do Biura Patentowego USA. Niestety, patent nie został przyznany, ponieważ sprzeciwiła się firma Xerox.

Po pierwsze, musimy wykonać rysunek otworów i napisy na komputerze. Potrzebny do tego będzie odpowiedni program, najlepiej do projektowania płytek drukowanych lub rysunków technicznych, ponieważ jest konieczne wydrukowanie tego rysunku w skali 1:1 na odpornej na wysoką temperaturę folii mylarowej do przezroczy (folia do drukarek laserowych). Następnie wykonujemy odwróconą kopię, także na folii do przezroczy na kopiarce laserowej. Ta kopia teraz da się prawidłowo odczytać, gdy patrzymy od strony czystej folii, a nadruk tonera jest na odwrocie. To już jest materiał do wykonania całej naklejki na płytę czołową. Musimy teraz delikatnie powycinać skalpelem otwory na elementy montażowe płyty. Kładziemy folię stroną nadrukowaną do góry i na tę stronę nakładamy kilka cienkich warstw szybkoschnącej, białej farby w sprayu, tak żeby zakryć całkowicie napisy. Po wyschnięciu nakładamy cienką warstwę kleju do naklejek (w sprayu, do kupienia w sklepach z materiałami biurowymi np. w Home Depot). Nie czekając zbyt długo na wyschnięcie, delikatnie, równo i dokładnie przyklejamy tak spreparowaną nalepkę na płytę czołową. W ten sposób czarne lub kolorowe napisy są umieszczone pod folią na białym lub innym tle (zależy od koloru farby w trzeciej operacji). Trwałość tych napisów jest taka duża, że sitodruk nie może konkurować. Poza tym sitodruk jest na ogół drogi, raczej niemożliwy do wykonania w domu.

Życzę powodzenia Czytelnikom, którzy zechcą wykonać podobne urządzenie na bazie tego opisu. W przypadku problemów z uruchomieniem lub zakupem podzespołów proszę o e-mail, a postaram się pomóc w miarę własnych możliwości.

Eugeniusz A. Wołoszczuk
W6EAW
ea114w42@hotmail.com
San Jose
California

REKLAMA

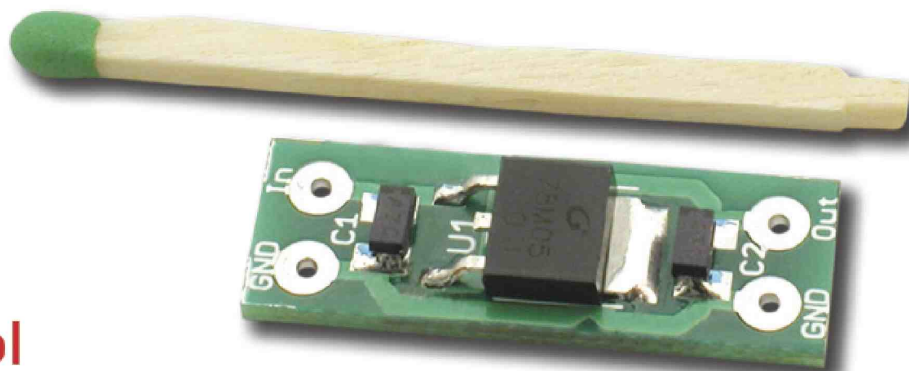
Uniwersalny moduł stabilizatora 500mA

AVTMOD13/5
Vout 5V/500mA

AVTMOD13/9
Vout 9V/500mA

AVTMOD13/12
Vout 12V/500mA

www.sklep.avt.pl



MAKE FUTURE YOUR FIRST CHOICE

Product Pages

Clear Branding

Detailed imagery

Related Products, Accessories, Product Reviews, Hints & Tips

Rich content descriptions

Highlights at a glance

New Product Descriptions

Real Time Product availability

One Stop Shop for resources

Merchandising / Marketing opportunities

Visual Navigation

Nowy Sklep Online

www.futureelectronics.com

- zaawansowane wyszukiwanie
- możliwość porównania do 5 produktów
- karty produktów oraz zdjęcia produktów
- produkty powiązane
- opinie użytkowników
- lista zamienników

- interaktywne publikacje techniczne
- krótki czas dostawy
- konkurencyjne ceny
- min. ilość od 1 szt.
- Mini Reels (zgodne z EIA)



Future Electronics Polska
 Panienska 9, 04-704 Warszawa, tel. 22 618 92 02, faks 22 618 80 50
 e-mail: info-PL-future@futureelectronics.com, www.futureelectronics.com

Kurs programowania mikrokontrolerów PIC (3)

Interfejs użytkownika

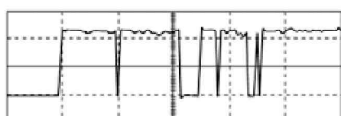


Interfejs użytkownika jest przeznaczony do komunikacji pomiędzy osobą obsługującą urządzenie a obsługiwanym urządzeniem (w tym przypadku sterownikiem mikroprocesorowym). Interfejs musi dawać użytkownikowi możliwość wprowadzania parametrów i poleceń. Najprostszym urządzeniem wejściowym jest klawiatura. Naciskając klawisze uruchamiany realizację zadania, wprowadzamy parametry np. godzinę i datę, dokonujemy wyboru funkcji z menu itp. Sterownik używa do sygnalizowania swojego stanu różnych elementów: diod LED, wyświetlaczy, miniaturowych głośników itp. W tym odcinku zajmiemy się głównie obsługą komponentów menu użytkownika.

Klawiatura

Klawisze ze stykami zwiernymi są jedynymi z podstawowych elementów sterowników. Wydawałoby się, że nie ma nic prostszego niż wykrycie zwartego styku. Ale jak to zwykle bywa, diabeł tkwi w szczegółach. W czasie zwierania kontaktów na skutek zjawiska sprężystości odbijają się one od siebie, co jest powodem powstawania krótkotrwałych przerw w obwodzie, w czasie których obwód elektryczny jest zamykany i otwierany. Zależnie od rodzaju przycisku to zjawisko może trwać nawet do 20 ms od pierwszego zwarcia. Jeżeli nasz mikrokontroler jest taktowany sygnałem o częstotliwości 4 MHz, to rdzeń będzie taktowany z częstotliwością $4\text{ MHz}/4=1\text{ MHz}$. Rozkaz testowania styków wykona się w czasie $1/1\text{ MHz}=1\text{ ms}$. Jak widać mikrokontroler może testować stan wejścia, do którego jest dołączony styk szybciej niż – nawet kilkakrotnie w czasie trwania drgań. Może to powodować (i najczęściej powoduje) błędną interpretację stanu przycisku.

Najczęściej spotykanym sposobem radzenia sobie z tym problemem jest programowa eliminacja zakłóceń. Założmy, że program ma określić czy styk jest zwarty, czy nie. Po wykryciu zmiany stanów na którejś z linii klawiatury odmierzamy opóźnienie



Rysunek 1. Przebiegi na linii wejściowej po naciśnięciu przycisku

ok. 20...30 ms i po tym czasie ponownie odczytujemy stan klawiatury. Mamy wtedy pewność, że ten stan jest stabilny.

Zwykle styki klawiatury zawierają linie portów mikrokontrolera do masy i jednocześnie te linie są połączone do plusa zasilania przez rezystory podciągające. Jeżeli styk jest rozarty, to na wejściowej linii portu jest stan wysoki wymuszony przez rezystor. Po zwarcu styku na linii jest stan niski. Taki układ z 4 stykami jest zabudowany w module ewaluacyjnym (rysunek 2). Wyprowadzenia SW0...SW3 są połączone z pinami złącza J17 i trzeba je połączyć przewodami z liniami portu mikrokontrolera. Na fotografii 3 pokazano umiejscowienie na płycie styków SW1...SW3 i złącza J17 (z wetkniętymi kablami).

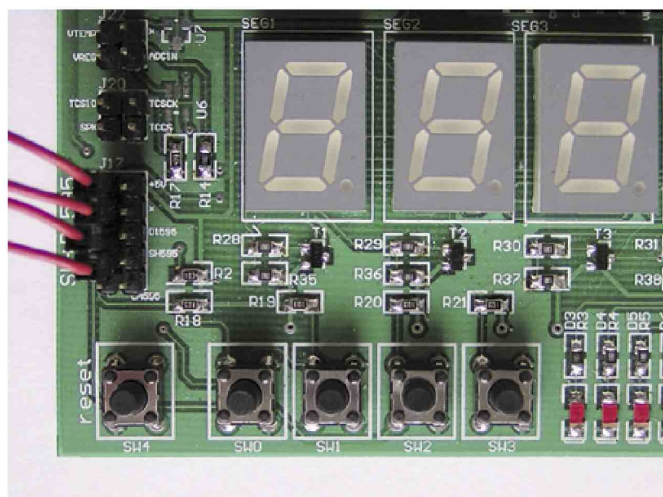
Obsługę klawiatury można wykonywać na kilka sposobów. Procedura czytania może zwracać kod przyciśniętego klawisza po jednokrotnym naciśnięciu i puszczeniu klawisza. Taki sposób jest wygodny w wielu zastosowaniach, ale czasami trzeba aby kod przyciśniętego klawisza był powtarzany co zadany czas tak długo, jak styk jest zwarty (na przykład przy ustawianiu zegara). Na początek zajmijmy się pierwszym przypadkiem.

Obsługę klawiatury można podzielić na kilka etapów:

Dodatkowe materiały na CD/FTP:
<ftp://ep.com.pl>, user: 10925, pass: 87thc181
 • poprzednie części kursu

1. Czekanie na zwolnienie przycisku. Właściwa procedura czytania stanu styków może rozpocząć się tylko wtedy, gdy żaden z klawiszy nie jest wciśnięty.
2. Czekanie na wciśnięcie klawisza.
3. Po stwierdzeniu, że jeden z przycisków jest wciśnięty zostaje uruchomione odliczanie opóźnienia eliminującego możliwość odczytania stanu styków podczas ich drgań.
4. Po odliczeniu czasu ponownie jest sprawdzany stan linii portów dołączonych do styków. Jeżeli żaden styk nie jest zwarty, to program wraca do punktu 2 lub kończy działanie z informacją, że żaden ze styków nie został wciśnięty. Jeżeli styk jest zwarty, to określamy jego kod (numer).
5. Opcjonalnie, czekamy na zwolnienie klawisza.

Do prób z klawiaturą połączymy SW0...SW3 z liniami RA0...RA3 portu PORTA mikrokontrolera. Poprawność działania procedury odczytu klawiatury będziemy sygnalizować za pomocą zaświecenia lub zgaszenia diod LED LD0...LD3 połączonych z liniami RB0...RB3 portu PORTB. Do odliczania opóźnień zostanie wykorzystana znowu już procedura delay wykorzystująca przerwanie od przepełnienia licznika Timer0. Linie RA0...



Fotografia 2. Klawiatura modułu ewaluacyjnego

Listing 1. Procedura odczytania stanów klawiszy SW0...SW3

```

unsigned char GetKey(void){
    unsigned char key;
    while((PORTA&0x0f)!=0x0f);    //czekaj na puszczanie klawisza
    while((PORTA&0x0f)==0x0f);    //czekaj na przyciśnięcie klawisza
    delay(25);                    //odczekanie drgań styków
    key=~PORTA;                   //aktywne jedynka
    key=key&0x0f;                  //tylko 4 młodsze bity
    while((PORTA&0x0f)!=0x0f);    //czekaj na puszczanie klawisza
    return(key);
}

```

Listing 2. Testowanie działania procedury GetKey

```

unsigned char kl;

while(1){
    kl=GetKey();    //odczytaj stan klawiatury
    if(kl==1)       //klawisz SW0
        RB0=~RB0;
    if(kl==2)       //klawisz SW2
        RB1=~RB1;
    if(kl==4)       //klawisz SW3
        RB2=~RB2;
    if(kl==8)       //klawisz SW4
        RB3=~RB3;
}

```

RA3 muszą być skonfigurowane jako wejściowe, a linie RB0...RB3 jako wyjściowe (sterowanie diodami LED).

Na **listingu 1** zamieszczono procedurę GetKey działającą według algorytmu opisanego wyżej w punktach. Po wykryciu zwarcia styków i odczekaniu 25 ms do zmiennej key jest wpisywana zanegowana wartość odczytana z portu PORTA. Zrobiona tak dla wygody

Listing 3. Testowanie ciągłego czytania klawiatury

```

unsigned char kl, port;
while(1){
    while((PORTA&0x0f)!=0x0f){    //wykonuj petle, gdy klawisz wciśnięty
        kl=~PORTA;                //aktywne jedynka
        kl=kl&0x0f;                //tylko 4 młodsze bity
        if(kl==1)
            port=port+1;
        if(kl==2)
            port=port-1;
        port=port&0x0f;
        PORTB=port;
        delay(200);                //opóźnienie 200msek
    }
}

```

Listing 4. Zmodyfikowane testowanie ciągłego czytania klawiatury

```

...
kl=0;
while(1){
    while((PORTA&0x0f)!=0x0f){    //wykonuj petle, gdy klawisz wciśnięty
        kl=~PORTA;                //aktywne jedynka
        kl=kl&0x0f;                //tylko 4 młodsze bity
        if(kl==1)
            port=port+1;
        if(kl==2)
            port=port-1;
        if(kl==8)                  //kod ESCAPE
            break;
        port=port&0x0f;
        PORTB=port;
        delay(200);
    }
    if(kl==8)
        break;
}
PORTB=0x0f;                        //sygnalizacja zakończenia „regulacji”
while(1);

```

użytkownika, ponieważ stanem aktywnym jest poziom niski, a jest wygodniej posługiwać się na przykład dla wciśniętego SW1 kodem 0b00000010 niż nie 11111101. Funkcja zwraca następujące kody wciśniętych klawiszy: SW1=0x01, SW2=0x02, SW3=0x04, SW4=0x08. Jeśli po wykryciu zwarcia i doliczeniu 25 ms ponowne odczytanie nie wykryje zwarcia styku, procedura zwróci 0x00 i można to traktować jako kod błędu.

Automatyczne powtarzanie wciśniętego klawisza

Jest wiele sytuacji, w których „impulsowe” przyciskanie klawisza jest uciążliwe. Na przykład, jeżeli chcemy regulować siłę głosu za pomocą potencjometru cyfrowego to zmiana tłumienia o 10 dB z krokiem co 0,5 dB wymagałaby 20-krotnego naciśnięcia klawisza obsługiwane przez procedurę GetKey. Bardziej naturalne wydaje się naciśnięcie i przytrzymanie przycisku aż poziom sygnału będzie odpowiedni. Do tego celu czytanie klawiatury można zorganizować inaczej. W pętli nieskończonej jest sprawdzany warunek przyciśnięcia klawisza i gdy jest on wciśnięty, to jest identyfikowany jego kod. Następnie zależnie od kodu wciśniętego klawisza program podejmuje jakąś akcję. Pomiędzy kolejnymi odczytami stanu styków upływa czas na wykonanie czynności zależnej od wciśniętego klawisza i dodatkowe opóźnienie. To dodatkowe opóźnienie określa, jak często jest powtarzany kod wciśniętego klawisza.

Na **listingu 3** zamieszczono fragment programu demonstrujący ideę takiego czytania klawiatury. Po każdym naciśnięciu SW1 jest zwiększana zmienna port, a po naciśnięciu SW2 – zmniejszana. Potem ta wartość jest przepisywana do rejestru portu PORTB. Stan czterech młodszych linii PORTB jest wyświetlany przez LED0...LED3. Opóźnienie 200 ms określa, jak często jest czytana klawiatura i modyfikowany stan linii PORTB.

REKLAMA

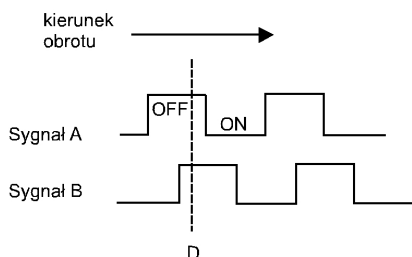
Płytki ewaluacyjna dla mikrokontrolerów PIC

AVT 5275

PIC DIL40, 28, 20, 18

www.sklep.avt.pl





Rysunek 3. Klawisze SW0...SW3 i złącze J17

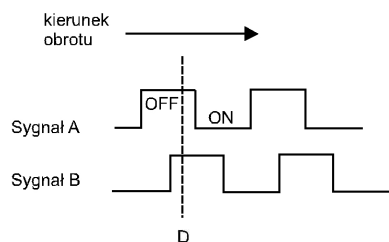


Fotografia 4. Przykłady enkoderów firmy Bourns

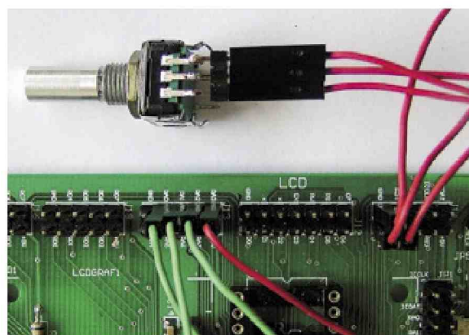
Procedura z listingu 3 ma pewną wadę – program wykonuje się w niekończącej pętli i jeżeli w nią wejdzie, to nie ma możliwości jej opuszczenia. Możemy wyznaczyć jeden z przycisków odpowiadający klawiszowi ESC (escape). Po jego przyciśnięciu program opuści pętlę i zasygnalizuje to zaświecając wszystkie diody LED (listing 4).

Sterowanie przyciskami to jeden z najprostszych i najbardziej przydatnych elementów interfejsu użytkownika. Jest jednak inny element, który w wielu zastosowaniach jest równie użyteczny, a przy tym ma wiele zalet. Myślę tu o obrotowym enkoderze zwanym inaczej impulsatorem. Jest to mechaniczny element z trzema wyprowadzeniami: dwoma skrajnymi oznaczanymi A i B oraz jednym środkowym. Wyglądem nieco przypomina potencjometr obrotowy (fotografia 4).

W czasie obrotu ośki enkodera wyprowadzenia A i B są cyklicznie zwierane do wyprowadzenia środkowego. Jeżeli wypro-



Rysunek 5. Przebiegi na wyprowadzeniu enkodera



Fotografia 6. Połączenie modułu z enkoderem PEC11

Listing 5. Fragment procedury obsługi przerwania o Timer0 obsługujący enkoder

```
if(f2==0){ //jeszcze nie wykryto A=B=0 , lub A=B=1
    if (SA==0&&SB==0){
        f0=1;f1=0;f2=1;
        impu=0;impd=0;
    }
    if (SA==1&&SB==1){
        f0=0;f1=1;f2=1; //wykryto A=B=1
        impu=0;impd=0;
    }
}

if(f1==1){ //wykrywanie obrotu dla stanu początkowego A=B=1
    if (SA!=0||SB!=0){
        if (SA==0&&SB==1){
            impu=1; f1=0;f3=1;
        }
        if (SB==0&&SA==1){
            impd=1;f1=0;f3=1;
        }
    }
}

if(f0==1){ //wykrywanie obrotu dla stanu początkowego A=B=0
    if (SA!=0||SB!=0){
        if (SA==0&&SB==1){
            impd=1;f0=0;f3=1;
        }
        if (SB==0&&SA==1){
            impu=1;f0=0;f3=1;
        }
    }
}
```

wadzenia A i B podłączymy do plusa zasilania przez rezystory, to w czasie obracania enkoderem na tych wyprowadzeniach pojawia się przesunięte w fazie impulsy ujemne. Z zależności czasowych pomiędzy nimi można określić kierunek obrotu enkodera i moment generowania kodu równoważnego zwieraniu styku przycisku. Inaczej mówiąc, w czasie kręcenia ośką występuje efekt cyklicznego zwierania dwóch styków umownych: jednego dla obrotu w lewo, drugiego dla obrotu w prawo.

Na rysunku 5 pokazano przebiegi czasowe w czasie obracania ośki enkodera. Przebieg na wyprowadzeniu A wyprzedza przebieg na wyprowadzeniu B. Przy zmianie kierunku obrotu przebieg na wyprowadzeniu B będzie wyprzedzał przebieg na wyprowadzeniu A. Na pierwszy rzut oka nie powinno być większych problemów z detekcją kierunku obrotów i momentem generowania kodu „zwarcia styku”. Jednak ten element sprawia sporo kłopotów początkującym programistom.

Spróbujemy zastanowić się dlaczego tak się dzieje na przykładzie impulsatora z serii PEC11 firmy Bourns. Na początek zapoznamy się z jego danymi technicznymi i najbardziej będzie nas interesował parametr Contact Bounce, równy 5 ms przy 15 obrotach na minutę. Przy obracaniu ośki z tą prędkością stany na wyprowadzeniu A i B zmieniają się co 5 ms. Program obsługi musi być tak napisany, aby wykrył zmiany stanów. Ale to nie wszystko – w czasie zmian stanów występuje też zjawisko drgań styków, które trzeba wyeliminować sprzętowo lub programowo.

Sposób dołączenia enkodera do płytki ewaluacyjnej pokazano na fotografii 6. Na początek spróbujmy wykonać do podprogram obsługi enkodera w sposób tradycyjny tj. testując w pętli stany wejść A i B. Sam kiedyś napisałem kilka procedur działających

w taki sposób, ale nie polecam tego sposobu. Zwykle po ruchu ośki i wygenerowaniu kodu program ma coś do wykonania. Może to być np. zmiana wartości i jej wyświetlenie. Jeżeli te czynności trwają bardzo krótko, to wszystko działa, ale kiedy trwają dłużej niż ok. 1...2 ms, to zaczyna się „gubienie” kodów. Zastanawiałem się dlaczego, skoro czas trwania impulsu wynosi ok. 5 ms przy stosunkowo szybkim kręceniu ośką. Otóż krytyczne jest zarejestrowanie pewnych zmian stanów na wyprowadzeniach A i B. Jeżeli program nie rejestruje ich wtedy, gdy wystąpią, to procedura obsługi gubi jeden a czasami dwa kody lub generuje błędny kod (dla obrotu w drugim kierunku). Posługiwanie się enkoderem w takim przypadku jest bardzo niewygodne.

Jednym ze sposobów na testowanie stanów wyprowadzeń niezależnie od czynności wykonywanych przez program główny jest wykorzystanie przerwań timera. Po kilku próbach okazało się, że bardzo dobrze działają procedury obsługi czytające stan enkodera co 1 ms.

Większość enkoderów ma wbudowane zapadki ustawiające go w ustalonym położeniu. Dobrze jest na początek zmierzyć w jakim stanie są styki w położeniu wymuszonym przez zapadkę. Enkoder PEC11 ma w takich położeniach kolejno oba styki zwarte z środkowym i oba styki rozwarte. Będzie to punkt odniesienia dla automatu obsługującego enkoder. Na początek zdefiniujmy cztery znaczniki bitowe przypisane do trzech faz enkodera:

- f2 – ustawienie tego bitu oznacza wykrycie dwóch „1” na A i B (oba styki rozwarte) lub dwóch „0” na A i B (oba styki zwarte). Do momentu kiedy f2=0 procedura obsługi enkodera nie testuje kierunku obracania się ośki.
- f1 – ustawienie tego bitu oznacza że wykryto „1” na A i B.

Listing 6. Odczytanie stanu enkodera i generowanie kodu

```

unsigned char GetEncoder(void){
  unsigned char code;
  if (SW==0){                               //czytanie stanu dodatkowego styku
    delay_ms(20);
    while (SW==0);
    return(KOD_IMP_SW);
  }
  if (f3==1){                               //zidentyfikowano obrót ośki
    f3=0;
    if (impu==1){
      f2=0;
      return(KOD_IMP_UP);                  //generowanie kodu obrotu
    } else
    if (impd==1){
      f2=0;
      return(KOD_IMP_DWN);                //generowanie kodu obrotu
    }
    f2=0;
    return(0xff);
  }
}

```

Listing 7. Testowanie działania obsługi enkodera

```

//definicje kodów
#define KOD_IMP_SW 0x33
#define KOD_IMP_UP 0x34
#define KOD_IMP_DWN 0x35

while(1){
  kl=GetEncoder();
  if (kl==KOD_IMP_UP) RA0=1;delay(60);RA0=0;
  if (kl==KOD_IMP_DWN) RA1=1;delay(60);RA1=0;
}

```

- f0 – ustawienie tego bitu oznacza, że wykryto „0” na A i B.
- f3 – ustawienie tego bitu oznacza zakończenie detekcji obrotu i wygenerowanie kodu.

Po inicjalizacji wszystkie te bity są wyzerowane. W obsłudze przerwania, gdy f2=0 jest testowane wykrywanie A=B=0 lub A=B=1. Kiedy takie stany są wykryte, to f2=1, f1=1 lub f0=1. Ustawienie f2 powoduje, że program już nie będzie próbował wykrywać stanów początkowych, ale zajmie się określaniem kierunku obrotów i generowaniem kodu. Fragment obsługi umieszczony w procedurze przerwania zgłaszanego co 1 ms pokazano na **listingu 5**. Użyta metoda daje pewność, że kiedy po wykryciu stanów początkowych rozpocznie się określanie kierunku obrotów, to na pewno się wykona. Po wykryciu obrotu są:

- ustawiony bit f2,
- wyzerowane bity f1 i f0,
- ustawiony bit f3,
- ustawiany jest bit impd lub impu.

Jeżeli popatrzymy na **listingu 5**, to w tym momencie nie jest wykonywane żadne sprawdzanie poziomów na wyprowadzeniach A i B, bo f2=1, f1=0 i f0=1. Procedura umieszczona w programie głównym może w dowolnym momencie odczytać stan bitu f3 (kod gotowy do odczytania) i na podstawie impd lub impu wygenerować kod (**listing 6**).

Po odczytaniu stanu jest zerowany bit f2 pozwalający na odczytanie nowego kodu i bit f3 sygnalizujący odczytany poziom. Automat jest gotowy do odczytania nowego stanu enkodera. Procedura sprawdza też czy nie został zwarty dodatkowy styk enkodera. Jest on zwierany po przyciśnięciu ośki PEC11.

Na **listingu 7** przedstawiono program testujący działanie obsługi enkodera Obrót ośki

w jedną stronę powoduje zaświecenie się diody D10, a w drugą stronę diody D9. Wyprowadzenia A i B zostały odpowiednio dołączone do linii RB0 i RB1 portu PORTB. Wyzerowanie bitu RBPU powoduje, że wszystkie linie PORTB ustawione jako wejściowe są podciągane do

plusa zasilania przez wewnętrzne rezystory. Procedurę przetestowano z enkoderami typu PEC11 i ECW1J-B24 (rysunek 6). Enkodery można też obsługiwać używając do tego celu wejść przerwań zewnętrznych (INT). Jednak w tym przypadku trzeba zadbać o programową eliminację drgań styków rozbudowując procedurę obsługi i łącząc ją z odliczaniem opóźnień lub zastosować zewnętrzny układ RC eliminujący to zjawisko sprzętowe.

7-segmentowy wyświetlacz LED

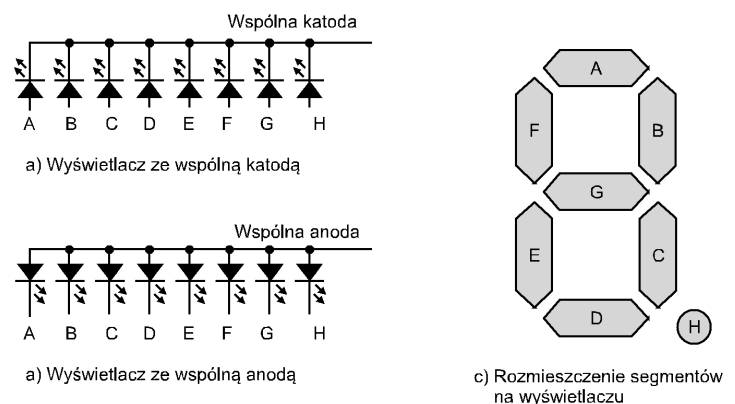
Przez wiele lat podstawowym elementem stosowanym w sterownikach mikroprocesorach były 7-segmentowe wyświetlacze LED. Mimo, iż teraz mamy do dyspozycji wyświetlacze LCD mające większe możliwości obrazowania informacji, to wyświetlacze LED nadal są chętnie stosowane w zegarach cyfrowych, termometrach, częstotściomierzach, woltomierzach itp. 7-segmentowy wyświetlacz LED może być produkowany w wariacie ze wspólną katodą lub ze wspólną anodą. Segmenty są standardowo oznaczane literami A...G, a kropka dziesiąta literą H lub symbolem skrótem DP (**rysunek 7**).

Wyświetlacze steruje się statycznie lub dynamicznie. Sterowanie statyczne jest łatwe. Na liniach portu połączonych z wyprowadzeniami segmentów wystawia się kombinację stanów zaświecających odpowiednie segmenty. W takiej sytuacji dla każdego wyświetlacza jest potrzebny jeden port 8-bitowy. W większości przypadków jest potrzebne sterowanie kilku-

ma (minimum czterema) wyświetlaczami i takie rozwiązanie ze względu na liczbę potrzebnych linii portów może nie być możliwe. Poza tym sterowanie statyczne charakteryzuje się sporym poborem prądu, ponieważ każdy świecący się segment potrzebuje prądu o natężeniu ok. 5 mA. Z tych powodów sterowanie statyczne jest rzadko stosowane i zwykle ogranicza się do jednego lub dwóch wyświetlaczy.

Sterowanie dynamiczne ma trochę wspólnego ze sterowaniem jasnością diody LED za pomocą przebiegu PWM. Segmenty wyświetlacza nie świecą światłem ciągłym, tylko są okresowo zaświecane i gaszone przez co jest redukowany pobór prądu. Poza tym dla większej liczby cyfr znacząco mniejsza jest liczba potrzebnych do sterowania nimi linii portów. Niestety, dzieje się to kosztem skomplikowania programu obsługi.

Na rysunku 8 pokazano przykład połączenia dwóch wyświetlaczy sterowanych dynamicznie. Wyprowadzenia segmentów wszystkich wyświetlaczy są połączone równolegle i tworzą 8 linii. Te linie są połączone do wyprowadzeń portu mikrokontrolera. We współczesnych mikrokontrolerach wydajność prądowa linii portu wynosi zwykle co najmniej 20 mA (dla PIC18F2320 – 25 mA) i do sterowania segmentów nie jest potrzebny dodatkowy wzmacniacz prądowy. Wyprowadzenie wspólnej anody każdego z wyświetlaczy osobno jest połączone przez klucz sterowany liniami portu do plusa zasilania. Klucz jest niezbędny, bo przez wyprowadzenie wspólnej anody płynie sumaryczny prąd wszystkich segmentów zazwyczaj znacznie przekraczający wydajność prądową linii portów mikrokontrolera. W czasie wyświetlania pierwszej cyfry zamykany jest klucz zasilający anodę pierwszego wyświetlacza, a na linii portu wystawiana jest kombinacja zapalająca wymagane segmenty. Taki stan trwa jakiś czas po czym otwierany jest klucz zasilający anodę pierwszego wyświetlacza, a zamyka się na taki sam czas klucz zasilający anodę drugiego wyświetlacza. Jednocześnie na liniach portu mikrokontrolera wystawiana jest kombinacja zapalająca segmenty drugiej cyfry. Jeżeli te czynności będą powtarzane odpowiednio szybko, to przełączanie nie bę-



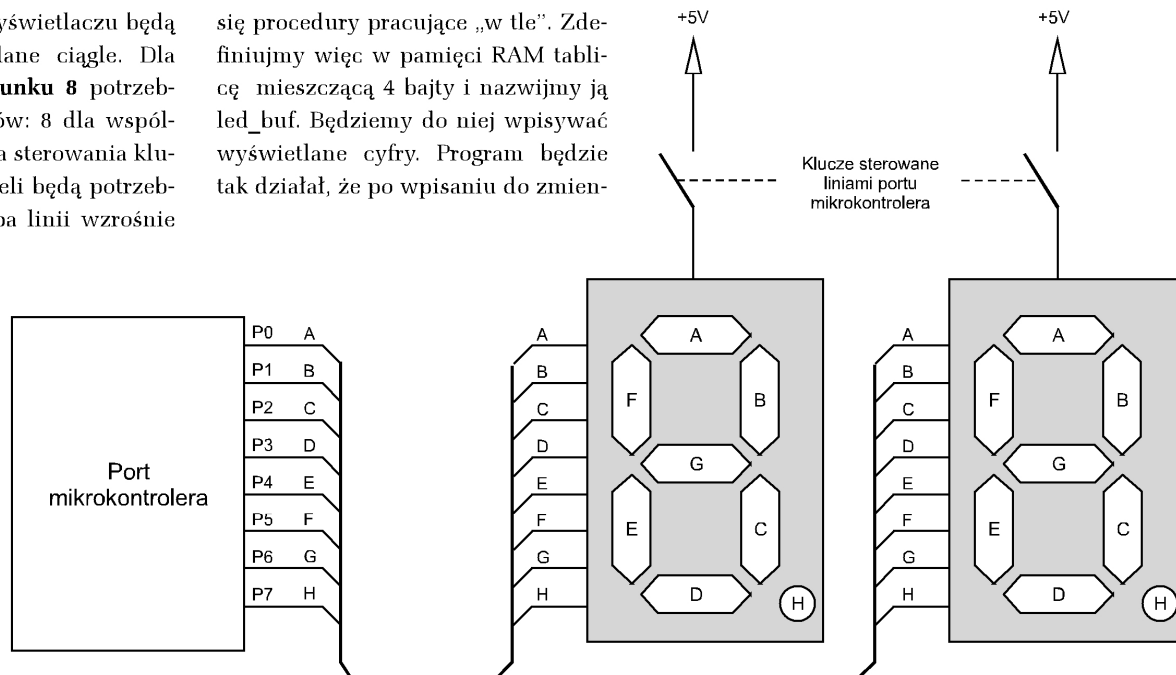
Rysunek 7. Połączenia diod LED i rozmieszczenie segmentów

dzie widoczne i cyfry na wyświetlaczu będą postrzegane jako wyświetlane ciągle. Dla dwóch wyświetlaczy z **rysunku 8** potrzebnych będzie 10 linii portów: 8 dla wspólnych linii segmentów i 2 dla sterowania kluczami wspólnych anod. Jeżeli będą potrzebne 4 wyświetlacze, to liczba linii wzrośnie tylko o dwie.

W module ewaluacyjnym zastosowano 4 wyświetlacze połączone do wyświetlania dynamicznego (**rysunek 9**, **rysunek 10**).

Sygnały sterujące segmentami i wzmacniacznymi (kluczami) wspólnej anody są doprowadzone do złącza J10. Do sterowania będziemy potrzebować 12 linii portów: 8 dla sterowania segmentami i 4 do sterowania kluczami włączającymi zasilanie anod. Segmenty będą sterowane za pomocą PORTC, a klucze przez 4 młodsze bity portu PORTA. Zastosowane wyświetlacze mają wspólną anodę. Segment jest zaświecany, gdy na linii sterującej SINx jest wymuszony stan niski. Rezystory R23...R27 i R32...R34 ograniczają prąd segmentów zasilanych z napięcia +5 V. Klucze załączające

się procedury pracujące „w tle”. Zdefiniujemy więc w pamięci RAM tablicę mieszczącą 4 bajty i nazwijmy ją led_buf. Będziemy do niej wpisywać wyświetlane cyfry. Program będzie tak działał, że po wpisaniu do zmien-



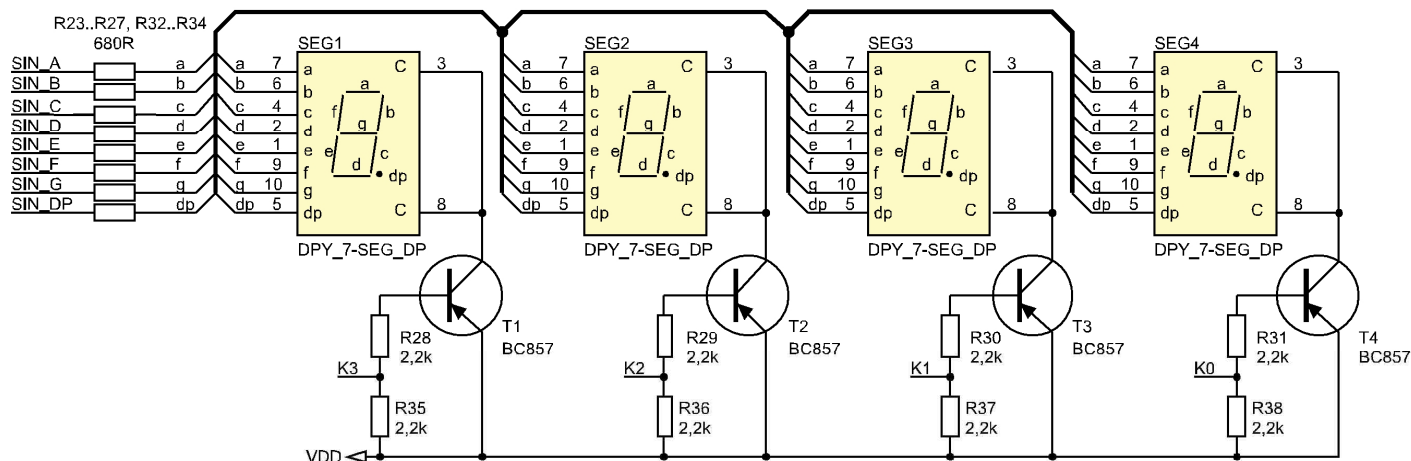
Rysunek 8. Połączenie wyświetlaczy sterowanych dynamicznie

nej np. liczby 2, na wyświetlaczu ma się wyświetlić cyfra 2.

Kolejne bajty tablicy led_buf będą „przypisane” do kolejnych cyfr wyświetlacza. Kiedy jest zamykany klucz podający napięcie zasilające pierwszego wyświetlacza, to będzie na nim wyświetlana cyfra o kodzie zapisanym w elemencie tablicy o indeksie

0 (led_buf[0]). Przy początkowej deklaracji tablicy unsigned char led_buf[4]={1,9,6,2}; na wyświetlaczu zostanie wyświetlona liczba „1962”, tak jak pokazano na rysunku 10.

Kod cyfry z tablicy led_buf musi uaktywnić kombinację stanów na liniach portów sterujących zapalaniem segmentów, tak aby na przykład liczba 8 była wyświetlona jako

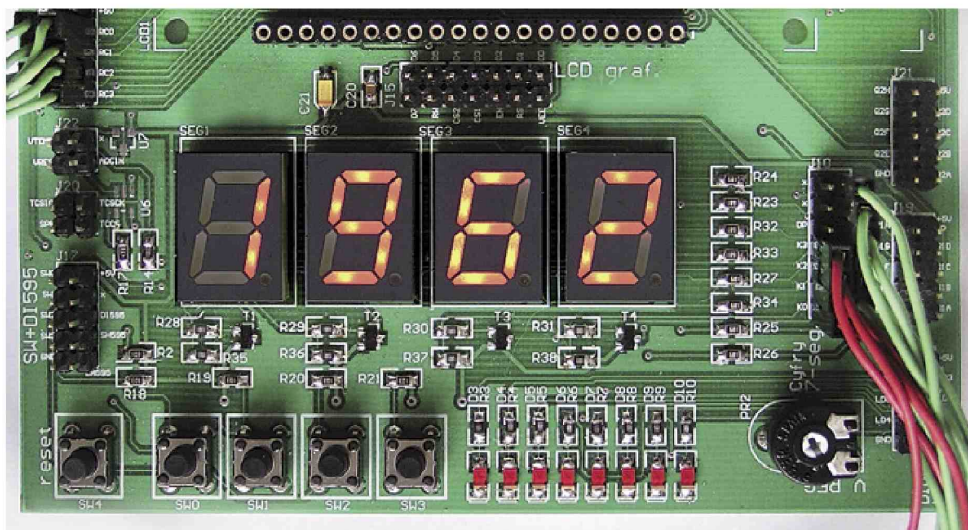


Rysunek 9. Schemat połączeń 4-cyfrowego wyświetlacza LED

napięcie +5 V są zbudowane z tranzystorów PNP. Podanie poziomu niskiego (masy) na wyprowadzenie K1...K3 powoduje wejście tranzystora w stan przewodzenia i podanie napięcia na wyprowadzenia C wyświetlacza.

Najwygodniej jest realizować obsługę z użyciem cyklicznie zgłaszanego przerwania od przepełnienia licznika. Ponieważ mamy już skonfigurowane i działające przerwania od Timer0 zgłaszane co 1 ms, to założymy na początek, że klucze tranzystorowe będą załączane z częstotliwością 1 kHz.

Prawidłowo skonstruowane procedury wyświetlania nie są widoczne dla programu użytkownika. Kod wyświetlanej cyfry jest wpisywany do bufora w pamięci RAM mikrokontrolera, a wyświetlaniem zajmują



Rysunek 10. Rozmieszczenie wyświetlaczy LED na płycie

Listing 8. Definicja tablicy konwersji

```
Unsigned char const led_konw[10]={0x40, 0x79, 0x24, 0x30, 0x19, 0x12, 0x02,
0x78, 0x00, 0x10};
```

Listing 9. Procedura obsługi wyświetlacza umieszczona w obsłudze przerwania od TIMERO

```
++led_l;
led_l=(led_l&3);
led_c=led_buf[led_l];
PORTA=an_konw[led_l];
if(led_l==led_kr)
PORTC=dig_konw[led_c];
else
PORTC=dig_konw[led_c]|0x80;
```

```
//kolejna cyfra
//kod cyfry do led_c
//sterowanie kluczami
//sterowanie segmentami z kropką
//sterowanie segmentami bez kropki
```

ósemka LED. Najprościej do takiego przekodowania użyć dodatkowej tablicy led_konw umieszczonej w pamięci programu mikrokontrolera (**listing 8**).

W trakcie konwersji kod cyfry jest indeksem tablicy led_konw. Na przykład liczby 9 element led_konw[9] będzie miał wartość 0x10 i taką wartość trzeba przesłać na linie portu aby na wyświetlaczu zapaliła się dioda. Warto tutaj dodać, że poziomem aktywnym jest „0”, to znaczy, jeżeli linia jest wyzerowana, to połączony z nią segment świeci się.

W procedurze sterowania wyświetlaczem umieszczonej w obsłudze przerwania musimy spowodować, by przy każdym zgłoszonym przerwaniu zaświecała się kolejna cyfra. Wprowadzimy kolejną zmienną le-

d_l zawierającą numer aktywnej (świecącej się) cyfry. Ponieważ cyfr jest 4, to zmienna led_l zmienia swoją wartość od 0 do 3. Numer aktywnej cyfry adresuje bufor led_buf i program pobiera z niego odpowiedni, wyświetlany kod. Na przykład kiedy led_l=2, to w buforze led_buf[2] jest cyfra 6. Ta cyfra adresuje tablicę led_konw, procedura wyświetlająca pobiera z niej kod 0x02 i przesyła na port PORTC, tak aby na trzecim wyświetlaczu od lewej (SEG3) wyświetliła się cyfra 6. Jednocześnie trzeba by w tym samym momencie został otwarty klucz z tranzystorem T3 podający plus zasilania na anodę SEG3. Linia sterująca kluczem T3 powinno być wyzerowana, a na pozostałych liniach sterujących kluczami powinien być poziom wysoki. Najwygodniej jest sterować

liniami RA0...RA3 za pomocą konwersji wykorzystującej kolejną tablicę an_konw[4]={0x07,0x0b,0x0d,0x0e};. Indeksami tej tablicy jest zmienna led_l a pobrana wartość jest przesyłana do rejestru portu PORTA. Na **listingu 9** pokazano fragment procedury obsługi przerwania sterujący wyświetlaczem LED.

Aby umożliwić sterowanie kropką dziesiętną wprowadzono kolejną zmienną led_kr. Wpisujemy do niej numer wyświetlacza, w którym kropka ma być zaświecona. Jeżeli led_kr jest równa numerowi aktywnego wyświetlacza i kropka ma być wyświetlana, to najstarszy bit bajtu wysyłanego na PORTC jest zerowany i kropka świeci. W przeciwnym wypadku ten bit jest ustawiany i kropka jest gaszona.

Mając do dyspozycji tak działający mechanizm możemy wyświetlać dowolną liczbę 4-cyfrową zapisując tylko bufor led_buf i ewentualnie zmienną led_kr. Wyświetlanie odbywa się automatycznie w tle programu głównego i potrzebuje niewielkich zasobów mikrokontrolera.

Odświeżanie wyświetlania z częstotliwością 1 kHz jest zbyt częste jak dla 4 cyfr. Wystarczyłoby, gdyby cyfry były przełączane z częstotliwością około 200 Hz.

Tomasz Jabłoński, EP

REKLAMA

Oscyloskopy serii DPO5000 oraz MSO5000

to najlepsze rozwiązanie mogące sprostać wyzwaniom, przed jakimi stoją projektanci weryfikując, testując oraz wyszukując błędy w złożonych projektach elektronicznych.



- ▶ Pasma analogowe 350 MHz, 500 MHz, 1 GHz lub 2 GHz
- ▶ Próbkowanie 10 GS/s
- ▶ Rekord do 250 M punktów dla kanałów analogowych oraz do 40 M punktów cyfrowych (wersja MSO),
- ▶ 4 kanały analogowe oraz 16 kanałów cyfrowych (wersja MSO)
- ▶ Zaawansowany system wyzwalania
- ▶ Segmentacja pamięci
- ▶ Zaawansowana analiza sygnałów cyfrowych (wersja MSO) z wykorzystaniem technologii MagniVu zapewniającej rozdzielczość czasową 60,6ps z szybkością pracy 16.5 GS/s w czasie rzeczywistym
- ▶ Szeroka gama wbudowanych narzędzi zaawansowanej analizy przebiegu
- ▶ System operacyjny Windows 7



Tektronix
Enabling Innovation

Siedziba Firmy: 54-413 Wrocław, ul. Klecińska 125, tel. 71 783 63 60, fax 71 783 63 61
Biuro Handlowe: 03-301 Warszawa, ul. Jagiellońska 74, tel. 22 675 75 42

tespol@tespol.com.pl • www.tespol.com.pl

Multimetr U1252B Agilent Technologies

Praktykujący elektronik może się jakoś obyć bez oscyloskopu, nawet bez generatora też sobie poradzi. Na jego biurku nie może natomiast zabraknąć lutownicy i miernika uniwersalnego. Uruchomienie każdego urządzenia zawsze rozpoczyna się od sprawdzenia napięć zasilających. Niewykonanie tego kroku może skończyć się koniecznością wymiany połowy komponentów elektronicznych już na początku pracy. Często wymagane są pomiary dużo bardziej złożone, a wtedy nie sposób obyć się bez dobrego multimetru.

Multimetr cyfrowy, jak każde urządzenie elektroniczne, podlegał na przestrzeni lat ewolucji. Nie była ona chyba tak dynamiczna, jak na przykład w przypadku oscyloskopów cyfrowych, jednak gdy porównamy pierwsze multimetry cyfrowe z tymi, które są oferowane dzisiaj, to mimowolnie na twarzy pojawia się uśmiech. Zmieniały się podzespoły elektroniczne, zmieniały się materiały, z których wykonywano obudowy, przybywało funkcji pomiarowych, wzrastała dokładność pomiaru. Dynamika rozwoju multimetrów od pewnego czasu już nie jest tak duża. Można wręcz zaryzykować twierdzenie, że chyba wszystko, co było w tym temacie do wymyślenia, zostało już wymyślone. Mimo to, producenci przyrządów pomiarowych co jakiś czas „wypuszczają” nowe modele, w których można doszukać się jakichś nowinek.

Zabawki i przyrządy

Multimetry – kiedyś nazywano je (bardziej po polsku) miernikami uniwersalnymi. Jak wskazuje sama nazwa, są to przyrządy służące do mierzenia kilku różnych wielkości elektrycznych. Cyfrowe metody pomiaru pozwoliły znacznie poszerzyć funkcjonalność tych przyrządów. Na przykład w chwili pojawienia się multimetrów cyfrowych dużo łatwiejszy stał się pomiar częstotliwości i pojemności kondensatorów. Pomiarów takich na ogół nie wykonywały analogowe mierniki uniwersalne.

Jednym z najważniejszych parametrów multimetru jest niepewność pomiarowa, potocznie zwana dokładnością pomiaru. Niestety, parametr ten jest często mylony z rozdzielczością, a to sprawia, że mniej doświadczeni elektronicy mają przekonanie o superdokładności mierników cyfrowych. Jakże bowiem mogłoby być inaczej, skoro wyświetlany wynik jest najczęściej co najmniej

4-cyfrowy. Nic bardziej mylącego. Więcej na ten temat pisaliśmy w artykule *Błąd pomiaru*, czyli *procenty mieszane z cyframi*, zamieszczonym w EP 12/2008. Zwykle najprostszą metodą weryfikacji jakości przyrządu, bez wnikliwego analizowania jego parametrów technicznych, jest cena. Uzyskanie wysokiej klasy dokładności wymaga zastosowania odpowiednich środków, a te niestety kosztują. Z tego względu mierniki za kilkadziesiąt złotych mogą być traktowane jedynie jako zabawki. Do poważnych pomiarów należy sięgać po sprzęt renomowanych firm. Niewątpliwie jedną z czołowych pozycji wśród producentów multimetrów cyfrowych zajmuje firma Agilent Technologies, której multimetr cyfrowy typu U1252B opisano w artykule.

Dokładność pomiarów

Multimetr U1252B należy do przyrządów wysokiej klasy. Jego wybrane parametry techniczne, w tym dokładność na poszczególnych zakresach, zestawiono w tabeli 1.

Cechą charakterystyczną multimetrów cyfrowych jest zmieniająca się dokładność nie tylko w poszczególnych trybach pomiarowych, ale nawet w różnych zakresach tego samego trybu. Praktyka pokazuje, że przy większości pomiarów nie ma potrzeby prowadzenia dokładnego rachunku błędów, aczkolwiek osoba wykonująca pomiary zawsze powinna mieć świadomość przynajmniej tego, jaki jest rząd wielkości popełnianego błędu. Jest to istotne szczególnie wtedy, gdy wyniki pomiarów są umieszczane w dokumentacji jakiegoś urządzenia stanowiąc ważne informacje dla jego użytkowników. Błędy pomiarowe wynikają na pewno z jakości zastosowanych przetworników, ale należy pamiętać również o tym, że dołączenie miernika do badanego obwodu jest zawsze równoznaczne z wprowadzeniem do niego dodatkowego obwodu zmieniającego wa-

runki pracy. Zatem nawet miernik idealnie dokładny nie pokaże prawdziwego wyniku, jeśli w istotnym stopniu te warunki zmienia. Parametrem mającym kluczowe znaczenie jest impedancja wejściowa miernika, która dla zakresów napięciowych powinna być jak największa, a dla prądowych jak najmniejsza. Impedancja wejściowa multimetru U1252B jest na zakresach napięciowych prawie niezmiennie równa ok. 10 MΩ, zaś na prądowych wynosi ona od 0,01 Ω do 100 Ω.

Duża część pomiarów przedstawionych w tabeli 1 jest obwarowana określonymi warunkami, które powinny być spełnione, w celu zachowania gwarantowanej przez producenta dokładności. O kilku z nich będzie mowa dalej, z innymi należy zapoznać się w instrukcji obsługi miernika. Na przykład warto pamiętać, że niepewność pomiaru napięcia stałego dla najmniejszego zakresu może być zwiększona do 0,05%+5, jeśli zostanie użyta funkcja pomiaru względnego.



Dodatkowe informacje:

Przyrząd do testów udostępniła firma AM Technologies z Warszawy. Więcej informacji na stronie internetowej www.amt.pl.

Tabela 1. Wybrane parametry techniczne multimetru U1252B

Napięcia stałe		
Zakres	Rozdzielczość	Dokładność
50,000 mV	0,001 mV	0,05%+50
500,00 mV	0,01 mV	0,025%+5
1000,0 mV	0,1 mV	
5,0000 V	0,0001 V	
50,000 V	0,001 V	
500,00 V	0,01 V	0,03%+5
1000,0 V	0,1 V	
Prąd stały		
500,00 μA	0,01 μA	0,05%+5
5000,0 μA	0,1 μA	
50,000 mA	0,001 mA	0,15%+5
440,00 mA	0,01 mA	
5,0000 A	0,0001 A	0,3%+10
10,000 A	0,001 A	0,3%+5
Rezystancja		
500,00 Ω	0,01 Ω	0,05%+10
5,0000 kΩ	0,0001 kΩ	0,05%+5
50,000 kΩ	0,001 kΩ	
500,00 kΩ	0,01 kΩ	
5,0000 MΩ	0,0001 MΩ	0,15%+5
50,000 MΩ	0,001 MΩ	1%+5
500,00 MΩ	0,01 MΩ	3%+10 (<200 MΩ) 8%+10 (>200 MΩ)
500,00 nS	0,01 nS	1%+10
Pojemność		
10,000 nF	0,001 nF	1%+8
100,00 nF	0,01 nF	1%+5
1000,0 nF	0,1 nF	
10,000 μF	0,001 μF	
100,00 μF	0,01 μF	
1000,0 μF	0,1 μF	
10,000 mF	0,001 mF	
100,00 mF	0,01 mF	3%+10
Częstotliwość		
99,999 Hz	0,001 Hz	0,02%+3 (<600 kHz)
999,99 Hz	0,01 Hz	
9,9999 kHz	0,0001 kHz	
99,999 kHz	0,001 kHz	
999,99 kHz	0,01 kHz	
Przebieg prostokątny		
Parametr	Rozdzielczość	Dokładność
Zakres częstotliwości: 0,5, 1,2, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 75, 80, 100, 120, 150, 200, 240, 300, 400, 480, 600, 800, 1200, 1600, 2400, 4800 Hz	0,01 Hz	0,005%+2
Współczynnik wypełnienia: 0,39...99,6%	0,390625%	0,4% pełnej skali
Szerokość impulsu: 1/częstotliwość	podzakres/256	0,2 ms +podzakres/256
Amplituda: ustalona od 0 do 2,8 V	0,1 V	0,2 V

Jej włączenie pozwala bowiem eliminować efekt termiczny. Z kolei w trybie pomiaru względnego zastosowanego podczas pomiaru rezystancji na zakresach 500 Ω i 5 k Ω eliminowany jest nie tylko wpływ efektów termicznych, ale również wpływ rezystancji przewodów na wynik pomiaru. Pomiary

rezystancji na dwóch najniższych zakresach muszą być przeprowadzane w warunkach zachowania wilgotności względnej na poziomie nie większym niż 60%. Jak zwykle, szczególną ostrożność należy zachowywać podczas pomiarów natężenia prądu. Restrykcje dotyczą ograniczenia czasu pomiaru na

UKŁADY INTERNETOWE

AVT966
Karta przełączników sterowana przez Internet



Dostępne wersje:
A - płyta drukowana i dokumentacja
B - komplet elementów z płytą
C - układ zmontowany i uruchomiony

AVT953
Karta wejść z interfejsem Ethernet



Dostępne wersje:
A - płyta drukowana i dokumentacja
B - komplet elementów z płytą
C - układ zmontowany i uruchomiony

AVT927
Uniwersalny interfejs Internetowy



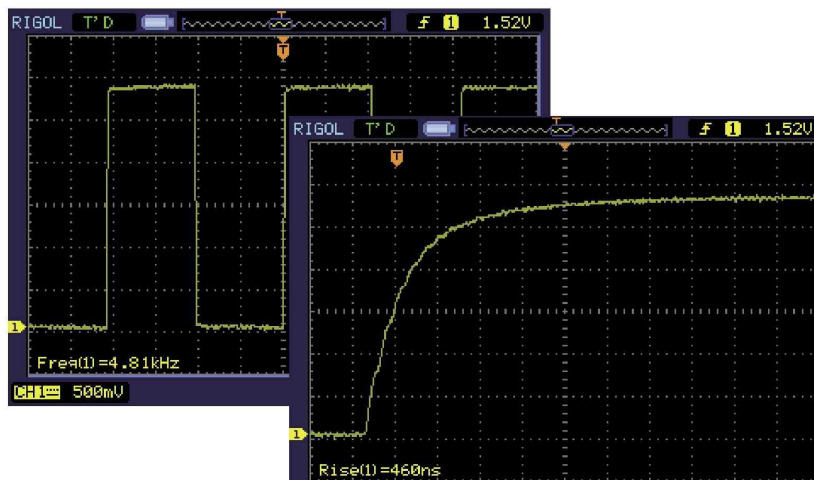
Dostępne wersje:
A - płyta drukowana i dokumentacja
B - komplet elementów z płytą
C - układ zmontowany i uruchomiony

www.sklep.avt.pl

Producent: AVT-Korporacja Sp. z o.o.
03-197 Warszawa, ul. Leszczynowa 11
tel. 022 257 84 50, fax 022 257 84 55
e-mail: handlowy@avt.pl



Rysunek 1. Wyświetlacz multimetru U1252B



Rysunek 2. Przebieg wyjściowy generatora multimetru U1252B



Fotografia 3. Nalepki na panel miernika

zakresach wysokoprądowych i konieczności zapewnienia odpowiednich przerw między kolejnymi pomiarami. Nie należy ich jednak utożsamiać z konkretnym miernikiem, podobne zalecenia spotykamy w przyrządach wszystkich producentów.

Pomiary

Multimetr U1252B jest nowoczesnym przyrządem o dużych możliwościach pomiarowych. Poniżej przedstawiono wszystkie tryby pomiarowe:

- pomiar napięcia i prądu stałego, przemiennego i przemiennego ze składową stałą,
- pomiar rzeczywistej wartości skutecznej napięcia i prądu przemiennego,
- wskaźnik temperatury otoczenia wyświetlany na dodatkowym polu wyświetlacza,

- pomiar rezystancji do 500 MΩ,
- pomiar konduktancji w zakresie od 0,01 nS (100 GΩ) do ok. 50 nS,
- pomiar pojemności do 100 mF,
- miernik częstotliwości do 20 MHz,
- skala procentowa dla pomiarów pętli prądowej 4...20 mA lub 0...20 mA,
- skala dBm z wyborem impedancji odniesienia,
- pomiar amplitudy krótkotrwałych impulsów (1 ms),
- pomiar temperatury z możliwością kompensacji,
- pomiar temperatury przy użyciu termopary J/K,
- pomiar częstotliwości, współczynnika wypełnienia i szerokości impulsu prostokątnego,
- rejestrowanie wartości minimalnej, maksymalnej i średniej,
- funkcja zamrożenia zmierzonej wartości oraz funkcja pomiaru względnego,
- pomiar diod i pomiar ciągłości obwodu z jednoczesną sygnalizacją dźwiękową,
- generator przebiegu prostokątnego z wybieraną skokowo częstotliwością i szerokością impulsu/czasem trwania.

Wyświetlacz miernika zawiera dość dużo elementów graficznych, symboli itp., uaktywnianych w odpowiednich trybach pomiarowych (rysunek 1). Cyfry podstawowego pola numerycznego mają wysokość 11 mm. Nie jest to dużo, ale w laboratoryjnych warunkach pomiarowych wielkość ta jest zupełnie wystarczająca. Wskazania są czytelne nawet z pewnej odległości od wyświetlacza. Główne pole odczytowe składa się z 5 cyfr (maksymalne wskazanie 50000). Miernik bardzo dynamicznie reaguje na zmiany wielkości mierzonej, wykonując na większości zakresów 7

pomiarów na sekundę, a pomiary diod, rezystancji i konduktancji nawet 14 razy na sekundę. Pomiary cyfrowe są dublowane na analogowym wskaźniku graficznym (bargrafie). Pozostaje on aktywny nawet wówczas, gdy stan wyświetlacza podstawowego zostanie zamrożony przyciskiem *Hold*. Podczas pomiaru napięć lub prądów zmiennych możliwe jest włączenie dodatkowego pola odczytowego. Jego znaczenie zmienia się w wyniku kolejnych naciśnień przycisku *Dual*. Pierwsze przyciśnięcie powoduje wyświetlenie częstotliwości przebiegu. Drugie przyciśnięcie zmienia tryb pomiaru na względny – wyświetlacz podstawowy podaje wskazania w dB, natomiast na polu dodatkowym jest wyświetlana wartość bezwzględna. Kolejne przyciśnięcie przycisku *Dual* powoduje włączenie na polu dodatkowym – uważa! – wyniku pomiaru temperatury. Jest to możliwe dzięki wbudowanemu na płycie miernika sensorowi. Nie jest to oczywiście jedyny sposób pomiaru tego parametru. Można go również mierzyć bardziej klasyczną metodą, z zastosowaniem

termopary typu J lub K. Pomiary względne są odnoszone do wartości referencyjnej wskazanej przez użytkownika podczas pomiarów (wynik



Fotografia 4. Załamywana podpórka miernika

http://ep.com.pl

w dB) lub do napięcia powodującego wydzielenie się mocy 1 mW na obciążeniu o ściśle określonej impedancji. W multimetrze U1252B impedancja ta może być ustalana skokowo w zakresie od 1 do 9999 Ω. Matematyczne formuły, według których miernik oblicza wyniki w tych trybach, są następujące:

$$dBm = 10 \log \left[\frac{1000(V_{\text{pomiar}})^2}{R_{\text{ref}}} \right]$$

$$dBV = 20 \log_{10}(V_{\text{pomiar}})$$

Jak każdy nowoczesny multimetr cyfrowy U1252B ma możliwość rejestrowania pomiarów (*Data Logging*) w pamięci zachowującej wyniki nawet po wyłączeniu zasilania. Rejestracja może być prowadzona w trybie ręcznym lub automatycznym. Odstępy czasowe pomiędzy wpisami do pamięci w trybie automatycznym są ustalane przez użytkownika w zakresie od 1 do 9999 sekund. Wszystkie zapamiętane dane mogą być później ręcznie przeglądane kolejno, jedna po drugiej. Dostępna jest również dynamiczna forma rejestracji służąca do wykrywania wartości maksymalnej, minimalnej oraz obliczająca wartość średnią pomiarów.

W multimetrze U1252B wyróżniono pewien dodatkowy, specyficzny tryb pomiaru napięcia. Jest to pomiar amplitudy krótkotrwałych (ok. 1 ms) sygnałów impulsowych. Mogą to być impulsy o polaryzacji dodatniej lub ujemnej.

Bardzo przydatną w praktyce funkcją multimetru U1252B jest generator przebiegu prostokątnego. Sygnał jest dostępny na jednym z gniazd przyrządu. Częstotliwość może być zmieniana skokowo w zakresie od 0,5 do 4800 Hz (tabela 1). Istotną zaletą tej

funkcji jest możliwość regulacji współczynnika wypełnienia w bardzo szerokim zakresie od 0,39% do 99,60%. Wypełnienie jest definiowane w procentach, można również wprowadzać czas trwania impulsu. Przykładowy sygnał uzyskany z generatora multimetru U1252B przedstawiono na **rysunku 2**.

Inne cechy multimetru U1252B

Multimetr U1252B wykonano w estetycznej, trwałej i ładnej obudowie, utrzymanej w kolorystyce pomarańczowo-czarnej. Po otwarciu opakowania firmowego pewnym zaskoczeniem był zestaw 5 naklejek na pokrywę górną, które, używając terminologii informatycznej, można nazwać „skórkami”. Ich stylistyka nawiązuje raczej do gadżetów na telefony komórkowe niż do profesjonalnej aparatury pomiarowej. Najwyraźniej jednak jakaś bliżej nieznana mi idea przyświeca temu przedsięwzięciu. Ocena nalepek jest oczywiście kwestią gustu, niemniej jednak starając się obiektywnie patrzeć na sprawę, odniosłem wrażenie, że po naklejeniu takiej „skórki” czytelność napisów opisujących pokrętkę i przyciski spada niemal do zera. Efekty pokazano na **fotografii 3**.

W zależności od potrzeb, multimetr może pracować w pozycji pionowej, a po wystawieniu wbudowanej podpórki, w pozycji ukośnej. Specjalnie załamywana nóżka pozwala na ustalenie pochylenia miernika pod kątem 60 lub 30 stopni (**fotografia 4**). Pokrętko zmiany trybów pomiarowych obraca się lekko. Jest to element często używany, gdyż oprócz zmiany zakresów służy on do wyłączania miernika.

Miernik U1252B jest zasilany z wewnętrznego akumulatora Ni-MH. W zestawie jest dołączona odpowiednia ładowarka. Sza-

cunkowy czas ładowania całkowicie wyczerpanego akumulatora jest równy 220 minut. Przyrząd można również zasilać z baterii 9 V, ale nie jest to najlepsze rozwiązanie z uwagi na dość znaczny pobór prądu, około 105 mA (420 mA z włączonym podświetlaniem). Jako wyposażenie opcjonalne można dokupić przewód IR-USB służący do połączenia miernika z komputerem. Uzyskuje się wówczas możliwość korzystania z dedykowanego dla multimetru U1252B oprogramowania firmy Agilent.

Warte podkreślenia są jeszcze dwie cechy multimetru. Pierwszą z nich jest bardzo szeroki zakres pomiaru rezystancji, wynoszący aż 500 MΩ. Wyróżniono również specjalny zakres konduktancyjny 500 nS. Drugą zaletą miernika jest dostępny w nim licznik częstotliwości pracujący w zakresie do 20 MHz. Ograniczeniem jest jednak maksymalna amplituda napięcia, która nie powinna przekraczać 30 V.

Multimetry cyfrowe renomowanych firm, do których na pewno zalicza się Agilent Technologies, uzyskują od producenta certyfikat jakości zapewniający o spełnianiu wszystkich parametrów założonych dla danego przyrządu. Tak też jest w przypadku miernika U1252B. Procedury kalibracyjne, które muszą być co jakiś czas przeprowadzane, nie wymagają dostępu do wnętrza przyrządu.

Do multimetru U1252B została załączona bardzo dobrze opracowana instrukcja obsługi. Jest ona co prawda dostępna tylko w wersji elektronicznej, ale cóż, takie ostatnio obowiązują trendy.

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

REKLAMA

RK-SYSTEM
www.rk-system.com.pl

Profesjonalne narzędzia dla elektroników i programistów

- uniwersalne programatory układów scalonych
- analizatory stanów logicznych
- oscyloskopy cyfrowe
- systemy do wyważania i pomiaru drgań
- oprogramowanie CAD, CAM, CAE
- emulatory, symulatory, debuggery dla różnych rodzin procesorów
- kompilatory C/C++ dla różnych rodzin procesorów
- szkolenia w zakresie FPGA, VHDL
- narzędzia na procesory sygnałowe DSP
- projektujemy, produkujemy, szkolimy, dystrybuujemy

05-825 Grodzisk Maz., ul. Chciemońskiego 30, tel. (022) 724 30 39, 792 05 18, fax (022) 724 30 37

RAISONANCE
 Innovative Development Tools

SIAR
 SYSTEMS

SPECTRUM
 DIGITAL
 INCORPORATED

Projektowanie płytek za pomocą Altium Designer Summer 09 (7)



Dodatkowe materiały na CD/FTP:
<ftp://ep.com.pl>, user: 10925, pass: 87thc181
 • poprzednie części kursu

Obecnie każdy zajmujący się projektowaniem urządzeń elektronicznych korzysta z programów EDA. Jednym z nich jest Altium Designer. Niniejszy cykl artykułów ma na celu nauczanie Czytelników stosowania z tego oprogramowania w zakresie projektowania obwodów drukowanych. W tej części kursu opisano sposób wykonania projektu płytki drukowanej z wykorzystaniem wielu wariantów montażowych i działanie narzędzia do zmiany wyprowadzeń i części (Pin/Part Swapping) pomocnego podczas optymalizacji przebiegu połączeń.

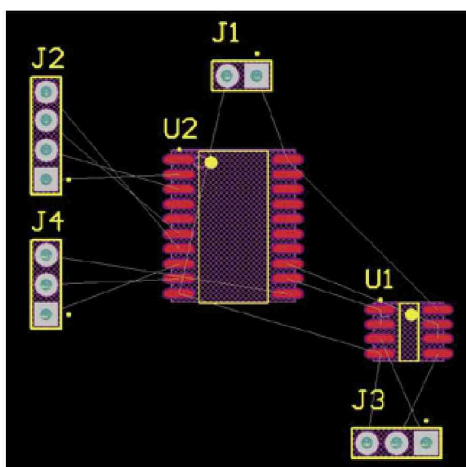
Pin/Part Swapping

W trakcie tworzenia schematu z użyciem mikrokontrolerów, wzmacniaczy operacyjnych, bramek logicznych czy różnego rodzaju złączy, nieraz zastanawiamy się, których wyprowadzeń użyć, aby uzyskać jak najprostszy przebieg ścieżek na płycie drukowanej. Najczęściej po przeniesieniu danych ze schematu do edytora PCB i rozmieszczeniu elementów zauważamy, że niektóre połączenia należałoby zmienić. Nasuwa się myśl, że trzeba ponownie wrócić do edytora schematu, zmienić odpowiednie połączenia i przenieść modyfikacje do edytora płytki drukowanej. Takie postępowanie nie stwarza większych problemów przy niezbyt skomplikowanych projektach, ale w wypadku bardziej rozbudowanych staje się co najmniej niewygodne.

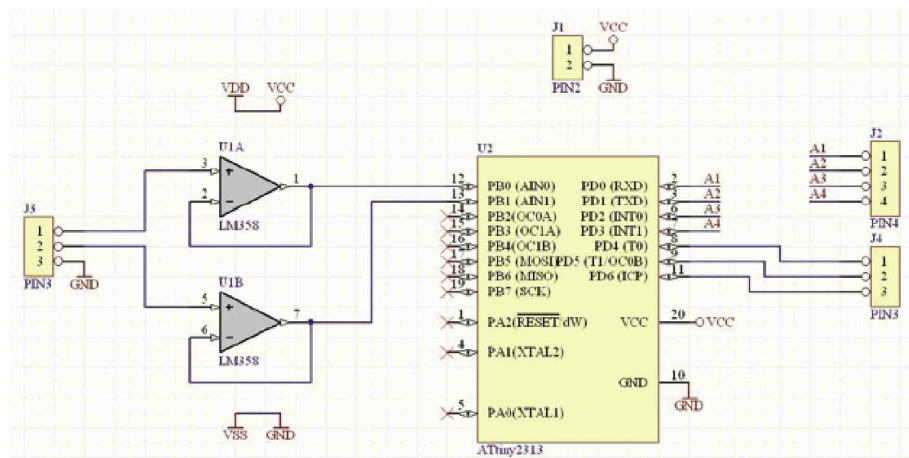
Altium Designer ma narzędzie pomocne w takich sytuacjach. Służy ono do optymalizacji przebiegu połączeń. Po wykonaniu takiej optymalizacji jest możliwe przeniesienie

informacji o zmianach wykonanych w trakcie projektowania płytki drukowanej do edytora schematu.

Przejdźmy teraz do przykładu, który wyjaśni sposób konfiguracji i wykorzysta-



Rysunek 122. Przykładowe rozmieszczenie elementów

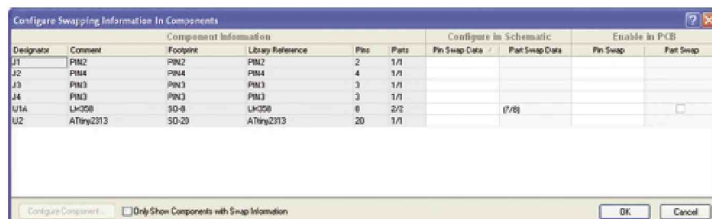


Rysunek 121. Schemat obwodu z ćwiczenia

nia narzędzia o nazwie Pin/Part Swapping. W tym celu tworzymy nowy projekt PCB i edytujemy schemat zgodnie z **rysunkiem 121**. Na schemacie zastosowano symbol wzmacniacza operacyjnego zawierający ukryte wyprowadzenia zasilające domyślnie połączone z sieciami o nazwach VDD i VSS (odpowiednia biblioteka znajduje się w materiałach dodatkowych). Teraz kompilujemy projekt i przenosimy zmiany do edytora PCB. Następnie rozmieszczamy elementy na przykład tak jak na **rysunku 122**. Jak widać, połączenia wychodzące z elementów J2, J3 i J4 krzyżują się i niemożliwe będzie proste poprowadzenie ścieżek na jednej warstwie elektrycznej. W celu poprawienia tej sytuacji skorzystamy z narzędzia Pin/Part Swapping. Istotne jest, aby jeszcze przed przystąpieniem do konfigurowania odpowiednich parametrów ustalić, które wyprowadzenia i w jakich elementach mogą być zamieniane. W tym przykładzie przyjmujemy, że kolejność połączeń może być zamieniana w złączu J4. Może być także zmieniana kolejność połączeń wyprowadzeń mikrokontrolera U2 dołączonych do złącza J2 oraz mogą być zamieniane wzmacniacze wewnątrz struktury układu wzmacniacza operacyjnego U1.

Wyprowadzenie komponentu może być zamienione z innym wyprowadzeniem w danym komponentcie, jeśli należą one do tej samej grupy wyprowadzeń. Podobnie jest w przypadku zamiany części, ale dodatkowo należy określić zgodność wyprowadzeń pomiędzy częściami. Ustawień odpowiednich parametrów, czyli przypisania wyprowadzeń oraz części do odpowiednich grup, można dokonać zarówno w edytorze schematu, jak i w edytorze płytki drukowanej.

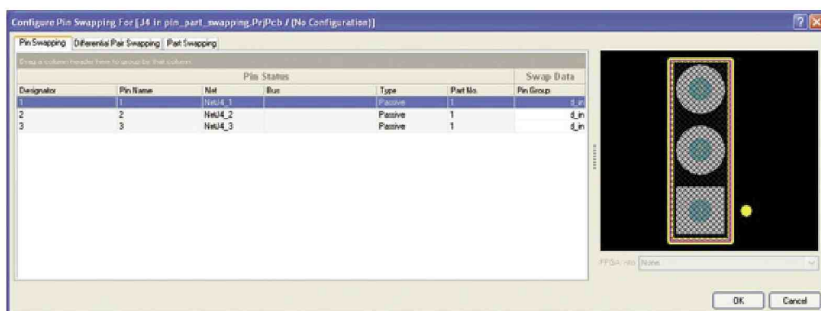
Zacznijmy od skonfigurowania ustawień dla złącza J4. W tym celu w edytorze PCB wybieramy **Tools -> Pin/Part Swapping -> Configure...**. Otworzy się okno zatytułowane **Configure Swapping Information In Components** (**rysunek 123**). W tym oknie pokazano ogólne informacje na temat wszystkich ele-


Rysunek 123. Okno *Configure Swapping Information In Components*

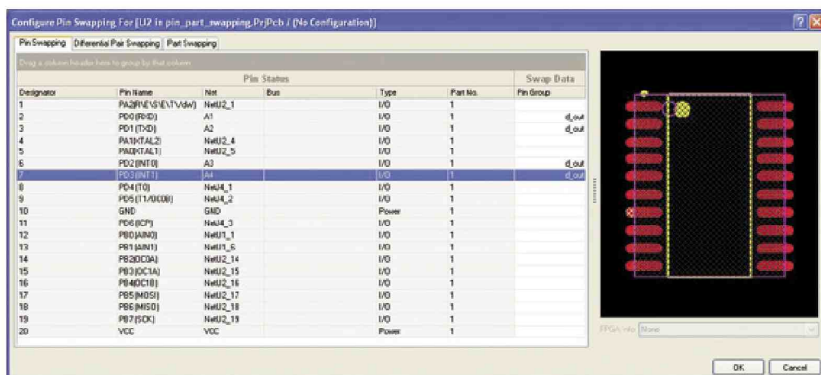
mentów znajdujących się na projektowanej płytce, takie jak liczba wyprowadzeń, liczba części w tym skonfigurowanych do zamiany oraz zezwolenia na zamianę wyprowadzeń i części. Zaznaczamy teraz na liście element J4 i klikamy na przycisk *Configure Component...*. Pojawi się okno zatytułowane *Configure Pin Swapping For...*. Z poziomu edytora schematu można uzyskać do niego dostęp, klikając prawym klawiszem myszy na symbolu złącza J4, a następnie wybierając *Part*

Actions → *Configure Pin Swapping...*. Teraz w zakładce *Pin Swapping* w kolumnie *Pin Group* nadajemy identyczną nazwę grupy dla każdego wyprowadzenia, np. *d_in*. Można wpisać nazwę dla każdego z wyprowadzeń z osobna lub wpisać nazwę dla pierwszego pinu, a dla każdego następnego kliknąć prawym klawiszem myszy i wybrać *Add To Pin-Swap Group* i wskazać nazwę grupy, którą podaliśmy. Przykładową konfigurację dla złącza J4 przedstawia rysunek 124. Zamy-

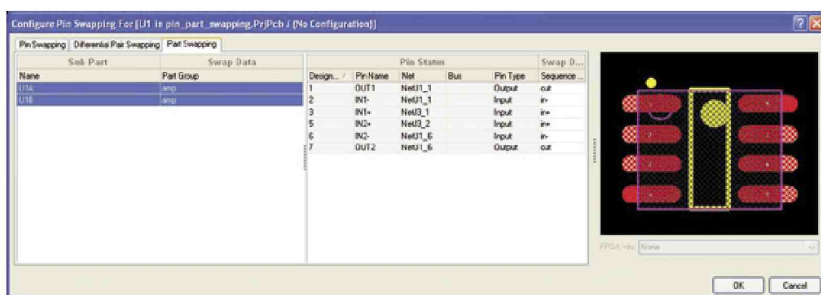
kamy okno, klikając na przycisk OK. Teraz w podobny sposób nadajemy nazwę wyprowadzeniom numer 2, 3, 6 i 7 mikrokontrolera U2 (**rysunek 125**). Kolejnym krokiem jest skonfigurowanie ustawień dla wzmacniacza operacyjnego U1. Otwieramy okno *Configure Pin Swapping* dla układu U1 i przechodzimy do zakładki *Part Swapping*. W kolumnie *Part Group*, podobnie jak w przypadku wyprowadzeń we wcześniej opisanych elementach, nadajemy tę samą nazwę obydwu częściom, np. *amp*. Teraz musimy jeszcze określić zgodność wyprowadzeń pomiędzy częściami. Zaznaczamy na liście obydwie części wchodzące w skład wzmacniacza operacyjnego i w kolumnie *Sequence ID* nadajemy te same oznaczenia dla wyprowadzeń pełniących tę samą funkcję, np. dla wyjść wpisujemy *out* itp. Prawidłowe ustawienia parametrów przedstawia **rysunek 126**. Musimy jeszcze zezwolić na zamianę wyprowadzeń i części. Możliwe jest to jedynie z poziomu edytora PCB. Wystarczy w oknie *Configure Swapping Information In Components* zaznaczyć pola w kolumnach *Pin Swap* oraz *Part Swap* (**rysunek 127**). Dodatkowo widzimy w tym oknie, że wszystkie wyprowadzenia złącza J4 oraz cztery z dwudziestu wyprowadzeń układu U2 mają wymagane dane do zamiany. Można także zaznaczyć odpowiednie elementy umieszczone na płytce drukowanej i uruchomić panel inspektora klawiszem F11 na klawiaturze. Odnajdujemy w nim pola *Enable Pin Swapping* oraz *Enable Part Swapping* i zaznaczamy je (**rysunek 128**). Ostatnią czynnością do wykonania pozostało ustawienie odpowiednich parametrów w opcjach projektu. W tym celu wybieramy *Project* → *Project Options* i przechodzimy do zakładki *Options* (**rysunek 129**). W sekcji *Allow Pin Swapping Using These Methods* są do wyboru dwie opcje: *Adding/Removing Net-Labels* oraz *Changing Schematic Pins*. Jeśli *Adding/Removing Net-Labels* jest jedyną zaznaczoną opcją, to podczas wyboru polecenia zamiany wyprowadzeń czy części będziemy mieli dostęp wyłącznie do wyprowadzeń połączonych poprzez etykiety sieciowe. Opcja *Changing Schematic Pins* zezwala na zamianę wyprowadzeń w symbolu elementu na schemacie. Dzięki tej opcji będziemy mieli możliwość zamiany wyprowadzeń oraz części w komponentach, które na schemacie połączone są innymi metodami niż etykiety sieciowe. Proponuję wykonać ustawienia zgodnie z **rysunkiem 129**.



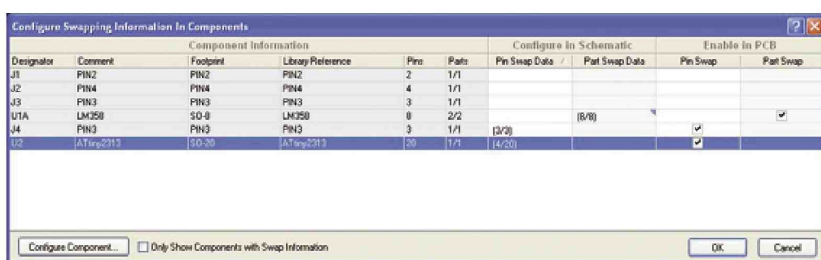
Rysunek 124. Przykład konfiguracji dla złącza J4



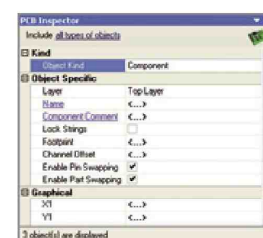
Rysunek 125. Nazwy pozostałych wyprowadzeń mikrokontrolera



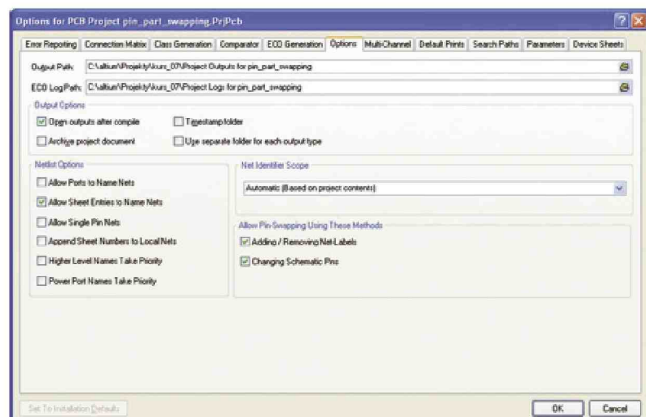
Rysunek 126. Ustawienie parametrów wzmacniacza



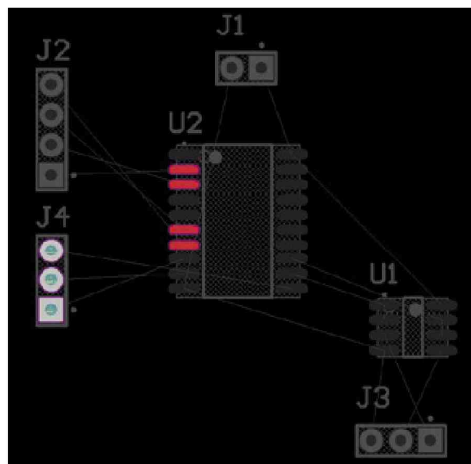
Rysunek 127. Zezwolenie na zmianę wyprowadzeń i części



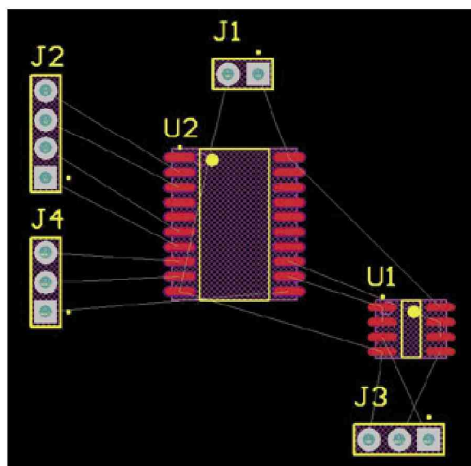
Rysunek 128. Panel inspektora



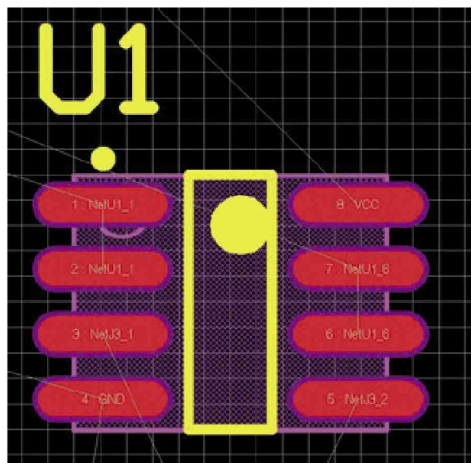
Rysunek 129. Zakładka opcji okna opcji projektu



Rysunek 130. Oznaczenie braku możliwości zamiany



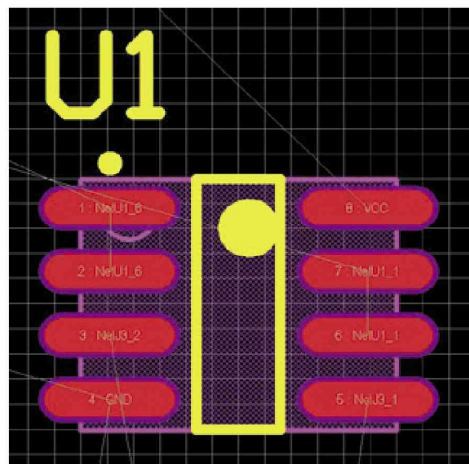
Rysunek 131. Proponowane ustawienie opcji zamiany wyprowadzeń/części



Rysunek 132. Footprint wzmacniacza U1 przed modyfikacjami

W pierwszej kolejności zajmiemy się interaktywną zamianą wyprowadzeń. Aby skorzystać z tego narzędzia, wybieramy *Tools -> Pin/Part Swapping -> Interactive Pin/Net Swapping*. Widzimy teraz, że wszystkie elementy i wyprowadzenia, które nie mają możliwości zamiany wyprowadzeń, zostały zacienione i dostęp do nich jest niemożliwy (rysunek 130). Klikamy teraz na jednym z dostępnych do zamiany wyprowadzeń mikrokontrolera U2, a następnie na innym, co spowoduje, że połączenia zostaną zamienione ze sobą miejscami. Teraz należy tak zamieniać połączenia, aby się już nie krzyżowały. Przykładowy efekt przedstawia rysunek 131.

Inną możliwością jest wykorzystanie do optymalizacji przebiegu połączeń automatycznego optymalizatora. Warto z niego skorzystać przed użyciem interaktywnej zamiany wyprowadzeń. Teraz, przed jego użyciem, należy cofnąć wprowadzone za pomocą interaktywnej zamiany wyprowadzeń. Wybieramy *Tools -> Pin/Part Swapping -> Automatic Pin/Net Optimizer*. Optymalizator przeprowadza najpierw szybką, jednoprzbiegową optymalizację, która próbuje zminimalizować liczbę skrzyżowań i długości połączeń, ale może się zdarzyć, że nastąpi ich zwiększenie. Po szybkiej optymalizacji pro-



Rysunek 133. Efekt zamiany wzmacniaczy wewnątrz struktury U1

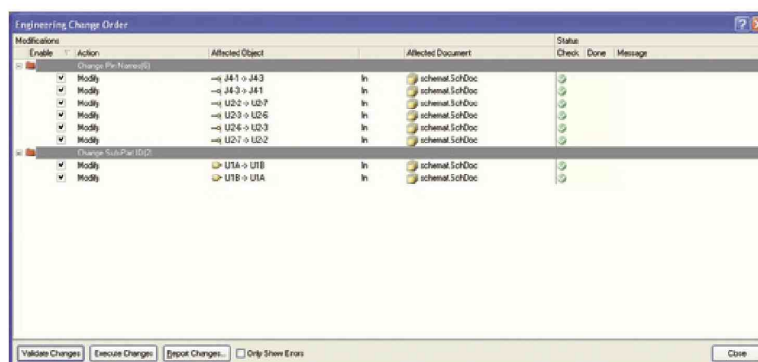
gram wyświetla okno z zapytaniem o uruchomienie optymalizatora iteracyjnego. Jego zadaniem jest przeprowadzenie optymalizacji wieloprzebiegowej. Czasami nawet ona nie daje oczekiwanych rezultatów i wtedy pozostaje nam jedynie skorzystać z wcześniej opisanej metody interaktywnej.

Interaktywna zamiana części działa podobnie jak interaktywna zamiana wyprowadzeń. Uruchamia się odpowiednie polecenie, wybieramy pierwszą część do zamiany, a następnie drugą. W realizowanym przykładzie wykorzystamy to narzędzie do zamiany części wchodzących w skład wzmacniacza operacyjnego U1. Rysunek 132 przedstawia zbliżenie footprintu wzmacniacza U1 przed modyfikacjami z widocznymi nazwami połączeń. Teraz z menu wybieramy *Tools -> Pin/Part Swapping -> Interactive Part Swapping*. Podobnie jak wcześniej, wszystkie niedostępne do edycji elementy są zacienione. Klikamy na jednym z wyprowadzeń należących do pierwszej części, np. na wyprowadzeniu pierwszym, a następnie na wyprowadzeniu należącym do drugiej części, np. na wyprowadzeniu siódmym. Efekt zmian przedstawia rysunek 133.

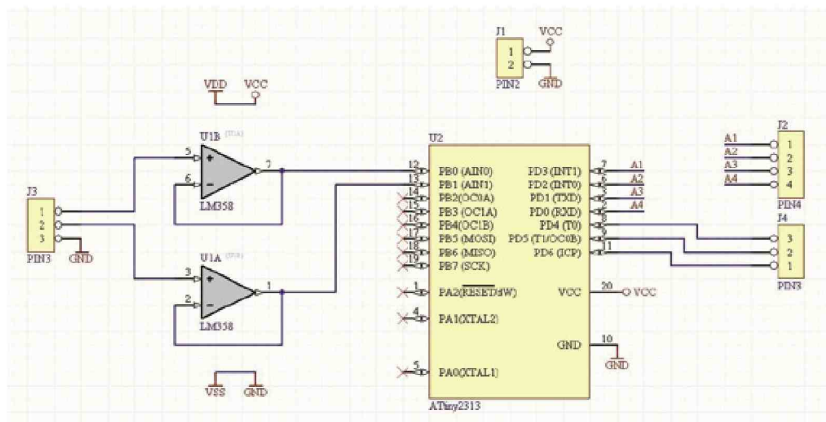
Przenoszenie zmian do schematu

Po wykonaniu modyfikacji w edytorze PCB musimy przenieść informacje o zmianach do edytora schematu, aby był on zgodny z obwodem drukowanym. W tym celu w edytorze płytki drukowanej wybieramy polecenie *Design -> Update Schematics in...*, po czym ujrzymy okno *Engineering Change Order* zawierające listę wszystkich modyfikacji do wykonania, w którym klikamy najpierw na przycisk *Validate Changes* i jeśli wszystkie zmiany zostaną oznaczone zielonym znakiem w kolumnie *Check* (rysunek 134), to klikamy na przycisk *Execute Changes*, a następnie zamykamy okno. W tym momencie modyfikacje zostały naniesione na schemat.

Przełączmy się teraz na widok edytora schematu. Schemat po zmianach powinien wyglądać jak na rysunku 135. Porównując ten schemat z narysowanym na początku tego ćwiczenia (rysunek 121), widzimy, że zostały zamienione ze sobą części wzmacniacza operacyjnego U1, zamienione zostały



Rysunek 134. Okno informujące o zgodności wykonanych zmian



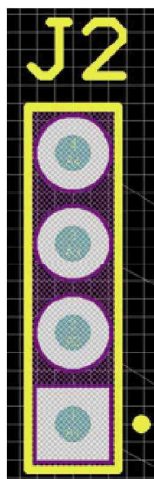
Rysunek 135. Schemat po zmianach

miejscami wyprowadzenia numer 2, 3, 6 i 7 mikrokontrolera U2 oraz wyprowadzenia numer 1 i 3 złącza J4.

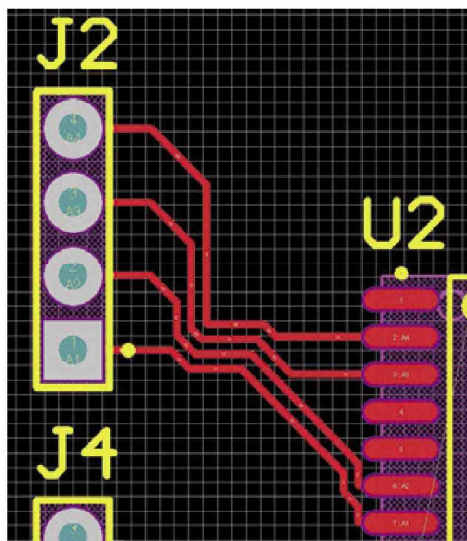
Interaktywne prowadzenie wielu ścieżek

Przy okazji realizacji tego ćwiczenia chciałbym zaprezentować wygodne narzędzie, dzięki któremu możemy prowadzić jednocześnie wiele ścieżek. Szczególnie przydatne jest ono w przypadku wykonywania magistral danych, a także przy prowadzeniu połączeń między różnego rodzaju złączami a innymi układami na projektowanej płytce drukowanej.

Wracamy teraz do edytora PCB i trzymając wciśnięty klawisz Shift, na klawiaturze, zaznaczamy po kolei wszystkie pola lutownicze złącza J2. Efekt powinien być zgodny z przedstawionym na **rysunku 136**. Wybieramy *Place -> Interactive Multi-Routing* i klikamy na dowolnym polu lutowniczym złącza J2. Teraz postępujemy podobnie jak w przypadku interaktywnego prowadzenia

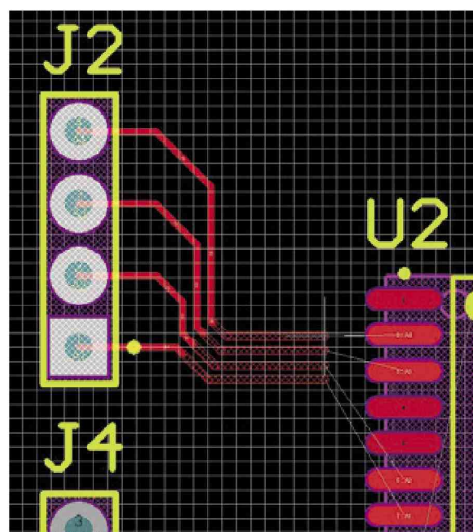


Rysunek 136. Zaznaczenie pól lutowniczych złącza J2

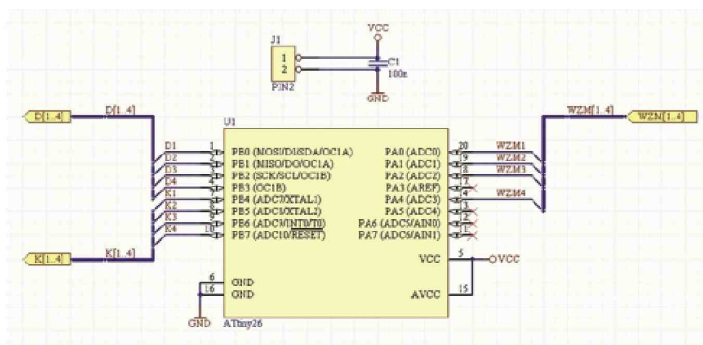
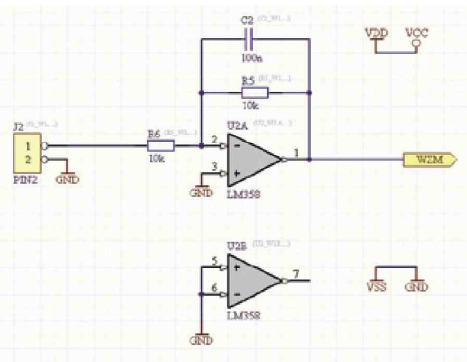


Rysunek 138. Wygląd gotowych połączeń wykonanych „metodą wielościeżkową”

ścieżek opisanego w trzeciej części kursu (EP 12/2010). **Rysunek 137** przedstawia widok okna edytora PCB w trakcie interaktywnego prowadzenia wielu ścieżek, a **rysunek 138** efekt działania narzędzia.



Rysunek 137. Okno w trakcie prowadzenia wielu ścieżek


Rysunek 139. Schemat *ster.SchDoc* z ćwiczenia

Rysunek 140. Schemat *wzm.SchDoc* z ćwiczenia

Zarządzanie projektami wykorzystującymi warianty montażowe

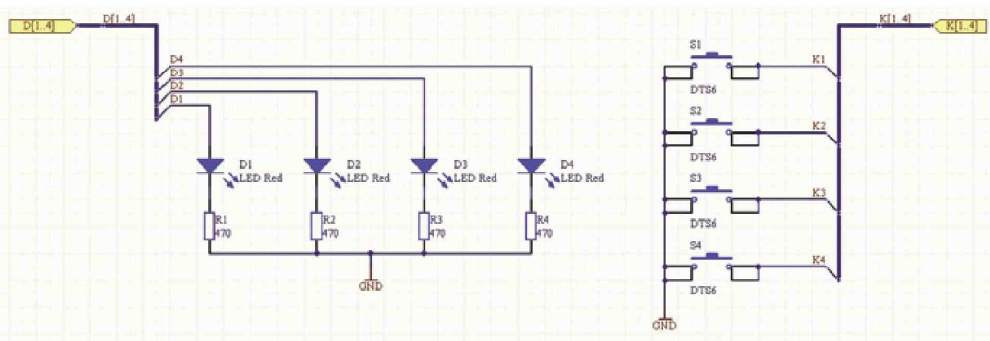
Wymagania produkcyjne często stwarzają konieczność zaprojektowania szeregu płytek drukowanych, które tylko nieznacznie odbiegają od bazowego projektu. Na przykład mogą istnieć dwie wersje produktu: standardowa i zubożona, różniące się funkcjonalnością wynikającą z braku niektórych komponentów w wersji zubożonej. Największą zaletą wariantów jest możliwość tworzenia wielu wersji projektu bez konieczności tworzenia osobnych projektów PCB dla każdego wariantu płytki. Kontrolujemy wyłącznie komponenty na płytce bazowej, dzięki czemu produkcja PCB pozostaje taka sama, bez względu na to, czy wykonywana jest oryginalna (pełna) wersja produktu, czy któryś z wariantów. Różnice pojawiają się podczas fazy montażu komponentów na płytce. Warianty montażowe mogą się różnić między sobą ilością zawartych komponentów, typem czy wartością komponentu (na przykład element dyskretny może posiadać inną wartość lub może być stosowany komponent z innej technologicznej rodziny) oraz dodatkowymi parametrami komponentów (na przykład tolerancją czy napięciem pracy).

Sposoby zarządzania projektami wykorzystującymi warianty montażowe przedstawimy na przykładzie prostego projektu wieloarkuszowego, który za chwilę przygotujemy. Zajmiemy się w nim jedynie dokumentami schematów. W pierwszej kolejności tworzymy nowy projekt PCB i dodajemy do niego nowy arkusz schematu, który edytujemy zgodnie z **rysunkiem 139**, a następnie zapisujemy pod nazwą *ster.SchDoc*. Dodajemy

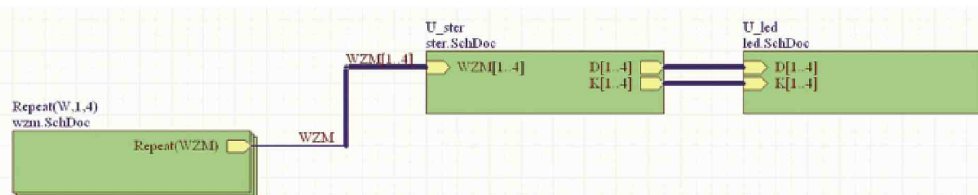
kolejny dokument schematu, edytujemy go tak, jak przedstawia **rysunek 140** i zapisujemy pod nazwą *wzm.SchDoc*. Tworzymy jeszcze jeden schemat podrzędny zgodnie z **rysunkiem 141**. Nadajemy mu nazwę *led.SchDoc*. Na koniec tworzymy schemat nadrzędny przedstawiony na **rysunku 142** i przeprowadzamy

proces kompilacji utworzonego projektu. Jak widać na przedstawionych schematach, projekt zawiera cztery identyczne układy wejść analogowych zawierających wzmacniacze operacyjne LM358. Każdy z tych układów podłączony jest do innego kanału wejściowego przetwornika analogowo-cyfrowego zawartego w mikrokontrolerze ATTINY26. Dodatkowo projekt zawiera wyświetlacz z diod LED i prostą klawiaturę.

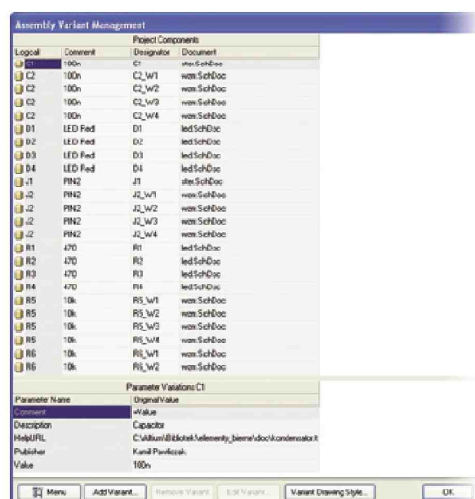
Wybieramy teraz polecenie *Project -> Assembly Variants*. Widzimy okno *Assem-*



Rysunek 141. Schemat led.SchDoc z ćwiczenia



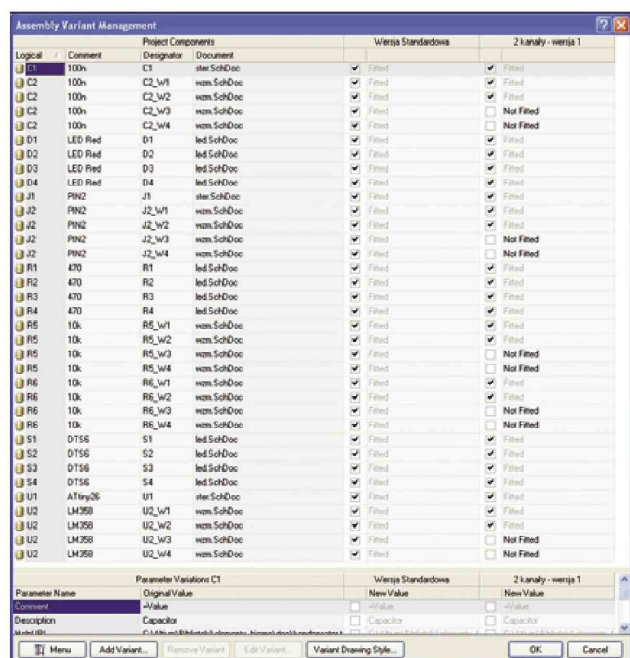
Rysunek 142. Schemat nadrzędny



Rysunek 143. Okno Assembly Variant Management



Rysunek 144. Okno Add Variant



Rysunek 145. Efekt wykonania wariantu montażowego

wych. W tym celu w oknie *Assembly Variant Management* klikamy na przycisk *Add Variant*. Pojawi się nowe okno (rysunek 144), w którym podajemy nazwę tworzonego wariantu montażowego, np. Wersja Standardowa. Następnie klikamy na OK. Widzimy teraz, że w oknie zarządzania wariantami pojawiła się kolumna o nazwie, jaką wprowadziliśmy w poprzednim kroku. W kolumnie tej przy każdym z elementów znajdują się pola wyboru, które domyślnie są zaznaczone, a obok widoczny jest także odpowiedni komunikat tekstowy. W przypadku zaznaczonego pola wyświetlany jest napis *Fitted*, co oznacza, że produkt zbudowany w oparciu o ten wariant montażowy będzie zawierał element, przy którym znajduje się taki komunikat. W przypadku naszego wariantu standardowego, który właśnie utworzyliśmy, pozostawiamy zaznaczone wszystkie pola, czyli wszystkie elementy będą montowane na płycie drukowanej. Teraz dodajmy

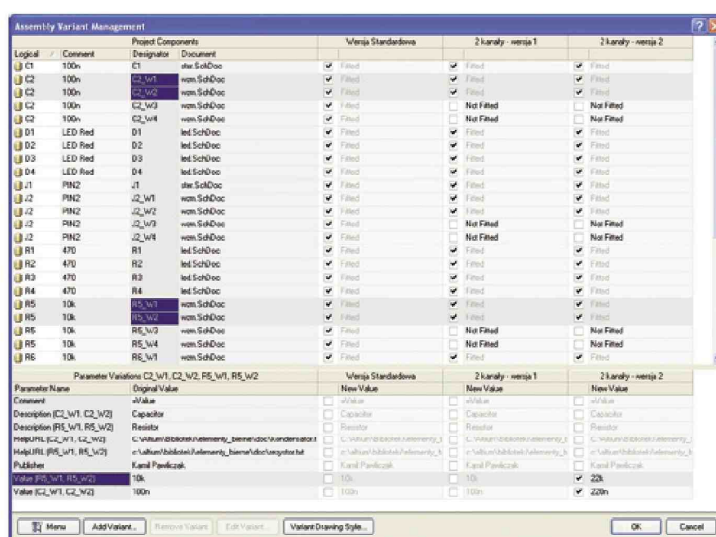
bly *Variant Management* (rysunek 143),

w którym będziemy dodawać i edytować warianty montażowe dla naszego projektu. Początkowo projekt nie zawiera zdefiniowanych wariantów, a we wspomnianym oknie wyświetlone będą wszystkie komponenty, które aktualnie istnieją w aktywnym projekcie PCB. W górnej części okna *Project Components* znajdują się informacje podzielone na cztery kolumny:

- *Logical* – logiczne oznaczenie przypisane do komponentu na arkuszu schematu,
- *Comment* – wartość pobrana z pola *Comment* właściwości komponentu, najczęściej typ komponentu lub jego wartość,
- *Designator* – fizyczne oznaczenie przypisane do komponentu, jakie będzie widoczne na płycie drukowanej,
- *Document* – źródłowy dokument schematu w projekcie, w którym znajduje się dany komponent.

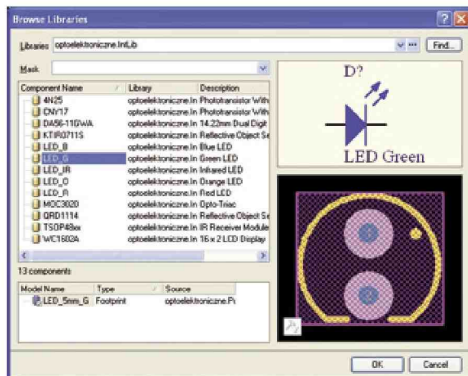
Dolna część okna *Assembly Variant Management* zatytułowana *Parameter Variations* jest przeznaczona do wyszczególnienia zmian parametrów elementów, które mają być umieszczone w poszczególnych wariantach montażowych.

Dodamy teraz do projektu kilka wariantów montażo-

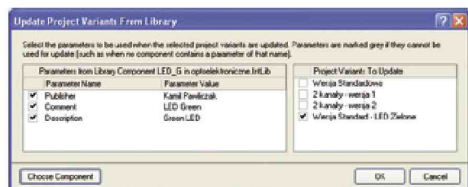


Rysunek 146. Wprowadzone zmiany

wariant o nazwie *2 kanały – wersja 1*, w którym nie będą montowane wszystkie komponenty. Na liście elementów odnajdujemy wszystkie komponenty układu wejściowego należące do kanału numer 3 i 4, czyli zawierające w polu *Designator* końcówki W3 oraz W4 i odznaczamy dla nich pola wyboru w kolumnie odpowiadającej nowo-utworzonemu wariantowi. Efekt przedstawia rysunek 145. W kolejnym wariantie montażowym oprócz pominięcia w montażu tych samych elementów jak w poprzednim wypadku, zmienimy także wartości wybranych komponentów. Jeśli tworzony jest kolejny wariant montażowy bardzo zbliżony do jednego z poprzednio zdefiniowanych, to warto skopiować ten wariant i wprowadzić jedynie niewielkie modyfikacje, zamiast konfigurować od początku kolejny wariant montażowy. W tym celu klikamy prawym klawiszem myszy na kolumnie odpowiadającej wariantowi o nazwie *2 kanały – wersja 1* i wybieramy polecenie *Copy Variant*. Następnie klikamy prawym klawiszem my-



Rysunek 147. Zaznaczenie komponentu LED_G



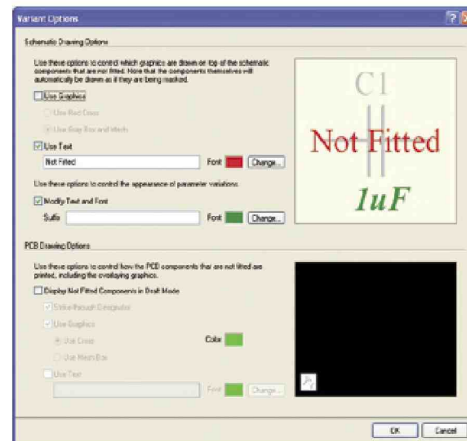
Rysunek 148. Zaznaczenie części do zmiany wraz z wariantem montażowym

szy na wolnym obszarze i wybieramy *Paste Variant*. Pojawi się identyczne okno jak w przypadku dodawania nowego wariantu montażowego, w którym podajemy nazwę: *2 kanały – wersja 2*. Teraz na liście elementów zaznaczamy komponenty o desygnatorach C2_W1, C2_W2, R5_W1, R5_W2. Aby zaznaczyć kilka elementów, klikamy na odpowiednich wierszach tabeli, jednocześnie trzymając wciśnięty klawisz Ctrl na klawiaturze. Następnie w dolnej części okna zarządzania wariantami zatytułowanej *Parameter Variations* odnajdujemy wiersze zawierające parametry określające wartości zaznaczonych elementów. W naszym przykładzie mają one nazwy *Value(R5_W1, R5_W2)* oraz *Value(C2_W1, C2_W2)*. W kolejnym kroku zaznaczamy pola wyboru znajdujące się w tych wierszach oraz w kolumnie *2 kanały – wersja 2*. Teraz możliwa jest zmiana wartości żądanych parametrów. Podajemy wartości „22k” dla rezystorów oraz „220n” dla kondensatorów. Wprowadzone zmiany przedstawia rysunek 146. Istnieje jeszcze

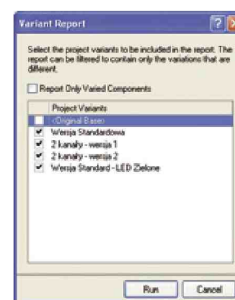
inna metoda zmiany parametrów elementów. Zrobimy kopię pierwszego wariantu o nazwie *Wersja Standardowa* i wstawimy pod nazwą *Wersja Standardowa – LED Zielone*. Teraz zaznaczamy komórki odpowiadające elementom D1–D4 w nowym wariantcie montażowym, klikamy na nich prawym klawiszem myszy i wybieramy polecenie *Update Values From Library*. Otworzy się okno *Browse Library*, w którym wybieramy odpowiednią bibliotekę elementów zawierającą diody LED, zaznaczamy na liście komponent o nazwie *LED_G* (rysunek 147) i klikamy na przycisk OK. W kolejnym oknie w lewej części zaznaczamy parametry do zaktualizowania, a w prawej części, w którym wariantcie montażowym mają być uwzględnione zmiany (rysunek 148). Rysunek 149 przedstawia wygląd okna *Assembly Variant Manager* po wprowadzeniu opisanych modyfikacji.

Możemy teraz skonfigurować graficzną reprezentację niemontowanych elementów w dokumentacji. W tym celu klikamy na przycisk *Variant Drawing Styles*. W nowym oknie możemy określić, jak będą zaznaczone na schematach oraz na płytce elementy, które w danym wariantcie montażowym nie będą montowane. Domyślnie na płycie drukowanej nie są umieszczane żadne informacje, co jest w praktyce najczęściej wykorzystywane. Na schemacie domyślnie element, którego nie należy montować, jest przekreślany czerwonym krzyżem. Możemy zmienić symbol graficzny z krzyża na zakratkowany prostokąt, zaznaczając pole *Use Gray Box and Mesh*. Oprócz graficznego symbolu możemy także umieścić na takim elemencie komunikat tekstowy, zaznaczając pole *Use Text* i wpisując odpowiedni komunikat. Przykładowe ustawienia przedstawia rysunek 150.

Na koniec realizacji tego ćwiczenia wygenerujemy szczegółowy raport na temat naszego projektu i zdefiniowanych wariantów montażowych. Wspomniany raport jest dokumentem HTML. Aby go uzyskać, klikamy na przycisk *Menu* i wybieramy *Detailed Re-*



Rysunek 150. Przykładowe ustawienia Variant Drawing Styles



Rysunek 151. Proponowane ustawienia Variant Drawing Styles

port. W kolejnym oknie zostanie wyświetlona lista wszystkich wariantów wraz z projektem bazowym. W naszym przykładzie możemy odznaczyć pole przy wariantcie *Original Base*, gdyż następny w kolejności wariant jest identyczny z wersją oryginalną projektu. Dodatkowo jeśli pole *Report Only Varied Components* pozostanie niezaznaczone, to w raporcie zostaną zawarte wszystkie komponenty z wyszczególnieniem ich stanu montażu w każdym z wariantów oraz dla każdego komponentu zostaną wyświetlone wartości jego parametrów. Jeśli zaznaczymy tę opcję, to wyświetlone zostaną jedynie te komponenty, które w jakiś sposób różnią się pomiędzy wariantami wraz z wyszczególnieniem ich stanu montażu. Dodatkowo dla każdego komponentu wyświetlone będą wyłącznie różniące się parametry. Proponuję wprowadzić ustawienia zgodnie z rysunkiem 151. Po kliknięciu na przycisk *Run* zostanie wygenerowany plik raportu. Możemy już zamknąć okna zarządzania wariantami montażowymi, klikając na przycisk OK. Na koniec zapisujemy zmiany w projekcie.

W kolejnej części kursu

W kolejnej części kursu zajmiemy się przygotowaniem podstawowej dokumentacji projektowej, także z uwzględnieniem wariantów montażowych. Następnie po opanowaniu tych umiejętności przejdziemy do bardzo ważnego tematu, jakim są reguły projektowe.

Kamil Pawliczak
kamil.pawliczak@gmail.com

Logical	Comment	Designator	Document	Wersja Standardowa	2 kanały - wersja 1	2 kanały - wersja 2	Wersja Standard - LED Zielone
C1	100n	C1	100n	✓	✓	✓	✓
C2	100n	C2_W1	100n	✓	✓	✓	✓
C2	100n	C2_W2	100n	✓	✓	✓	✓
C2	100n	C2_W3	100n	✓	✓	✓	✓
C2	100n	C2_W4	100n	✓	✓	✓	✓
D1	LED Red	D1	LED Red	✓	✓	✓	✓
D2	LED Red	D2	LED Red	✓	✓	✓	✓
D3	LED Red	D3	LED Red	✓	✓	✓	✓
D4	LED Red	D4	LED Red	✓	✓	✓	✓
J1	PN2	J1	PN2	✓	✓	✓	✓
J2	PN2	J2_W1	PN2	✓	✓	✓	✓
J2	PN2	J2_W2	PN2	✓	✓	✓	✓
J2	PN2	J2_W3	PN2	✓	✓	✓	✓
J2	PN2	J2_W4	PN2	✓	✓	✓	✓
R1	470	R1	470	✓	✓	✓	✓
R2	470	R2	470	✓	✓	✓	✓
R3	470	R3	470	✓	✓	✓	✓
R4	470	R4	470	✓	✓	✓	✓
R5	10k	R5_W1	10k	✓	✓	✓	✓
R5	10k	R5_W2	10k	✓	✓	✓	✓
R5	10k	R5_W3	10k	✓	✓	✓	✓
R5	10k	R5_W4	10k	✓	✓	✓	✓
R6	10k	R6	10k	✓	✓	✓	✓

Rysunek 149. Wygląd okna *Assembly Variant Manager* po wprowadzeniu modyfikacji

LPC177x/8x

Wposażenie i kompatybilność

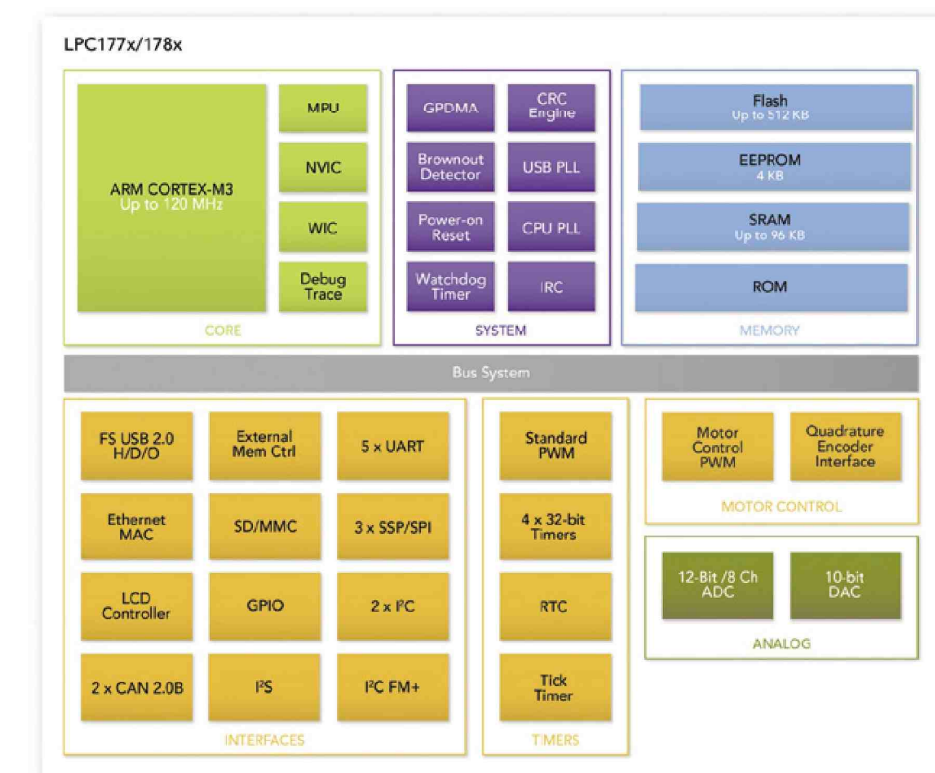


Nowe podrodziny mikrokontrolerów LPC17xx, które prezentujemy w artykule, są doskonałym uzupełnieniem dotychczasowej oferty produkcyjnej firmy NXP: udostępniają konstruktorom szybkość, możliwości i wyposażenie charakterystyczne dla rodziny LPC1700, zapewniając jednocześnie możliwość łatwej migracji projektów, w których stosowano starsze mikrokontrolery LPC238x, LPC245x, LPC246x oraz LPC247x.

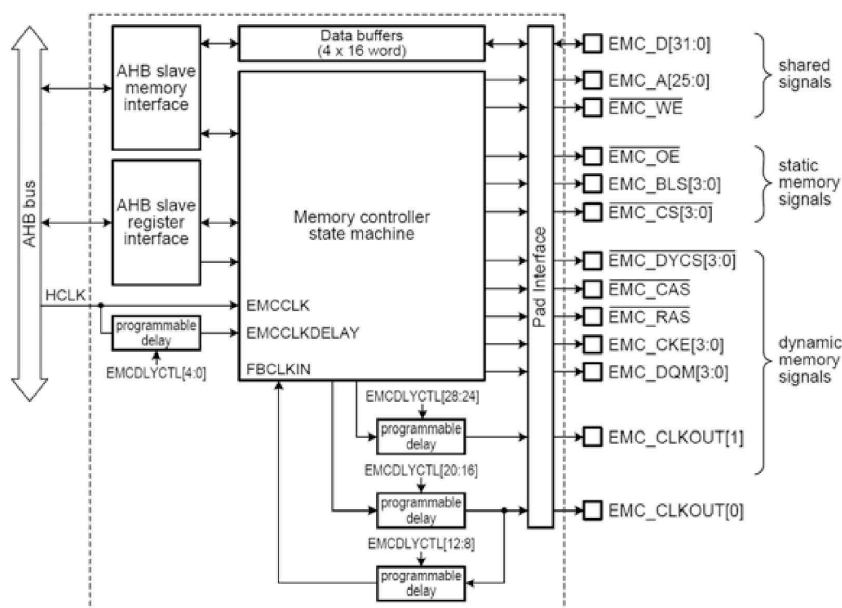


Dodatkowe materiały na CD/FTP:
ftp://ep.com.pl, user: 10925, pass: 87thc181

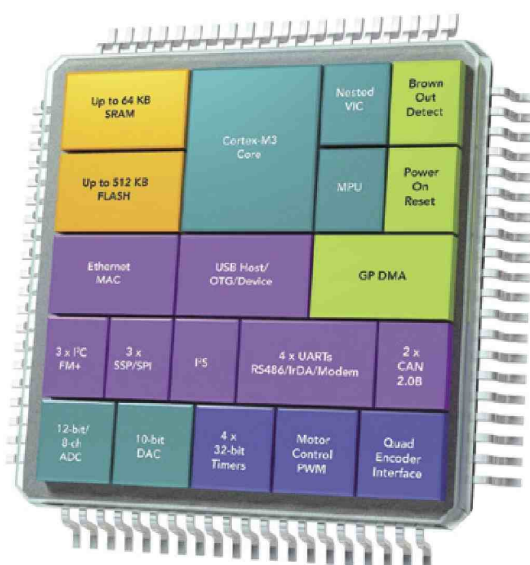
Nowe w ofercie NXP mikrokontrolery LPC177x oraz LPC178x wyposażono w rdzeń Cortex-M3 taktowany sygnałem zegarowym o częstotliwości do 120 MHz (niektóre źródła podają, że będzie ona wynosić 100 MHz, dokładne dane nie są znane w chwili pisanie artykułu), wewnętrzną pamięć Flash o pojemności do 512 kB, EEPROM do 4 kB i SRAM o pojemności do 96 kB. Zastosowana w nich jednostka centralna należy do drugiej generacji Cortex-M3 (rev 2), w jej skład wchodzi m.in. kontroler MPU (*Memory Protection Unit*) z możliwością podziału pamięci na 8 obszarów chronionych niezależnie oraz kontroler WIC (*Wake-up Interrupt Controller*) współpracujący ze standardowym kontrolerem przerw NVIC. Bloki te nie są dostępne w mikrokontrolerach oferowanych przez głównych rynkowych konkurentów, zastosowano w nich bowiem rdzenie Cortex-M3 pierwszej generacji. Schemat blokowy prezentowanych mikrokontrolerów pokazano na rysunku 1.

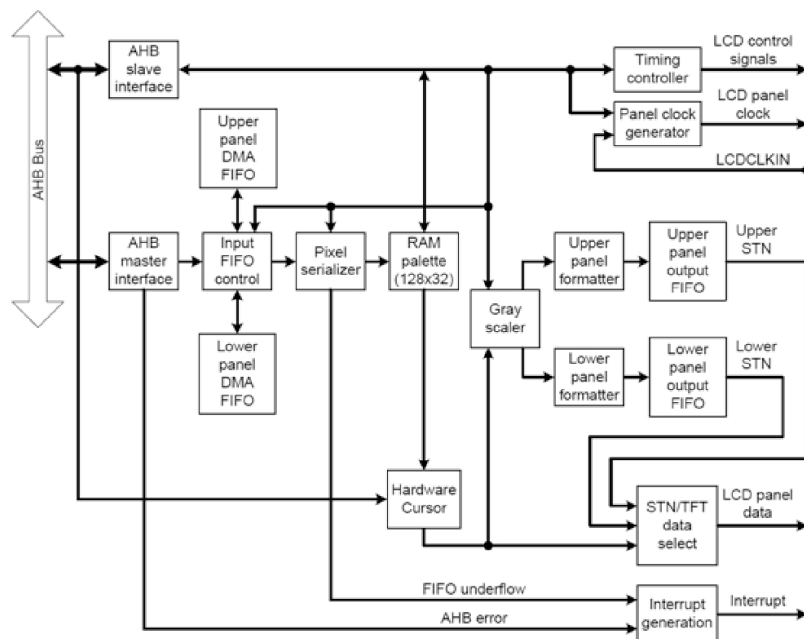


Rysunek 1. Schemat blokowy mikrokontrolerów LPC177x/LPC178x



Rysunek 2. Schemat blokowy kontrolera pamięci zewnętrznych EMC





Rysunek 3. Budowa sprzętowego kontrolera LCD (wbudowany w mikrokontrolery LPC178x)

Tabela 1. Zestawienie podstawowych cech i wyposażenia mikrokontrolerów LPC177x i LPC178x

Typ	Flash [kB]	SRAM [kB]	GPIO	Interfejsy USB	USB device	USB host	USB OTG	CAN	UART	Ethernet
LPC177x – kompatybilne pinowo z LPC238x, LPC245x, LPC246x										
LPC1774FBD144	128	40	109	1	1	0	0	2	4	–
LPC1774FBD208	128	40	165	1	1	0	0	2	5	–
LPC1776FBD208	256	80	165	1	1	1	1	2	5	+
LPC1776FET180	256	80	141	1	1	1	1	2	5	+
LPC1777FBD208	512	96	165	1	1	1	1	2	5	–
LPC1778FBD144	512	96	109	1	1	1	1	2	5	–
LPC1778FBD208	512	96	165	1	1	1	1	2	5	+
LPC1778FET180	512	96	141	1	1	1	1	2	5	+
LPC1778FET208	512	96	165	1	1	1	1	2	5	+
LPC178x – kompatybilne pinowo z LPC247x										
LPC1785FBD208	256	80	165	1	1	1	1	2	5	–
LPC1786FBD208	256	80	165	1	1	1	1	2	5	+
LPC1787FBD208	512	96	165	1	1	1	1	2	5	–
LPC1788FBD144	512	96	109	1	1	1	1	2	5	+
LPC1788FBD208	512	96	165	1	1	1	1	2	5	+
LPC1788FET180	512	96	141	1	1	1	1	2	5	+
LPC1788FET208	512	96	165	1	1	1	1	2	5	+

W tabeli 1 znajduje się zestawienie podstawowych cech i wyposażenia mikrokontrolerów LPC177x i LPC178x, przy czym w celu zwiększenia jego czytelności pominięto większość parametrów wspólnych dla nowych układów oraz znanych z wcześniejszych wersji LPC1700.

Interesującymi nowościami wprowadzonymi do wyposażenia podrodzin LPC177x i LPC178x są:

- kontroler pamięci zewnętrznych (rysunek 2) umożliwiający dołączenie do mikrokontrolera zewnętrznej pamięci SDRAM, Flash lub SRAM o pojemności do 64 MB o szerokości magistrali danych 8/16/32 bity w różnych konfiguracjach, zależnie od typu mikrokontrolera,
- pamięć EEPROM o pojemności 4 kB, dostęp do zawartości której jest możliwy wyłącznie za pośrednictwem CPU

w sposób uniemożliwiający uruchamianie z niej programów i trwałości co najmniej 100000 cykli kasowanie/programowanie (z podziałem na 64 niezależne strony),

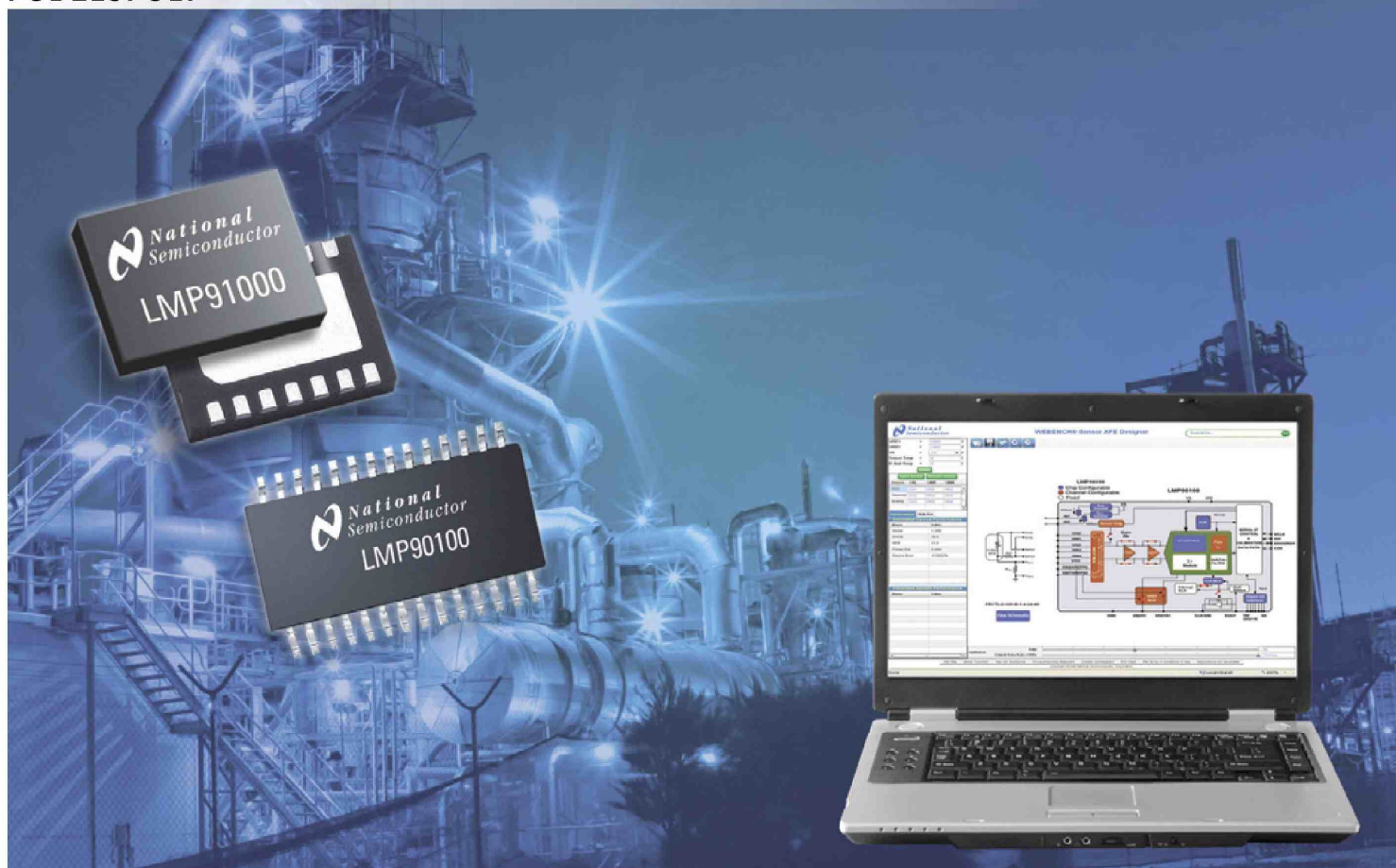
- kontroler LCD (obsługujący wyświetlacze monochromatyczne i kolorowe STN i TFT, wyłącznie w LPC178x – rysunek 3) umożliwiający wyświetlanie obrazów o wymiarach od 320×200 pikseli do 1024×768 pikseli,
- sprzętowy interfejs kart SD (MCI – Multimedia Card Interface), który obsługuje karty SD w trybie danych od 1 do 4 bitów.

Standardowym wyposażeniem wszystkich mikrokontrolerów LPC177x/LPC1778x zapowiadanych przez producenta są interfejsy cyfrowego audio I²S, 6-kanalowe generatory PWM ze sterownikami zoptymalizowanymi do generacji przebiegów zasilających uzwojenia wielofazowych silników, interfejsy QEI (Quadrature Encoder Interface) oraz typowa mikrokontrolerowa „drobnica” w postaci szerokiej gamy i dużej liczby interfejsów komunikacyjnych (w tym I²C działający w trybie Fm+ – do 1 MHz), przetworników A/C i C/A, a także sprzętowego generatora CRC (przydatny m.in. podczas transferu danych do i z kart SD), który obsługuje trzy popularne wielomiany zabezpieczające: CRC-CCITT, CRC-16 i CRC-32. Większość prezentowanych mikrokontrolerów wyposażono także w ethernetowy MAC, komunikujący się z zewnętrznym układem PHY za pomocą interfejsu RMII lub MII.

Poza doskonałym wyposażeniem, mikrokontrolery LPC177x i LPC178x charakteryzują się dodatkowym atutem: są fizycznie wymienne z mikrokontrolerami starszej generacji z rodziny LPC2000. Mikrokontrolery LPC177x mogą być stosowane w miejsce mikrokontrolerów LPC238x, LPC245x/6x montowanych w takich samych obudowach. Mikrokontrolery LPC178x mogą równie wygodnie zastąpić układy z serii LPC247x. W ten sposób firma NXP przygotowała dla swoich wiernych konstruktorów „spadochron bezpieczeństwa”, pozwalający szybko, bezpiecznie i bez konieczności ponoszenia wielkich nakładów uwolnić wcześniejsze opracowania. Kolejny dowód na to, że Córteksy górą!

Tomasz Starak

<http://sklep.avt.pl>



AFE: sposób na sensory

Jednym z trudniejszych zadań w projektowaniu układów pomiarowych są analogowe obwody wejściowe, odpowiadające za „kondycjonowanie” sygnałów z czujników pomiarowych. Szczególnie trudne jest zbudowanie toru wejściowego potrafiącego współpracować z wieloma typami czujników jednocześnie, dzięki czemu można jednocześnie mierzyć wiele parametrów fizycznych monitorowanego procesu.

Nowoczesne rozwiązanie tego problemu zaproponowała firma National Semiconductor, wprowadzając do produkcji konfigurowalne układy analogowe AFE (*Analog Front End*) oraz oprogramowanie narzędziowe umożliwiające ich dostosowanie do wymogów aplikacji. Pomysł, który prezentujemy w artykule, jest dość nowy (ostatnie miesiące 2010 roku), dlatego w ofercie producenta znajdują się dwa układy scalone należące do rodziny AFE, ale ich budowa i wynikające z niej możliwości spełniają większość spodziewanych wymogów.

LMP90100: uniwersalny układ wejściowy

Układ LMP90100 pojawił się na rynku jako pierwszy w rodzinie AFE, jego budowę pokazano na **rysunku 1**. Jednym z najważniejszych bloków wewnętrznych tego układu jest 24-bitowy przetwornik A/C (sigma-delta) o częstotliwości próbkowania

programowanej w zakresie od 1,7 do niemal 215 próbek na sekundę. Przetwornik wyposażono w system autokalibracji oraz filtr służący do minimalizowania wpływu zakłóceń sieciowych (50 lub 60 Hz) na wyniki pomiarów.

Sygnał podawany na wejście przetwornika A/C może być wzmacniany za pomocą dwustopniowego wzmacniacza o programowanym wzmocnieniu (od 1 do 128 V/V), przy czym wzmacniacz oraz bufor wejściowy mogą pracować w konfiguracji różnicowej lub symetrycznej, w zależności od rodzaju sensora dołączonego do wejść układu. W torze wejściowym producent zastosował 8-kanalowy multiplekser analogowy, który umożliwia wykonywanie pomiarów w 4 kanałach różnicowych lub 7 asymetrycznych.

W przypadku wykorzystywania czujników zasilanych prądowo (np. mostków), konstruktorzy urządzeń pomiarowych bazujących na układzie LMP90100 mają

Dodatkowe informacje...

...są dostępne pod adresem:
www.national.com/sensor_afe

uproszczone zadanie, bowiem wyposażono go w dwa programowane źródła prądowe o wydajności do 1 mA. Dzięki wyposażeniu torów wejściowych w analogowy system diagnostyczny prezentowany układ może samodzielnie wykryć fakt zwarcia wyprowadzeń czujnika lub przerwę w jego obwodzie, co minimalizuje ryzyko wykonania błędnych pomiarów. System ochrony jakości pomiarów wprowadzono także „po stronie” cyfrowej: dane przesyłane z układu LMP90100 za pomocą interfejsu SPI do mikrokontrolera są zabezpieczane sumą kontrolną CRC, co ogranicza ryzyko powstania błędnych odczytów.

Duża liczba kanałów wejściowych pozwala dołączać do układu LMP90100 kilka czujników jednocześnie, dzięki czemu pojedynczy układ AFE spełnia zadanie kompletnego interfejsu mierzącego np. temperaturę, wilgotność i ciśnienie. Żeby ułatwić odczyt danych z kilku czujników, konstruktorzy układu wyposażyli go w programowany sekwencer odczytu, który może pracować w kilku trybach, poczynawszy od zewnętrznego wyzwania, aż po samoczynne odczyty kanałów w ustalonej kolejności.

http://avt.pl

Prezentowany układ wyposażono także w 7-bitowy, cyfrowy port I/O (dostępny poprzez SPI), który można wykorzystać do sterowania LED, przekaźników lub kluczy ustalających zakres w dzielniku wejściowym lub w dowolny inny, wygodny w aplikacji sposób. Port cyfrowy można wykorzystać także do odczytu stanu styków klawiatury lub monitorowania dowolnych stanów cyfrowych.

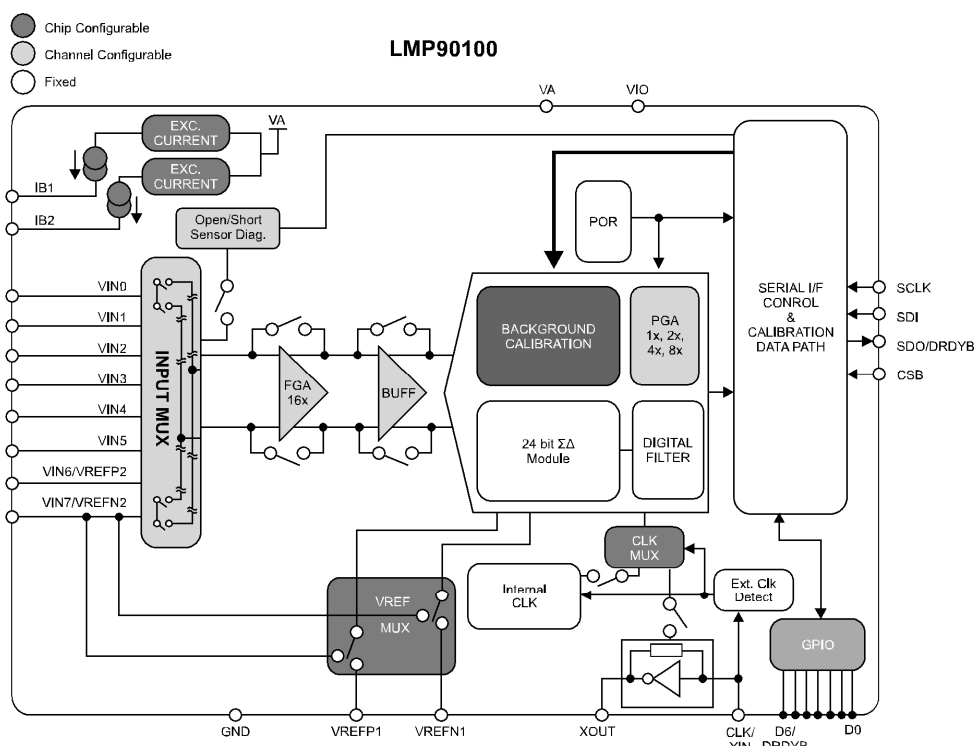
Pomimo niewielkiego poboru mocy, układ LMP90100 wyposażono w system oszczędzania energii, który pozwala go programowo deaktywować (dostępne są tryby: *stand-by* oraz *power-down*).

Prostotę aplikacyjną prezentowanego układu dopełnia fakt dostarczania go w łatwej do montażu obudowie SOIC28, przystosowanej do pracy w zakresie temperatur od -40 do $+105^{\circ}\text{C}$.

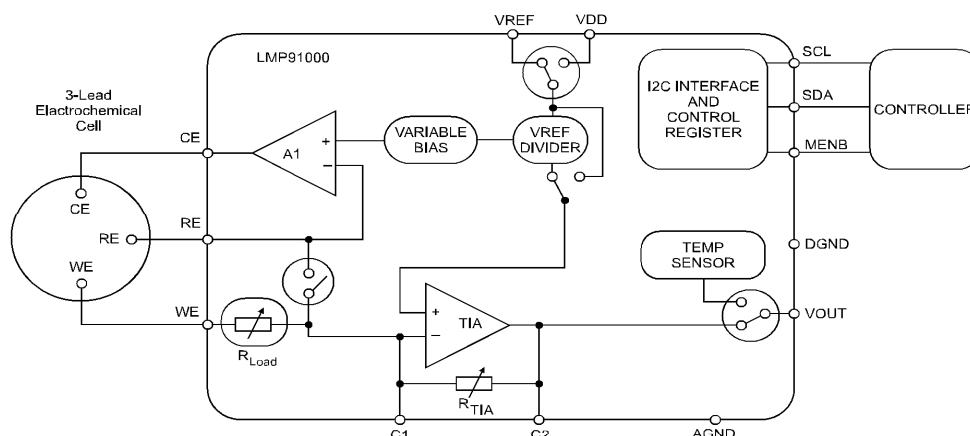
LMP91000: AFE dla chemików

Zupełnie inaczej jest zbudowany drugi z układów z serii AFE – LMP91000 (schemat blokowy pokazano na **rysunku 2**) – przeznaczony do współpracy z sensorami czynników chemicznych, przede wszystkim gazów. Zadaniem tego układu jest wytworzenie analogowego napięcia, proporcjonalnego (w zadanej przez użytkownika skali) do prądu płynącego przez 2- lub 3-przewodowy czujnik dołączony do jego wejścia. Układ wyposażono także w analogowy czujnik temperatury, którego wyjście może być dołączane do wyjścia pomiarowego przemiennie z wyjściem wzmacniacza TIA (*TransImpedance Amplifier*), który odgrywa rolę konwertera prąd-napięcie.

Prezentowany układ wyposażono w interfejs I²C, ale służy on wyłącznie do konfiguracji wzmacniacza TIA, który jest jego mózgiem. Wykorzystanie jego możliwości w systemie cyfrowym wymaga zastosowania zewnętrznego przetwornika A/C.



Rys. 1. Schemat blokowy układu LMP90100 z zaznaczonymi blokami konfigurowalnymi



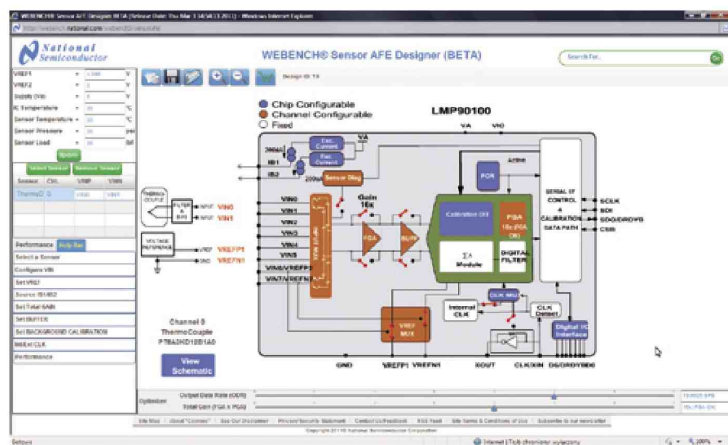
Rys. 2. Schemat blokowy układu LMP91000

Układy LMP91000 są oferowane pracować w zakresie temperatur od -40 do $+85^{\circ}\text{C}$. w 14-pinowych obudowach QFN, mogą

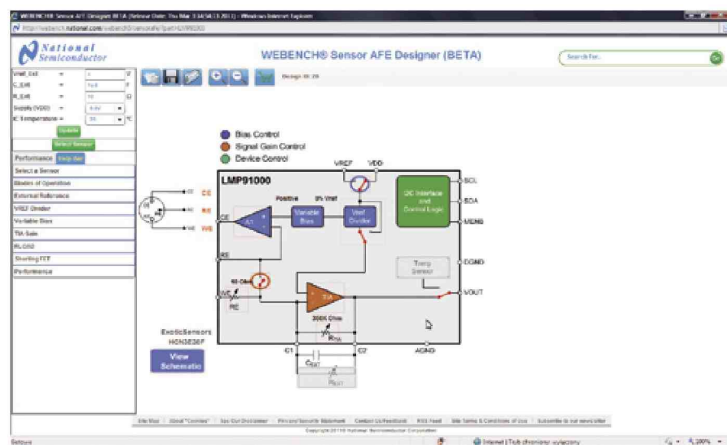
REKLAMA

www.automatykaonline.pl

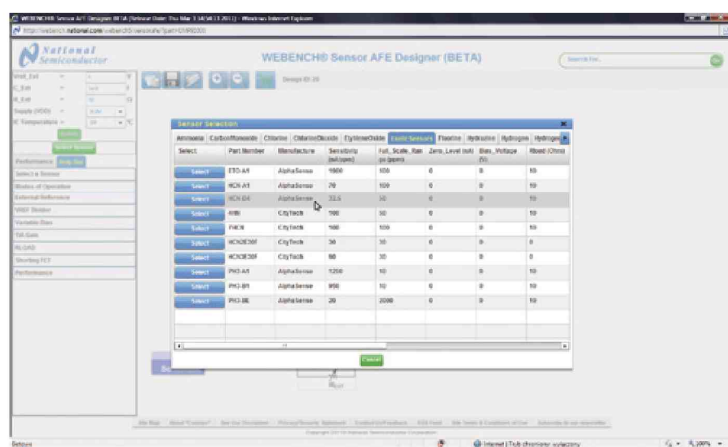
POMAGAMY WYNALEZCOM!



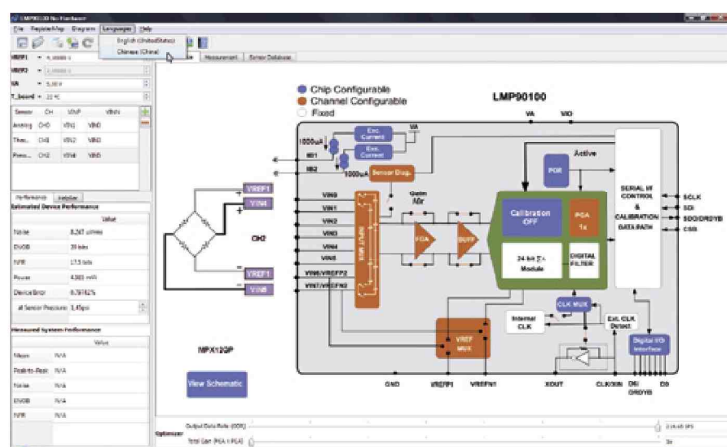
Rys. 3. Okno internetowej aplikacji Webench służącej do konfiguracji układu LMP90100



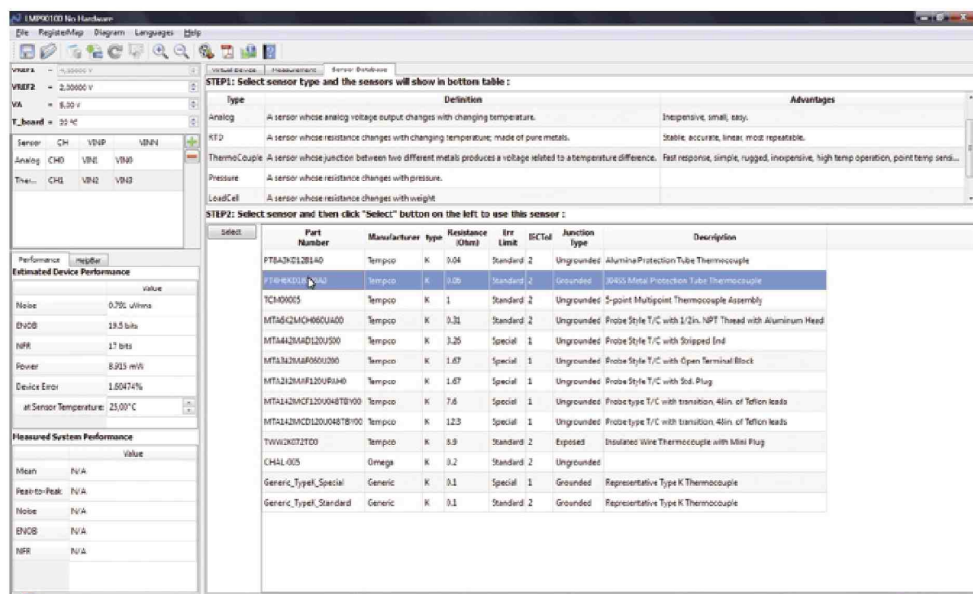
Rys. 4. Okno internetowej aplikacji Webench służącej do konfiguracji układu LMP90100



Rys. 5. Przykładowe okno wyboru czujnika współpracującego z układem LMP90100



Rys. 6. Okno stacjonarnego programu do konfiguracji układów LMP90100



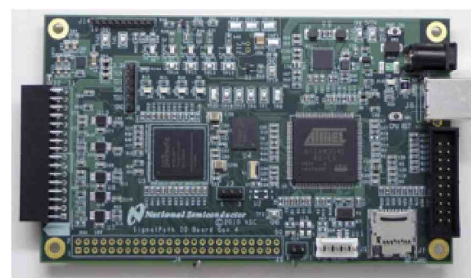
Rys. 7. Biblioteka predefiniowanych czujników współpracujących z układem LMP90100 jest poważnym atutem stacjonarnej wersji programu

Dla ułatwienia konfiguracji układów...

...producent przygotował na swojej stronie internetowej interaktywne programy narzędziowe, które umożliwiają wygodne skonfigurowanie torów pomiarowych i ich charakterystyk. Dla prezentowanych układów dostępne są niezależne aplikacje (rysunek 3 i 4), z których korzystanie jest bezpłatne, wymaga jedynie rejestracji. Oby-

dwa programy wyposażono w biblioteki sensorów o predefiniowanych parametrach (bazujące na ofertach czołowych producentów – rysunek 5), co znacznie ułatwia szybkie przygotowanie pliku konfiguracyjnego dla układu AFE.

Dla konstruktorów stroniących od zdalnych aplikacji narzędziowych firma National Semiconductor przygotowała wersję programu dla Windows (do pobrania), przy-



Fot. 8. Wygląd interfejsu SPIO-4

czym w chwili pisania artykułu była dostępna wyłącznie wersja obsługująca układ LMP90100 (rysunek 6). Prezentowany program także wyposażono w bibliotekę przykładowych czujników (rysunek 7), a wynikiem jego pracy jest plik CSV zawierający dane konfiguracyjne przeznaczone do wpisania do rejestrów układu LMP90100.

Stacjonarna wersja programu konfiguracyjnego jest przystosowana ponadto do bezpośredniej obsługi układów AFE, co wymaga zakupu specjalnego interfejsu oferowanego przez National Semiconductor – płytki o nazwie SPIO-4 (fotografia 8). Bogate wyposażenie sprzętowe tego interfejsu (poza mikrokontrolerem z rodziny SAM3U Atmela znajduje się na niej także FPGA z rodziny Spartan 6 firmy Xilinx) pozwala sądzić, że National Semiconductor ma bogate plany rozwojowe w stosunku do rodziny AFE.

Piotr Zbysiński, EP



i.MX28

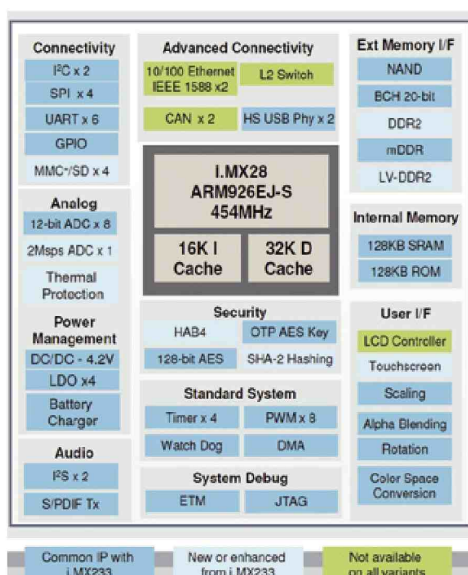
Nowa skala integracji: ARM926 + DC/DC w jednej obudowie

Rdzenie Cortex dominują wśród nowych mikrokontrolerów (Cortex-Mx) oraz zaawansowanych mikroprocesorów dla aplikacji multimedialnych (Cortex-Ax), zostawiając sporą lukę dla mikroprocesorów z rdzeniami starszych generacji, których wydajność z nadmiarem wystarcza do realizacji większości zadań stawianych komputerom przemysłowym. Tą właśnie drogą poszła firma Freescale, wprowadzając na rynek mikroprocesory z serii i.MX28, których szybkim „sercem” są rdzenie ARM926EJ-S.

Dodatkowe informacje
o mikroprocesorach i.MX28 można znaleźć
pod adresem: www.freescale.com/imx28

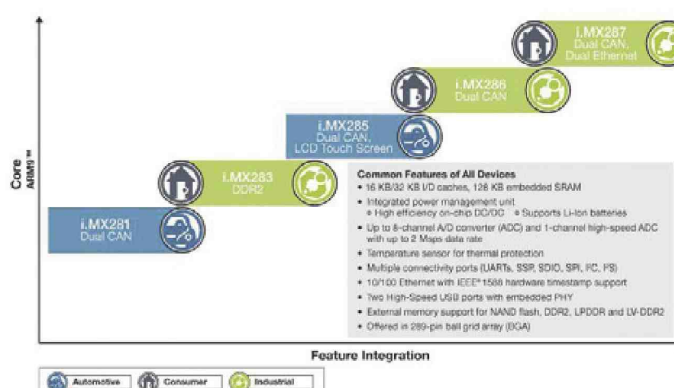
rysunku 1. Rysunek ten dotyczy wszystkich układów z tej serii, która składa się z pięciu podrodzin przeznaczonych do stosowania w różnych aplikacjach, co widać na **rysunku 2.**

Standardowym wyposażeniem wszystkich układów z tej rodziny są 12-bitowe przetworniki A/C (w tym także o maksymalnej częstotliwości próbkowania 2 MHz), szeroka gama interfejsów komunikacyjnych (łącznie z I²S i SDIO), MAC ethernetowy 10/100 z obsługą protokołu IEEE1588 i interfejsem RMII,

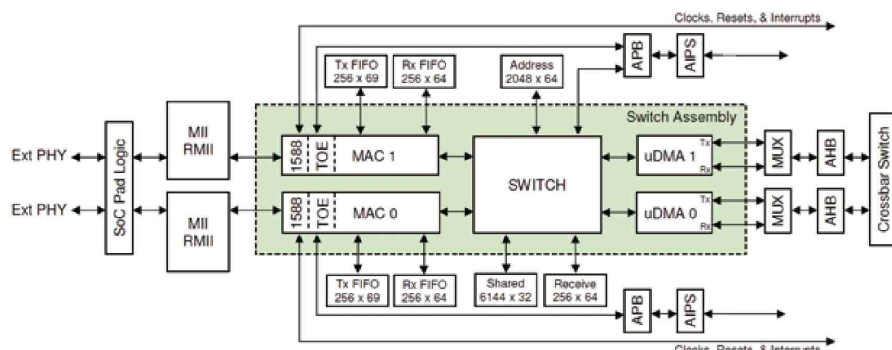


Rys. 1. Schemat blokowy mikroprocesorów i.MX28

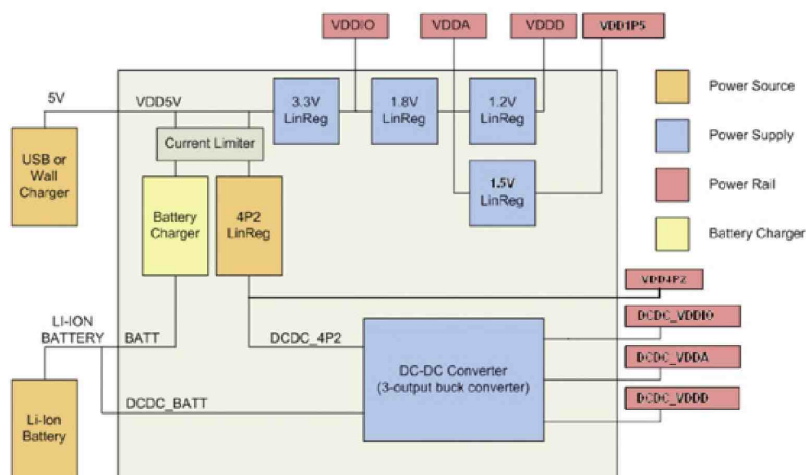
Mikroprocesory z serii i.MX28 wyposażono w rdzenie ARM926EJ-S (z dwupoziomą pamięcią cache 32/16 kB, architektura ARMv5TEJ) taktowane z maksymalną częstotliwością do 454 MHz. Schemat blokowy mikroprocesorów i.MX28 pokazano na



Rys. 2. Podrodziny mikroprocesorów i.MX28



Rys. 3. Budowa interfejsu sieciowego w podrodzinie i.MX287 (zintegrowano w nim m.in. switch L2)



Rys. 4. Schemat blokowy toru zasilającego zastosowanego w mikroprocesorach i.MX28

Projektuj z Freescale

Czytelników zainteresowanych nowościami z oferty Freescale zachęcamy do wzięcia udziału w seminarium „Projektuj z Freescale”, które odbędzie się w Warszawie 7.06.2011 w hotelu Hyatt Regency. Szczegóły są dostępne pod adresem <https://getregisterednow.com/Training/Register/Register.asp?e=MarketSolutionsPoland2011>

wbudowany kontroler pamięci NAND Flash, DDR2, LPDDR i LV-DDR2 (wszystkie DRAM z taktowaniem do 200 MHz), dwa interfejsy USB-HS (oczywiście OTG) z PHY, a także czujnik temperatury, służący do monitorowania temperatury struktury mikroprocesora. Standardowym wyposażeniem prezentowanych mikroprocesorów są także: blok kryptograficzny AES128, generator skrótów SHA-2 (256/224 bity), 12-bitowy przetwornik A/C do touch-paneli rezystancyjnych (4- i 5-przewodowych, do 50 kΩ) i zaawansowany kontroler LCD (za wyjątkiem i.MX281), wbudowany system zarządzania zasilaniem zintegrowany z przetwornicą DC/DC, interfejsy CAN i nadajnik S/PDIF (za wyjątkiem i.MX283). Mikroprocesor i.MX287 – w prezentowanej rodzinie najlepiej wyposażony – ma w swojej strukturze sprzętowy przełącznik L2, który pozwala jego interfejsowi sieciowemu na automatyczną retransmisję

Tabela 1. Wybrane cechy mikroprocesorów i.MX firmy Freescale

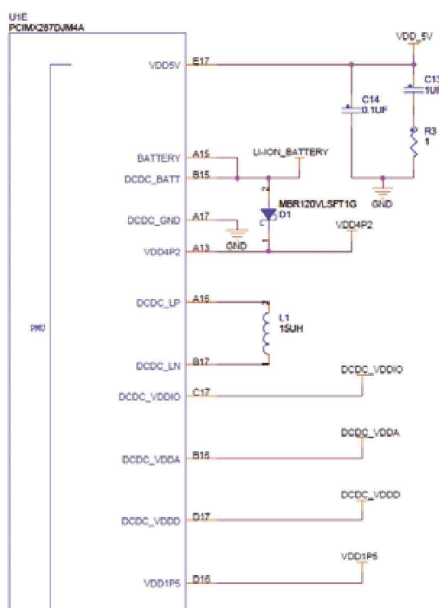
Cecha	i.MX233	i.MX25	i.MX27	i.MX28	i.MX31	i.MX35	i.MX51	i.MX53
Rdzeń	ARM926EJ-S	ARM926EJ-S	ARM926EJ-S	ARM926EJ-S	ARM1136JF-S	ARM1136JF-S	Cortex-A8	Cortex-A8
Częstotliwość taktowania [MHz]	454	400	400	454	532	532	800	1000
Typy zewnętrznych pamięci	DDR, LPDDR, NOR, SLC/MLC, NAND	LPDDR, DDR2, SDRAM, LPSDR, NOR, SLC/MLC	LPDDR, SDRAM, PSRAM, NOR, SLC/MLC	LPDDR, DDR2, LV-DDR2, HOR, SLC/MLC	LPDDR, SDRAM, PSRAM, NOR, SLC/MLC, NAND	LPDDR, DDR2, SDRAM, LPSDR, NOR, SLC/MLC, NAND	LPDDR, DDR2, SDRAM, LPSDR, NOR, SLC/MLC, NAND	LP-DDR2, , DDR2, DDR3, LPSDR, NOR, SLC/MLC, NAND
Kontroler touch-panela	+	+	-	+	-	-	-	-
Koprocesor wideo	-	-	D1VE	-	VGA	-	D1 VE, HD720p	HD710p, HD1080p
Koprocesor 2D/3d	-	-	-	-	OpenGL ES	Open VG	OpenGL I Open VG	OpenGL ES 2.0 I Open VG
Interfejs CCD	-	1	1	-	1	1	2	2
USART	3	5	6	6	5	3	3	5
SPI/I ² C	2/1	3/3	3/2	4/2	3/3	2/3	3/3	3/3
USB PHY	1	2	-	2	-	2	1	2
Interfejs USB	HS host, HS device	HS OTG, HS host	HS OTG, HS host, FS host	HS host, HS device	HS OTG, HS host, FS host	HS OTG, HS host	HS OTG, HS host, FS host	HS OTG, HS host, FS host
System zasilania	Wbudowany	Zewnętrzny	Zewnętrzny	Wbudowany	Zewnętrzny	Zewnętrzny	Zewnętrzny	Zewnętrzny
Ethernet	-	10/100	10/100	2×10/100 + L2	-	10/100	10/100	10/100
Interfejs HDD	-	PATA	PATA	-	PATA	PATA	PATA	PATA, SATA
Audio analogowe	+	-	-	-	-	-	-	-
Audio cyfrowe	SSI/I ² S	SSI/I ² S, ESAI	SSI/I ² S	SSI/I ² S	SSI/I ² S	SSI/I ² S, ESAI	SSI/I ² S	SSI/I ² S, ESAI
Interfejs Memory Stick	-	-	+	-	+	+	-	-
Interfejs SIM	-	+	-	-	+	-	+	-
ADC	6 ch	3 ch	-	8 ch	-	-	-	-
PWM	5 ch	4 ch	1 ch	8 ch	1 ch	1 ch	2 ch	2 ch
Can	2	-	2	-	2	-	2	-

W Internecie znajduje się co najmniej kilka portali dla fanów mikroprocesorów i.MX, gdzie mogą oni znaleźć nie tylko wsparcie techniczne, ale także wiele przydatnych informacji praktycznych. Jedną z takich internetowych wspólnot można znaleźć pod adresem <http://www.imxcommunity.org>

„obcych” pakietów (interfejs sieciowy mikroprocesora działa jak inteligentny *switch*). Budowę interfejsu Ethernet w mikroprocesorach i.MX28 pokazano na **rysunku 3**.

Wyposażenie peryferyjne prezentowanych mikroprocesorów jest pozornie zbliżone do spotykanego w mikrokontrolerach, ale praktycznie każdy zintegrowany moduł oferuje konstruktorom wiele możliwości rzadko spotykanych lub w ogóle nieodstępnych w popularnych mikrokontrolerach, jak na przykład: system automatycznej korekcji błędów odczytu pamięci DRAM, sprzętowy interfejs enkoderów, sprzętowe wsparcie dla DRM, zintegrowana ładowarka akumulatorów LiION czy możliwość pracy interfejsów CAN w trybie FlexCAN, który jest „CAN-owym” odpowiednikiem samochodowego interfejsu czasu rzeczywistego FlexRay.

Niebagatelny atutem tych układów jest zintegrowanie w strukturze kompletnego systemu zasilania (**rysunek 4**), w tym 3-kanalowej przetwornicy DC/DC oraz łado-



Rys. 5. Schemat aplikacyjny wewnętrznych stabilizatorów mikroprocesora z rodziny i.MX28 (dławik L1 jest elementem przetwornicy DC/DC)

warki akumulatorów Li-ION. Pozwala to zasilać mikroprocesor bezpośrednio z USB lub innego źródła o napięciu wyjściowym 5 V_{DC}, bez konieczności stosowania zewnętrznych stabilizatorów wytwarzających napięcia do zasilania rdzenia, wewnętrznych pamięci, toru analogowego i portów GPIO. Dzięki za-

stosowanemu rozwiązaniu nie jest także konieczny sekwencer napięć zasilających.

Fragment schematu elektrycznego pokazującego aplikację wewnętrznych stabilizatorów mikroprocesora z serii i.MX28 pokazano na **rysunku 5**.

W rodzinie i.MX28 jest dostępnych 5 wariantów mikroprocesorów, wszystkie są dostarczane w obudowach BGA289 z wyprowadzeniami w rastrze 0,8 mm. Zakres dopuszczalnych temperatur pracy – w zależności od modelu – wynosi 0...+70°C lub -40...+85°C.

Z myślą o ułatwieniu pracy konstruktorom systemów z procesorami i.MX28, firma Freescale udostępnia bezpłatnie pakiety BSP oraz prekompilowane wersje Linuksa oraz Windows CE 6.0, dzięki czemu twórcy systemów bazujących na tych układach mogą się zająć rozwiązywaniem problemów konstrukcyjnych i aplikacyjnych: platformę systemową otrzymując gotową.

Mikroprocesory prezentowane w artykule są jedną z wielu rodzin i.MX w ofercie firmy Freescale. W **tabeli 1** zestawiono podstawowe cechy pozostałych rodzin mikroprocesorów dostępnych w sprzedaży w maju 2011.

Piotr Zbysiński, EP
piotr.zbysinski@ep.com.pl

REKLAMA



kompleksowe rozwiązania dla elektroniki

klawiatury •
idealnie dopasowane

technologie •
dodatkowa funkcjonalność

obudowy •
katalogowe, indywidualne





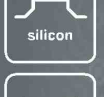




www.lcel.com.pl

LC Elektronik ul. Pułkowa 58, 01-969 Warszawa
tel. (22) 569 53 00 fax (22) 569 53 10 e-mail: lcel@lcel.com.pl









NOWOŚĆ



KONTROLKI LED



Seria LCS -20/U
Przemysłowe kontrolki LED

Kontrolki uniwersalne na napięcie 24+230V AC lub DC. Zastosowane diody LED firmy Kingbright zapewniają wysoką jasność i żywotność.

MODEL	Napięcie	Kolor
LCS-20/U-R	24+230VAC/DC	Czerwony
LCS-20/U-G	24+230VAC/DC	Zielony
LCS-20/U-Y	24+230VAC/DC	Żółty

Przedsiębiorstwo Produkcyjno-Usługowo-Handlowe
"ELPLAST" Spółka z o.o.
ul. Armii Krajowej 9, 58-100 Świdnica
tel. 74 853 34 72 tel. / fax 74 852 38 20, e-mail: info@elplast.pl
www.elplast.pl

Technologia GSM w elektronice (12)

Tryby oszczędzania energii



Dodatkowe materiały na CD/FTP:

ftp://ep.com.pl, user: 10925, pass: 87thc181
• poprzednie części kursu

W tym artykule opiszemy tryby pracy, które są dostępne w programowalnych modułach Sierra Wireless™ AirPrime Q26 oraz korzyści wynikające z ich zastosowania.

Różnorodność potencjalnych zastosowań, w których mogą być wykorzystane programowalne urządzenia Sierra Wireless, jest dość szeroka. Aby sprostać wymaganiom, jakie stawia się współczesnym układom programowalnym, szczególnie dotyczącemu optymalizacji zużycia energii, w programowalnych modułach Sierry Wireless mamy do dyspozycji kilka różnych trybów pracy. Każdy z nich cechuje się inną charakterystyką pracy, dostępnością interfejsów peryferyjnych oraz oczywiście poborem prądu.

ACTIVE mode

Podstawowym trybem pracy modułu jest tryb ACTIVE mode. W tym trybie wszystkie funkcje modułu są aktywne. Istnieją dwa warianty tego trybu: z włączonym i wyłączonym stosem GSM. Stos GSM to jeden z procesów w systemie operacyjnym modułu. Odpowiedzialny jest za obsługę części radiowej oraz za współpracę z siecią GSM. Wyłączenie stosu GSM pozwala na oszczędność energii, jednak wszystkie serwisy Open AT oraz komendy AT powiązane z obsługą sieci i obsługą SIM nie będą działały.

Aby wyłączyć stos GSM, należy wydać komendę AT+CFUN=0. Po tej komendzie nastąpi reset, moduł uruchomi się bez obsługi stosu GSM.

Aby ponownie włączyć stos GSM, wydajemy komendę AT+CFUN=1,1 (reset modułu) lub AT+CFUN=1,0

W trybie ACTIVE MODE procesor modułu jest taktowany domyślnie z prędkością 26 MHz, a jak pisaliśmy w jednym z wcześniejszych odcinków naszego cyklu, maksymalna prędkość taktowania procesora wynosi 104 MHz. Na **listingu 1** przedstawiamy, w jaki sposób kontrolować prędkość taktowania modułu.

Przytoczony przykład tworzy dwie komendy AT, których zadaniem jest przełączenie prędkości taktowania zgodnie ze swoją nazwą, a następnie wywołanie prostej pętli

opóźniającej. Po jej wykonaniu wyświetlany jest komunikat OK. Obserwując czas wykonania pętli opóźniającej, możemy porównać moc obliczeniową dla obu częstotliwości taktowania. Według informacji producenta

moduł pracujący z częstotliwością 26 MHz dysponuje mocą obliczeniową na poziomie 21 MIPS-ów, natomiast jeśli pracuje z częstotliwością 104 MHz, to moc obliczeniowa równa jest 87 MIPS-ów. Oczywiście wyższa

Listing 1. Kontrola częstotliwości taktowania

```
#include "adl_global.h"
#include "generated.h"

s32 VariHandle ;
//-----
void Empty (u32 Data) {

    static u8 a =0;
    a++;

}
//-----
void Fun_slow (adl_atCmdPreParser_t * paras) {

    u16 Cnt, Cnt1 ;

    TRACE((2, "Start Normal mode"));
    adl_vsSetClockMode (VariHandle, ADL_VS_MODE_STANDARD); //26MHz

    Cnt = 0xffff;           //opoznienie
    while (Cnt--) {
        Cnt1 = 50 ;
        while (Cnt1--){
            Empty (Cnt) ;
        }
    }
    adl_atSendStdResponse(ADL_AT_RSP, ADL_STR_OK); //wyswietl OK
}

//-----
void Fun_fast(adl_atCmdPreParser_t * paras) {

    u16 Cnt, Cnt1 ;

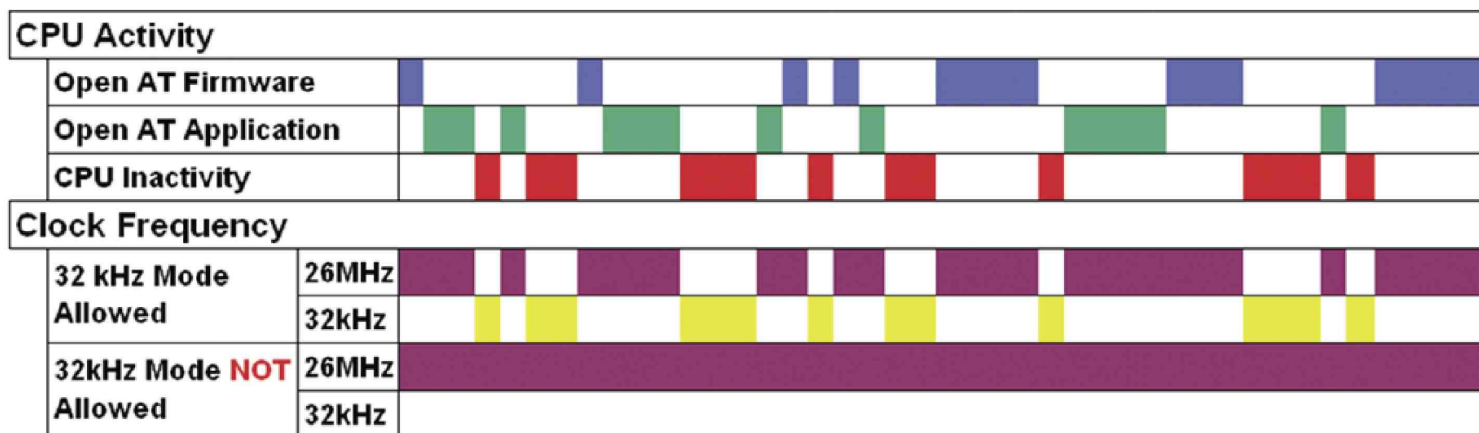
    TRACE((2, "Start in VariSpeed mode"));
    adl_vsSetClockMode (VariHandle, ADL_VS_MODE_BOOST) ; //104MHz

    Cnt = 0xffff ;           ///opoznienie
    while (Cnt--) {
        Cnt1 = 50 ;
        while (Cnt1--){
            Empty (Cnt) ;
        }
    }

    adl_atSendStdResponse(ADL_AT_RSP, ADL_STR_OK); //wyswietl OK
}

//-----
void main_task ( void )
{
    // TODO Insert your task initialization code here
    VariHandle = adl_vsSubscribe () ;
    TRACE((1, "VariHandle = %d", VariHandle));

    adl_atCmdSubscribe("AT+FAST", Fun_fast, ADL_CMD_TYPE_ACT);
    adl_atCmdSubscribe("AT+SLOW", Fun_slow, ADL_CMD_TYPE_ACT);
}
```



Rysunek 1. Schemat zmiany częstotliwości taktowania w funkcji zmian obciążenia procesora

prędkość taktowania oznacza większe zużycie prądu przez moduł.

SLEEP mode

Kolejnym, bardzo pożytecznym trybem jest tryb SLEEP mode. W trybie tym wewnętrzny procesor jest w trybie obniżonego poboru energii i jest taktowany częstotliwością 32 kHz. Dostęp do interfejsów zewnętrznych jest ograniczony, w związku z czym interfejsy UART, USB, SPI, I²C, GPIO, ADC oraz Buzzer nie są dostępne. Przetwarzanie aplikacji Open AT jest wstrzymane. Wznowienie jej działania następuje w przypadku zaistnienia poniższych zdarzeń:

- pojawienie się alarmu RTC,
- zdarzenie od sprzętowego Timera TCU,
- pojawienie się zewnętrznego przerwania na pinie INT,
- naciśnięcie klawisza z matrycy 5×5,
- zmiana stanu linii DTR portu UART1 na niski.

Po wykonaniu zadań związanych ze zdarzeniem, które było powodem wybudzenia, moduł ponownie przełącza się w tryb SLEEP. W okresie wybudzenia funkcjonalność modułu jest zgodna z trybem ACTIVE mode i wszystkie interfejsy znowu są dostępne. Schemat zmian częstotliwości najlepiej zobrazuje **rysunek 1**.

Wyjście ze stanu obniżonego poboru energii następuje również regularnie, zgodnie z pagingiem sieci GSM (oczywiście o ile stos GSM nie został wyłączony). Wygląda to tak, że co określony czas (zależny od sieci GSM, z reguły co 2 s lub 0,5 s) moduł budzi się na bardzo krótko, żeby posłuchać sieci GSM, a następnie ponownie przełącza się w tryb obniżonego poboru energii. Dzięki temu możliwa jest reakcja modułu na przychodzące połączenie oraz możliwe jest odbieranie SMS-ów.

Wprowadzenie modułu w tryb SLEEP mode uzyskujemy, wydając komendę AT+W32K=1 lub AT+W32K=1,0 (ignorowany jest stan linii DTR). Moduł po wydaniu komendy potrzebuje od 1 s do 15 s czasu na przejście do trybu SLEEP. Trwałe opuszcze-

nie trybu SLEEP mode następuje po wydaniu komendy AT+W32K=0.

Wykorzystanie linii DTR jako jednego z warunków wejścia w tryb SLEEP mode jest podyktowane tym, że w niektórych zastosowaniach moduł pracuje jedynie jako zwykły modem odpowiadający na komendy AT (bez aplikacji Open AT), wysyłane przez system nadrzędny (Host). W takim przypadku, gdy Host ma jakieś komendy do wydania do modułu, blokuje on możliwość przejścia w tryb SLEEP mode, ustawiając linie DTR w stan wysoki. Dzięki temu UART nie zostanie wyłączony w trakcie przesyłania informacji. Po przesłaniu całej informacji Host zmienia stan na linii DTR, pozwalając modułowi ponownie wejść w tryb SLEEP mode. W przypadku wywołania trybu SLEEP mode ignorującego linię DTR, wyjście z trybu SLEEP kontrolowane jest przez aplikację Open AT (np. po doliczeniu timera lub po wystąpieniu zdarzenia GSM).

Tak samo jak w przypadku ACTIVE mode, tu też istnieje możliwość wyboru trybu SLEEP z wyłączoną obsługą stosu GSM. W tym celu wydajemy komendę AT+WBHV=1,2. Opuszczenie trybu SLEEP w takim przypadku realizowane jest przez komendę AT+WBHV=1,0.

Na koniec jedyna uwaga dotycząca trybu SLEEP mode – w trybie tym zostaje dezaktywowany wewnętrzny, hardware'owy watchdog systemowy. W warunkach normalnych przerywa on działanie każdej pętli trwającej dłużej niż 5 s, co zabezpiecza nasz system przed wystąpieniem tzw. martwych pętli. Zatem przed uruchomieniem trybu SLEEP mode musimy zadbać o takie warunki aplikacji, aby żadna tego typu sytuacja nie zaistniała.

Alarm mode

Tryb ALARM mode oparty jest na zegarze RTC modułu i polega na wyłączaniu modemu i automatycznym jego włączaniu się w momencie wystąpienia wcześniej zaprogramowanego alarmu. Zasilanie RTC jest realizowane za pomocą osobnego pinu BAT-RTC, dzięki czemu kiedy modem jest wyłą-

czony, pobór energii będzie ograniczony do prądu pobieranego przez pin RTC (2-3uA). W przypadku modemu Fastrack zasilanie RTC zrealizowane jest wewnątrz modemu w postaci baterii pastylkowej, natomiast w przypadku projektów opartych na module Q26, o zasilanie dla RTC musimy zadbać samodzielnie.

Ustawienie wewnętrznego zegara RTC najczęściej realizowane jest komendą AT+CCLK="yy/mm/dd, hh:mm:ss", ale może być też wykonane przez aplikację Open AT, wykorzystując funkcję ADL-a o nazwie *adl_rtcSetTime()*. Jeżeli w układzie zostało zrealizowane podtrzymanie RTC, to zegar będzie pracował niezależnie od tego, czy modem jest włączony, czy nie. System RTC ma dodatkowo możliwość ustawienia do 16 alarmów. Alarm ustawiamy komendą AT+CALA="yy/mm/dd, hh:mm:ss" (na razie nie mam możliwości ustawienia go za pomocą funkcji ADL). Po ustawieniu zegara oraz alarmu można wyłączyć moduł komendą AT+CPOF. Wydając komendę AT+CPOF, należy się upewnić, że pin ON/OFF jest w stanie niskim. Stan wysoki na tym pinie będzie powstrzymywał moduł przed wyłączeniem. W momencie nadejścia czasu alarmu moduł zostaje automatycznie włączony. Przykładowe zastosowanie przedstawionych możliwości zostało wykorzystane w **listingu 2**.

Działanie przedstawionej aplikacji polega na ustawieniu alarmu za pięć minut od odczytanego czasu RTC. Jednocześnie uruchomione zostają dwa timery: jeden wykonujący cyklicznie wyświetlanie tekstu (może to być oczywiście każda inna funkcja), a drugi to timer, który spowoduje wyłączenie się modułu. Po pięciu minutach, czyli kiedy uruchomi się alarm, moduł ponownie się włączy, wykona te same zadania i sam się wyłączy.

W aplikacji zastała również zamaskowana systemowa komenda AT+CCLK. Własna interpretacja tej komendy ma na celu ponowne ustawienie alarmu, w momencie kiedy czas RTC zostanie przedstawiony za pomocą tej komendy. Warto zauważyć, że funkcja *ustaw_alarm()* najpierw kasuje poprzedni

Listing 2. Przykład użycia funkcji opisanych w artykule

```

#include "adl_global.h"
#include "generated.h"

/*****
/* Local variables
*****/
adl_rtcTime_t time;
adl_rtcTimeStamp_t timestamp;
bool set_alarm;
/*****
/* Local functions
*****/
bool Resp_Handler(adl_atResponse_t * strc);

void ustaw_alarm() {

    ascii komenda[40];
    ascii data[20];
    TRACE((1,"ustaw alarm"));

    adl_rtcGetTime(&time);
    adl_rtcConvertTime(&time,&timestamp,ADL_RTC_CONVERT_TO_TIMESTAMP);
    TRACE((1,"TimeStamp = %d",timestamp.TimeStamp));
    timestamp.TimeStamp+=5*60; //dodaj 5min
    TRACE((1,"TimeStamp = %d",timestamp.TimeStamp));
    adl_rtcConvertTime(&time,&timestamp,ADL_RTC_CONVERT_FROM_TIMESTAMP);
    TRACE((1,"DATA : = %d/%d/%d",time.Year-2000,time.Month,time.Day));
    //+CCLK: „11/04/04,11:46:07”

    wm_sprintf(komenda,"AT+CALA=\\",1;+CALA=\\");
    wm_sprintf(data,"%02d/%02d/%02d,%02d:%02d",time.Year-2000,time.Month,time.Day,time.Hour,time.Minute);
    wm_strcat(komenda,data);
    wm_strcat(komenda,"\\");
    TRACE((1,komenda));
    set_alarm=TRUE;
    adl_atCmdCreate ( komenda , ADL_AT_PORT_TYPE( ADL_PORT_OPEN_AT_VIRTUAL_BASE, FALSE) , Resp_Handler , "*" , NULL);
}

//-----
bool Resp_Handler(adl_atResponse_t * strc){

    TRACE (( 1, „Embedded : Response Handler %d”,strc->RspID ));
    if(strc->RspID==ADL_STR_OK) {

        if(set_alarm) //wywołanie AT+CALA
            set_alarm=FALSE;
        else //wywołanie AT+CCLK
        {
            adl_atSendStdResponse(ADL_AT_RSP,ADL_STR_OK);
            ustaw_alarm();
        }
    }
    else {
        adl_atSendStdResponse(ADL_AT_RSP,ADL_STR_ERROR);
    }

    return FALSE;
}

//-----
void Fun_cclk(adl_atCmdPreParser_t * param) {

    ascii * parametr;
    ascii komenda[40];

    TRACE((1,"W Fun_cclk"));

    if (param->Type == ADL_CMD_TYPE_PARA){
        parametr = ADL_GET_PARAM ( param, 0 );
        wm_sprintf(komenda,"AT+CCLK=\\");
        wm_strcat(komenda,parametr);
        wm_strcat(komenda,"\\");
        TRACE((2,komenda));
        adl_atCmdCreate ( komenda , ADL_AT_PORT_TYPE( ADL_PORT_OPEN_AT_VIRTUAL_BASE, FALSE) , Resp_Handler , "*" ,
NULL);
    }
}

//-----
void Hello_timer ( u8 ID, void * Context ){

    adl_atSendResponse ( ADL_AT_UNRES, „Hello from timer\\r\\n”);

}

void Sleep_timer ( u8 ID, void * Context ){

    adl_atCmdSend ( „AT+CPOF” , NULL, NULL , NULL);

}

void main_task ( void )
{
    // TODO Insert your task initialization code here

    TRACE (( 1, „Embedded Application : Main” ));

    adl_atCmdSubscribe(„at+cclk”, (adl_atCmdHandler_t *) Fun_cclk, ADL_CMD_TYPE_PARA | 0x0011);
    adl_tmrSubscribe( TRUE, 10, ADL_TMR_TYPE_100MS, Hello_timer );
    adl_tmrSubscribe( FALSE, 50, ADL_TMR_TYPE_100MS, Sleep_timer );
    ustaw_alarm();
}

```

Tabela 1. Dostępne funkcje w zależności od trybu pracy

Funkcja	Tryb aktywny (Active)	Tryb czuwania (Sleep)	Tryb alarmowy (Alarm)	Tryb wyłączenia (Off)
Alarm	✓	✓	✓	—
Uruchomienie aplikacji OpenAT po wystąpieniu zdarzenia	✓	✓	—	—
Żądanie obsługi przez sieć na skutek wywołania, odbioru komunikatu SMS lub transmisji danych GPRS	Tak, jeśli interfejs GSM jest aktywny	Tak, jeśli interfejs GSM jest aktywny	—	—
SIM	✓	—	—	—
UART	✓	—	—	—
USB	✓	—	—	—
SPI	✓	—	—	—
I ² C	✓	—	—	—
GPIO	✓	—	—	—
ADC	✓	—	—	—
Buzzer	✓	—	—	—
Klawiatura	✓	✓	—	—
Przerwanie zewnętrzne	✓	✓	—	—
Mrugająca dioda LED	✓	✓	—	—

alarm o indeksie 1 (komenda AT+CALA="",1), a dopiero potem ustawia właściwy alarm. Dzięki takiemu rozwiązaniu, w momencie przestawiania czasu, alarm zawsze jest ustawiany za pięć minut oraz pojawia się nam kilka różnych, niepotrzebnych alarmów.

Na koniec, w celu podsumowania informacji, jakie zostały omówione w tym odcinku, przedstawiam tabelkę, która zawiera informacje na temat dostępności in-

terfejsów zewnętrznych w każdym z trybów (tabela 1).

Opisując tryby pracy, celowo unikałem podawania wartości prądów dla poszczególnych trybów. Wartości te są różne dla różnych urządzeń, więc inna byłaby wartość poboru prądu dla modułu Q2687 (2G), a inna dla modułu Q26Extreme (3G) pracującego w tym samym trybie. Zupełnie inne byłyby też wartości pobieranego prądu dla modemu Fastrack Xtend. Te wartości są dostępne w dokumenta-

cji hardware'owej (Product Technical Specification) każdego z tych urządzeń.

Więcej informacji na temat produktów Sierra Wireless można znaleźć na stronach producenta: www.sierrawireless.com lub kontaktując się z firmą ACTE Sp. z o.o., która jest oficjalnym dystrybutorem opisywanych produktów oraz zapewnia pełne wsparcie techniczne.

Adrian Chrzanowski
Acte Sp. z o.o.

REKLAMA

mtc[®]
Micro Tech Components GmbH

KOMPATYBILNOŚĆ ELEKTROMAGNETYCZNA

- materiały do ekranowania elektromagnetycznego EMC
- uszczelnienia piankowe EMC
- elastomery elektroprzewodzące
- uszczelnienia z brązu berylowego
- taśmy elektroprzewodzące
- materiały kompozytowe pozwalające na ochronę EMC powierzchni ciągłych drzwi, złącz D-SUB, otworów wentylacyjnych, elementów LCD
- wiele rozwiązań dla ekranowania płytek PCB oraz indywidualnych ekranów na układy scalone, klipsy sprężyste do dodatkowego mocowania układów SMD na płytce

www.mtc.de

SEMICON Sp. z o.o. ul. Zwoleńska 43/43a 04-761 Warszawa
tel. 22 615 73 71, 22 615 64 31, fax. 22 615 73 75
email: info@semicon.com.pl www.semicon.com.pl

SEMICON[®]

Kurs Arduino (3)

Obsługa modułu LCD

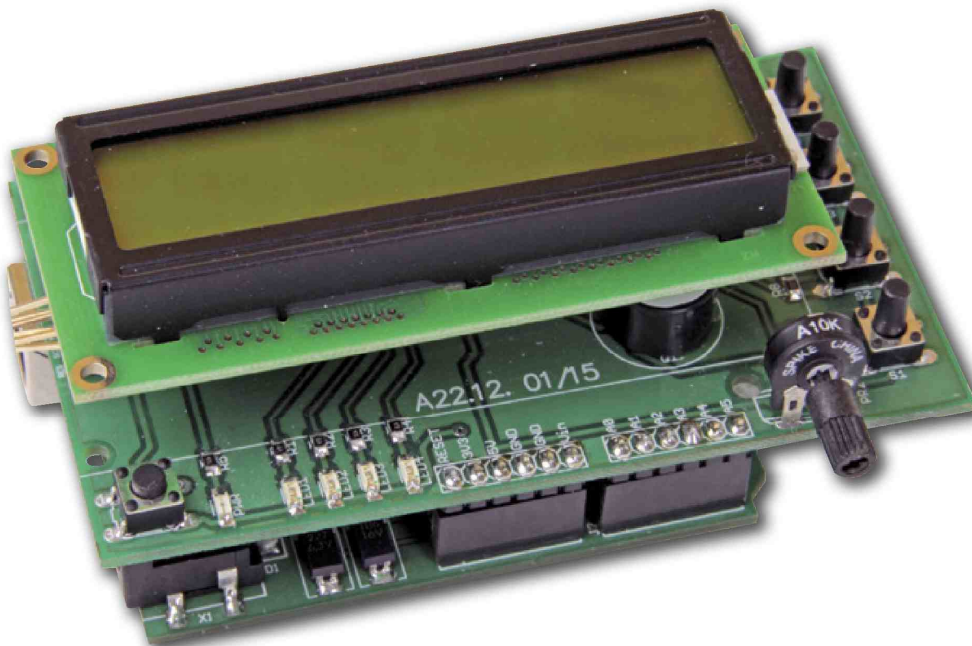


W EP 4/2011 opublikowaliśmy opis modułu LCD z przyciskami (AVT1615) współpracującego z płytką Arduino oraz kompatybilną – AVTduino. W tym artykule pokażemy sposób obsługi programowej tego modułu oraz komponentów interfejsu użytkownika, które on zawiera: przycisków, potencjometru, generatora piezzo, diod LED oraz czujnika temperatury LM35.

Zacznijmy od przykładów praktycznych rozwiązań, których będzie można użyć w samodzielnie opracowywanych aplikacjach. Na **listingu 1** zamieszczono przykładowy program dla modułu AVT1615. Program ten wyświetla komunikat na wyświetlaczu LCD, mierzy napięcie na suwaku potencjometru, odczytuje temperaturę, wyświetla umowny numer naciśniętego przycisku oraz zaświeca umieszczoną koło niego diodę LED. Dodatkowo, naciśnięcie przycisku jest sygnalizowane dźwiękiem brzęczyka piezzo.

W Arduino do obsługi modułów wyświetlaczy z kontrolerem HD44780 jest przeznaczona biblioteka *LiquidCrystal* (LCD) która umożliwia sterowanie modulem wyświetlacza za pomocą interfejsu z 4- lub 8-bitową szyną danych. W **tabeli 1** zamieszczono komendy dostępne w tej bibliotece.

Niektóre z komend wymienionych w tabeli 1 zastosowano w przykładowym programie z listingu 1. Jak można zauważyć, w programie w pierwszej kolejności dołączono bibliotekę obsługi LCD – *LiquidCrystal.h*. Następnie zadeklarowano stałe definiujące wyprowadzenia, do których dołączono diody LED, klawisze i brzęczyk piezzo. Dla lepszej czytelności programu nadano im łatwe do zapamiętania nazwy. Numery wyprowadzeń są zgodne z opisem na płytkach Arduino Uno i Avtduino LCD. Dalej, za pomocą komendy *LiquidCrystal(rs, enable, d4, d5, d6, d7)* zgodnie ze schematem ideowym przypisano wyprowadzenia, do których został dołączony LCD. W dalszej części programu utworzono zmienne wykorzystywane do obliczenia wartości zmierzzonego napięcia z suwaka potencjometru dołączonego do nóżki A0 oraz do obliczenia temperatury zmierzonej



przez termometr LM35 dołączony do nóżki A1. Dzięki 8-bajtowej tablicy *byte st[8]={...}* zdefiniowano symbol stopnia, który jest używany jako jednostka temperatury.

W funkcji *setup()* za pomocą komendy *lcd.begin(16, 2)* zdefiniowano rozdzielczość zastosowanego wyświetlacza LCD. Pierwszy parametr określa liczbę znaków w wierszu (kolumn) a drugi liczbę wierszy. Jak łatwo domyślić się, w przykładzie zastosowano wyświetlacz 2×16 znaków. Do utworzenia znaku stopnia służy komenda *lcd.create-*

Dodatkowe materiały na CD/FTP:
<ftp://ep.com.pl>, user: 10925, pass: 87thc181
 • poprzednie części kursu

Char(0, st), której argumentami są numer znaku (kod) oraz bajty definicji (w naszym wypadku jest to tablica *st*). Komenda *analogReference(DEFAULT)* ustala napięcie odniesienia dla wewnętrznego przetwornika A/C mikrokontrolera na napięcie zasilające (w tym wypadku 5 V). Przetwornik mikrokontrolera będzie mierzył sygnały analogowe

Tabela 1. Komendy obsługi wyświetlacza LCD

<i>LiquidCrystal()</i>	Definiuje piny do których został dołączony LCD
<i>begin()</i>	Definiuje rozdzielczość zastosowanego LCD
<i>clear()</i>	Czyści ekran LCD
<i>home()</i>	Ustawia kursor na początku ekranu LCD
<i>setCursor()</i>	Ustawia kursor w zadanym miejscu LCD
<i>write()</i>	Zapisuje znak do LCD
<i>print()</i>	Zapisuje znak lub znaki do LCD
<i>cursor()</i>	Włącza kursor
<i>noCursor()</i>	Wyłącza kursor
<i>blink()</i>	Włącza miganie kursora
<i>noBlink()</i>	Wyłącza miganie kursora
<i>display()</i>	Włącza ekran LCD
<i>noDisplay()</i>	Wyłącza ekran LCD
<i>scrollDisplayLeft()</i>	Przesuwa zawartość LCD w lewo
<i>scrollDisplayRight()</i>	Przesuwa zawartość LCD w prawo
<i>autoscroll()</i>	Automatyczne przesuwanie zawartości na LCD
<i>noAutoscroll()</i>	Wyłączenie automatycznego przesuwania zawartości na LCD
<i>leftToRight()</i>	Ustawia kierunek zapisu tekstu od prawej do lewej
<i>rightToLeft()</i>	Ustawia kierunek zapisu tekstu od lewej do prawej
<i>createChar()</i>	Umożliwia zdefiniowanie własnego znaku

Listing 1. Przykładowy program dla modułu AVT11615

```

/*
Przykład programu do obsługi modułu AVT1615 z:
- wyświetlaczem LCD 2x16 znaków
- 4 diodami LED
- 4 przyciskami
- brzęczykiem piezzo
- czujnikiem temperatury LM35
*/

#include <LiquidCrystal.h> //biblioteka obsługi LCD

const int Led1 = 13; //przypisanie aliasów do pinów portów
const int Led2 = 12;
const int Led3 = 11;
const int Led4 = 10;
const int SW1 = 3;
const int SW2 = 2;
const int SW3 = 1;
const int SW4 = 0;
const int Buzzer = A5;

LiquidCrystal lcd(8, 9, 4, 5, 6, 7); //konfigurowanie linii do których został
dołączony LCD

int wart_pot; //zmienna na wartość zmierzona z potencjometru
int wart_czuj; //zmienna na wartość zmierzonej z czujnika temperatury
float wart_nap; //zmienna na wartość zmierzonego napięcia
float temperatura; //zmienna na wartość zmierzonej temperatury

byte st[8] = { //tablica znaku stopnia dla wyświetlacza LCD
  B00100,
  B01010,
  B00100,
  B00000,
  B00000,
  B00000,
  B00000,
  B00000,
};

void setup() { //funkcja inicjalizacji
  lcd.begin(16, 2); //konfigurowanie rozdzielczości LCD
  lcd.createChar(0, st); //funkcja utworzenia własnego znaku z tablicy st
  o kodzie 0
  analogReference(DEFAULT); //konfigurowanie napięcia odniesienia
  //dla przetwornika A/C - domyślnie 5V
  pinMode(Led1, OUTPUT); //konfigurowanie I/O, do których są
  //dołączone diody LED
  pinMode(Led2, OUTPUT);
  pinMode(Led3, OUTPUT);
  pinMode(Led4, OUTPUT);
  pinMode(Buzzer, OUTPUT); //konfigurowanie I/O, do której jest
  //dołączony brzęczyk piezzo
  pinMode(SW1, INPUT); //konfigurowanie I/O, do których są
  //dołączone przyciski
  pinMode(SW2, INPUT);
  pinMode(SW3, INPUT);
  pinMode(SW4, INPUT);
  digitalWrite(SW1, HIGH); //dołączenie wewnętrznych rezystorów
  //zasilających
  digitalWrite(SW2, HIGH);
  digitalWrite(SW3, HIGH);
  digitalWrite(SW4, HIGH);
  digitalWrite(Led1, HIGH); //wyłączenie diod LED
  digitalWrite(Led2, HIGH);
  digitalWrite(Led3, HIGH);
  digitalWrite(Led4, HIGH);
  digitalWrite(Buzzer, HIGH); //wyłączenie brzęczyka piezzo
}

void loop() { //pętla główna programu
  lcd.clear(); //czyszczenie LCD
  lcd.setCursor(4, 0); //ustawienie kursora w 5 kolumnie
  //pierwszego wiersza
  lcd.print("Arduino"); //wyświetlenie na LCD napisu Arduino
  //pomiar napięcia z potencjometru i dodanie wyniku do wart_pot
  for (int i = 0; i < 20; i++) { //pętla wykonywana 20 razy
    wart_pot = wart_pot + analogRead(A0);
  }
  //obliczenie średniej arytmetycznej z 20 pomiarów
  wart_pot = wart_pot / 20;
  //przeliczenie odczytanej wartości na napięcie
  wart_nap = (5.0 * wart_pot) / 1024.0;
  //ustawienie kursora w pierwszej pozycji drugiego wiersza LCD
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("U="); //wyświetlenie napisu U=
  lcd.print(wart_nap); //wyświetlenie napięcia
  lcd.print("V"); //wyświetlenie znaku V

  for (int i = 0; i < 20; i++) { //pętla wykonywana 20
  //pomiar napięcia z czujnika temperatury i dodawanie wart_czuj
    wart_czuj = wart_czuj + analogRead(A1);
  }
  //obliczenie średniej arytmetycznej z 20 pomiarów
  wart_czuj = wart_czuj / 20;
  //przeliczenie wartości na stopnie Celsjusza
  temperatura = (5.0 * wart_czuj * 100) / 1024.0;
  //ustawienie kursora na pozycji 9 drugiego wiersza LCD lcd.setCursor(9, 1);
  lcd.print("T="); //wyświetlenie napisu T=
  lcd.print((long)temperatura);
  //wyświetlenie wartości temperatury zaokrąglonej do pełnych stopni
  lcd.write(0); //wyświetlenie znaku stopnia
}

```

o napięciu od 0 V do 5 V z rozdzielczością 10-bitów. Komendy `pinMode()` definiują sposób pracy portów I/O mikrokontrolera. Linie, które sterują diodami LED oraz generatorem piezzo skonfigurowano jako wyjścia, a linie, do których dołączono przyciski jako wejścia. Za pomocą funkcji `digitalWrite()` dołączono rezystory zasilające pull-up, które polaryzują wejścia. Przeciśnięcie przycisku zmienia poziom dołączonego wejścia na niski.

W funkcji `loop()` znajduje się program główny. W pierwszej kolejności za pomocą komendy `lcd.clear()` jest czyszczony ekran LCD. Następnie, za pomocą komendy `lcd.setCursor(4, 0)` kursor jest ustawiany w pierwszym wierszu i 5 kolumnie LCD (współrzędne numerowane są od 0). Komenda `lcd.print("Arduino")` wyświetla od ustawionej pozycji kursora komunikat *Arduino*. Jako parametr funkcji `lcd.print()` można użyć stałych w cudzysłowie lub zmiennych typu: `char`, `byte`, `int`, `long`, `string`. Funkcja ta ma również drugi opcjonalny parametr, który umożliwia formatowanie wyświetlanych liczb. Dozwolone są następujące ich formaty: DEC (dziesiętny), BIN (binarny), OCT (ósemkowy) i HEX (szesnastkowy). Następnie, w programie przykładowym za pomocą komendy `analogRead(A0)` jest odczytywane napięcie zmierzone przez przetwornik A/C na wejściu A0. Jak pamiętamy, jest to napięcie z suwaka potencjometru. Dla uniknięcia błędów pomiar jest wykonywany 20 razy w pętli `FOR`, jego wynik jest sumowany w zmiennej `wart_pot`, a następnie jest obliczana średnia arytmetyczna z wyników pomiarów. Za pomocą wyrażenia `wart_nap = (5.0 * wart_pot) / 1024.0` wartość obliczonej średniej jest zamieniana na napięcie. Stała „5.0” to napięcie odniesienia dla przetwornika, natomiast „1024” to jego rozdzielczość. Tak przeliczona wartość zmiennej zostaje wyświetlona w drugiej linii wyświetlacza LCD.

Podobnie w dalszej części programu jest wykonywany pomiar temperatury za pomocą pomiaru napięcia na wyjściu czujnika LM35. Zmiana temperatury o 1°C powoduje wzrost napięcia na wyjściu czujnika temperatury o 10 mV. Łatwo wywnioskować, że zmiana temperatury o 10°C będzie odpowiadała zmianie napięcia wyjściowego czujnika o 100 mV. Temperatura jest odczytywana za pomocą funkcji `analogRead(A1)` mierzącej równoważne jej napięcie z czujnika LM35 na wejściu A1. Również w tym wypadku jest wykonywane 20 pomiarów, z których jest obliczana średnia arytmetyczna. Następnie za pomocą wyrażenia `temperatura = (5.0 * wart_czuj * 100) / 1024.0` liczba odczytana z rejestru przetwornika A/C jest zamieniana na temperaturę. Wartość temperatury jest wyświetlana na wyświetlaczu w pozycji wskazywanej przez komendę `lcd.setCursor(9, 1)`. Komenda `lcd.write(0)` powoduje wyświetlenie po wartości temperatury symbolu stopnia.

W dalszej części programu umieszczono cztery bloki podobnych instrukcji obsługujących przyciski S1...S4 z diodami oraz brzęczyk piezzo. Ich działanie omówimy na przykładzie instrukcji odczytujących stan przycisku S1, ponieważ pozostałe działają w ten sam sposób.

Za pomocą funkcji `digitalRead(SW1)` jest odczytywany stan wejścia, do którego dołączono przycisk S1. Następnie program sprawdza, czy odczytano poziom niski. Jeśli tak, to naciśnięto przycisk i zostają wykonane instrukcje zawarte w warunku `IF`. Jako pierwsza jest zaświecana dioda LED1 za pomocą komendy `digitalWrite(Led1, LOW)`. Kolejna instrukcja – `digitalWrite(Buzzer, LOW)` – powoduje załączenie brzęczyka piezzo. Następnie jest czyszczony ekran LCD, pozycjonowany kursor oraz wyświetlany komunikat informujący o numerze wcisniętego przycisku. W pętli `while(digitalRead(SW1) == LOW)` następuje oczekiwanie na zwolnienie przycisku. Po jej zakończeniu są wykonane instrukcje `digitalWrite(Led1, HIGH)`, `digitalWrite(Buzzer, HIGH)` wyłączające diodę LED oraz brzęczyk piezzo.

Kolejne bloki programowe w taki sam sposób obsługują pozostałe przyciski i diody LED. Analogicznie, naciśnięcie przycisku S2 spowoduje zaświecenie się LED2, S3 zapali LED3 itd. Na ekranie LCD będą wyświetlane odpowiednie komunikaty, a naciśnięcie każdego przycisku będzie sygnalizowane przez brzęczyk piezzo. Program kończy się instrukcją `delay(300)`, która powoduje zwłokę o czasie trwania 300 ms.

Więcej informacji na temat komend obsługujących wyświetlacz LCD można znaleźć na stronach internetowych Arduino w informacjach dotyczących zastosowania biblioteki *LiquidCrystal*.

Podsumowanie

Moduł LCD zapewne będzie jednym z najczęściej stosowanych we własnych aplikacjach. Uniwersalny, umożliwiający wyświetlanie liczb, komunikatów tekstowych, prostych ikon i pasków postępu na pewno będzie chętnie używany do różnych zadań.

```
Listing 1. c.d.
lcd.print("C"); //wyświetlenie znaku C

//sprawdzenie czy naciśnięto przycisk S1
if (digitalRead(SW1) == LOW) {
    digitalWrite(Led1, LOW); //zaświecenie LED1
    digitalWrite(Buzzer, LOW); //włączenie brzęczyka
    lcd.clear(); //czyszczenie LCD
    //ustawienie kursora w pierwszym rzędzie i drugiej kolumnie lcd.
    setCursor(2, 0);
    lcd.print("Przycisk S1"); //wyświetlenie nazwy przycisku
    //oczekiwanie na zwolnienie przycisku S1
    while(digitalRead(SW1) == LOW);
} else { //w przeciwnym razie
    digitalWrite(Led1, HIGH); //wyłączenie diody LED1
    digitalWrite(Buzzer, HIGH); //wyłączenie brzęczyka
}

if (digitalRead(SW2) == LOW) { //sprawdzenie czy naciśnięto S2
    digitalWrite(Led2, LOW);
    digitalWrite(Buzzer, LOW);
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(2, 0);
    lcd.print("Przycisk S2");
    while(digitalRead(SW2) == LOW);
} else {
    digitalWrite(Led2, HIGH);
    digitalWrite(Buzzer, HIGH);
}

if (digitalRead(SW3) == LOW) { //sprawdzenie czy naciśnięto S3
    digitalWrite(Led3, LOW);
    digitalWrite(Buzzer, LOW);
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(2, 0);
    lcd.print("Przycisk S3");
    while(digitalRead(SW3) == LOW);
} else {
    digitalWrite(Led3, HIGH);
    digitalWrite(Buzzer, HIGH);
}

if (digitalRead(SW4) == LOW) { //sprawdzenie czy naciśnięto S4
    digitalWrite(Led4, LOW);
    digitalWrite(Buzzer, LOW);
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(2, 0);
    lcd.print("Przycisk S4");
    while(digitalRead(SW4) == LOW);
} else {
    digitalWrite(Led4, HIGH);
    digitalWrite(Buzzer, HIGH);
}

delay(300); //opóźnienie o 300ms
} //koniec pętli głównej
```

Przyciski, w które jest wyposażony zestaw AVT1615 umożliwiają realizację interfejsu użytkownika umożliwiającego na przykład wprowadzanie nastaw. Niewątpliwym atutem są również diody LED i brzęczyk, których można użyć do sygnalizowania stanu budowanego przez siebie urządzenia, sygnalizowania alarmów itp. Mam nadzieję, że zaprezentowane przykłady obsługi wyjaśnią jak można użyć tych elementów we własnym projekcie.

W kolejnym odcinku kursu omówimy podobny moduł, jednak wyposażony w wyświetlacz LED. Umożliwia on na przykład zbudowanie miernika panelowego, zegara i innych urządzeń. Jednymi z najważniejszych cech Arduino są bowiem prostota użycia i niesamowita wręcz elastyczność platformy umożliwiająca różnorodne jej zastosowanie.

Marcin Wiązania
marcin.wiazania@ep.com.pl

Oferta dla prenumeratorów Elektroniki Praktycznej

Avtduino specjalnie z myślą o elektronikach-praktykach!

Od numeru EP 04/2011 rozpoczęliśmy kurs programowania mikrokontrolerów AVR z użyciem bezpłatnego środowiska programistycznego Arduino. Kurs będzie się opierał na przykładach przygotowanych dla płytek rozszerzających do bazy (kompatybilnej z systemem modułów Arduino) wyposażonej m.in. w mikrokontroler ATmega, opisaną w EP1/2011 (odpowiednik Arduino Duemilanove, AVT-5272).

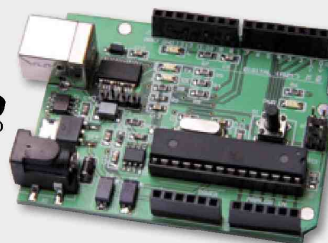
Dla prenumeratorów Elektroniki Praktycznej przygotowaliśmy niespodziankę: wszystkim prenumeratorom papierowej wersji miesięcznika w grudniu 2011 zaoferujemy

za darmo jedną, wybraną płytkę drukowaną modułu rozszerzenia dla zestawu **Avtduino** (zgodne z Arduino), dla których przykłady aplikacji przedstawimy w ramach kursu publikowanego na łamach czasopisma.

Pierwsze artykuły kursowe o Arduino opublikowaliśmy w EP 4/2011 na stronach: 96 i 98.

Opis pierwszego modułu rozszerzającego do płyty bazowej **Avtduino** opublikowaliśmy w Elektronice Praktycznej 4/2011 na stronie 47 (AVT-1615), kolejnego w bieżącym numerze na stronie 55 (AVT-1616).

AVTduino
kompatybilne z ARDUINO



Płytkę bazową systemu **Avtduino** będącą podstawowym rozwiązaniem dla uczestników kursu

Cyfrowe zwrotnice głośnikowe (2)

Problem synchronizacji zegara systemowego



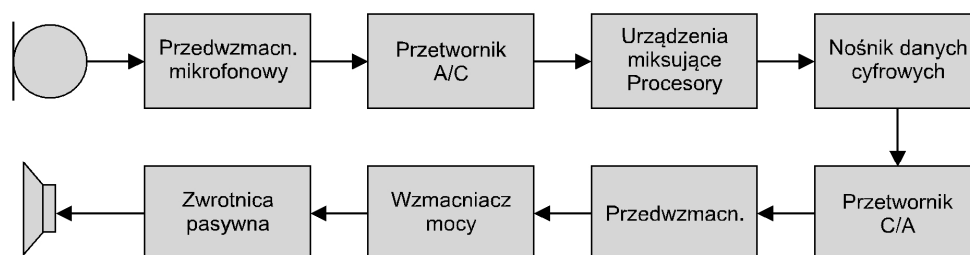
W pierwszym artykule serii zaprezentowano ideę cyfrowej realizacji systemu elektroakustycznego z użyciem procesora DSP. Podaliśmy w nim szkic takiego rozwiązania oraz jego wady i zalety. W tym artykule opiszemy transmisję cyfrowego sygnału audio w standardzie S/PDIF. Omówimy także problem synchronizacji przetworników C/A z nadajnikiem sygnału oraz przykładowe rozwiązanie tego problemu. Postaramy się także wskazać rozwiązanie optymalne oraz podać wstępne założenia projektowe.

Na **rysunku 4** przedstawione poglądowy schemat toru elektroakustycznego. W naszych rozważaniach zajmiemy się blokami znajdującymi się w łańcuchu za nośnikami danych, gdyż tylko na nie mamy wpływ jako projektanci systemu odsłuchowego. Jeżeli chodzi o same nośniki sygnałów audio, to obecnie są to przede wszystkim dyski twarde w komputerach oraz pamięci Flash w odtwarzaczach MP3 i telefonach komórkowych. Powstaje pytanie czy jakość muzyki odtwarzanej za pomocą karty muzycznej można porównać z jakością tej z odtwarzacza CD wysokiej klasy? Okazuje się, wbrew wielu opiniom, tak (artykuł na stronie EnjoyTheMusic.com „Music Playback From A Computer – The Audiophiles Concerns”, Daniel Weiss of Weiss Engineering). Komputer z dyskiem twardym i odpowiednią kartą muzyczną może być dobrym odtwarzaczem pod warunkiem, iż prawidłowo wygeneruje strumień danych cyfrowych. Zależy to od dwóch czynników: prawidłowego zapisu danych oraz spełnienia właściwych zależności czasowych, na które ma wpływ generator sygnału cyfrowego (S/PDIF-AES3). Chociaż poprawne odtworzenie „zer” i „jedynek” nie stanowi problemu, to w wypadku zależności czasowych bardzo istotna dla efektu końcowego jest wartość rozmycia fazy (jitter).

Transmisja cyfrowa w audio

We współczesnych urządzeniach profesjonalnych audio transmisja sygnału od wzmacniacza do głośników odbywa się rów-

nież cyfrowo. Zaletą takiego rozwiązania jest uniknięcie stosowania drogich i ciężkich kabli głośnikowych, co w przypadku rozległych obiektów typu stadion zwiększa koszty instalacji. Przy transmisji cyfrowej nie obserwuje się wpływu jakości kabli na jakość sygnału, pod warunkiem, iż zostaną spełnio-



Rysunek 4. Schemat blokowy toru elektroakustycznego

ne wytyczne normy dotyczące ich długości i rodzaju. Najbardziej popularną normą jest AES/EBU (AES3) lub jej konsumencki odpowiednik S/PDIF (Sony/Philips Digital Interface Format).

Zgodnie z normą S/PDIF jest przesyłany jest „samotaktujący” się sygnał bifazowy. Zatem oprócz danych muzycznych i informacyjnych „niesie” również sygnał zegara systemowego potrzebnego do taktowania przetworników C/A. Nie możemy rzecz jasna założyć, iż nasza karta muzyczna generuje strumień cyfrowy o małej wartości jittera. A zatem zadaniem projektanta jest dbałość o to, aby ten jitter wyeliminować i aby dostarczyć do przetwornika C/A jak najbardziej stabilny sygnał zegarowy, z zachowaniem

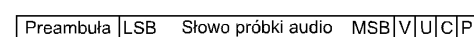
Dodatkowe materiały na CD/FTP:
<ftp://ep.com.pl>, user: 10925, pass: 87thc181
 • pierwsza część kursu

synchronizacji pomiędzy nadajnikiem sygnału (np. kartą dźwiękową komputera) a naszym systemem.

Nadajnik transmittuje dane w formacie, w którym podstawowym elementem jest podramka przedstawiona na **rysunku 5**. Rozpoczyna ją preambuła identyfikująca kanał bądź sygnalizująca początek bloku. Kolejne 24 bity niosą informację o próbkę audio. Ostatnie 4 bity to: bit ważności (ustawiany za pomocą flagi błędu), stanu kanału (np. czy zezwala się na kopiowanie), użytkownika oraz bit parzystości. Podczas transmisji sygnału stereo (lewy/prawy kanał) na ramkę przypadają dwie podramki.

Sygnał S/PDIF jest niesymetryczny i ma amplitudę 0,5 V. Do transmisji stosuje się kable koncentryczne o impedancji 75 Ω zapewniające przesyłanie danych na odległość do 15 m (**rysunek 6**). Innym interfejsem transmisyjnym sygnałów cyfrowych audio jest TosLink wprowadzony przez Toshiba. Jest to interfejs optyczny używany zarówno w sprzęcie profesjonalnym, jak i w konsumenckim. Zasięg transmisji światłowodem zależy od jego rodzaju i jakości.

W wyjście cyfrowe S/PDIF (elektryczne lub optyczne) jest wyposażone wiele kart dźwiękowych. Co zrobić, jeżeli karta takiego



Rysunek 5. Ramka S/PDIF

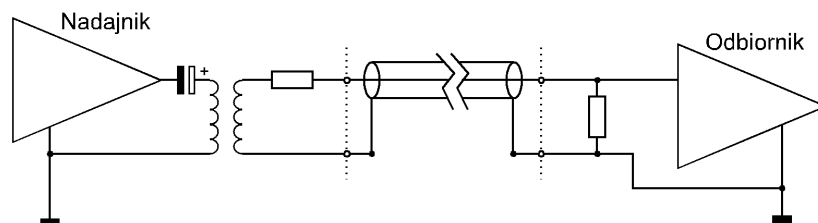
wyjścia nie ma? Wówczas w projekcie odbiornika sygnału SPDIF należy zastosować układ konwersji USB na S/PDIF. Dzięki temu, możemy poprzez port USB wysyłać strumień danych a układ konwersji przekształci je na sygnał standardu S/PDIF.

Ciekawostką jest, iż coraz częściej do transmisji sygnałów audio wykorzystuje się sieci typu Ethernet. Obecnie są to dwa standardy: CobraNet oraz EtherSound, umożliwiające połączenie dużej liczby urządzeń elektroakustycznych w jedną sieć. Odpowiednie protokoły umożliwiają kaskadowe połączenie wszystkich dostępnych obiektów, pozwalając na komunikację „każdy z każdym” przy zachowaniu małej latencji. Głównymi zaletami takiego rozwiązania są znaczne ograniczenie liczby fizycznych połączeń oraz możliwość zarządzania całą siecią z jednego hosta. Pojemność sieci, przykładowo CobraNet, to 64 kanały 20-bitowych danych o częstotliwości próbkowania 48 kHz. Przy zwiększaniu rozdzielczości sygnału i częstotliwości próbkowania, liczba dostępnych kanałów jest mniejsza. W wypadku standardów AES/EBU i SPDIF jedno połączenie fizyczne zapewnia komunikację jedynie między dwoma urządzeniami i tylko w jednym kierunku.

Problem synchronizacji

Drugim, obok zakłóceń, ważnym problemem układu przetwornika cyfrowo-analogowego, na rozwiązanie którego ma wpływ projektant, jest stabilność sygnału taktującego modulator oraz filtry interpolacyjne przetwornika, potocznie nazywanego zegarem systemowym. Ma on znaczny wpływ na jakość sygnału, w więc należy stosować sygnały zegarowe o jak najlepszej stabilności częstotliwościowej (podawanej w PPM – *Parts Per Milion*). Określa ona o ile może się różnić generowana częstotliwość od wartości nominalnej. Za dobrą uważa się wartość stabilności rzędu 10^1 PPM.

Podczas przetwarzania w czasie rzeczywistym sygnału pochodzącego z konkretnego źródła należy zadbać o synchronizację pomiędzy sygnałem zegarowym taktującym źródło a sygnałem taktującym przetworniki cyfrowo-analogowe. Sygnały te powinny mieć identyczną, nominalną częstotliwość próbkowania. Jednak wartość rzeczywista zawsze różni się od nominalnej w pewnym



Rysunek 6. Schemat nadajnika i odbiornika sygnału S/PDIF



Rysunek 7. Schemat blokowy rozwiązania problemu synchronizacji w oparciu o PLL

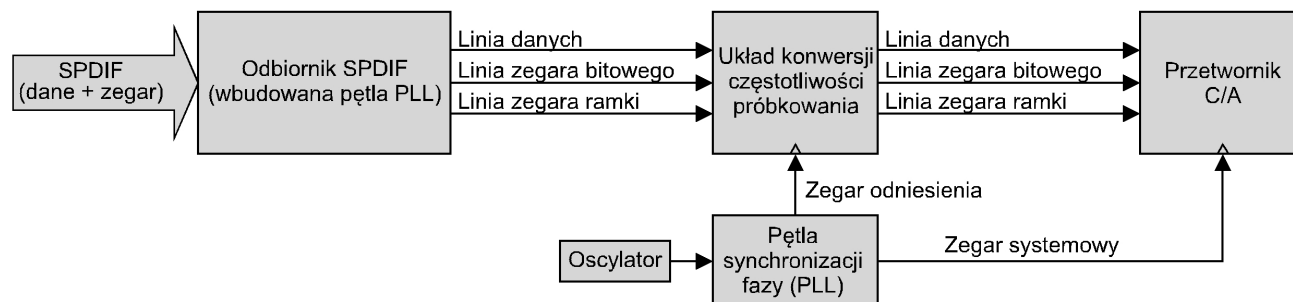
stopniu. Nie można zatem zastosować sygnału zegarowego dla przetwornika niesynchronizowanego z sygnałem taktującym sygnał wejściowy. Doszłoby wówczas do utraty próbek, wynikającej z różnicy pomiędzy częstotliwościami zastosowanych sygnałów. Autorom znane są trzy rozwiązania wyżej opisanego problemu. Są to najprawdopodobniej jedyne rozwiązania stosowane w praktyce. Zostaną one przedstawione na przykładzie sygnału wejściowego w standardzie S/PDIF.

a) Sygnał S/PDIF jest samotaktującym sygnałem bifazowym, dzięki czemu można zaprojektować układ pętli synchronizacji fazowej (PLL), który będzie dostrajał się do częstotliwości odbieranego sygnału. Układ taki odtwarza więc sygnał zegarowy zsynchronizowany z sygnałem wejściowym, który może być sygnałem taktującym przetworniki C/A (**rysunek 7**). Takie rozwiązanie jest najbardziej podatne na niestabilność sygnału wejściowego. Układ PLL w nieznacznym eliminuje rozmycie fazy sygnału wejściowego.

b) Drugim rozwiązaniem problemu synchronizacji jest zastosowanie układów konwersji częstotliwości próbkowania (*Sample Rate Conversion*). Układ taki ma dwa wejścia sygnałów zegarowych. Jedno z nich jest wejściem sygnału zegarowego bitowego pochodzącego z nadajnika sygnału, a drugie dla sygnału zegarowego odniesienia pochodzącego z niezależnego źródła, którym również może być również PLL. Wówczas można dobrać sygnał odniesienia o znacznie

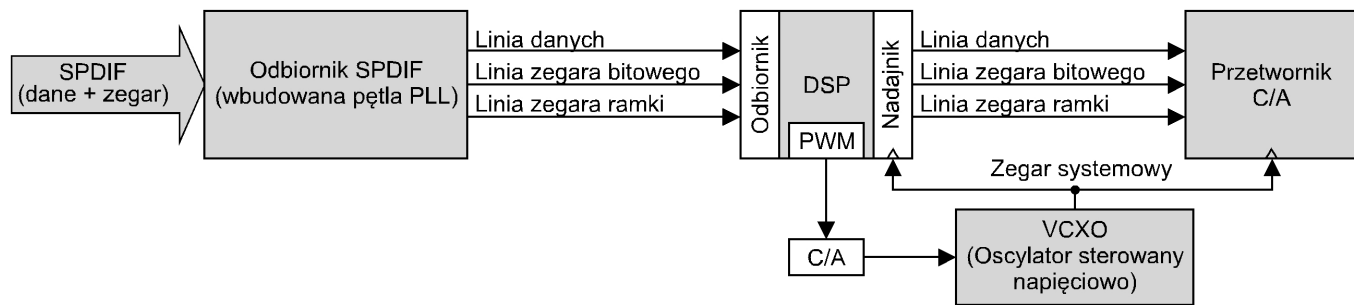
lepszych parametrach niż sygnał zegarowy pochodzący z sygnału wejściowego. Częstotliwość sygnału odniesienia powinna być wielokrotnością częstotliwości sygnału zegara bitowego, wskutek czego następuje nadpróbkowanie sygnału wejściowego. Układ może zatem przesyłać sygnał ze zwielokrotnioną częstotliwością próbkowania albo obniżyć ją do wartości pierwotnej lub mniejszej. Przy czym sygnał wyjściowy taktowany jest sygnałem źródła odniesienia, które musi również taktować przetworniki C/A. Taki układ jest odporny na jitter sygnału wejściowego i daje dużo lepsze efekty niż w rozwiązaniu pierwszym, szczególnie wtedy, gdy sygnał wejściowy jest niestabilny i zakłócony. Nie jest to jednak rozwiązanie optymalne, gdyż przetwornik nie jest taktowany bezpośrednio przez sygnał oscylatora, a przez sygnał układu PLL wprowadzającej również pewną jego niestabilność.

c) Problem zsynchronizowania sygnałów taktujących można rozwiązać z użyciem oscylatorów sterowanych napięciowo (VCXO). Niezbędne jest wówczas zastosowanie procesora sygnałowego z wbudowanym blokiem modulacji szerokości impulsu PWM (*Pulse Width Modulation*) oraz przetwornikiem cyfrowo-analogowym, wbudowanym lub zewnętrznym, służącym do sterowania VCXO (**rysunek 9**). Oscylatory sterowane napięciowo mają częstotliwość nominalną równą wielokrotności częstotliwości próbkowania sygnału wejściowego 44,1 kHz



Rysunek 8. Schemat blokowy systemu z konwerterem częstotliwości próbkowania

<http://sklep.avt.pl>



Rysunek 9. Schemat blokowy systemu z oscylatorem sterowanym napięciowo (VCXO)

z możliwością odstrajania od niej o pewną wartość. Ta wartość zależy od napięcia stałego podawanego na odpowiednie wejście oscylatora. Sterowanie odstrojeniem odbywa się za pośrednictwem DSP, który na podstawie zawartości buforów wejściowych określa czy należy zwiększyć czy zmniejszyć współczynnik wypełnienia PWM. Kiedy procesor odbiera dane szybciej niż wysyła, współczynnik wypełnienia należy zwiększyć, zwiększając tym samym napięcie na wejściu oscylatora. Powoduje to zwiększenie częstotliwości sygnału generowanego przez oscylator, taktującego zarówno nadajnik procesora jak i przetworniki audio. W przypadku, gdy nadajnik jest szybszy niż odbiornik, zachodzi sytuacja odwrotna. Powstała w ten sposób pętla ujemnego sprzężenia zwrotnego doprowadza do ustabilizowania odbiornika i nadajnika, a tym samym do zsynchronizowania sygnałów wejściowego i taktującego przetworniki. Pozwala to na minimalizację jittera sygnału wejściowego.

Przedstawione wyżej techniki synchronizacji sygnałów zegarowych, od najprostszego użycia pętli PLL, po profesjonalne zastosowanie oscylatorów VCXO, są stosowane w zależności od potrzeb bądź klasy urządzenia.

Założenia realizowanego projektu

Opisane powyżej przykładowe rozwiązanie systemu odsłuchowego posłużyły do zaprojektowania układu łączącego ich zalety. Układ powstał w wyniku analizy zalet oraz wad poszczególnych rozwiązań, kosztów elementów i przeznaczenia systemu.

Niewątpliwie najlepszym rozwiązaniem jest takie, w którym sygnał audio jest dostarczany do zestawów głośnikowych w postaci cyfrowej, a następnie przetwa-

rzany w DSP i przetwarzany do postaci analogowej. W tym rozwiązaniu należy zastosować dwa identyczne układy przetwarzania, co pociąga za sobą podwojenie liczby wszystkich elementów, w tym procesorów, płytek drukowanych oraz zasilaczy. W przypadku transmisji na duże odległości rozwiązanie takie jest uzasadnione. Ponieważ przeznaczeniem systemu jest odtwarzanie muzyki w domu, a zatem odległość zestawów od źródła jest rzędu metrów. Przy takim założeniu można zdecydowanie zrezygnować z transmisji cyfrowej na rzecz przesyłania sygnału w postaci analogowej o amplitudzie rzędu Voltów. Przy tak małych poziomach sygnału uniknie się dużych spadków napięć na przewodach. Należy jedynie zadbać o odpowiednie ich ekranowanie w celu możliwie maksymalnego odizolowania przesyłanego sygnału od elektromagnetycznych zakłóceń zewnętrznych. Przy takim rozwiązaniu jest niezbędne wbudowanie wzmacniaczy mocy do zestawów głośnikowych (rozwiązanie charakterystyczne dla systemu aktywnego), co zrealizowano w projekcie. Dzięki temu będzie zminimalizowana, a dokładniej ograniczona do parunastu centymetrów, odległość niekorzystnej transmisji wysokonapięciowych sygnałów głośnikowych. W tym celu zostanie użyta jedna płytka drukowana, z pojedynczym odbiornikiem sygnału, procesorem DSP oraz układami zasilania bloków cyfrowego i analogowego. Zasilanie bloku analogowego obejmuje przetworniki i przedwzmacniacze, które również zostaną umieszczone na omawianej płytce (w sekcji cyfrowo-analogowej). Sekcja przedwzmacniaczy jest zrealizowana na wzmacniaczach operacyjnych, a poziom sygnałów wyjściowych transmitowanych do zestawów głośnikowych nie przekroczy wartości $3,5 V_{RMS}$.

Sygnałem wejściowym dla urządzenia jest sygnał w standardzie S/PDIF. Użyto trzech przełączanych mechanicznie interfejsów: optycznego TosLink, elektrycznych RCA oraz USB. Dwa pierwsze służą do odbierania sygnału z autonomicznych lub komputerowych odtwarzaczy CD. Z kolei port USB umożliwia odsłuchiwanie muzyki z komputerów bez wyjść cyfrowych. Odbiornik SPDIF będzie akceptował dane o standardowych częstotliwościach: 38; 44,1; 48; 96 kHz i długości słowa 16...24 bitów. Elektryczne sygnały wejściowe zostaną galwanicznie odseparowane od sekcji cyfrowo-analogowej za pomocą transformatorów sygnałowych o przekładni 1:1. Synchronizacja sygnału taktującego przetworniki C/A z sygnałem wejściowym jest zrealizowana w układzie z konwerterem częstotliwości próbkowania. Poziom głośności sygnału akustycznego jest regulowany cyfrowo.

System jest stereofoniczny z dwoma dwudrożnymi zestawami głośnikowymi w obudowach zamkniętych. Zwrotnice głośnikowe są zrealizowane z użyciem procesora DSP w funkcji filtrów cyfrowych typu FIR. Ma niezależne układy zasilania dla części analogowej (z transformatorem toroidalnym) i cyfrowej (z transformatorem rdzeniowym). Do stabilizacji napięć zastosowano stabilizatory liniowe. Masy części obwodu analogowego i cyfrowego są połączone w jednym punkcie, w pobliżu układów zasilania.

Podsumowanie

W następnym artykule zostaną opisane poszczególne bloki systemu (blok odbiornika S/PDIF, procesora DSP, przetworników C/A, przedwzmacniaczy oraz wzmacniaczy mocy) oraz sposoby projektowania i implementacji zwrotnic cyfrowych.

Roman Bogusz
Piotr Pietrzyk

<http://forum.ep.com.pl>

Cyfrowe rejestratory dźwięku ISD151xx (2)



Układy z rodziny ISD151xx to zaawansowane, cyfrowe układy służące do rejestracji dźwięku. Mogą być elastycznie konfigurowane, a wbudowane kompresory/dekompresory pozwalają na zapisanie nawet 30 minut komunikatów słownych w najbardziej pojemnym układzie ISD15132. Producent nie zapomniał też o dźwięku lepszej jakości wyposażając układy w interfejs I²S i możliwość operowania na 16-bitowych nieskompresowanych danych audio.

Układ zegara systemowego

Zadaniem układu zegara systemowego jest generowanie sygnału Master Clock MCLK taktującego wszystkie bloki cyfrowego toru danych audio z pięciu źródeł:

- Wbudowanego generatora kwarcowego z dołączanym do wejść XTALIN i XTALOUT zewnętrznym oscylatorem kwarcowym.
- Zewnętrznego generatora kwarcowego (sygnał podawany na XTALIN).
- Wewnętrznego generatora RC z rezystorem podłączanym do XTALIN.
- Wbudowanego generatora (bez elementów zewnętrznych).
- Sygnału SCK z portu I²S.

Częstotliwość MCLK jest generowana przez układ PLL jest wyliczana według wzoru: $F_{mclk} = F_{osc} \times N / 2M$, w którym:

- F_{mclk} – częstotliwość MCLK,
- F_{osc} – częstotliwość wejściowa układu PLL
- M, N współczynniki układu PLL

Współczynnik M może przyjmować wartości 1,2, lub 3, a współczynnik N wartości

8, 16 lub 32. Częstotliwość próbkowania jest wyliczana z zależności: $F_s = F_{mclk} / 512$.

Dla standardowej częstotliwości próbkowania $F_s = 32$ kHz $F_{mclk} = 16,385$ MHz, dla $F_s = 44,1$ kHz $F_{mclk} = 22,5792$ kHz i dla $F_s = 48$ kHz $F_{mclk} = 24,576$ MHz.

Po wybraniu częstotliwości próbkowania w układzie downsamplera można ją dzielić na subczęstotliwości próbkowania (SubFs). Pokazano je na **rysunku 9**.

Organizacja pamięci

Wbudowana pamięć Flash na pojemność (zależnie od typu układu) od 2 do 64 Mb. Przestrzeń adresowa zaczyna się od adresu 0. Komórki pamięci są adresowane liniowo za pomocą 24-bitowego licznika adresowego. Jednocześnie pamięć jest podzielona na sektory o pojemności 4 kB. Sektor jest najmniejszą jednostką, która można wyczyścić.

Układy ISD151xx mają wbudowane mechanizmy zarządzania zawartością pamięci pozwalające na efektywne zapisywanie i odtwarzanie danych audio. W czasie pracy układu przestrzeń adresowa jest dzielona na 2 czę-

Dodatkowe materiały na CD/FTP:
ftp://ep.com.pl, user: 10925, pass: 87thc181
• pierwsza część artykułu

ści przez zawartość rejestru RMP (Recording Memory Pointer) – **rysunek 10**.

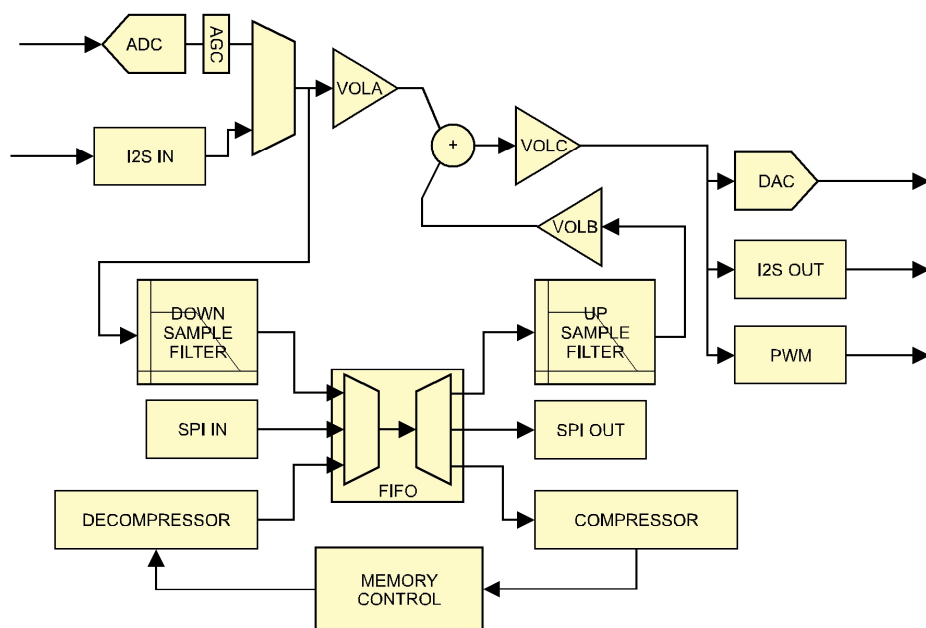
RMP zawiera numer ostatniego sektora pamięci zarezerwowanej. W pamięci zarezerwowanej są zapisane wcześniej dane: dane użytkownika, przygotowane wcześniej i nagrane fragmenty materiału dźwiękowego (Voice Prompt), makra i zarezerwowane sektory. Można programowo włączyć protekcję zapisu danych w wektorach poniżej zawartości RMP za wyjątkiem zarezerwowanych sektorów. W strukturze z **rysunku 10** RMP ma wartość 4, czyli adres podziału na pamięć zarezerwowaną i pamięć przeznaczoną do nagrywania jest równy szesnastkowo 4000.

Wszystkie sektory powyżej RMP aż do końca pamięci mogą być wykorzystane do nagrywania komunikatów dźwiękowych (Message Recordings).

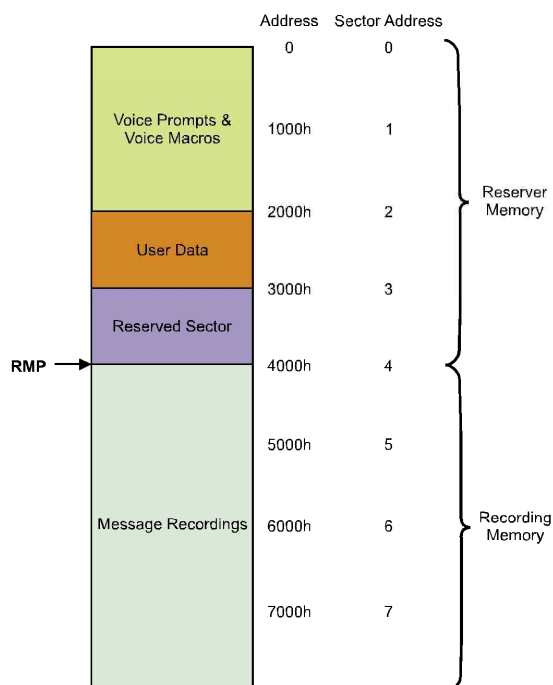
Bardzo ciekawą cechą ISD151xx jest możliwość nagrywania i odtwarzania Voice Prompt. Są to wcześniej nagrane i zapisane w pamięci komputera krótkie frazy, efekty dźwiękowe, fragmenty muzyczne itp. Po przygotowaniu są przegrywane do pamięci układu i mogą być odtwarzane w dowolnej kolejności i dowolną ilość razy – na przykład w pętli. O sposobie odtwarzania decyduje aplikacja użytkownika.

Lokalizacja Voice Prompt w pamięci jest określona przez swój indeks. Adresowanie indeksowane pozwala na modyfikację zawartości zapisanych w pamięci Voice Prompt bez konieczności zniany w aplikacji sterującej. Przykładem wykorzystania tej właściwości jest aplikacja głośnomówiącego termometru. Z nagranych wcześniej liczebników można dowolnie składać komunikaty dźwiękowe.

Drugim silnym wsparciem jest możliwość budowania makra. Makra pozwalają na grupowanie odtwarzania wielu Voice Prompt, ale także innych komend układu w jedną strukturę. Odtwarzanie makra jest wywoływane jedną komendą, co znacznie upraszcza aplikację użytkownika. Makra są identyfikowane w pamięci poprzez adresowania indeksowe, tak jak w przypadku Voice Prompt. Dwa pierwsze indeksy są zarezerwowane dla celów specjalnych: indeks 0 dla makra inicjalizacyjnego wykonywanego po włączeniu zasilania Power On Initialization (POI) i indeks 1 dla makra



Rysunek 8 Droga sygnałów cyfrowych układu ISD151xx



Podział Fs	Częstotliwość Fs (kHz)		
	32	44,1	48
8	4	5,5125	6
6	5,333	7,35	8
5	6,4	8,82	9,6
4	8	11,025	12
2,5	12,8	17,64	19,2
2	16	22,05	24
1	32	44,1	48

Rysunek 9. Dostępne nastawy częstotliwości SubFs

inicjalizacyjnego wykonywanego po programowym włączeniu zasilania komendą SPI - Power Up (PU). W makrach inicjalizacyjnych ustawiany jest układ zegara systemowego i najważniejsze rejestry konfiguracyjne.

Zarezerwowane sektory są grupą 4 kB wolnych (skasowanych) sektorów zarezerwowanych dla pustych sektorów (Empty Sector) zapisywanych komunikatów. Pusty sektor jest sektorem początkowym każdego zapisywanego komunikatu. Po wykonaniu komendy startu zapisywania menadżer pamięci adresuje początek nagrywania w pustym sektorze, a po jego zabezpieczeniu (jeżeli nagrywane dane mają więcej niż 4 kB) adresuje kolejny sektor z obszaru powyżej RMP.

Jak już wspominałem Voice Prompt i makra są identyfikowane w pamięci poprzez indeks. Na początku pierwszego sektora pamięci (od adresu 0) jest umieszczony nagłówek pamięci składający się z 17 bajtów. Po nagłówku użytkownik zapisuje tablice konwersji alokacji kolejnych makr i Voice Prompt.

Nagłówek i początek tablicy konwersji są pokazane na rysunku 11.

Bajt 1 i 2 to 16-bitowy rejestr RMP. RMP jest numerem ostatniego sektora

pamięci chronionej. W kolejnych 2 bajtach jest zapisana zawartość rejestru PMP (Protected Memory Pointer) związanego z mechanizmami protekcji zapisu opisanymi powyżej. Sześciobajtowe pola POI_VM i PU_VM zawierają 24-bitowe, rzeczywiste adresy początku i końca makr Power On Initialization (POI) i Power Up. Po tych polach zaczynają się kolejne 6-bajtowe pola Voice Prompt lub makr. W każdym z nich są również zapisane 24-bitowe adresy początku i końca.

Voice Prompt i makra są adresowane w czasie zapisywania lub odtwarzania przez nadanie indeksu. Układ sterowania ISD151xx w czasie odtwarzania na przykład Voice Prompt o indeksie IDX wylicza adres początkowy w tablicy według zależności $ADD = 6 \times IDX + 5$. Dla $IDX = 2$ mamy adres 17.

W czasie wykonywania komendy odtwarzania Voice Prompt lub makra na podstawie znanego indeksu układ sterowania wylicza adres początkowy w pierwszym sektorze pamięci Flash, a następnie pobiera 3 bajty do rejestru adresu początku i 3 kolejne bajty do rejestru adresu końca. Każdy sektor pamięci w którym jest zapisana wiadomość lub część dłuższej wiadomości ma swój nagłówek (rysunek 14).

Ilość sektorów, w których jest wyzerowany BOM określa ilość nagranych wiadomości

REKLAMA

PROJEKTUJEMY
PRODUKUJEMY
SPRZEDAJEMY

klawiatury • elewacje
tabliczki • zestawy foliowe

Qwerty
www.qwerty.pl

Towarzystwo Elektrotechnologiczne **Qwerty** Sp. z o.o.
ul. Siewna 21, 94-250 Łódź
tel. +48 426324792, +48 426333284, +48 426304264,
fax +48 426328593
e-mail: qwerty@qwerty.pl; www.qwerty.pl;

winbond
FLASH & DRAM
MEMORIES

nuvoTon
founded by winbond

- CORTEX-M0
MICROCONTROLLERS
- CODECS
- ISD CHIPCORDER

DYSTRYBUCJA
MARTEL
WWW.MARTEL.PL

P.D.W. MARTEL
UL. SOSNOWA 24-5
55-040 BIELANY WROCŁAWSKIE
TEL. +48 71 311 07 11
FAX +48 71 311 07 13

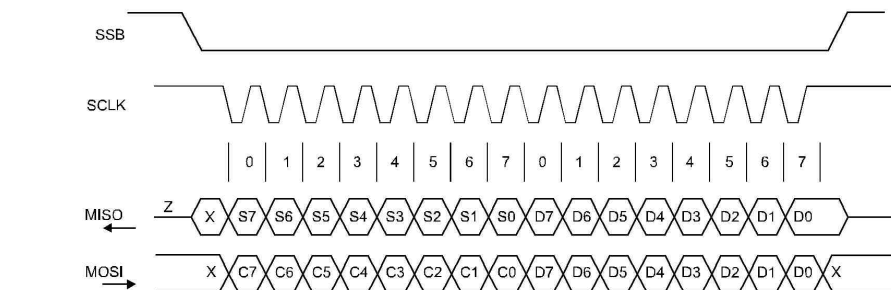


AVT5108 2-kanalowy termometr

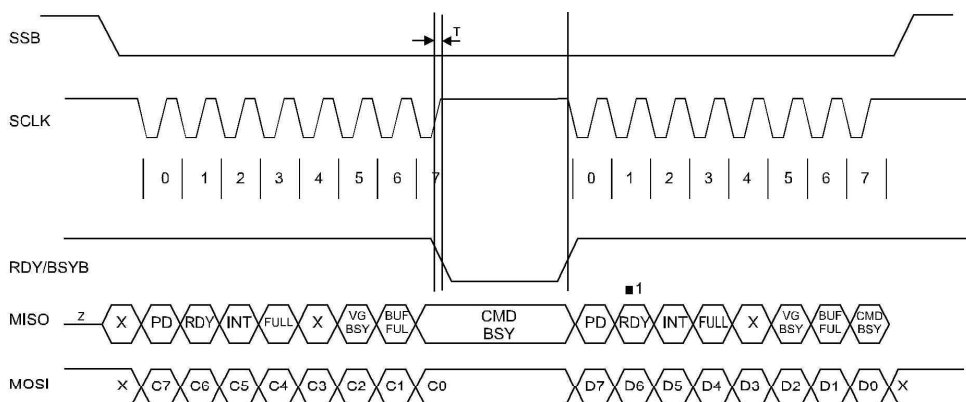
z dwukolorowym wyświetlaczem LED

W prezentowanym zestawie zastosowano oryginalny sposób wskazywania temperatury. O tym, który z dwóch czujników jest w danej chwili doczytywany świadczy kolor, w jakim wyświetlana jest mierzona wartość. Jest to możliwe dzięki zastosowaniu specjalnych, dwukolorowych, siedmiosegmentowych wskaźników LED.

- dwa kanały pomiarowe
- obrazowanie wyników: czterocyfrowy, dwukolorowy wyświetlacz LED
- identyfikacja kanału pomiarowego kolorem świecenia (czerwony/zielony)
- wybór kanału ręczny lub automatyczny
- zakres pomiarowy: -55...+99,9°C
- rozdzielczość: 0,1°C
- programowany czas aktywności każdego z kanałów
- zasilanie: 9...12 VDC/100mA



Rysunek 10. Organizacja pamięci



Rysunek 11. Pierwsze bajty pamięci

Bajty nagłówka					Bajty tablicy	
Bajt0	Bajty [2:1]	Bajty[4:3]	Bajty[10:5]	Bajty[16:11]	Bajty[22:17]	Bajty[28:23]
0xCx	RMP[15:0]	PMP[15:0]	POI_VM	PU_VM	VM/VP[2]	VM/VP[3]

Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
1	1	0	0	1	RP	WP	CEP

CEP (Chip Erase Protect)

=0 zezwolenie na protekcję kasowania układu -pamięć można tylko odczytywać

=1 pamięć układu można kasować nawet wtedy, kiedy ustawiona jest protekcja zapisu.

WP (Write Protect)

=0 zezwolenie na protekcję zapisu danych poniżej wskaźnika PMP. Używany jest do zabezpieczania już zapisanych danych audio, lub danych użytkownika.

=1 protekcja zapisu wyłączona.

RP (Read Protect)

=0 zezwolenie na protekcję odczytu zawartości pamięci poniżej PMP. Uniemożliwia odczytanie zawartości pamięci w celu skopiowania. Odtwarzanie jest możliwe.

=1 protekcja odczytu wyłączona.

Rysunek 12. Bajt zerowy pamięci

w układzie ISD151xx. W każdym sektorze, w którym nie jest wyzerowany bit EOM, dwa kolejne bajty po nagłówku zawierają numer kolejnego sektora z następną częścią nagrania. Odczytywanie tego numeru w każdym nagrany sektorze (kiedy EOM=1) pozwala na skompletowanie całej wiadomości. Kompletowanie się kończy po trafieniu na sektor z wyzerowanym EOM.

Komendy SPI

Układ ISD151xx jest sterowany przez zewnętrzny mikrokontroler host przez interfejs SPI. W magistrali host jest układem master, a ISD151xx jest układem slave. Interfejs jest zbudowany z 4 linii:

- Linii MISO (z punktu widzenia hosta jest to linia danych wejściowych).
- Linii MOSI (z punktu widzenia hosta jest to linia danych wyjściowych).
- SCLK – linia zegarowa; sygnał zegarowy generuje układ master czyli host.
- SSB (linia uaktywnienia interfejsu układu slave; jest linią wyjściową hosta).

W czasie przesyłania dane są próbkowane przy narastającym zboczu sygnału zegarowego SCLK. Interfejs SPI charakteryzuje się tym, że w czasie wysyłania bitu z hosta do slave linią MOSI jednocześnie host odbiera bit ze slave linią MISO. Ta właściwość jest wykorzystywana do przesyłania przez ISD151xx bajta statusowego (prawie zawsze poza odbiorem danych)

trakcie wysyłania bajta komendy lub danych.

Wymiana danych rozpoczyna się po wystawieniu stanu niskiego przez hosta na linii SSB. Jako pierwszy jest wysyłany kod komendy (bity C0...C7 – rysunek 15) i jed-

nocześnie odbierany bajt statusu (bity S0...S7). Zależnie od rodzaju komendy po kodzie mogą być wysyłane przez host dalsze dane przez linię MOSI.

Oprócz typowych linii interfejsu SPI w procesie wymiany danych jest wykorzy-

Adres początkowy			Adres końcowy		
Bity [A0:A7]	Bity [A8:A15]	Bity [A16:A23]	Bity [A0:A7]	Bity [A8:A15]	Bity [A16:A23]
Adres w pamięci = 6*IDX+5	Adres w pamięci = (6*IDX+5)+1	Adres w pamięci = (6*IDX+5)+2	Adres w pamięci = (6*IDX+5)+3	Adres w pamięci = (6*IDX+5)+4	Adres w pamięci = (6*IDX+5)+5

Rysunek 13. Umieszczenie adresów początku i końca makra lub komunikatu Voice prompt o indeksie IDX

Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
BOM	EOM	RSVD	-	-	-	-	-

BOM=0 sygnalizuje, że ten sektor jest sektorem początkowym wiadomości.

EOM=0 sygnalizuje, że ten sektor jest sektorem końcowym wiadomości.

RSVD=0 sygnalizuje, że ten sektor zawiera nagraną wiadomość, lub, że jest zarezerwowany dla danych użytkownika.

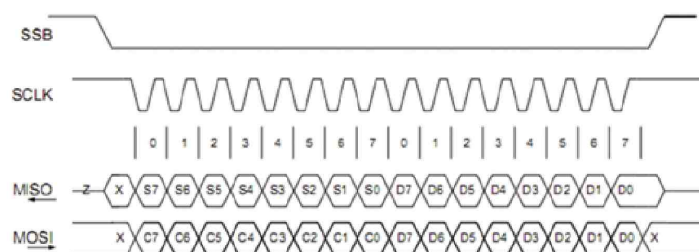
Rysunek 14. nagłówek wiadomości

stywana dodatkowa linia RDY/BSYB. RDY/BSYB informuje host o możliwości przesyłania danych do układu. Jeżeli jest na niej wymuszony stan niski, to oznacza, że transmisja musi zostać przerwana, bo układ jest zajęty przetwarzaniem poprzednio przesłanych danych. Wznowienie transmisji jest możliwe po przejściu RDY/BSYB w stan wysoki. W czasie sygnalizowania zajętości linia zegara SCLK musi być na poziomie wysokim (rysunek 16).

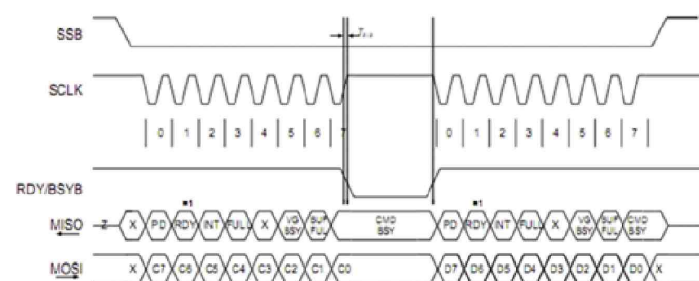
Komendy SPI

Host steruje pracą układu wysyłając do niego komendy SPI. Każda komenda składa się z 1-bajтового kodu i argumentu o długości zależnej od rodzaju komendy. W trakcie wysyłania kodu i argumentów układ wysyła zwrótnie bajt statusowy.

Wszystkich komend jest 28 i można je podzielić na 4 grupy:



Rysunek 15. Przebiegi czasowe na magistrali SPI



Rysunek 16. Transmisja ze stanem wstrzymania

- Grupa komend przeznaczona do odtwarzania i nagrywania danych audio. W skład tej grupy wchodzi komenda odtwarzania Voice Prompt i Voice Macro, zapisywania i odtwarzania wiadomości, odtwarzania przerw (wyciszenia) przez zadany czas, zatrzymywania odtwarzania (komenda STOP), kasowania nagranych wiadomości, zapisywanie i odtwarzanie danych audio PCM

przez interfejs SPI oraz zapisywanie i odtwarzanie skompresowanych danych audio przez interfejs SPI.

- Grupa komend przeznaczona do określania statusu układu ISD151xx. W jej skład wchodzi komenda odczytu rejestru statusu (na żądanie), odczytu rejestru statusu przerw, odczytu parametrów zapisanej wiadomości (adres startu i ilość zapisanych sektorów), bieżącą ilość zapisywanych, lub odczytywanych sektorów, oraz odczytanie identyfikatora (ID) układu.
- Grupa komend zapisu/odczytu danych. Komendy te są przeznaczone do zapisywania, odczytywania i kasowania danych innych niż dane audio.
- Grupa komend przeznaczona do konfiguracji układu. W skład tej grupy wchodzi komendy programowego włączania i wyłączania zasilania, zapisywania i odczytywania rejestrów konfiguracji układu zegara, oraz zapisywania i odczytywania rejestrów konfiguracyjnych. Dokładne opisywanie wszystkich komend znacznie wykracza poza ramy tego artykułu. Taki opis można bez trudu znaleźć w dokumentacji układu.

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

REKLAMA








Horizon Technologies Sp. z o.o. 66-400 Gorzów Wielkopolski ul. Walczaka 25
tel. 95 782 12 11 faks 95 782 12 14 e-mail: biuro@horizontech.pl

www.horizontech.pl

ponadto oferujemy panele dotykowe, obudowy i wiele innych rozwiązań

Zasilacze modułowe serii G3 15-150W



- kondensatory elektrolityczne o długiej żywotności i wytrzymałości 105°C
- wytrzymałość na wibracje do 5G
- zabezpieczenia: przeciwzwarciowe, przepięciowe, przeciążeniowe
- małe rozmiary, duża wydajność mocy
- temperatura pracy od -20~+70°C
- możliwość instalacji na szynie DIN
- certyfikaty UL/ TUV/ CB / CE / EMC
- 3 lata gwarancji

Zamów bezpłatny katalog MeanWell

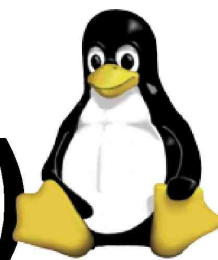




Elmark Automatyka Sp. z o.o.
ul. Bukowińska 22 lok 1B, 02-703 Warszawa
tel. 22 541 84 60; fax. 22 541 84 61
elmark@elmark.com.pl
www.meanwell.elmark.com.pl

Wprowadzenie do Linuksa embedded (3)

Obsługa portów GPIO



Porty GPIO są jednym z najprostszych układów peryferyjnych, od obsługi których zwykle rozpoczynamy tworzenie programów zapoznając się z danym typem mikrokontrolera. W wypadku aplikacji pracującej pod RTOS'em lub bez systemu operacyjnego, obsługa portów GPIO sprowadza się do wpisania do rejestrów portu kilku wartości określających jego konfigurację, czyli kierunku wejście lub wyjście, załączenie lub wyłączenie rezystorów podciągających itp. W wypadku systemu Linux jest inaczej, ponieważ programista ma do czynienia z obsługą urządzeń, a porty GPIO umożliwiając ich sterowanie nie są urządzeniem w ogólnym rozumieniu tego słowa.

Po skonfigurowaniu portu, najczęściej wpisując lub odczytując dane z pojedynczego rejestru, mamy możliwość zmiany stanu linii wyjściowej lub odczytu stanu linii wejściowej. W podobny sposób są zbudowane porty mikrokontrolerów rodziny AT91, do której należy m.in. AT91RM9200. Mamy w nim możliwość sterowania linią GPIO za pomocą kilkunastu rejestrów. W wypadku Linuksa sytuacja komplikuje się, ponieważ bezpośredni dostęp do portów wejścia wyjścia z poziomu programu użytkownika nie jest możliwy, a komunikacja pomiędzy urządzeniami a oprogramowaniem musi odbywać się za pomocą sterowników. Istnieje możliwość obejścia tego za pomocą sterownika /dev/mem, ale nie jest to rozwiązanie zalecane. Brak bezpośredniego dostępu do rejestrów oraz całej fizycznej przestrzeni adresowej jest podyktowany względami bezpieczeństwa. Nietrudno sobie wyobrazić aplikację, która w wyniku zapisania błędnych danych powoduje awarię całego systemu. W Linuksie nie istnieje jeden generyczny mechanizm dostępu do portów GPIO z przestrzeni użytkownika, o tym dlaczego tak jest napiszemy w dalszej części tekstu. W części praktycznej natomiast pokażemy w miarę bezpieczny i uniwersalny sposób na dostęp do portów GPIO w Linuksie z programu użytkownika, na przykładzie płyty prototypowej BF210 za pomocą jednego z mechanizmów – SYSFS GPIO, który nie jest jednak całkowicie zgodny z filozofią sterowników urządzeń.

Sposoby dostępu do portów GPIO w systemie Linux

W Linuksie długo nie istniał standardowy, bezpośredni sterownik linii GPIO, co ma swoje uzasadnienie. Do portów GPIO najczęściej dołączamy jakieś proste układy, na przykład diody LED, przyciski itp. Zgodnie z filozofią systemu Linux właśnie te dołączone urządzenia, czyli wspomniane diody LED i przyciski, powinny mieć swoje sterowniki udostępniające je aplikacjom użytkownika. Porty GPIO stanowią tylko mechanizm dołączania urządzeń, a nie urządzenie samo w sobie. To do jakiego wejścia lub wyjścia dane urządzenie jest dołączone oraz sposób jego sterowania nie powinien mieć znaczenia dla aplikacji. I to jest właśnie dodatkowe zadanie sterowników urządzeń, które stanowią dodatkową warstwę abstrakcji pomiędzy sprzętem a aplikacją użytkownika. Na przykład dioda LED fizycznie może być dołączona bezpośrednio do linii GPIO, ale równie dobrze może być do układu ekspandera I²C. Jednak to gdzie jest ona dołączona z punktu widzenia funkcjonalności aplikacji nie ma żadnego znaczenia.

Na początek zajniemy się najbardziej eleganckim sposobem dostępu do linii GPIO, czyli sterownikami funkcjonalnymi, które używają pojedynczo linii GPIO. Są to mianowicie sterownik diod LED (LED class driver) oraz sterownik podsystemu Linux Input System dla klawiatury dołączonej do linii GPIO, czyli „GPIO Keys”.

Sterownik diod LED (Led Class Driver)

Sterownik LED Class Driver, umożliwia kontrolę diod LED z aplikacji pracującej

w przestrzeni użytkownika. Zapewnia on zaawansowany interfejs dla LED'ów umożliwiający ich: włączanie, wyłączanie, włączanie na określony czas bez interwencji aplikacji i sterowanie jasnością świecenia. Funkcja sterowania jasnością zależy od możliwości sprzętu i nie zawsze jest dostępna.

Aby używać sterownika LED Class Driver należy na etapie konfiguracji jądra (Device Drivers → LED Devices) włączyć następujące opcje:

- LED Class support,
- LED Support for GPIO connected LEDs.

Pierwsza opcja włącza w kernelu obsługę LED Class Drivers, natomiast druga umożliwia używanie przez nią linii GPIO. Z uwagi na to, że w tego rodzaju urządzeniach nie istnieje system powiadamiania o dostępnych zasobach sprzętowych, takich jak BIOS, należy poinformować kernel, do której linii jest dołączona dana dioda oraz jaka jest jej nazwa. Przypisanie poszczególnych urządzeń jest realizowane w kodzie jądra Linuksa, odpowiedzialnym za inicjalizację maszyny. Na przykład, aby diodom o nazwach led0 oraz led1 przypisać sterowanie za pomocą portów PC2 oraz PC3, należy zadeklarować strukturę jak na listingu 8 oraz zarejestrować ją w systemie wywołując funkcję:

```
/* LEDs */
at91_gpio_leds(my_leds, ARRAY_SIZE(my_leds));
```

Dopisanie diod LED w pliku konfiguracyjny maszyny będzie skutkowało tym, że w katalogu /sys/class/led0 oraz /sys/class/led1 pojawią się następujące pliki umożliwiające kontrolowanie dołączonych diod LED:

- brightness: umożliwia sterowanie jasnością diody LED. W wypadku implementacji za pomocą linii GPIO jak powyżej, wpisanie do tego pliku wartości 0 powoduje wyłączenie diody, natomiast wpisanie wartości różnej od 0 spowoduje jej włączenie.
- trigger: umożliwia ustawienie zaawansowanych wyzwalaczy np. mruganie

Listing 8. Struktura przypisująca diodom LED0 i LED1 sterowanie za pomocą wyprowadzeń PC2 i PC3

```
static struct at91_gpio_led my_leds[] = {
{
    .name      = "led0",
    .gpio      = AT91_PIN_PC2,
    .trigger    = "timer",
},
{
    .name      = "led1",
    .gpio      = AT91_PIN_PC3,
    .trigger    = "timer",
},
};
```

Listing 9. Deklaracja struktury, która spowoduje generowanie zdarzeń na skutek zbocza opadającego na liniach PC2 i PC3

```
static struct gpio_keys_button my_buttons[] = {
{
    .desc = "Key0",
    .gpio = AT91_PIN_PC2,
    .active_low = 1,
    .code = KEY_C,
    .type = EV_KEY,
},
{
    .desc = "Key1",
    .gpio = AT91_PIN_PC2,
    .active_low = 1,
    .code = KEY_D,
    .type = EV_KEY,
},
};

static struct gpio_keys_platform_data my_button_data = {
    .buttons = my_buttons,
    .nbuttons = ARRAY_SIZE(my_buttons),
};

static struct platform_device gpio_keys_dev = {
    .name = "gpio-keys",
    .id = 0,
    .dev =
    {
        .platform_data = &my_button_data,
    }
};
```

Listing 10. Rejestracja zdarzeń z listingu 1 w kodzie maszyny

```
for(i=0; i < ARRAY_SIZE(my_buttons); i++)
    at91_select_gpio(my_buttons[i].gpio, 0);
platform_device_register(&gpio_keys_dev);
```

podczas aktywności interfejsu USB lub karty sieciowej bez ingerencji programu zewnętrznego np. wpisanie do tego pliku wartości eth0 spowoduje mruganie diody LED w momencie aktywności interfejsu sieciowego. Wpisanie wartości timer umożliwia sterowanie mruganiem diod LED.

- delay_on, delay_off: wpisanie do tych plików wartości włączonej w ms określa stosunek czasu włączenia do wyłączenia diody, co umożliwia jej miganie z wybranym wypełnieniem, gdy jako trigger wybrany został timer.

Na przykład, aby włączyć diodę led0 wystarczy z wiersza polecenia, wpisać:

```
echo 1 > /sys/class/led/led1/brightness
```

Sterownik klawiatury z użyciem linii GPIO

W Linuksie obsługa klawiatury jest realizowana za pośrednictwem podsystemu Linux Input System zapewniającego obsługę urządzeń wejściowych, takich jak myszki i klawiatury za pomocą jednolitego interfejsu. Istnieje możliwość uruchomienia sterownika GPIO Keys, który umożliwia współpracę prostych klawiszy dołączonych do linii GPIO z podsystemem Linux Input System.

Dzięki uruchomieniu tego sterownika zyskujemy możliwość generowania zdarzeń w wyniku zmiany stanu linii GPIO. Jest to istotne, ponieważ aplikacja korzystająca z podsystemu Linux Input System może zostać uspijona do czasu wystąpienia zdarzenia od wciśnięcia klawisza. Należy pamiętać, że pracujemy w systemie wielozadaniowym i należy unikać aktywnego odpytywania o stan linii, tak jak to robi się w przypadku aplikacji dla mikrokontrolerów. Aby umożliwić działanie klawiatury dołączonej do linii GPIO, należy w kernelu uaktywnić następujące opcje:

- Event Interface,

- Keyboyard,
- GPIO buttons.

Driver ten również wymaga zdefiniowania struktur w pliku inicjalizacyjnym maszyny zawierających informacje o rodzaju generowanych zdarzeń oraz o przypisanych do nich liniach GPIO. Na przykład, jeżeli chcemy, aby zbocze opadające na liniach PC2 i PC3 wygenerowało zdarzenie od klawiszy „C” i „D”, należy zdefiniować struktury, które umieszczono na listingu 9, a następnie zarejestrować w kodzie inicjalizacyjnym maszyny (listing 10).

Od strony aplikacji przestrzeni użytkownika dostęp do wciśniętych klawiszy jest realizowany za pomocą urządzenia /dev/input/event0 udostępniającego ich kody. Za pomocą funkcji blokującej read można uspić bieżący proces do momentu zaistnienia zdarzenia wciśnięcia klawisza, co jest bardzo ważne w przypadku środowiska, w którym może być uruchomionych wiele procesów.

Metoda brute-force, czyli /dev/mem

Przy omawianiu sposobu dostępu do portów GPIO z powodów czysto porządkowych omówimy metodę, której nie powinno stosować się pod żadnym pozorem, a która bardzo często jest używana przez początkujących użytkowników. W Linuksie istnieje sterownik reprezentowany przez plik /dev/mem, którego zadaniem jest udostępnianie całej pamięci fizycznej. Dostęp do tego pliku ma standardowo tylko administrator (root). Użycie tego pliku umożliwia dostęp do fizycznej przestrzeni adresowej, a zatem również do portów GPIO. W Linuksie istnieje również możliwość użycia funkcji mmap, która umożliwia mapowanie pliku w przestrzeni adresowej procesu. Zatem stosując sterownik /dev/mem oraz funkcje mmap możemy uzyskać dostęp do dowolnych rejestrów mikrokontrolera. Przykład użycia /dev/mem wraz z mmap w celu uzyskania dostępu do pamięci fizycznej o adresie base i rozmiarze 1 strony przedstawiono na listingu 11.

Działanie funkcji sprowadza się do otwarcia pliku /dev/mem, a następnie mapowanie tego pliku w przestrzeni adresowej

Listing 11. Przykład użycia /dev/mem wraz z mmap w celu uzyskania dostępu do pamięci fizycznej o adresie base i rozmiarze 1 strony

```
uint32_t *mmap_base_address(unsigned base)
{
    int hwnd = open(„/dev/mem”, O_RDWR|O_SYNC);
    if (hwnd < 0)
    {
        //error handling
    }
    //Map to process space and calculate address
    unsigned long map_addr = base & ~(getpagesize()-1);
    void *mem = mmap(0, getpagesize(), PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_SHARED, hwnd, map_addr);
    if (!mem)
    {
        //Error handling
    }
    uint32_t *regs = (uint32_t*) mem + (base-map_addr)/4;
    return regs;
}
```


procesu. W wyniku jej działania otrzymujemy wskaźnik do dowolnego obszaru pamięci, a więc również do obszaru rejestrów GPIO, których możemy używać, tak jak w przypadku aplikacji pisanej dla mikrokontrolera. **Rozwiązanie to jest bardzo niebezpieczne i nigdy w praktyce nie powinno być używane. Bezpośredni dostęp do pamięci fizycznej powoduje że nawet niewielki błąd w programie może spowodować zawieszenie się całego systemu.** Można powiedzieć, że poprzez użycie tego mechanizmu tracimy wszelkie zalety jakim jest użycie systemu operacyjnego.

Dostęp do linii GPIO za pomocą sysfs gpio interface

Dwie opisane metody, które pośrednio odnoszą się do portów GPIO są bardzo wygodne w wypadku, gdy mamy do czynienia z gotowym urządzeniem i mamy ściśle określone przeznaczenie poszczególnych linii. W przypadku płytek uniwersalnych, takich jak BF210, jest ciężko określić końcowe przeznaczenie linii GPIO i zdefiniować odpowiednie struktury w pliku inicjalizacyjnym maszyny, natomiast użycie /dev/mem jest zbyt niebezpieczne. Dawniej ten problem rozwiązywało się za pomocą sterowników pisanych specjalnie do obsługi GPIO, natomiast obecnie w jądrze istnieje możliwość dostępu do portów GPIO z przestrzeni użytkownika w bezpieczny sposób za pomocą sysfs gpio interface. Ten interfejs jest dostępny za pomocą systemu plików sysfs w katalogu /sys/class/gpio. Należy tutaj podkreślić, że w przypadku rozwiązań produkcyjnych raczej należy używać mechanizmów typu LED class driver czy GPIO keyboard zamiast interfejsu GPIO.

Poszczególne porty GPIO w interfejsie GPIO są identyfikowane za pomocą liczby porządkowej. W przypadku platformy AT91 linie portu PA0...PA31 mają identyfikatory 32...63, linie portu PB identyfikatory 64...95, natomiast linie portu PC mają identyfikatory 96...127. Aby daną linię portu udostępnić w przestrzeni użytkownika, należy do pliku /sys/class/gpio/export wpisać numer porządkowy linii, którą chcemy udostępnić. Na przykład, aby udostępnić linię portu PB0 w wierszu polecenia należy wydać polecenie: `echo 64 > /sys/class/gpio/export`.

Zwrócenie danej linii portu do przestrzeni jądra następuje poprzez wpisanie numeru porządkowego linii do pliku /sys/class/gpio/unexport. Mechanizm udostępniania jest stosunkowo bezpieczny, ponieważ w przypadku, gdy chcemy wyeksportować do przestrzeni użytkownika linię portu używaną przez inny driver, to nie zostanie ona udostępniona, a funkcja `read()` pisząca do pliku `export` nie powiedzie się zwracając błąd. Dzięki takiemu podejściu mamy pewność, że zmienimy konfiguracji linii używa-

Listing 12. Przekształcenie wartości liczbowej przekazanej jako gpio na liczbę

```
//Write int to the selected item
int sysfs_gpio_write_int(unsigned gpio, const char *item)
{
    char buf[16];
    snprintf( buf, sizeof(buf), "%d", gpio);
    return sysfs_gpio_write(item, buf);
}
```

Listing 13.

```
enum gpio_dir
{
    gpio_dir_input,
    gpio_dir_output
};

int gpio_direction(unsigned gpio, enum gpio_dir dir)
{
    char buf[32];
    snprintf( buf, sizeof(buf), "gpio%d/direction", gpio );
    return sysfs_gpio_write(buf, dir==gpio_dir_output?"out":"in");
}
```

nej w przestrzeni jądra przez inny sterownik. Wyeksportowanie danej linii GPIO do przestrzeni użytkownika spowoduje pojawienie się w katalogu /sys/class/gpio katalogu `gpio-XXX`, gdzie XXX określa numer porządkowy linii GPIO. Dla wspomnianej linii PB0 po wykonaniu polecenia `echo 64 > /sys/class/gpio/export`, gdy linia nie jest używana przez jądro pojawi się katalog /sys/class/gpio/gpio64, w którym znajdują się pliki umożliwiające sterowanie linią GPIO:

- `direction`: wpisanie do niego wartości in spowoduje ustawienie portu w kierunku wejścia, wpisanie wartości out powoduje ustawienie wybranego portu w kierunku wyjścia.
- `value`: w przypadku odczytu umożliwia odczytanie stanu linii portu. W przypadku zapisu wpisanie wartości 1 ustawia wybrany port w stan wysoki, wpisanie wartości 0 zeruje wybrany port.

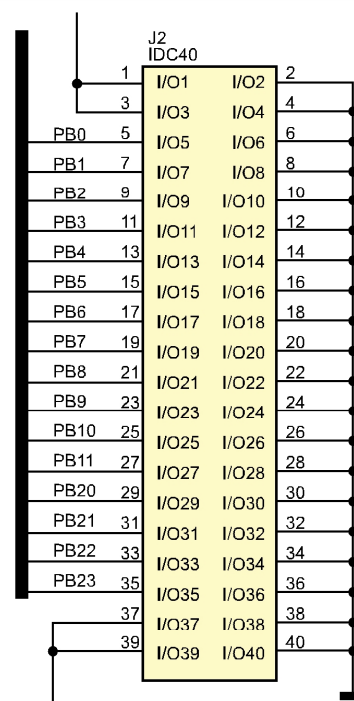
Na przykład aby skonfigurować wyeksportowaną linię PB0 w kierunku wyjścia i ustawić na wyjściu stan niski należy w wierszu poleceń wpisać następującą sekwencję:

```
echo out > /sys/class/gpio/gpio64/direction
echo 0 > /sys/class/gpio/gpio64/value
```

Naturalnie, w praktyce zapis oraz odczyt wspomnianych plików realizowany bezpośrednio w programie na przykład za pomocą wywołań systemowych `read()`, `write()`. Przedstawiony sposób nadaje się do sterowania pojedynczymi liniami, do których są podłączone takie peryferia, jak dioda LED, przełącznik itd. W przypadku realizacji bardziej skomplikowanych sekwencji będziemy zmuszeni napisać sterownik jądra bezpośrednio dla danego urządzenia, ponieważ dostęp za pomocą sysfs-gpio z programu użytkownika jest stosunkowo powolny.

Przykład sterowania liniami GPIO za pomocą klasy GPIO

Po zapoznaniu się z teoretycznymi aspektami użycia GPIO, pokażemy na bazie prostego przykładu dla ARMputera BF210, jak za pomocą klasy GPIO we własnym pro-



KAMODLED8: (+5V – J2PIN1, GND – J2PIN2, D0 – J2PIN5, D1 – J2PIN7, D2 – J2PIN17, D3 – J2PIN19, D4-J2PIN4, D5-J2PIN6, D6-J2PIN8, D7-J2PIN10)
KAMODKB4x4: (COL1 – J2PIN12, ROW1-J2PIN9)

Rysunek 6. Sposób połączenia modułów

gramie odczytywać, i zmieniać stan wybranych linii portów.

Do uruchomienia programu z przykładu jest potrzebny moduł komputera BF210 oraz moduły KamodLed8 i KamodKB4x4. Na rysunku 6 przedstawiono sposób połączenia modułów.

Sterowanie portami GPIO, pokażemy na bardzo prostym przykładzie, w którym każde wciśnięcie klawisza „1” na klawiaturze KAMODKB4x4 będzie powodować zwiększenie licznika binarnego, którego stan zostanie odzwierciedlony za pomocą diod D0...D3 modułu KAMODLED8.

Przykładowy program został napisany w pojedynczym pliku `sysgpio.c`. Wykorzystując mechanizm dostępowy klasy GPIO, napisano funkcje, których zadaniem jest wpisywanie (podobnie jak polecenie `echo`) wartości oraz odczyt (jak polecenie `cat`) pli-

Listing 14. Licznik binarny

```
//SET signal termination
struct sigaction sa;
sigemptyset(&sa.sa_mask);
sigaddset(&sa.sa_mask, SIGINT);
sigaddset(&sa.sa_mask, SIGTERM);
sa.sa_handler = terminate;
sigaction(SIGINT, &sa, 0);
sigaction(SIGTERM, &sa, 0);
//Initialize gpio
gpio_export(LED1);
gpio_export(LED2);
gpio_export(LED3);
gpio_export(LED4);
gpio_export(KEY);
//Set direction
gpio_direction(LED1, gpio_dir_output);
gpio_direction(LED2, gpio_dir_output);
gpio_direction(LED3, gpio_dir_output);
gpio_direction(LED4, gpio_dir_output);
gpio_direction(KEY, gpio_dir_input);
//Main loop
for(unsigned cnt=0;;)
{
    //Read value and sleep
    int val1 = gpio_get_value(KEY);
    usleep(SLEEP_VALUE);
    int val2 = gpio_get_value(KEY);
    //Error handling
    if(val1<0 || val2<0) { perror("getval"); exit(-1); }
    //Edge detection
    if(val1==0 && val2==1)
    {
        cnt++;
        if(gpio_set_value(LED1, cnt & 1)<0) { perror("setval1"); cleanup();
        exit(-1); }
        if(gpio_set_value(LED2, cnt & 2)<0) { perror("setval2"); cleanup();
        exit(-1); }
        if(gpio_set_value(LED3, cnt & 4)<0) { perror("setval3"); cleanup();
        exit(-1); }
        if(gpio_set_value(LED4, cnt & 8)<0) { perror("setval4"); cleanup();
        exit(-1); }
    }
    cleanup();
}
```

ków reprezentujących wybraną linię GPIO. Zapis do plików jest realizowany za pomocą funkcji biblioteki standardowej `fputs()`, natomiast odczyt jest realizowany za pomocą funkcji `fgets()`, co realizują funkcje `int sysfs_gpio_write(const char *item, const char *value)` oraz `int sysfs_gpio_read(const char *item, char *value, size_t value_len)`. Ich zadaniem jest odpowiednio, zapis oraz odczyt pliku o nazwie przekazanej jako `item` w katalogu `/sys/class/gpio/` wartości tekstowej przekazanej jako `value`. W przypadku powodzenia funkcja zwraca 0, natomiast w przypadku niepowodzenia jest zwracana wartość ujemna. Funkcja pomocnicza umieszczona na listingu 12 przekształca wartość liczbową przekazaną jako `gpio` na liczbę i zapisuje ją do pliku określonego jako `item` za pomocą funkcji `sysfs_gpio_write`. Zadaniem funkcji `gpio_export` jest udostępnienie portu GPIO dla przestrzeni użytkownika poprzez wpisanie numeru porządkowego portu do pliku `/sys/class/gpio/export`:

```
//Export selected gpio
inline int gpio_export(unsigned gpio)
{
    return sysfs_gpio_write_
int(gpio, "export");
}
```

Podobną rolę pełni funkcja `unexport`, której zadaniem jest zwrócenie linii o numerze porządkowym przekazanym jako `gpio` do przestrzeni jądra:

```
//Unexport selected gpio
```

```
inline int gpio_unexport(unsigned gpio)
{
    return sysfs_gpio_write_
int(gpio, "unexport");
}
```

Funkcja `gpio_direction` umożliwia skonfigurowanie wybranej linii GPIO w kierunku wejścia lub wyjścia (listing 13). Jej działanie sprowadza się do wpisania do pliku `direction` wybranej linii `gpio` przekazanej jako argument `gpio`, wartości `in` lub `out`, co spowoduje ustawienie tej linii jako wejściowej lub wyjściowej. Ustawienie wybranej linii portu na poziomie wysokim lub niskim jest realizowane za pomocą funkcji:

```
//Set gpio value
int gpio_set_value(unsigned gpio, bool value)
{
    char buf[32];
    snprintf(buf, sizeof(buf), "gpio%d/
value", gpio );
    return sysfs_gpio_write(buf,
value?"1":"0");
}
```

Działanie tej funkcji sprowadza się do wpisania „0” lub „1” do pliku `value` wartości wybranej jako argument `gpio` linii GPIO. Odczyt linii portu jest realizowany za pomocą funkcji:

```
int gpio_get_value(unsigned gpio)
{
    char buf[32];
```

```
    snprintf( buf,
sizeof(buf), "gpio%d/value", gpio
);
    int res = sysfs_gpio_read( buf,
buf, sizeof(buf) );
    if(res < 0) return res;
    return atoi(buf);
}
```

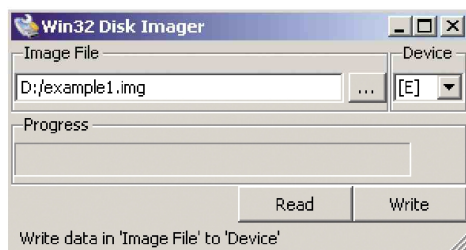
Funkcja ta odczytuje z pliku `value` stan wybranej linii `gpio` w postaci tekstowej 0 lub 1, a następnie przekształca ją na wartość typu `int`. Przykładowy kod programu licznika binarnego, wykorzystujący powyższe funkcje przedstawiono na listingu 14.

Na początku jest instalowany jest handler dla sygnałów `SIGINT` oraz `SIGTERM`, którego zadaniem jest oddanie przed zakończeniem programu linii GPIO za pomocą funkcji `gpio_unexport()` do przestrzeni jądra. Następnie jest wywoływana funkcja `gpio_export()`, która powoduje wyeksportowanie wybranych linii GPIO do przestrzeni użytkownika. Linie diod `LED1...LED4` są konfigurowane jako wyjście, natomiast linia klawisza `KEY`, jest konfigurowana jako wejście. Teraz program wchodzi do pętli nieskończonej, w której jest odczytywany stan linii `KEY`, po czym jest wywoływana funkcja `usleep()` usypiająca proces na 20 ms, a następnie ponownie jest odczytywany stan linii `KEY`. W przypadku zmiany poziomu z „1” na „0” (zbrocze opadające) jest zwiększana wartość zmiennej `cnt`, a następnie ustawiane są poszczególne linie portów `LED1...LED4` odzwierciedlające stan bitów portu `cnt`. Zatrzymanie wykonania programu, a więc zatrzymanie pętli głównej odbywa się w wyniku utrzymania sygnału `SIGINT` (wcisnięcie na konsoli `CTRL+C`), lub `SIGTERM` (sygnał terminacji procesu), w wyniku czego jest wywoływany umieszczony na listingu 15 handler `terminate()`, w którym na konsolę jest wysyłany komunikat o zamknięciu programu, zostaje przywrócony stary handler obsługi sygnałów, jest wywoływana funkcja `cleanup()`, której zadaniem jest zwrócenie linii GPIO do przestrzeni jądra poprzez wywołanie `gpio_unexport()`, a następnie proces ulega zakończeniu dzięki wywołaniu funkcji `exit()`.

Opisany powyżej program ma wadę polegającą na tym, że stan linii klawisza jest sprawdzany w aktywnej pętli, co nie jest do-

Listing 15. Wywołanie handlera terminate

```
//Termination handler
void terminate(int sig)
{
    printf("Led program
terminated\n");
    cleanup();
    //Restore default sig
    struct sigaction sa;
    sigemptyset(&sa.sa_mask);
    sigaddset(&sa.sa_mask, SIGINT);
    sigaddset(&sa.sa_mask, SIGTERM);
    sa.sa_handler = SIG_DFL;
    sigaction(SIGINT, &sa, 0);
    exit(-1);
}
```

Rysunek 7. Okno wyboru identyfikatora dysku

brym rozwiązaniem w przypadku środowisk wielozadaniowych. Wówczas dużo lepszym rozwiązaniem byłoby użycie sterownika GPIO KEYS i podsystemu Input. Takie rozwiązanie zapewniałoby uśpienie procesu do momentu wciśnięcia klawisza bez konieczności cyklicznego sprawdzania stanu wejścia KEY.

Uruchomienie przykładu, na BF210

Skompilowany przykład wraz z podstawowym systemem Linux jest dostarczany w postaci obrazu karty SD, w postaci pojedynczego pliku example1.img. W systemie Windows obraz z przykładem można nagrać na kartę SD za pomocą programu Win32d-

iskImager, który można pobrać ze strony <https://wiki.kubuntu.org/Win32DiskImager>. Do czytnika kart SD należy włożyć kartę, a następnie podłączyć czytnik do komputera. Teraz uruchomić program i jako opcję image file wybrać plik example1.img, natomiast jako device należy wybrać identyfikator dysku, którym jest czytnik kart SD (rysunek 7). Kliknięcie na guzik Write powoduje rozpoczęcie zapisywania obrazu karty. Z poziomu systemu Linux, obraz można nagrać na kartę za pomocą standardowego polecenia dd (dd if=example.img of=/dev/identyfikator_urz_czytnika).

Po nagraniu obrazu karty należy ją umieścić w gnieździe karty komputera BF210, do portu DBGU należy dołączyć komputer PC, na którym powinien być uruchomiony program terminalowy (Hyperterminal, minicom itp.) skonfigurowany z następującymi parametrami transmisji 115200, n, 8, 1. Po włączeniu zasilania powinien być widoczny proces bootowania Linuksa, który powinien zakończyć się wyświetleniem zachęty do logowania bf210-at91 login:. Jako nazwę użytkownika należy wpisać root, a na pytanie o hasło wcisnąć klawisz Enter. Po zalogowaniu się należy wpisać polecenie sys-

gpio, co spowoduje uruchomienie opisanego wcześniej przykładu. Wciskając klawisz „1” możemy obserwować jak zmienia się stan diod LED1...LED4 reprezentujący licznik binarny. Zakończenie programu jest możliwe poprzez wciśnięcie kombinacji klawiszy CTRL+C, co spowoduje wypisanie komunikatu pożegnawczego oraz zakończenie pracy programu.

Kompilowanie programu ze źródeł

System Linux oraz wszystkie przykłady zostały przygotowane z wykorzystaniem pakietu OpenEmbedded. Sposób skompilowania powyższego przykładu oraz systemu wykracza poza ramy niniejszego artykułu. Dodatkowe pakiety dla OpenEmbedded oraz konfiguracja dla BF210 są dostarczane w postaci pliku oe.tar.gz. Aby skompilować powyższy przykład, należy skonfigurować OpenEmbedded zgodnie z dokumentacją dostępną na stronie projektu i dołączyć pakiety lokalne. Aby zbudować kompletny obraz dla przykładu, należy wydać polecenie bitbake ep-examples-image. Aby zbudować tylko pakiet z powyższym przykładem, należy wydać polecenie bitbake ep-example-sysfs-gpio

Lucjan Bryndza, EP

REKLAMA

Elastyczne taśmy LED

samoprzylepne wygodne w montażu wodoodporne energooszczędne

Kod handlowy	Produkt	Cechy	kolor	szerokość	*cena
LED-LB3528B4		• Typ diody: LED-LB3528 • Zatopione w silikonie • Liczba diod: 30xLED / 50cm • Zasilanie: 12VDC • Pobór mocy: 4,6W / mb • Jednostka handlowa: 50cm • Opakowanie zbiorcze: rolka 5mb	Niebieski	10mm	12,50
LED-LB3528G4			Zielony	10mm	12,50
LED-LB3528R4			Czerwony	10mm	12,50
LED-LB3528V4			Fiolet	8mm	17,00
LED-LB3528W4 10MM			Biały	10mm	12,50
LED-LB3528WW4 10MM			Biały ciepły	10mm	12,50
LED-LB3528WW4 10MM białe podłoże			Biały ciepły	10mm	12,50
LED-LB3528Y4			Żółty	10mm	12,50

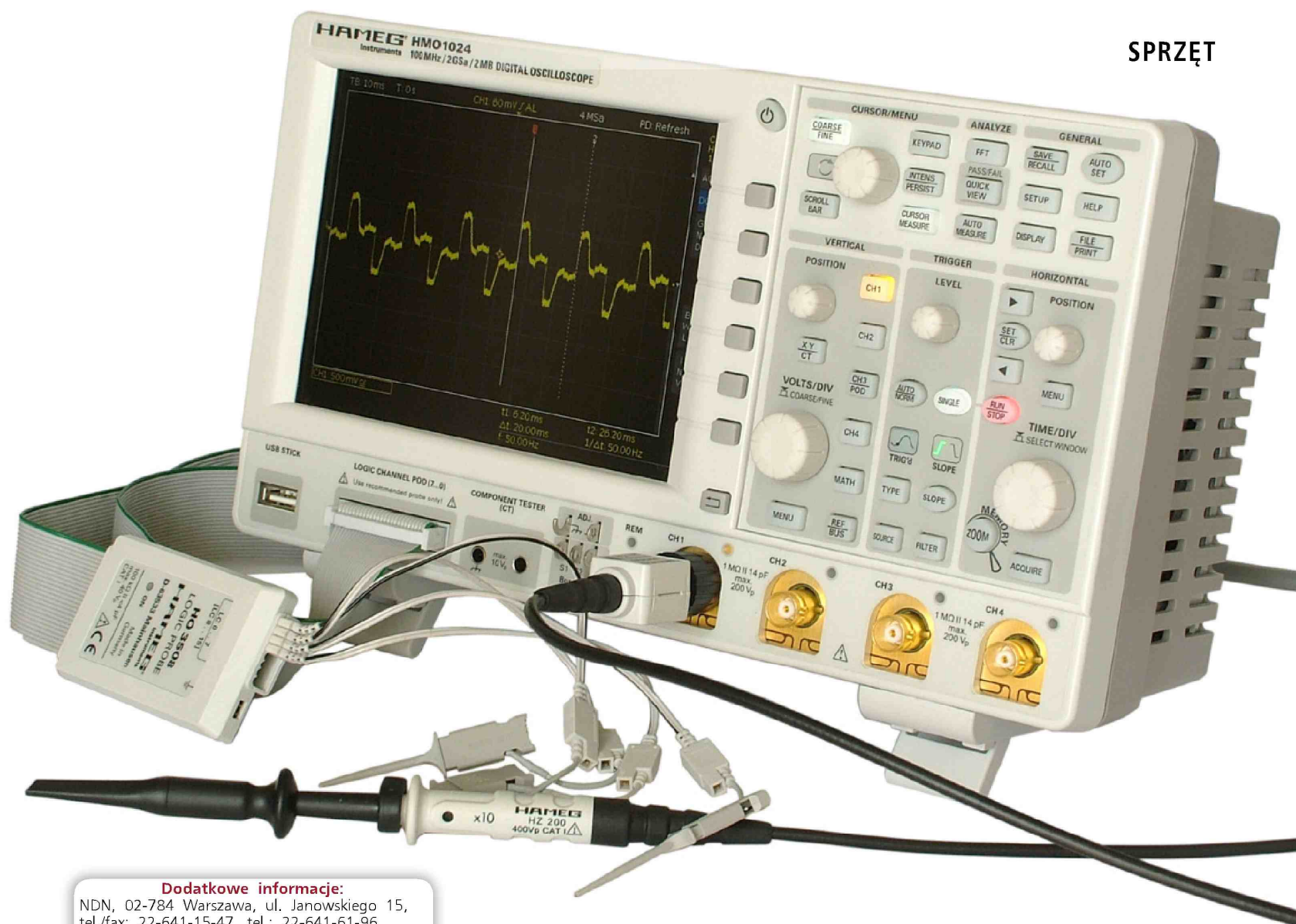
Kod handlowy	Produkt	Cechy	kolor	szerokość	*cena
LED-LB5050B 13MM		• Typ diody: LED-LB5050 • Zatopione w silikonie • Liczba diod: 30xLED / 50cm • Zasilanie: 12VDC • Pobór mocy: 9,6W / mb • Jednostka handlowa: 50cm • Opakowanie zbiorcze: rolka 5mb	Niebieski	13mm	32,00
LED-LB5050G 13MM			Zielony	13mm	32,00
LED-LB5050R 13MM			Czerwony	13mm	32,00
LED-LB5050W 13MM			Biały	13mm	32,00
LED-LB5050WW 13MM			Biały ciepły	13mm	32,00
LED-LB5050Y 13MM			Żółty	13mm	32,00

Zastosowania:

- **meble kuchenne**
- **półki**
- **witryny sklepowe**
- **tuning aut**
- **sufity podwieszane**
- **reklamy**

W ofercie sklepu dostępne są również profile do montażu taśm LED

AVT Korporacja
03-197 Warszawa, ul. Leszczynowa 11
tel. 22 257 84 52
www.sklep.avt.pl

**Dodatkowe informacje:**

NDN, 02-784 Warszawa, ul. Janowskiego 15,
tel./fax: 22-641-15-47, tel.: 22-641-61-96,
e-mail: ndn@ndn.com.pl, www.ndn.com.pl

Hameg HMO1024

Oscyloskop edukacyjny

Sądząc po ilości ofert na oscyloskopy cyfrowe można przypuszczać, że ten sprzęt nie dożywa swojej naturalnej śmierci. Zanim wszystko w nim się zepsuje, ląduje na wysypisku śmieci, a jego miejsce zajmują kolejne, nowocześniejsze i bardziej wydajne modele. Tak szybki postęp nie stwarza użytkownikom komfortowej sytuacji, gdyż już w chwili zakupu nie są pewni czy dokonali odpowiedniego wyboru. Pewną gwarancję daje marka sprzętu. Hameg należy do tych firm, które cieszą się bardzo dobrą opinią użytkowników.

Dożyliśmy czasów, w których o oscyloskopach z klasyczną lampą obrazową pamiętają już tylko najstarsi elektronicy. Technika analogowa bezpowrotnie odchodzi w zapomnienie, wycofują się z niej najbardziej wytrwali producenci sprzętu. Takim „ostatnim Mohikaninem” jest dobrze u nas znana niemiecka firma Hameg. Wprawdzie nadal w jej ofercie znajdują się analogowe modele oscyloskopów, ale ich dni są już jednak policzone. W czerwcu 2010 roku inny niemiecki

potentat w dziedzinie produkcji aparatury pomiarowej przeznaczonej głównie dla telekomunikacji, informatyki i laboratoriów EMC - firma Rhode&Schwarz, zaanonsowała swój pierwszy oscyloskop cyfrowy. Tak też złożyło się, że nie tak dawno R&S wykupił Hamega. Czy zatem decyzja o rezygnacji z produkcji oscyloskopów analogowych nie jest związana z przemianami własnościowymi? Oscyloskopy cyfrowe Hamega nadal jednak będą ukazywały się pod nazwą „Hameg”,

natomiast te modele, które zostały zaprojektowane w biurach konstrukcyjnych R&S będą produkowane z logo „Rhode&Schwarz”. Zatem nic nie wskazuje na to, że marka Hameg zniknie z rynku, wręcz przeciwnie, ma ona mocne podstawy do dalszego istnienia. Oficjalna nazwa brzmi obecnie: Hameg Instruments A Rhode&Schwarz Company. Można oczekiwać, że połączenie sił znajdzie swoje pozytywne odzwierciedlenie w jakości, cenie i parametrach nowych przyrządów.

Aby nauka nie poszła w las

Opisywany w artykule oscyloskop ma dość interesującą genezę. Mianowicie kiedyś, w epoce sprzętu analogowego, nauczyciele prowadzący zajęcia praktyczne w pracowniach i laboratoriach szkół o profilu technicznym (elektronicznym), mieli swoje ulubione ćwiczenie, które zadawali biednym uczniom. Polegało ono na całkowitym,

ale przypadkowym rozkręceniu wszystkich możliwych pokręteł oscyloskopu i nakazaniu uczniom sprowadzenia przyrządu do takiego stanu, w którym będzie możliwe obserwowanie przebiegów. Mimo koła ratunkowego w postaci przycisku *Beam Locate* czy *Beam Find*, zadanie to często okazywało się bardzo trudne. W oscyloskopach cyfrowych sprawę załatwia magiczny *Auto Set*, którego zakres działania jest nawet szerszy, gdyż automatycznie ustawia wszystkie parametry związane ze wzmocnieniem toru pomiarowego, optymalnie ustawia podstawę czasu, wybiera tryb wyzwalania i dogodnie pozycjonuje oscylogram na ekranie. Zamiłowania nauczycieli w zapędzaniu uczniów w kozi róg mimo zmiany generacji sprzętu nadal pozostały. Dlatego powstał nieco szalony pomysł, aby w oscyloskopach przeznaczonych dla edukacji zablokować działanie przycisku *Auto Set*. Eksperyment miał być przeprowadzony w oscyloskopie HMO1024, na szczęście jeszcze go nie zrealizowano. Nie jest jednak wykluczone, że w którymś z następnych modeli przycisk ten będzie w jakiś sposób blokowany.

Edukacyjnym elementem oscyloskopu HMO1024 jest za to niespotykany chyba w przyrządach innych producentów port o nazwie „Component Tester”. Kiedyś podobna funkcjonalność była nazywana charakterografem. Był to zresztą bardzo lubiany temat dla domorosłych konstruktorów, powstawały liczne projekty przystawek charakterograficznych dla oscyloskopów analogowych. Urządzenie to jest wykorzystywane do badania charakterystyk prądowo-napięciowych różnych podzespołów, np. diod, tranzystorów itp. Component Tester oscyloskopu HMO1024 ma jednak znacznie ograniczony zakres pomiarowy, gdyż maksymalne napięcie występujące na gnieździe nie może być większe niż 10 V. O ile diodę Zenera C9V1 da się tym zmierzyć, to już określenie napięcia wstecznego złącza C-E najprostszego tranzystora nie będzie raczej możliwe. Component Tester znalazł się w oscyloskopie przede wszystkim ze względu na przewidywane stosowanie go w szkołach technicznych na zajęciach o elementach półprzewodnikowych.

Niemiecki sposób myślenia

Wielokrotnie opisując tanie oscyloskopy cyfrowe produkowane na ogół w Chinach podkreślałem, że wyglądają jakby schodziły spod jednej sztancy. Uwaga ta dotyczy przede wszystkim stosowanego w nich oprogramowania, w mniejszym zaś stopniu mechanicznych elementów regulacyjnych. „Ćwicząc” te przyrządy stałem się mimowolnym niewolnikiem przyjętych w nich zasad. Gdy po takich doświadczeniach bierze się do ręki oscyloskop na przykład taki, jak opisywany w artykule HMO1024, od samego początku odnosi się wrażenie, że coś jest nie tak. Zapewne działa to i w drugą stronę,

tn. dla użytkowników Hamegów dziwna wydaje się obsługa oscyloskopów azjatyckich. Różnice są subtelne i nawet trudne do werbalnego określenia, ale są... Przykładem może być rozmieszczenie sekcji na panelu przednim. Nie ma tu jakiejś ogólnie obowiązującej reguły, można jedynie zastosować daleko idące skojarzenie z ewolucją genetyczną spotykaną w przyrodzie. Na przykład, żaby są zielone, gdyż żyjąc na łąkach są mniej widoczne niż na przykład czerwone. Żaby czerwone (jeśli kiedykolwiek takie istniały) były łatwiej dostrzegane przez ich wrogów i szybciej ginęły. Ich liczebność w populacji spadała. Tym samym odpowiedzialnego za to genu było coraz mniej na korzyść genu odpowiedzialnego za kolor zielony. I tak dzisiaj możemy podziwiać na ogół żaby właśnie koloru zielonego. Powróćmy do oscyloskopów i ich paneli przednich. Nie ma oczywiście jakiejś ogólnościowej zasady nakazującej rozmieszczanie poszczególnych sekcji w ściśle określonym porządku. Jeśli mimo to obserwujemy w tym zakresie jakąś regułę, to może ona wynikać wyłącznie z ergonomii pracy i swego rodzaju „ewolucji genetycznej” oscyloskopów. I tu okazuje się, że jeśli sekcje „Horizontal” i „Trigger” występują obok siebie (spotykany jest także układ pionowy), to w oscyloskopach np. Tektronixa, Yokogawy, czy tańszych, takich jak: Rigol, GW Instek, Tekway itp. są rozmieszczone w wyżej wymienionej kolejności. W oscyloskopie HMO1024 sekcja „Trigger” znajduje się po lewej stronie sekcji „Horizontal”. Ale właściwie może to tylko detal i pewnie część Czytelników posądzi mnie, że się czepiam. Ostatecznie, jak ktoś pierwszy raz zasiądzie do oscyloskopu i będzie to Hameg, prawdopodobnie w ogóle nie zwróci na ten problem uwagi..., chyba że jednak określony układ panelu wynika z ergonomii pracy.

Ale jak tu się nie czepiać? Obok wyświetlacza umieszczono przyciski obsługujące opcje wyświetlane na ich wysokości w prawej części ekranu. Można powiedzieć, że „robi tak cały świat”. Nad nimi znajduje się jeszcze jeden przycisk, służący w Hamegu do...? Nie, nie. Nie kasuje się nim wyskakujących menu, ewentualnie odpowiedzi. Przycisk ten, to wyłącznik oscyloskopu (!). Jakie są konsekwencje takiej właśnie lokalizacji tego elementu? Nie trudno sobie wyobrazić. Nawiasem mówiąc, przycisk ten nie wyłącza całkowicie przyrządu, wprowadza go jedynie w stan *Standby*, tak jak wyłącza się telewizor pilotem. Prawdziwy wyłącznik znajduje się na tylnej ścianie oscyloskopu, i z tego względu najczęściej nie będzie łatwo osiągalny.

MSO – Mixed Signal Oscilloscope

Oscyloskop HMO1024 został wyposażony w gniazdo 8-kanalowej sondy logicznej. Zakup samej sondy jest jednak opcjonalny, i można tego dokonać w dowolnym czasie.

Od strony programowej nie istnieją żadne zabezpieczenia. Wystarczy więc dołączyć sondę, aby korzystać z pomiarów sygnałów mieszanych (analogowych i cyfrowych). Pomiar z użyciem sond cyfrowych przypomina pracę z analizatorem stanów logicznych. Są one wykorzystywane przede wszystkim wtedy, gdy interesują nas zależności logiczne. Niekiedy zachodzi jednak konieczność jednoczesnej obserwacji sygnału cyfrowego i jego postaci analogowej. Powodem może być na przykład podejrzenie, że poziomy sygnału cyfrowego nie mieszczą się w przewidzianych dla nich zakresach, albo że gdzieś występują jakieś zakłócenia analogowe przekłamujące informację przekazywaną sygnałem cyfrowym. Korzystając z opcji sygnałów mieszanych można stosunkowo łatwo takie przypadki wykryć, a nawet dokładnie zlokalizować. Innym przykładem jest cyfrowa generacja sygnału analogowego. Podglądając współzależność analogowego przebiegu wyjściowego od poszczególnych składowych cyfrowych, z których został złożony, można ocenić poprawność pracy urządzenia. Zaletą takiego trybu pracy jest też możliwość wyzwalania podstawy czasu sygnałami cyfrowymi. Warunek wyzwalający może składać się z rozbudowanego wyrażenia logicznego, którego argumentami są poszczególne sygnały cyfrowe. Ponadto dostępne są kryteria czasowe określające na przykład jak długo ma trwać określony stan, aby spowodował wyzwolenie. Oprogramowanie oscyloskopu uwzględnia 3 predefiniowane standardy cyfrowe (TTL, CMOS i ECL) oraz dwa definiowane dowolnie przez użytkownika. Do pracy z analizatorem stanów przewidziano bardzo użyteczne udogodnienie. Zastosowany w oscyloskopie HMO1024 wyświetlacz ma matrycę 640×480 pikseli o przekątnej 16,5 cm. 8 przebiegów cyfrowych zajmuje więc sporą część ekranu. Aby zmieścić na nim wszystkie, włącznie z przebiegami analogowymi, należałoby znacznie zmniejszyć ich rozmiary. Tak dzieje się w większości oscyloskopów dysponujących wejściami cyfrowymi. W HMO1024 zastosowano prosty, za to skuteczny zabieg w postaci ekranu wirtualnego, dysponującego aż 20 działkami osi pionowej. Fizyczny ekran oscyloskopu jest tylko rzeczywistym oknem o rozmiarach 12 działek w poziomie i 8 w pionie. Zawartość ekranu wirtualnego jest przewijana paskiem, tak jak jest to praktykowane w komputerach.

Pomiary kursorowe i automatyczne

Markery ekranowe były stosowane już w oscyloskopach analogowych, znacznie ułatwiając ocenę ilościową badanego sygnału. Oscyloskopy cyfrowe stworzyły zupełnie nowe możliwości tego typu pomiarów, skrupulatnie zresztą wykorzystywane nawet w najprostszych przyrządach. Na ogół stosowane są dwa kursory

umożliwiają ocenę wartości chwilowej, albo przedziału napięciowego lub czasowego (**rysunek 1**). Konstruktorzy Hamega poszli jeszcze dalej. W pomiarach kursorowych mogą być wykorzystywane trzy kursory, dzięki czemu można na przykład określać (mierzyć) parametry fazowe przebiegu dla trybu *Ratio X* lub wszelkiego rodzaju przerosty i przepięcia dla trybu *Ratio Y*. W trybie *Ratio X* określany jest stosunek różnicy czasu między kursorem pierwszym i drugim do różnicy czasu między kursorem pierwszym i trzecim. Jak widać istotna jest kolejność ustawiania kursorów. Wynik jest podawany w postaci liczby zmiennoprzecinkowej, wartości procentowej, w stopniach lub w radianach. Analogicznie przebiega pomiar w trybie *Ratio Y*, inna jest tylko interpretacja wyników.

Udogodnieniem jest możliwość przesuwania kursorów z dwoma prędkościami. Zgrubne dosunięcie kursora do wybranego punktu przebiega w trybie *Coarse*, a do precyzyjnego ustawienia korzystniejsza jest opcja *Fine*.

Na tym nie kończy się rola kursorów w oscyloskopie HMO1024. Są one również połączone w pewnym sensie z pomiarami automatycznymi. Na panelu przednim znajduje się przycisk *Cursor Measure*, którym są inicjowane dużo bardziej złożone pomiary, niż w klasycznym ich wydaniu. Są to: wspomniane już *Ratio X* i *Ratio Y*, a także ΔV , Δt , $1/\Delta t$ (f), V to Gnd, V_t related to Trigger point, pulse count, peak to peak, peak+, peak-, mean value, RMS value, standard deviation. Wybranie opcji *RMS value* powoduje na przykład wyświetleniem wartości skutecznej przebiegu, obliczonej za okres wyznaczany kursorami (**rysunek 2**). Na podobnej zasadzie działają pozostałe opcje.

Pomiary automatyczne to obowiązkowy element narzędzi pomiarowych oscyloskopów cyfrowych. Niemal każdy producent stosuje tu własne rozwiązania. W Hamegu przyjęto zasadę, że są one wywoływane po naciśnięciu przycisku *Auto Measure* zlokalizowanego w sekcji „Analize” na panelu czołowym. Możliwe jest po tym zdefiniowanie dwóch parametrów, które będą następnie na bieżąco mierzone i wyświetlane w dolnej części ekranu. Dostępne są wszystkie najpotrzebniejsze parametry, trochę jednak szkoda, że tylko dwa z nich mogą być jednocześnie wyświetlane. Niedogodność tę rekompensuje w pewnym stopniu opcja „Quick View”, aktywowana po naciśnięciu takiego przycisku. Powoduje ona wyświetlenie 5 najważniejszych parametrów. Na **rysunku 3** przedstawiono oscylogram uzyskany w tym trybie. Oscyloskop ustawił na ekranie kursory w punktach wyznaczających maksimum i minimum przebiegu. W ten sposób można łatwo lokalizować zniekształcenia typu *overshoot*.

Nie tylko FFT

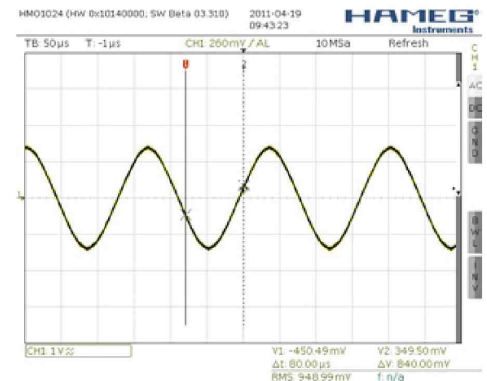
Jeszcze nie tak dawno oscyloskopy cyfrowe można było podzielić na takie, w których została zaimplementowana analiza widmo-

wa FFT i takie, które jej nie mają. Ale postęp jest dość szybki, i dzisiaj nieco zmieniły się jego wyznaczniki. Obecnie zaczynają się pojawiać oscyloskopy klasy średniej, w których obliczenia matematyczne wybiegają znacznie poza proste dodawanie, odejmowanie, mnożenie i dzielenie przebiegów z kanałów pomiarowych, a funkcja FFT już właściwie nikogo nie dziwi. Wręcz przeciwnie, oscyloskopy bez niej mają coraz mniejsze szanse na sukces marketingowy, a mówiąc bardziej dosadnie, nie mają jej w ogóle. Oscyloskop HMO1024 umożliwia dokonywanie bardzo zaawansowanych obliczeń matematycznych, do których można zaliczyć m.in.: obliczanie odwrotności, wartości całkowitej, pierwiastka, kwadratu, różniczki, całki, wartości minimalnej i maksymalnej. Użytkownik może zdefiniować maksymalnie pięć takich formuł. Do każdego wyniku jest dodawane miano wartości fizycznej z odpowiednim prefiksem jednostki (mili, mikro, nano itp.), jeśli tylko może ono ułatwić analizę pomiarów.

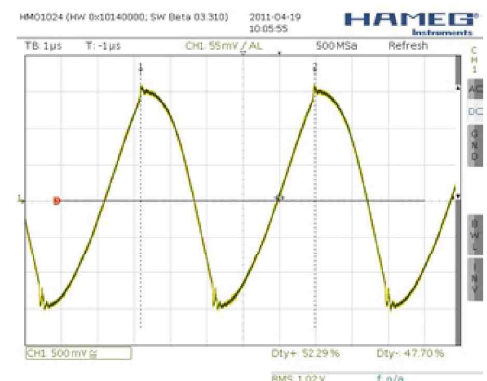
O funkcji FFT nie można jednak nie wspomnieć. Bo w badanym egzemplarzu oscyloskopu HMO1024 była to całkowita porażka, chociaż nie chcę definitywnie przesądzać sprawy. Porównywałem jej działanie w innych modelach Hamega i oscyloskopach innych marek, gdzie wszystko odbywało się co najmniej w granicach przyzwoitości. W testowanym HMO1024 świat jakby zatrzymywał się w miejscu. Tak wolno działającej analizy FFT nie spodziewałem się. I to nie wszystko. Dokładna, można nawet rzec drobiazgowa analiza widma przebiegu kalibracyjnego dostępnego w oscyloskopie wykazała drobne nieścisłości. Zakładając, że jest to przebieg prostokątny zbliżony do ideału, jego widmo powinno mieć charakterystyczne, stopniowo malejące prążki na nieparzystych harmonicznych. Tymczasem okazało się, że w HMO1024 7. harmoniczna miała poziom mniejszy niż 9., a 11. była mniejsza niż 13. (**rysunek 4**). Może to wynikać albo z nieidealności przebiegu wzorcowego, albo z błędów w procedurach obliczających FFT. Dla porównania, na **rysunku 5** przedstawiono analogiczny test przeprowadzony w oscyloskopie DS1202CA Rigola. Być może wytłumaczeniem tego faktu jest prawdopodobnie przedprodukcyjna wersja oprogramowania (beta patrz **rysunek 4**), jaką dysponował badany egzemplarz HMO1024.

Inne cechy oscyloskopu

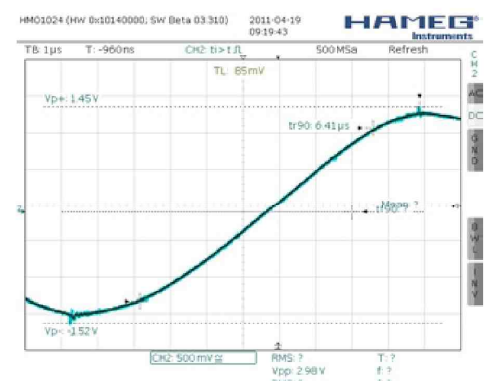
W rekordzie oscyloskopu HMO1024 można zapisać 2 Mpróbek, co jest parametrem pozwalającym realizować programowy zoom o powiększeniu 50000:1 (**rysunek 6**). Jest to niezły parametr, dzięki któremu można oglądać przebiegi z dużą precyzją. Funkcja Zoom nie działa przy włączonej analizie FFT, ale możliwość tę zachowują na razie chyba tylko oscyloskopy najwyższej klasy. Dostępna



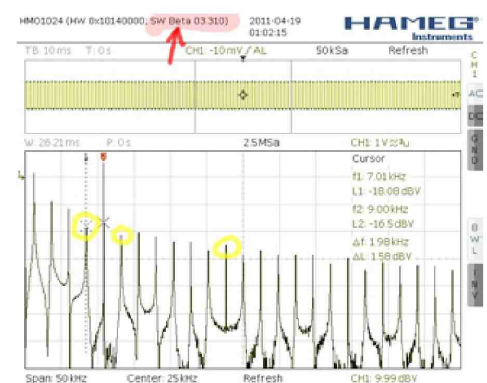
Rysunek 1. Pomiary przy użyciu 2 kursorów



Rysunek 2. Pomiary przy użyciu 3 kursorów

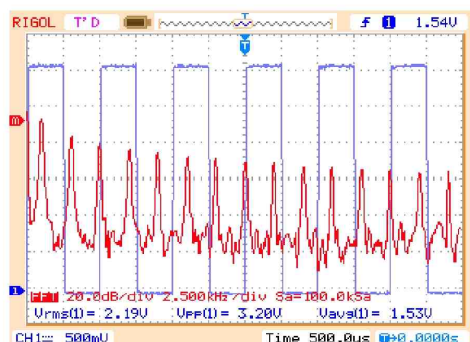


Rysunek 3. Oscylogram uzyskany w trybie „Quick View”

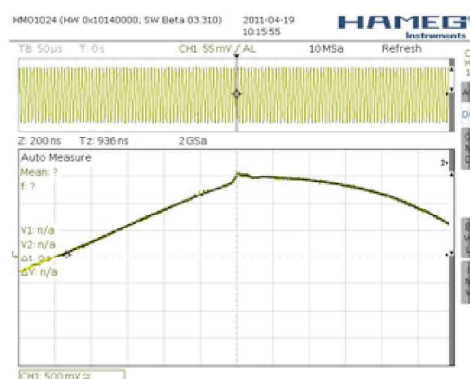


Rysunek 4. Wynik analizy FFT przebiegu kalibracyjnego oscyloskopu HMO1024

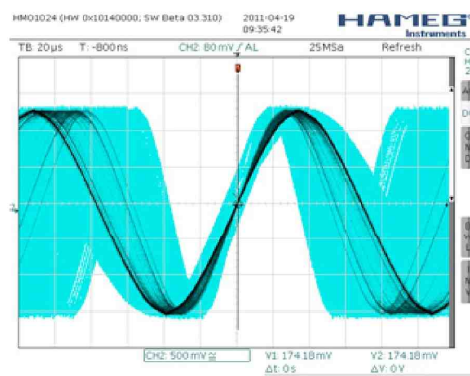
w oscyloskopie persystencja jest idealnym narzędziem służącym do badania wszelkich wahań i fluktuacji przebiegu (**rysunek 7**). Nastawy przyrządu, zrzuty ekranowe, formuły matematyczne, przebiegi wejściowe i odniesienia



Rysunek 5. Wynik analizy FFT przebiegu kalibracyjnego oscyloskopu Rigol DS1202CA



Rysunek 6. Okno Zoom



Rysunek 7. Pomiar modulowanego częstotliwościowo sygnału sinusoidalnego z włączoną persystencją

mogą być zapisywane w pamięci wewnętrznej i w pamięciach masowych typu pendrive. Zapisowi nie towarzyszy jednak pasek postępu, co przy stosunkowo długim niekiedy czasie trwania tej operacji może wprowadzać użytkownika w lekki stan niepewności. Nie ma też możliwości wycofania się z podjętej akcji przed jej zakończeniem.

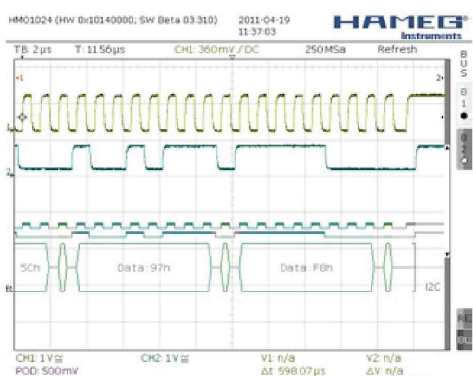
Kolejnym standardem, który od pewnego czasu obowiązuje nawet w klasie średniej oscyloskopów, jest możliwość analizowania danych na liniach najczęściej stosowanych interfejsów komunikacyjnych. Oscyloskop HMO1024 jest z tą zasadą kompatybilny. Na rysunku 8 przedstawiono przykładowy oscylogram zdjęty podczas pomiarów interfejsu I²C. W górnej części ekranu widoczne są sygnały na poszczególnych liniach, w analogowej postaci. W dolnej części ekranu umieszczono ich interpretację wykonaną przez oscyloskop.

Tabela 1. Wybrane parametry oscyloskopu Hameg – HMO1024

Liczba kanałów	4
Pasmo analogowe	100 MHz (5 mV...10 V)/dz 20 MHz (1 mV, 2 mV)/dz
Częstotliwość próbkowania	4×1 GSa/s, 2×2 GSa/s Kanały logiczne: 8×1 GSa/s
Rekord	4×1 MPts, 2×2 MPts
Impedancja wejściowa	1 MΩ, 15 pF ±2 pF
Maksymalne napięcie wejściowe	200 V (DC+peak AC)
Czas narastania	<3,5 ns
Wyzwalanie	Slope/Video/Logic/Pulses/Busses (opcja) I ² C/SPI/UART/RS-232 (opcja H0010) Źródła: CH 1...CH 4, Ext., LCH 0...7 I ² C/SPI/UART/RS-232 (opcja H0011) Źródła: CH 1...CH 4, Ext. Format: hexadecimal, binary
I ² C	Trigger on Start, Stop, Restart, NACK, Address (7- lub 10-bitowy), Data, Address and Data, do 5 Mb/s
SPI	Dana do 32 bitów, Chip select (CS) pos. or neg., bez CS, do 12,5 Mb/s
UART/RS-232	Dana do 8 bitów, do 30 Mb/s
Tryby akwizycji	Refresh, Average, Envelope, Peak-Detect Roll: free run/triggered, Filter
Rozdzielczość przetwornika	8 bitów
Interpolacja	sin(x)/x, linear, Sample-hold
Pomiary automatyczne	Frequency, Period, pulse count, Vpp, Vp+, Vp-, Vrms, Vavg, Vtop, Vbase, twidth+, twidth-, tdutycycle+, tdutycycle-, trise, tfall, pos. edge count, neg. Edge count, pos. pulse count, neg. pulse count
Pomiary kursorowe	ΔV, Δt, 1/Δt (f), V to Gnd, Vt related to Trigger point, ratio X and Y, pulse count, peak to peak, peak+, peak-
Funkcje matematyczne	ADD, SUB, 1/ X, ABS, MUL, DIV, SQ, POS, NEG, INV, INTG, DIFF, SQR, MIN, MAX, LOG, LN, Low-, High-pass filter
Napięcie zasilania	90...235 VAC, 50/60 Hz CAT II
Pobór mocy	Max. 50 W (230 V, 50 Hz)
Wymiary	285×175×140 mm
Waga	<2,5 kg

Po wybraniu trybu XY, na ekranie jest wyświetlane główne okno przedstawiające zależność pomiędzy sygnałami doprowadzonymi do dwóch kanałów oscyloskopu, w mniejszych oknach są natomiast widoczne oba przebiegi wykreślone w funkcji czasu (rysunek 9). W trzecim okienku jest umieszczana charakterystyka prądowo-napięciowa wbudowanego charakterografu.

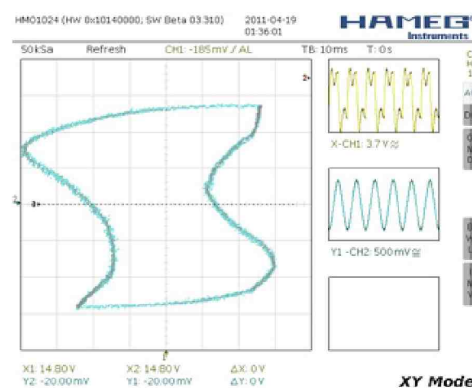
Do innych zalet oscyloskopu HMO1024 należy zaliczyć: cichą pracę, niskie szumy kanałów pomiarowych i stosunkowo krótki czas osiągnięcia gotowości pomiarowej, równy ok. 10 sekund. Najważniejsze dane techniczne oscyloskopu HMO1024 przedstawiono w tabeli 1.



Rysunek 8. Automatyczna interpretacja danych na liniach interfejsu I²C

Oscyloskop HMO1024 należy do klasy średniej. Często padają prośby o porównanie go z innymi, podobnymi przyrządami. Ogólnie można powiedzieć, że chyba najbliższe są analogiczne modele oscyloskopów np. Agilent DSOX2014/3014 i Tektronix MSO2014, ale jest to pewne uproszczenie, gdyż z różnych względów bezpośredniego porównania nie da się przeprowadzić. Mam nadzieję, że wypunktowane w artykule niedociągnięcia wynikają głównie z nie do końca dopracowanej wersji oprogramowania, jakim dysponował badany egzemplarz. Warto na to zwracać uwagę przy zakupie.

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



Rysunek 9. Ekran wyświetlany w trybie XY

Programatory firmy Wellon

Dodatkowe informacje:

Tomsad, ul. Wierzbowa 1, 81-198 Mosty,
tel. 694-562-973, fax 58-732-22-94,
biuro@programatory.com, www.programatory.com

Firma Tianjin Weilei Technology Ltd. produkuje programatory i przeznaczone dla nich akcesoria od 1998 r. Lista programowanych przez nie układów zawiera już ponad 62 tysiące pozycji i jest stale rozszerzana. Oferowane produkty mają spore możliwości za umiarkowaną cenę.

Firma wytwarza zarówno skomplikowane programatory wielofunkcyjne, jak i proste, przeznaczone dla serwisantów elektroniki. Dystrybutorem tych programatorów w Polsce jest firma Tomsad.

Umieszczony na fotografii otwierającej ten artykuł programator GP-204 to najnowszy wyrób firmy Weilei. Został on skonstruowany z myślą o zastosowaniach przede wszystkim w przemyśle. Lista programowanych układów jest bardzo obszerna, ponieważ obejmuje ponad 62 tys. układów i jest nadal rozszerzana. Dodatkowo, oprogramowanie umożliwia własnoręczne dopisywanie algorytmów programowania nowych układów.



Programator ma cztery niezależne podstawki typu GANG, które umożliwiają pracę w trybie synchronicznym i asynchronicznym. Może pracować w trybie z komputerem zewnętrznym PC i wówczas jest sterowany przez port USB lub niezależnie, z wykorzystaniem plików załadowanych do pamięci bufora. Zalecany programator jest możliwość zabezpieczenia plików służących do zaprogramowania układów hasłem.

Dzięki temu, że programator automatycznie rozpoznaje układy umieszczane w podstawkach, czas ich programowania w procesie produkcyjnym jest skrócony do minimum.

Oprogramowanie nadzorujące pracę programatora pracuje pod kontrolą systemu operacyjnego Windows w wersjach XP, Vista oraz najnowszej 7 (dystrybucje 32- i 64-bitowe).

Ważną zaletą programów są komunikaty i menu w języku polskim.

Firma Wellon oferuje nie tylko produkty przeznaczone do zastosowań w produkcji przemysłowej, ale również programatory do ogólnego zastosowania. Są to następujące typy: GP-20, GP-10, VP 990, VP 590, VP 280, VP 290, VPISP 10. Porównanie ich najważniejszych cech użytkowych zamieszczono w tabeli 1. Wszystkie wyroby są objęte serwisem gwarantującym dokonanie naprawy w przeciągu do 72 godzin. Na życzenie klienta firma wykonuje również usługę dopisywania algorytmów programowania specjalnych układów.

Tabela 1. Porównanie możliwości programatorów Wellon

Model	GP-204	GP-10	GP-20	VP 990	VP 590	VP 280	VP 290	VP ISP 10
Liczba obsługiwanych układów	>62 tys.	>35 tys.	>62 tys.	>62 tys.	>29 tys.	>8,5 tys.	>6,5 tys.	>7,9 tys.
Typy obsługiwanych układów	EEPROM, EPROM, PLD, FLASH, MCU							SPROM, MPL, MPU, PLD
Algorytm	Wbudowany CPU							–
Podstawka	Uniwersalna podstawka ZIF-48						Podstawka ZIF-40	–
Adaptery	Uniwersalne							
Port USB	USB 2.0	USB 2.0	USB 2.0	USB 2.0	USB 2.0	USB 1.1	USB 1.1	USB 2.0
Złącze ISP	Tak	Nie	Tak	Tak	Nie	Nie	Nie	Tak
Szybkość programowania i weryfikacji P89C58	–	1,9 s	4 s	1,9 s	1,9 s	0,75 s	1,2 s	–
Szybkość programowania i weryfikacji 29F040	–	–	–	11,7 s	11,7 s	12,2 s	18 s	–
System operacyjny	Windows XP/Vista/7							
Test wejścia	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Nie	Nie
Automatyczna identyfikacja	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Nie	Nie
Generator funkcyjny	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Nie	Nie
Miernik częstotliwości	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Nie	Nie
Analizator logiczny	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Nie	Nie
Programowanie w układzie	–	Nie	Tak	Tak	Nie	Nie	Nie	Tak
Test TTL/SRMA	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Nie
Zabezpieczenie plików hasłem	Tak	Nie	Nie	Nie	Nie	Nie	Nie	Nie

Małogabarytowe kondensatory mocy do zastosowań w motoryzacji

Firma Epcos dzięki współpracy z Infineonem opracowała dwa nowe referencyjne projekty inwerterów, przeznaczone do instalacji w samochodach hybrydowych i elektrycznych. Jako elementy obwodu pośredniczącego zastosowano w nich niewielkie kondensatory mocy PCC.

Pierwszym ze stworzonych projektów jest HybridPACK1, którego przeznaczeniem są pojazdy wyposażone w niewielką instalację napędu elektrycznego. Drugi projekt, HybridPACK2 znajdzie zastosowanie w samochodach elektrycznych oraz w pełni hybrydowych.

HybridPACK1 i HybridPACK2

Maksymalna moc wyjściowa HybridPACK1 wynosi 20 kW, dlatego w praktyce może on jedynie wspomagać silnik spalinowy. Z zasady silnik elektryczny zamontowany jest pomiędzy głównym silnikiem i skrzynią biegów i podłączony bezpośrednio do wału korbowego. Dzięki temu zwiększa on dostępny moment obrotowy, szczególnie w trakcie przyspieszania. Teoretycznie HybridPACK1 może zasilić samodzielnie pracujący silnik elektryczny, ale tylko na krótkie dystanse.

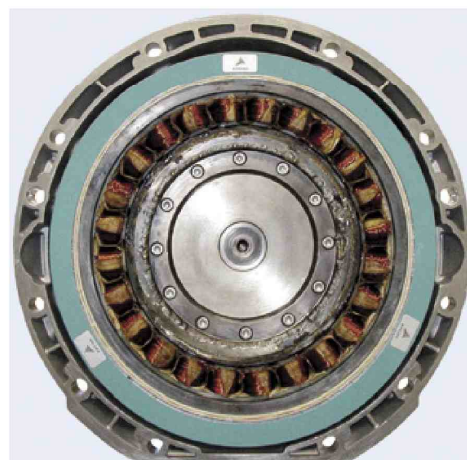
W przypadku aut z dużymi napędami elektrycznymi warto skorzystać z projektu HybridPACK2 (fotografia 1). Jego moc

maksymalna to 90 kW, dzięki czemu może zasilać nawet duży, osobowy pojazd, niewyposażony w silnik spalinowy. Infineon oferuje HybridPACK1 i HybridPACK2 w postaci zmontowanych zestawów deweloperskich. Ich ceny wynoszą odpowiednio około 1200 i 1500 dolarów netto. Budowa tych zestawów nie byłaby możliwa bez użycia sprawdzonych kondensatorów PCC firmy Epcos.

Kondensatory PCC

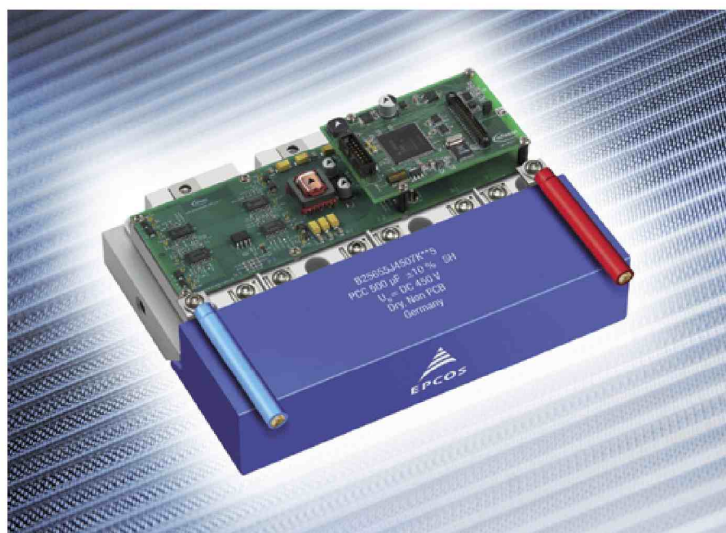
Technologia zastosowana w kondensatorach Power Capacitor Chip była opracowywana przez kilka lat, głównie z myślą o aplikacjach w samochodach hybrydowych oraz jako kondensatory stałoprądowego układu pośredniczącego (DC Link) w przetwornicach częstotliwości. Bardzo dużą zaletą PCC są niewielkie, kompaktowe rozmiary (fotografia 2). Tradycyjne metody układania warstw okładek kondensatorów powodują, że mają one okrągły lub nieco spłaszczony kształt. W przypadku PCC jest zupełnie ina-

Dodatkowe informacje:
EPCOS Polska Sp. z o.o., 00-203 Warszawa,
ul. Bonifraterska 17, tel. +4822 2460 409,
faks +4822 2460 400, www.epcos.pl



Fotografia 3. Kondensator PCC o kształcie pierścienia, umieszczony wokół rozrusznika

czej. Okładki układane są na sobie, w postaci zupełnie płaskich, prostokątnych warstw, pozbawionych wszelkich fałd. Dzięki temu, prostopadłościenna obudowa jest niemal w całości optymalnie wykorzystana i nie zawiera pustych przestrzeni.



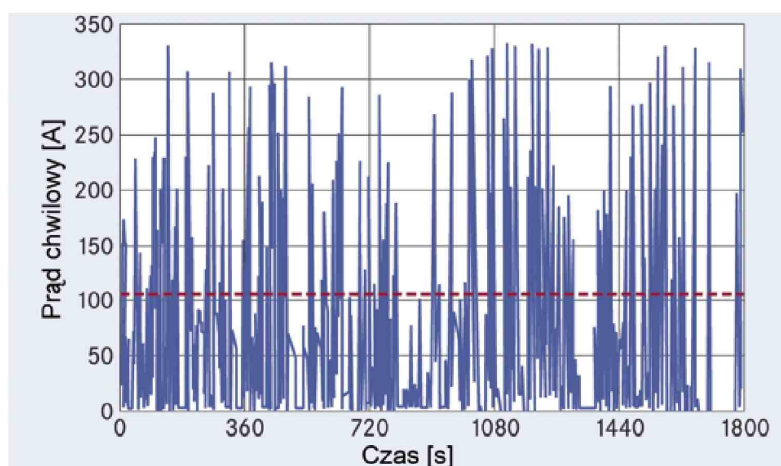
Fotografia 1. Zestaw HybridPACK2 firmy Infineon Technologies może być używany do budowy systemów zasilania samochodów elektrycznych o mocy do 90 kW. Oprócz sterowników i wbudowanego oprogramowania zawiera kondensatory PCC firmy Epcos



Fotografia 2. Kondensator PCC firmy Epcos. Zastosowana technologia budowy oraz wyprowadzenia dopasowane do modułów IGBT sprawiają, że cechują się one niską wartością indukcyjności zastępczej ESL

Tabela 1. Parametry wybranych kondensatorów Power Capacitor Chip firmy Epcos. Wszystkie kondensatory PCC są przeznaczone do budowy napędów i do zastosowań w stałoprądowych układach pośredniczących. Model B25655M jest ponadto polecany do instalacji fotowoltaicznych, a pozostałe – do różnych aplikacji przemysłowych

Model	Typ	Pojemność [μF]	Maksymalne napięcie	Prąd maksymalny	Maksymalny prąd chwilowy	Prąd udarowy	Złącza	Wymiary [mm]
B25655A	PCC-HP	1450	1250 V _{DC}	135 A	2000 A	20 kA	Płaskie, miedziane	367×195×120
B25655A	PCC-HP	4500	1100 V _{DC}	270 A	2500 A	25 kA	Płaskie, miedziane	367×195×238
B25655	PCC-LP	560	800 V _{DC}	80 A	1700 A	6,7 kA	Płaskie, miedziane	159×107×51
B25655M	PCC-LP	1000	900 V _{AC}	---	---	---	Płaskie, miedziane, cynowane	280×110×120



Rysunek 4. Wykres obciążenia prądowego układu pośredniczącego w elektrycznym silniku samochodowym w czasie 30 minut pracy w mieście. Krótkotrwałe skoki poboru prądu często osiągają wartości około 325 A

Kolejną zaletą tej technologii jest możliwość dowolnego przystosowania wymiarów produkowanych kondensatorów do tworzonego projektu – np. przetwornicy częstotliwości. Umieszczenie wyprowadzeń elektrycznych i punktów montażowych też nie stanowi problemu – mogą one być idealnie dopasowane do potrzeb budowanego systemu. Dzięki temu możliwe jest zamontowanie kondensatora bezpośrednio na modułach IGBT. Znacząco zmniejsza to koszty montażu, a nawet pozwala zrezygnować z projektowania dodatkowej płytki drukowanej na układ DC Link.

Co więcej, specjalnie na potrzeby silników hybrydowych, firma Epcos opracowała kondensatory układane pierścieniem, któ-

REKLAMA



Kondensatory mocy do zastosowania w samochodach hybrydowych





re można umieścić w obudowie o kształcie dzwona, wokół rozrusznika silnika (fotografia 3).

Małe wartości ESL

Krótkie wyprowadzenia i odpowiednia budowa wewnętrzna kondensatorów zapewniają utrzymanie niskiej indukcyjności zastępczej. Jest ona zależna od modelu i wynosi tylko kilka nanohenrów. Jest to szczególnie istotne w przypadku występowania szybkich przełączeń obwodu, gdyż zapobiega powstawaniu bardzo wysokich napięć. Dzięki temu nie ma potrzeby stosowania dodatkowych układów zabezpieczających tranzystory IGBT, które tłumilyby nadmierne napięcia.

Ważna jest też wysoka wartość maksymalnego prądu chwilowego PCC. W przypadku pracy silnika w ruchu miejskim, częste ruszanie i zatrzymywanie pojazdu powoduje nagłe, chwilowe wzrosty prądów, o wartościach znacząco przekraczających znamionowe prądy kondensatorów (rysunek 4). Elementy stosowane w układach pośredniczących muszą być w stanie wytrzymać takie prądy, bez doznawania jakichkolwiek uszkodzeń. Omawiane podzespoły marki Epcos wytrzymują prądy chwilowe o wartościach nawet do 2000 A (w zależności od wersji), tj. około 10 razy więcej niż ich prąd znamionowy.

Żywotność i wytrzymałość

Kondensatory PCC cechują się bardzo długim czasem życia, który wynosi 15 tys. godzin. Ponadto ich znamionowa temperatura pracy wynosi 110°C, ale mogą wytrzymać jej krótkotrwałe wzrosty nawet do 125°C.

Tabela 2. Wybrane parametry kondensatorów PCC użytych do produkcji modułów HybridPACK1 i HybridPACK2

Parametr/Model	B25655J4307K001	B25655J4507K005
Użyty w module	HybridPACK1	HybridPACK2
Napięcie znamionowe [V_{DC}]	450	450
Pojemność [μF] $\pm 10\%$	300	500
Moc znamionowa [Ws]	30	50
Prąd znamionowy [A]	80	120
Temperatury pracy [$^{\circ}C$]	od -40 do +110	od -40 do +110
ESR [m Ω]	≤ 8	≤ 10
ESL [nH]	≤ 25	≤ 15
Wymiary [mm]	140×72×50	237×72×50
Czas życia [h]	15000	15000

PCC są także bardzo bezpieczne. Ich ewentualne przeciążenie nie powoduje samozapłonu ani zniszczenia. Uszkodzenia warstw wewnątrz obudowy kondensatora nie prowadzą do zwarcia, a brak substancji łatwopalnych lub kwasów sprawia, że nie powodują one zagrożeń w przypadku wypadku drogowego.

Wszystkie powyższe czynniki sprawiają, że kondensatory Power Capacitor Chip idealnie nadają się do zastosowań zarówno w motoryzacji, jak i do tworzenia niewielkich gabarytowo, przemysłowych przetwor-
nic częstotliwości. Są to zarazem bardzo zaawansowane i sprawdzone już produkty.

Epcos

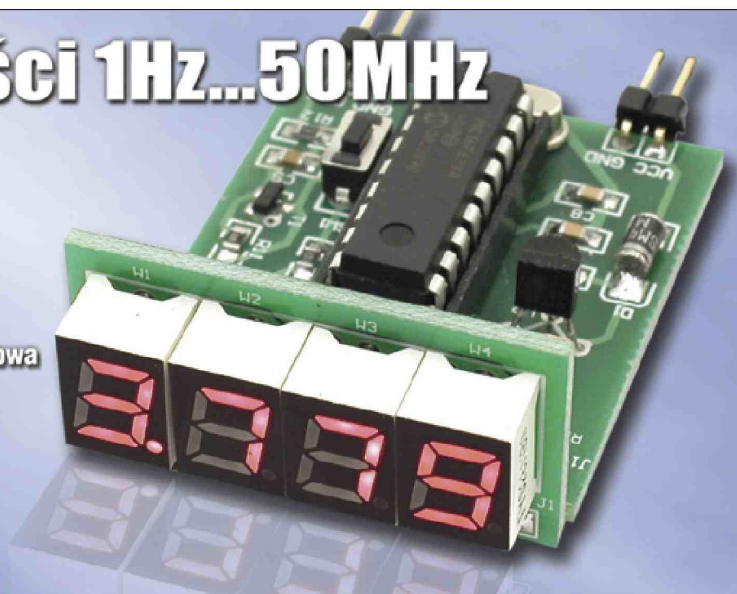


Miernik częstotliwości 1Hz...50MHz AVTMOD10

Wybrane parametry:

- zakres pomiarowy: 1Hz...50MHz
- możliwość pracy jako miernik częstotliwości lub skala cyfrowa
- możliwość ustawienia offsetu (częstotliwości pośredniej)
- zasilanie: 7...20VDC
- wymiary modułu: 48x34x19mm

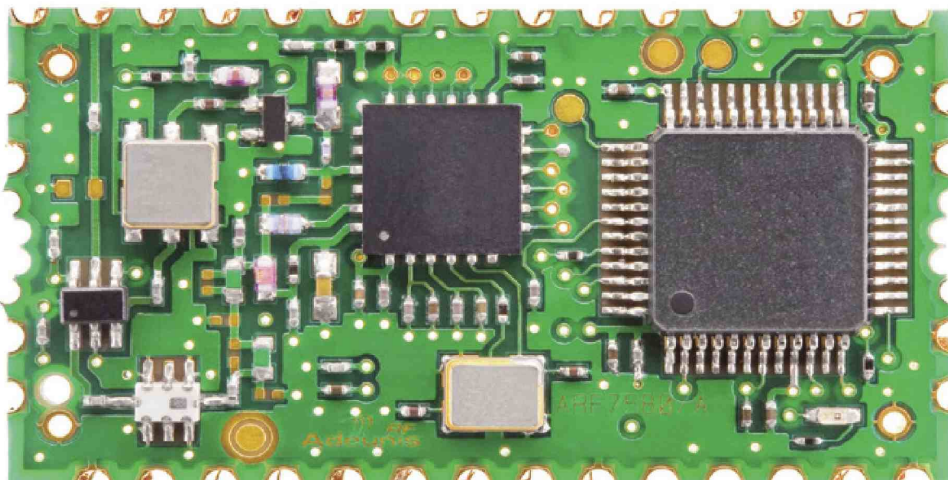
www.sklep.avt.pl



STM32W

Cortex-M3 i zaawansowany tor RF

Rodzina STM32W poszerza obszary aplikacyjne nowoczesnych mikrokontrolerów 32-bitowych o systemy radiowe działające w pasmach ISM. Dzięki zintegrowaniu z rdzeniem Cortex-M3 kompletnego transceivera radiowego zgodnego z IEEE 802.15.4, otworem przed tymi mikrokontrolerami stoją aplikacje sieciowe jak na przykład ZigBee...



Układy STM32W...

...to jednocipowe „kombajny” składające się z 32-bitowego mikrokontrolera z rdzeniem Cortex-M3 (jak klasyczne wersje STM32, taktowany do 24 MHz) zintegrowanego z kompletnym torem radiowym zgodnym ze specyfikacją IEEE802.15.4 na pasmo 2,4 GHz. Jego schemat blokowy pokazano na **rysunku 1**, a uproszczony widok budowy wewnętrznej – na **rysunku 2**.

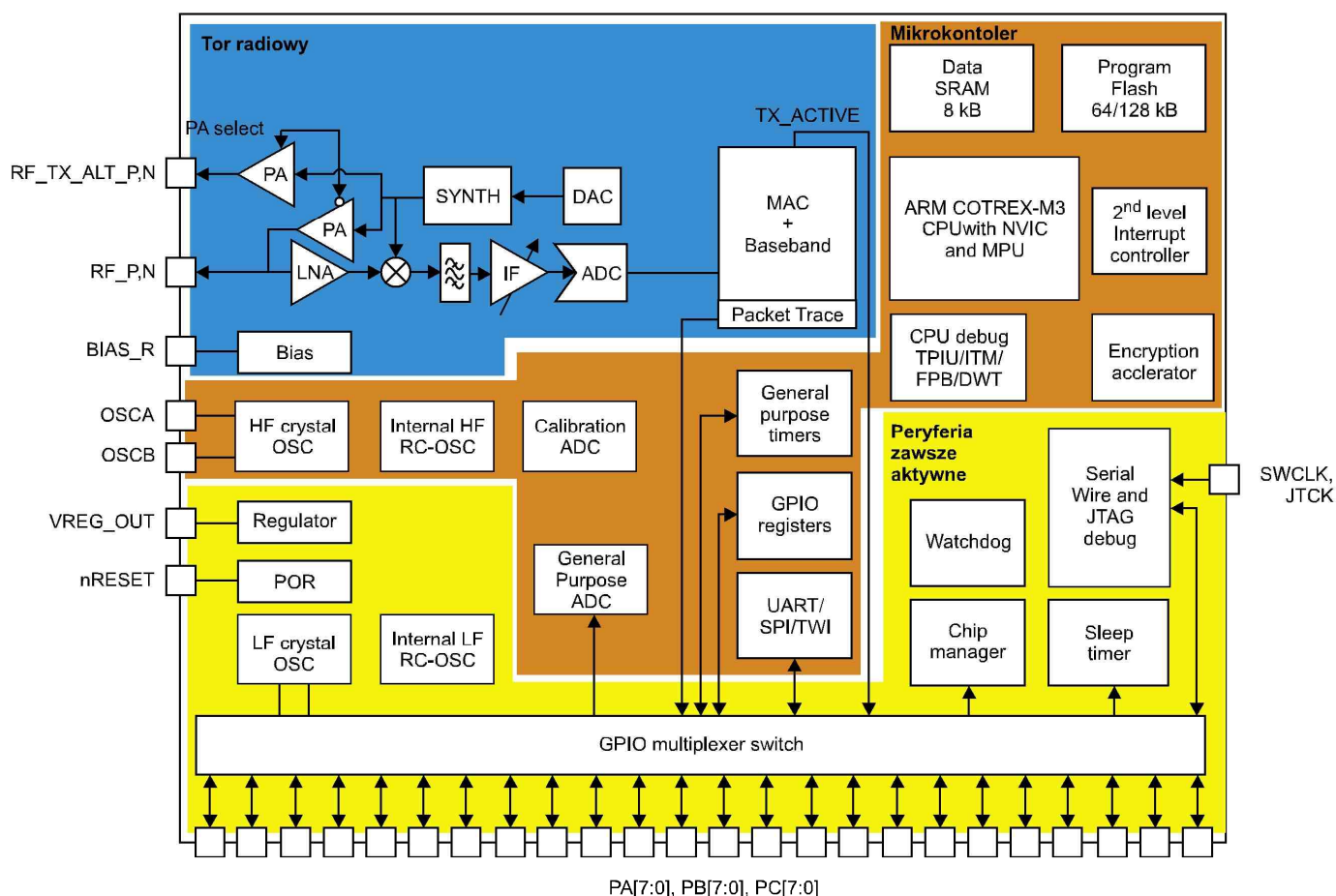
Producent oferuje obecnie trzy wersje mikrokontrolerów STM32W108, z których każda jest wyposażona w 8 kB SRAM, timery, interfejsy komunikacyjne i inne bloki peryferyjne:

- STM32W108C8: 64 kB Flash, obudowa VQFPN48 (7×7 mm),
- STM32W108CB: 128 kB Flash, obudowa VQFPN48 (7×7 mm),
- STM32W108HB: 128 kB Flash, obudowa VQFPN40 (6×6 mm),

Dodatkowe informacje:

Dodatkowe informacje o układach przedstawionych w artykule są dostępne pod adresem www.st.com/stm32w

Tor nadawczy wbudowany w układy STM32W ma moc wyjściową do +7 dBm, zbudowano go na bazie syntezy DDS. W torze odbiorczym układu zastosowano heterodynę z niską częstotliwością pośrednią, dzięki czemu czułość dochodzi do -100 dBm.



Rysunek 1. Schemat blokowy mikrokontrolerów STM32W108

IEEE 802.15.4 – podstawy

Standard IEEE 802.15.4 definiuje dwie najniższe warstwy: fizyczną (*Physical*) i warstwę MAC (*Media Access Control*), która odpowiada m.in. za dostęp do kanałów radiowych z wykorzystaniem mechanizmu CSMA-CA oraz za transmisję ramek sygnalizacyjnych *beacon* i synchronizację wymiany danych. Warstwę PHY (IEEE 802.15.4) podzielono na dwie części przystosowane do obsługi dwóch zakresów częstotliwości: 868 MHz i 2,4 GHz.

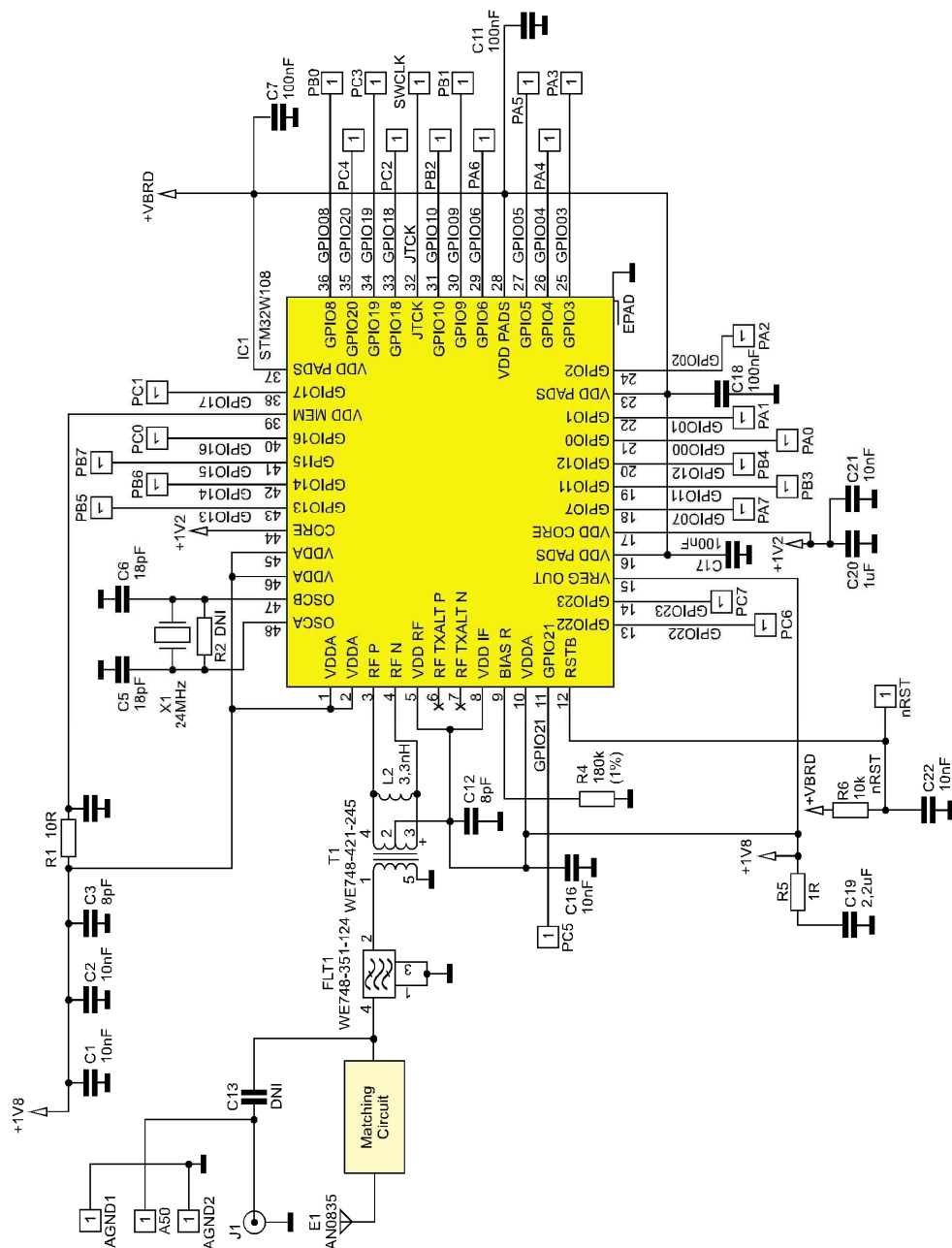
Dzięki wbudowanym zabezpieczeniom, protokół ZigBee zapewnia wysoką niezawodność transmisji, wykrywanie i usuwanie błędów transmisji, łączność pomiędzy urządzeniami o ustalonych priorytetach. Możliwość pracy wielu urządzeń w niewielkiej odległości od siebie uzyskano dzięki wykorzystaniu transmisji radiowej sygnału z widmem rozproszonym. Kolejnym atutem urządzeń pracujących w systemach ZigBee jest ukierunkowanie na minimalizację poboru energii, co w wielu przypadkach pozwala zasilać je z ogniw chemicznych. Transmisja radiowa w ZigBee odbywa się w paśmie 2,4 GHz (opcjonalnie w paśmie 868 MHz), budowę i parametry wymaganego toru radiowego opisuje standard IEEE802.15.4.

Maksymalne uzyskiwane prędkości transmisji są stosunkowo niewielkie – wynoszą do 250 kb/s (do 20 kb/s w paśmie 868 MHz). Maksymalne możliwe do uzyskania zasięgi transmisji pomiędzy węzłami sieci wynoszą do 100 metrów.

Urządzenia wchodzące w skład typowych systemów ZigBee podzielono na trzy rodzaje:

- **koordynator**. W każdej sieci może funkcjonować tylko jedno takie urządzenie. Spełnia on rolę węzła przyłączeniowego dla wszystkich pozostałych urządzeń, np. w systemie bezprzewodowych liczników energii elektrycznej gromadzi dane odczytane z wszystkich liczników.
- **router**. Jest to urządzenie o funkcjonalności zbliżonej do klasycznych routerów sieciowych jego zadaniem jest przekazywanie pakietów oraz zwiększenie zasięgu sieci, tworząc trasy z „przeskokami” multihop routing.
- **urządzenia końcowe**. Przesyłają dane do koordynatora (także przez router), do którego jest przyłączone. Zazwyczaj jest czasowo usypiane, co pozwala obniżyć pobór energii.

W sieci ZigBee musi funkcjonować co najmniej jeden koordynator, a liczba urządzeń końcowych może teoretycznie wynosić 65536 (skrócone adresowanie 16-bitowe z alokacją), zazwyczaj ich liczba nie przekracza 256.



Rysunek 3. Schemat aplikacyjny mikrokontrolerów STM32W108

Mikrokontrolery STM32W wyposażono w pamięć Flash o pojemności 128 kB, pamięć SRAM o pojemności 8 kB, a także standardowy, bogaty zestaw peryferii „mikrokontrolerowych” (I²C/UART/SPI/ADC/GPIO, timery

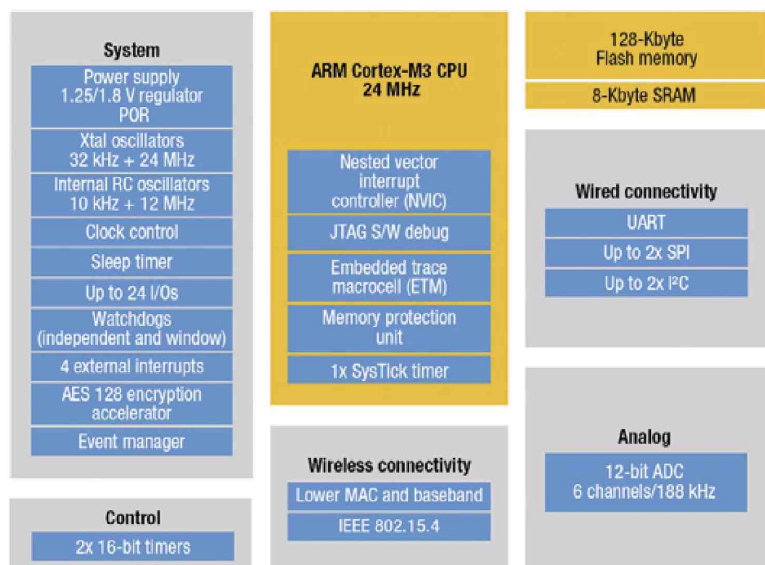
itp.). Ich dodatkowym wyposażeniem jest blok kryptograficzny AES128, sprzętowy generator liczb pseudolosowych, system sprzętowej ochrony zawartości pamięci Flash oraz możliwość monitorowania pakietów przesyłanych danych

za pomocą interfejsu dostępnego poprzez GPIO, co upraszcza uruchamianie aplikacji radiowych.

Gotowe stosy dla ułatwienia

Niezbędnym elementem wyposażenia mikrokontrolerów STM32W108, umożliwiającym pracę w sieciach ZigBee, jest stos protokołu zapisany w pamięci Flash. Dostępne są trzy zestawy biblioteczne stosów ZigBee (rysunek 4), które programiści mogą stosować we własnych projektach, dostępne są także mikrokontrolery z przeprogramowaną pamięcią Flash, w której producent ulokował biblioteki, których API są opisane w dokumentacji dostępnej na stronach internetowych producenta. Dzięki udostępnionemu oprogramowaniu programiści korzystający z platformy sprzętowych wyposażonych w mikrokontrolery STM32W mogą zająć się wyłącznie pisanie programu realizującego funkcję najwyższej warstwy protokołu ZigBee, całą „mechanikę” stosu obsługują gotowe biblioteki.

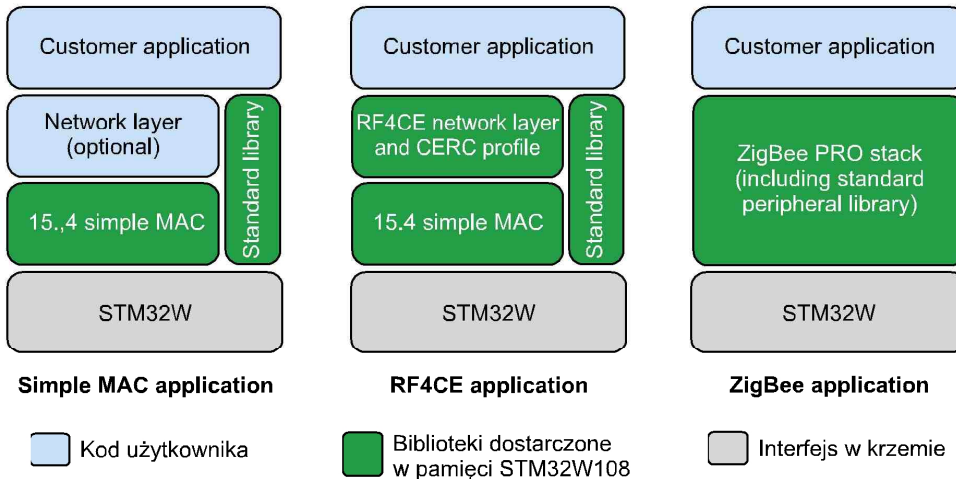
Z mikrokontrolerów STM32W mogą korzystać także konstruktorzy nie zamierzający



Rysunek 2. Budowa wewnętrzna układów STM32W108

Tabela 1. Zestawienie podstawowych cech stosów ZigBee dostępnych dla mikrokontrolerów STM32W

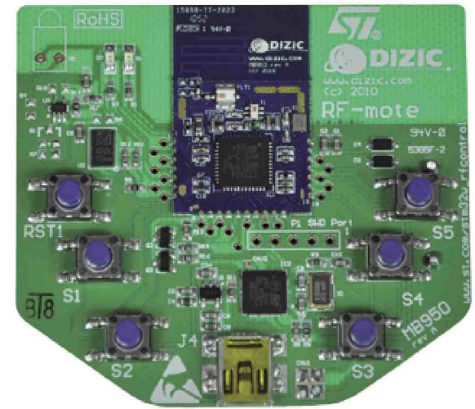
Nazwa stosu	Dopuszczalna liczba węzłów	Topologie	Certyfikat ZigBee	Konieczna pamięć Flash [kB]	Koszt
SimpleMAC	Mniej niż 10	Punkt-punkt, gwiazda	-	7,3	Niski
RF4CE	Mniej niż 10	Punkt-punkt, gwiazda	+	32	Średni
ZigBee PRO	64k	Mesh	+	75...95	Wysoki



Rysunek 4. Stosy udostępnione w ramach ceny mikrokontrolerów przez firmę STMicroelectronics



Fotografia 5. Widok zestawu ewaluacyjnego STM32W-SK



Fotografia 6. Widok zestawu ewaluacyjnego STM32W-RFCKIT

korzystać z protokołu ZigBee – w pamięci Flash mikrokontrolera mogą się znaleźć procedury obsługujące dowolne protokoły transmisji danych.

Zestawy umożliwiają szybki start

Według szacunków publikowanych na portalu *eeetimes.com* liczba zainstalowanych na świecie w roku 2010 interfejsów ZigBee wyniosła 232 miliony, co wzięwszy pod uwagę ich dotychczas krótką bytność na rynku trzeba uznać za duży sukces. Jest więc dobry czas, żeby przygotować się do poważnego wejścia na rynek standardu ZigBee, w czym mogą być pomocne zestawy ewaluacyjne firmy STMicroelectronics STM32W-SK (fotografii 5), w skład których wchodzi m.in. kompletne moduły radiowe zintegrowane z antenami, całość opracowana przez firmę Dizic. Na fotografii 6 pokazano zestaw ewaluacyjny STM32W-RFCKIT, w którym także zastosowano gotowy moduł interfejsu RF produkcji Dizic. Pozwala on przetestować współpracę toru radiowego z komputerem PC, do którego jest dołączany za pomocą USB.

Andrzej Gawryluk, EP

REKLAMA

www.FERYSTER.pl

Prototypowe obwody PCB

PCB CNC Router

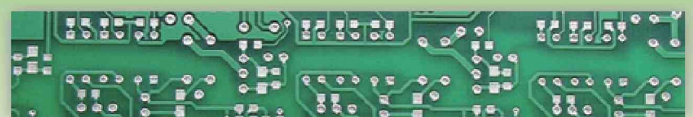
INFO@FERYSTER.PL

OBWODY DRUKOWANE



Faldruk s.c. 04-994 Warszawa, ul. Poezji 19
tel. 022 872 43 01, faks 022 612 67 76
biuro@faldruk.pl www.faldruk.pl

- płytki jednostronne i dwustronne
- płytki na podłożu aluminiowym
- testy elektryczne płytek
- pokrycia płytek: cyna lub cyna/ołów



Telekomunikacja czwartej generacji dzięki układom Texas Instruments

Wykładniczy wzrost ilości danych przesyłanych przez urządzenia mobilne sprawił, że operatorzy sieci komórkowych stanęli przed nowymi wyzwaniami. Na szczęście, metody transmisji bezprzewodowej wciąż ewoluują, a technologia LTE (Long Term Evolution) stała się światowym standardem komunikacji przyszłości.

LTE jest obecnie wprowadzana przez wszystkich wielkich operatorów sieci komórkowych na świecie. Pozwala na znacznie lepsze wykorzystanie dostępnego pasma częstotliwości, umożliwiające przesyłanie większej liczby bitów na sekundę w przeliczeniu na herc pasma, niż w przypadku starszych technologii. Jednakże implementacja LTE nie byłaby możliwa bez odpowiednich układów scalonych. W praktyce, konstruktorzy stacji bazowych Node B dla omawianej technologii stosują układy SoC (System-On-Chip), co pozwala zmniejszyć koszty działania gotowego urządzenia i zwiększyć jego niezawodność. Przykładem są układy SoC o wielordzeniowej architekturze KeyStone firmy Texas Instruments.

TI KeyStone

Układy z rodziny KeyStone zostały zaprojektowane tak, by zoptymalizować wydajność obsługę standardów WCDMA (Wideband Code Division Multiple Access) i LTE, przy jednoczesnym zmniejszeniu poboru mocy przez stację bazową. Co więcej, w przypadku instalacji omawianych układów wewnątrz Node B, duże znaczenie odgrywają wbudowane, konfigurowalne koprocесory obsługujące warstwę fizyczną (warstwę 1) standardów bezprzewodowych. Dzięki temu świetnie sprawdzają się w LTE.

LTE 3GPP

LTE to najnowszy standard mobilny opracowany przez zrzeszenie 3GPP (Third Generation Partnership Project). Uwzględniono w nim wiele nowoczesnych technologii, których zabrakło w tzw. telekomunikacji 3G. Teoretycznie LTE pozwala na transfer danych z szybkością przynajmniej do 100 Mb/s w kierunku: od stacji do użytkownika oraz przynajmniej do 50 Mb/s w przeciwnym, przy użyciu 20-megahercowego pasma. Realne wartości zależą od konkretnych realizacji i mogą być nawet wyższe. Co więcej, LTE pozwala elastycznie dostosowywać ilość używanego pasma w zakresie od 1,4 do 20 MHz oraz wybrać sposób multipleksowania różnych strumieni danych: z podziałem częstotliwości (FDD – Frequency-Division Duplexing) lub z podziałem czasu (TDD – Time-Division Duplexing).

Warstwy LTE

Podstawą stosu protokołu komunikacyjnego LTE jest warstwa fizyczna (PHY), czasami określana mianem warstwy pierwszej. To od niej zależy utrzymanie łącza pomiędzy stacją bazową a urządzeniem mobilnym bez przerw i zakłóceń. Kolejne warstwy to: druga – dostępu do medium (MAC – Media Access Control) i trzecia – kontroli

Dodatkowe informacje:

Bogatą ofertę produktową układów Texas Instruments można znaleźć na stronie internetowej <http://pl.farnell.com/>

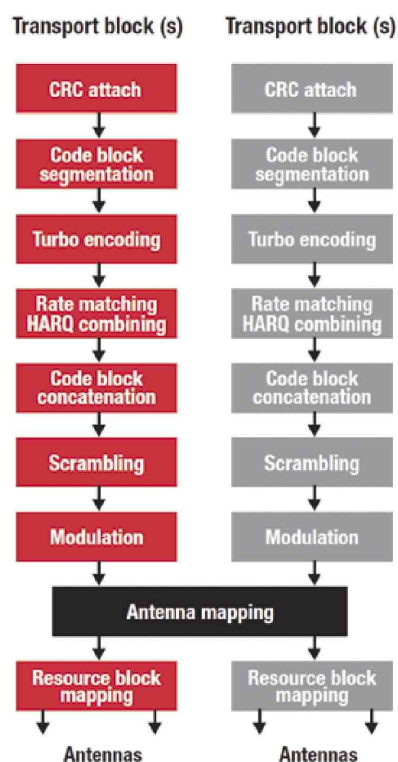
zasobów radiowych (RRC – Radio Resource Control). Wraz z pierwszą, umożliwiają wyższym warstwom transfer danych przez łącze bezprzewodowe. Warstwa fizyczna obsługuje kodowanie kanałów, moduluje sygnał i automatycznie powtarza transmisję, gdy wystąpi taka potrzeba. Ponadto to od niej zależy obsługa wielu anten dla pojedynczego połączenia.

Działanie warstwy fizycznej

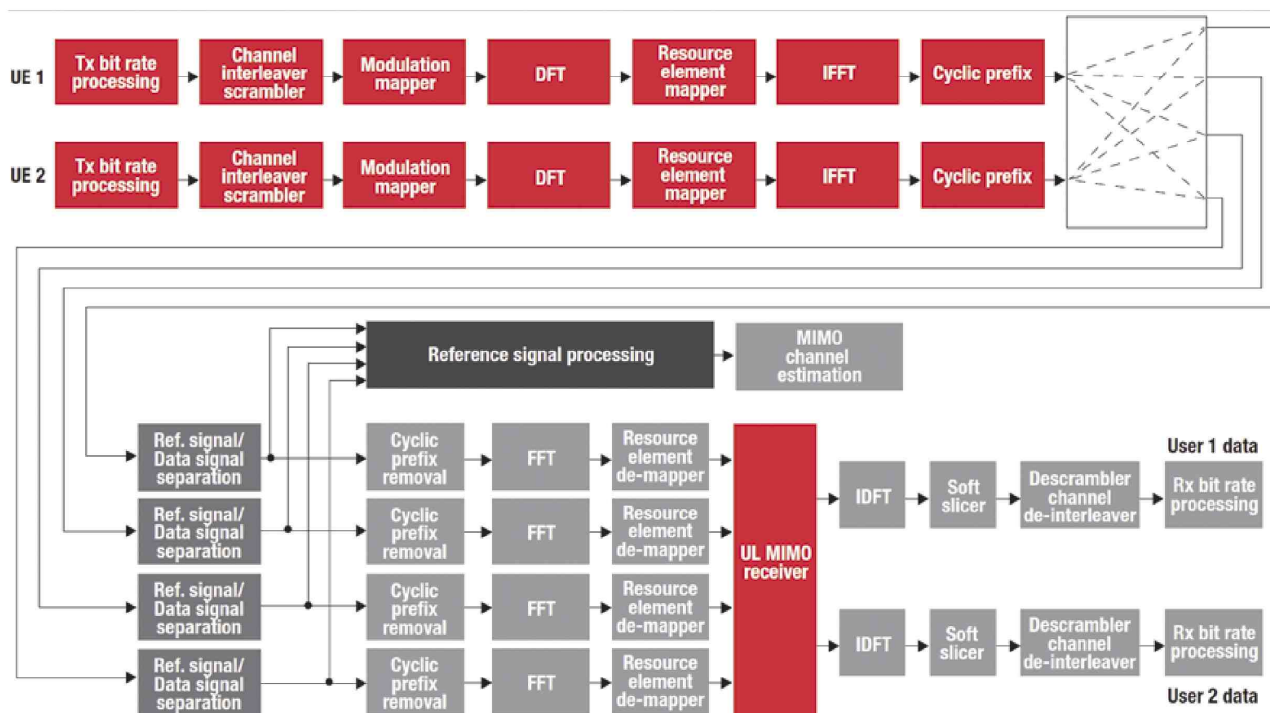
Po odebraniu bloku danych z warstwy MAC, warstwa fizyczna oblicza jego sumę kontrolną (CRC – Cyclic Redundancy Check) i dołącza ją do bloku. Jeśli łączny rozmiar takiego pakietu przekracza maksymalny możliwy, tj. 6144 bity, jest on dzielony na segmenty. Dla każdego z nich obliczana jest nowa suma kontrolna. Następnie obliczany jest turbo-kod oraz dopasowywanie szybkości transmisji do dostępnych zasobów. Obsługiwany jest również protokół HARQ (Hybrid Automatic Repeat Request), który ułatwia odbiornikowi określenie, czy konieczna jest retransmisja pakietu. Po złączeniu ze sobą nadawanych bloków danych przeprowadzane jest kodowanie bitów, tak by skrócić wszelkie długie łańcuchy zer i jedynek, które mogłyby powodować problemy z synchronizacją odbiornika. Kolejnym krokiem jest modulacja: QPSK (Quadrature Phase Shift Keying), 16QAM (Quadrature Amplitude Modulation) lub 64QAM. Zmodulowany sygnał jest następnie wstępnie mapowany z uwzględnieniem transmisji za pomocą kilku anten, po czym jest on modulowany algorytmem OFDM, który przypisuje symbole danych dostępnym antenom do transmisji (rysunek 1).

OFDM

OFDM (Orthogonal Frequency-Division Multiplexing) to metoda stosowana w LTE do modulowania transmisji radiowej. Polega ona na jednoczesnym przesyśle strumieni danych na ortogonalnych częstotliwościach



Rysunek 1. Procedura przetwarzania danych przesyłanych ze stacji bazowej do użytkownika w standardzie LTE



Rysunek 2. Obsługa technologii MIMO w LTE

nośnych. Zapewnia to dużą odporność na degradację sygnału w przypadku gdy w kanałach radiowych występuje zjawisko wielodrogowości. Umożliwia bardziej efektywne wykorzystanie dostępnego pasma i redukuje problemy związane z interferencjami międzysymbolowymi. Zmniejsza też problemy związane z synchronizacją czasową odbieranego sygnału. Implementacja modulacji OFDM jest dość prosta i wymaga zastosowania szybkiej transformaty Fouriera.

MIMO

Pełna obsługa LTE wymaga także implementacji technologii MIMO (*Multiple Input, Multiple Output*), zarówno po stronie nadajnika, jak i odbiornika. Polega ona uży-

ciu więcej niż jednej anteny do odbioru i do nadawania sygnału. Jej użycie znacząco zwiększa maksymalną dostępną przepustowość łącza oraz obszar terenu, na którym sygnał jest wystarczający do prowadzenia komunikacji, bez potrzeby poszerzania pasma lub mocy nadawczej. W praktyce prowadzi ona do zwiększenia efektywności spektralnej łącza oraz jego niezawodności. Model przetwarzania danych nadajnika i odbiornika MIMO 2×4 (uplink) został przedstawiony na **rysunku 2**.

Użycie więcej niż jednej anteny do odbioru zwiększa stosunek SNR sygnału. Jeśli odbierany sygnał jest zaszumiony, warto stosować technikę MRC (*Maximum-Ratio Combining*). Jeśli większy problem niż szum stanowią interferencje, należy skorzystać z algorytmu MMSE (*Minimum Mean Square Error*). Użycie dowolnej z nich pozwala ustalić wagi, z jakimi sumowane są sygnały odbierane za pomocą poszczególnych anten. Wydajność tych operacji może być znacznie zwiększona, przy zastosowaniu przetwarzania wieloprzecinkowego w odbiorniku.

Układy SoC do LTE

Wszystkie powyższe procedury obsługuje układ TCI6618, który należy do rodziny wielordzeniowych procesorów sygnałowych TMS320C66x firmy Texas Instruments. Jego schemat blokowy został zilustrowany na **rysunku 3**. Zawiera cztery rdzenie C66x taktowane zegarem 1,2 GHz, zbudowane w oparciu o sprawdzoną

architekturę. Dodatkowo zostały wzbogacone o możliwość przetwarzania zmienoprzecinkowego oraz zmodernizowano sposób przekazywania danych wewnątrz jednostki. Cechy te sprawiają, że układ idealnie nadaje się do zastosowań w szybkich sieciach czwartej generacji.

TCI6618 obsługuje dwa pasma o szerokości 20 MHz każde i dla każdego z nich pozwala odbierać sygnały z dwóch anten i nadawać za pomocą dwóch anten, co w skutkuje maksymalnym transferem na poziomie 300 Mb/s w kierunku do użytkownika i 150 Mb/s od użytkownika.

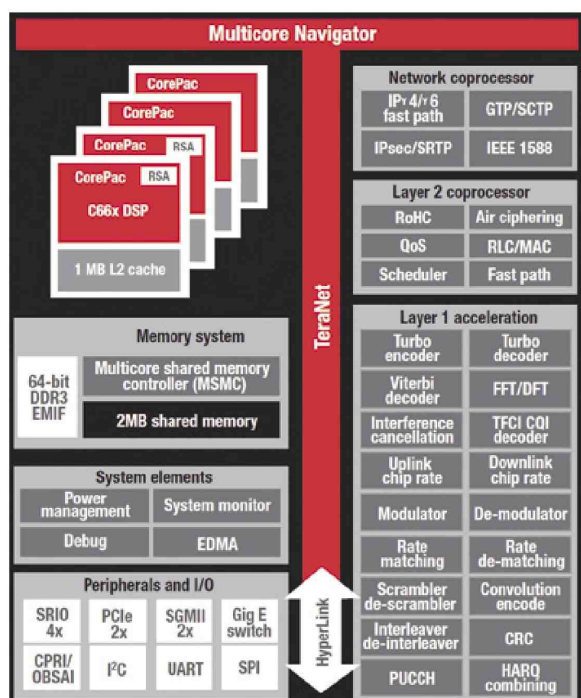
Podsumowanie

Układy wykonane zgodnie z wielordzeniową architekturą KeyStone to pierwsze struktury na rynku, które zawierają wysokowydajny, zintegrowany procesor RISC oraz bloki DSP z odpowiednimi koprocetorami i podsystemami wejścia i wyjścia, potrzebnymi do komunikacji w standardzie LTE. KeyStone to zarazem pierwsza wielordzeniowa architektura, której wewnętrzna szyna danych umożliwia wystarczająco szybki, dostęp bez opóźnień do wszystkich rdzeni DSP, układów peryferyjnych, koprocetora oraz wejść i wyjść.

Texas Instruments udostępnia też oprogramowanie warstwy fizycznej LTE zoptymalizowane dla rdzeni C66x. Dzięki temu wszystkiemu, układy TMS320TCI6618 stanowią obecnie najbardziej zaawansowaną platformę sprzętowo-programową dla komunikacji bezprzewodowej czwartej generacji.

Zhihong Lin, Greg Wood
Texas Instruments

Artykuł został opracowany we współpracy z firmą Farnell



Rysunek 3. Schemat blokowy układu TMS320TCI6618

Programatory stacjonarne

Każdy, kto konstruuje, naprawia lub wytwarza urządzenie z układem programowalnym musi wcześniej czy później sięgnąć po programator. Dotyczy to zwłaszcza produkcji małoseryjnych, dla których nie opłaca się zamawiać układów programowanych na etapie produkcji oraz pracowni konstrukcyjnych, w których powstają prototypy urządzeń.

Programator to urządzenie, które służy do zapisania programu lub danych z pliku wynikowego o określonym, standardowym formacie do układu programowalnego. Pod tym pojęciem nie wolno rozumieć samych układów pamięci, aczkolwiek to właśnie ich najczęściej dotyczy operacja zapisu czy odczytu, obojętnie czy są to np. pamięci konfiguracji w układach FPGA czy analogowych czy też pamięci programu mikrokontrolerów. Łatwo domyślić się, że wymagania odnośnie do urządzeń programujących będą różne i zależne od warunków, w których są one użytkowane. Na zupełnie inne aspekty kładzie się bowiem nacisk w czasie budowania prototypu, produkcji jednostkowej, małoseryjnej czy wielkoseryjnej o czym można przeczytać w innych artykułach, oznaczonych jako „temat numeru”.

Wybór programatora

Przy budowaniu prototypu podstawowymi kryteriami doboru programatora będą jego obszerna lista programowanych układów, możliwości (np. pracy jako debugger) oraz wygoda użytkowania. Na przykład jest ważne, aby programator współpracował z popularnymi kompilatorami języków programowania, współpracował z ich IDE i wbudowanym weń debuggerem. Jeśli firma wytwarza kilka lub nawet kilkadziesiąt sztuk danego wyrobu rocznie, to może posłużyć się tym samym programatorem, którego używano podczas budowy prototypu. Pomimo mniejszej ważności kryterium czasu programowania to mimo wszystko musi on być dla użytkownika akceptowalny.

W produkcji małoseryjnej, zależnie od kryterium, którym jest czas, używane są różne metody programowania. Niektórzy producenci programują układy przed wlutowaniem, inni po wlutowaniu w płytkę. Jeśli układy są programowane przed wlutowaniem, a firma często zmienia profil produkcji (np. produkcja kontraktowa), to ważnym kryterium będzie dostępność adapterów

i liczba programowanych układów. Częstość nie mniej ważny jest też czas programowania układu, a ten wydatnie skraca kolejną cechą funkcjonalną tj. możliwość równoległego programowania i weryfikacji wielu układów scalonych.

Niezależnie od metody programowania (szeregowe lub równoległe), programowanie w układzie (ISP) wymaga zastosowania pewnych specjalnych rozwiązań. Na przykład, na etapie projektowania płytki trzeba przewidzieć złącze dla programatora lub wykonać specjalne, niemaskowane pady oraz rodzaj pola kontaktowego z odpowiadającymi im igłami. Takie pole może się przydać również do wykonywania testów i nie musi być przeznaczone tylko do zaprogramowania układu. Ponadto, konstruktor musi umożliwić odseparowanie układu na czas programowania od jego otoczenia, tak aby nie powodowało ono błędów.

W produkcji wielkoseryjnej i kontraktowej istotne będą przede wszystkim czas programowania oraz elastyczność programatora rozumiana jako duża liczba programowanych układów, możliwość programowania wielokanałowego w jak najbardziej zautomatyzowanym procesie. Czasami będzie ważna również możliwość zabezpieczenia pliku hasłem po to, aby dostęp do niego miały wyłącznie osoby uprawnione.

Przed każdym z rodzajów omawianych programatorów stawiane są inne wymagania. Dla jednych kryterium będzie szybkość i możliwość automatyzacji procesu programowania, dla innych możliwość uruchamiania programu i zaprogramowania procesora. W tym artykule skupimy się na przeglądzie programatorów stacjonarnych, które można zwykle spotkać w warsztacie elektronika – konstruktora.

EasyPRO 90B

EasyPRO 90B (fotografia 1) to programator, który umożliwia zaprogramowanie ponad 6000 układów. Obsługiwane układy to:



Fotografia 1. Programator EasyPro 90B

- programowanie pamięci (E)EPROM z serii: 27, 28, 29, 39, 49,
- programowanie pamięci EEPROM i Flash w tym również pamięci szeregowych I²C, 24cxx, SPI 25xxx, MicroWire 93CXX,
- programowanie 16-bitowych pamięci Flash,
- programowanie mikrokontrolerów firm Philips, NXP, Atmel, Winbond, HY, MicroChip, Holtek, SST, ICSI, Syncoms, Maxim-Dallas,
- testowanie pamięci SRAM o pojemnościach od 2 k do 512 k,
- programowanie układów GAL/PLD/CPLD typu 16V8X, 20V8X, 22V10X,
- testowanie funkcjonalne układów TTL/CMOS.

Oprogramowanie sterujące programatorem przez interfejs USB pracuje pod kontrolą systemu Windows. Aktualizacje są wykonywane przez Internet, w tym lista rozszerzanie listy programowanych układów (bezpłatne).

Wybrane parametry programatora:

- podstawka ZIF-40,
- napięcie programujące 2,8...18 V,
- napięcie zasilające programowane układy 1,8...10 V.

SmartPRO X5

Pokazany na fotografii 2 programator SmartPRO oprócz programowania układów umieszczanych w podstawkach jest wyposażony w gniazdo, które pozwala na programowanie szeregowo z użyciem techniki ISP. Można powiedzieć, że cechy funkcjonalne tego programatora predysponują go nie tyle do użycia w serwisie, ile w pracowni konstrukcyjnej i w małym zakładzie produkcyjnym. Ten programator jest chwalony przez użytkowników przede wszystkim za system zabezpieczeń, który sprawdza, czy np. układ



Fotografia 2. Programator SmartPro X5

został prawidłowo umieszczony w podstawie i czy jest połączenie wszystkich doprowadzeń podstawki z nóżkami programowanego układu.

Obsługiwane układy:

- pamięci (E)EPROM z serii: 27, 28, 29, 39, 49, pamięci szeregowych, Flash, EEPROM (podstawka ZIF-48),
- programowanie 16-bitowych pamięci EPROM i Flash np. 29F200, 29F400, 29F800,
- programowanie mikrokontrolerów Philips, NXP, Atmel, Winbond, HY, Micro-Chip, Holtek, SST, ICSI, Syncoms, Dallas-Maxim,
- testowanie pamięci SRAM,
- programowanie szeregowych pamięci EEPROM: I²C 24cxx, SPI 25xxx, Micro-Wire 93CXX,
- programowanie układów GAL/PLD/CPLD typu: 16V8X, 20V8X, 22V10X,
- testowanie funkcjonalne układów TTL/CMOS.

Oprogramowanie sterujące programatorem przez interfejs USB pracuje pod kontrolą systemu Windows. Aktualizacje są wykonywane przez Internet, w tym lista rozszerzanie listy programowanych układów (bezpłatne).

Wybrane parametry programatora:

- interfejs USB 2.0,
- złącze ISP do programowania w układzie oraz uniwersalna podstawka ZIF-48,
- obsługa układów o niskim napięciu zasilania (od 1,8 V),
- programowanie seryjne użyteczne, gdy jest konieczność zaprogramowania większej liczby układów; w tym celu należy załadować do bufora programu plik, następnie umieszczać w podstawie jeden po drugim programowane układy; po wykryciu układu w podstawie programator sam rozpoczyna programowanie,
- możliwość tworzenia i zapisywania projektów (zapamiętywane są bity konfiguracyjne, plik wynikowy itp.).

ChipMax2

ChipMax2 (fotografia 3) to szybki, uniwersalny programator dla wymagających użytkowników o konstrukcji opartej na układzie FPGA. Dzięki temu programowanie pa-



Fotografia 3. Programator ChipMax2

mieci Flash o pojemności 64 MBit trwa 42 sekundy. Programator ten umożliwia również obsługę nawet najstarszych pamięci EPROM o napięciu programowania do 25 V, dlatego dobrze nadaje się nie tylko do pracowni konstrukcyjnej, ale również do serwisowania różnych urządzeń.

Obsługiwane układy:

- programowanie pamięci EPROM o napięciu programującym do 25 V,
- programowanie pamięci równoległych i szeregowych,
- programowanie układów FPGA, CPLD, EPLD,
- programowanie pamięci Flash wykonanych w technologiach NOR i NAND,
- programowanie pamięci NVRAM, SPLD,
- programowanie pamięci 8-, 16 i 32-bitowych,
- programowanie mikrokontrolerów,
- testowanie funkcjonalne układów TTL/CMOS.

Programator sprawdza prawidłowość połączeń pomiędzy programowanym układem a podstawką. Również i ten model ma opcję programowania seryjnego do obsługi produkcji masowej. Dodatkowo, jego oprogramowanie umożliwia jednoczesną pracę 8 programatorów sterowanych przez pojedynczy komputer.

Wybrane parametry programatora:

- interfejs USB 2.0,
- konstrukcja programatora oparta o szybki układ FPGA,
- programowanie układów o napięciu zasilającym 5,0 V; 3,3 V; 2,7 V; 1,8 V,
- programowanie seryjne uruchamiane przyciskiem *Start*,
- możliwość tworzenia i zapisywania projektów.

TopMax2

Podobnie jak w ChipMax2, producent położył duży nacisk na szybkość programowania. Szybkość programatora jest jeszcze wyższa niż w poprzednim wyrobie. Programator TopMax2 (fotografia 4) umożliwia programowanie pamięci NAND i NOR Flash, pamięci EPROM o napięciu programowania do 25 V, szeregowych pamięci z interfejsami I²C, Microwire, SPI oraz



Fotografia 4. Programator TopMax2

mikrokontrolerów. Najniższe napięcie zasilania programowanych układów wynosi 1,5 V. Programator może pracować w trybie gang – do 8 programatorów nadzorowanych przez pojedynczy komputer. Metalowa, wytrzymała obudowa predysponuje go przede wszystkim do zastosowania w firmach produkcyjnych.

Cechy programatora:

Wellon VP190

Uniwersalny programator Wellon VP190 (fotografia 5) jest idealnym urządzeniem do warsztatu elektronika – konstruktora lub serwisu. Komunikacja z komputerem odbywa się poprzez port USB 2.0. Programator obsługuje większość popularnych mikrokontrolerów, pamięci Flash, EEPROM i EPROM. Lista programowanych układów obejmuje około 5,5 tys. pozycji i jest stale aktualizowana przez Internet.

Obsługiwane układy:

- programowanie pamięci (E)EPROM z serii: 27, 28, 29, 39, 49,
- programowanie 8- i 16-bitowych pamięci EPROM,
- programowanie mikrokontrolerów Philips, NXP, Atmel, Winbond, HY, SST, ICSI, Syncoms, Maxim-Dallas,
- testowanie pamięci SRAM,
- programowanie pamięci szeregowych z serii 24, 25, 93CXX
- programowanie układów GAL/PLD/CPLD typu 16V8X, 20V8X, 22V10X,
- programowanie wszystkich, popularnych układów producentów: AMD, AMIC, Maxim-Dallas, Atmel, Intel, Sony, Winbond i innych,

Mimo przeznaczenia, programator ma również tryb programowania masowego (programowanie po zamknięciu dźwigni podstawki). Ciekawostką jest funkcja wyświetlania informacji technicznych o programowanym układzie.

Wybrane parametry programatora:

- programowanie układów zasilanych napięciem od 1,5 V,
- programowanie pamięci 8-, 16- i 32-bitowych,
- automatyczne rozpoznawanie rodzaju pamięci,



Fotografia 5. Programator Wellon VP190

- testowanie funkcjonalne układów TTL/CMOS z automatycznym ich rozpoznaniem,
- akceptuje pliki w formacie: JEDEC, Intel, HEX, Motorola S record,

Wellon VP-280

Programator VP-280 (fotografia 6) to typowy wyrób przeznaczony dla małej firmy lub biura konstrukcyjnego. Świadczy o tym wyposażenie go w możliwość pomiaru częstotliwości do 100 kHz, 8-kanalowy analizator stanów logicznych, generator przebiegu prostokątnego o regulowanej częstotliwości oraz tester układów TTL/CMOS (z serii 40, 45, 74). Lista programowanych układów obejmuje ponad 8,2 tys. pozycji i jest stale aktualizowana przez Internet. W porównaniu z modelem VP-190 tego samego producenta, w programatorze skrócono czasy programowania (np. zapis i weryfikacja układu P89C58 następuje w mniej niż 4 s).

Dane techniczne:

Obsługiwane układy:

- programowanie pamięci EPROM typu 27C16...27C080,
- programowanie pamięci EEPROM z serii 28, 29, 39, 49,
- programowanie szeregowych pamięci E(E)PROM,
- programowanie pamięci Flash,
- programowanie układów PLD: CPLD, EPLD, GAL, PEEL, PALCE (również inne układy),
- programowanie mikrokontrolerów PIC, Intel 51 i 52, Atmel, LG, Philips, NXP, Winbond itp.



Fotografia 6. Programator Wellon VP590

Wellon VP490/VP590

Firma Weilei Technology wprowadziła do sprzedaży programatory VP-490 i VP-590 (fotografia 7). Model VP-590 jest przeznaczony na rynek europejski, natomiast VP-490 na pozostałe rynki zbytu. Oba programatory mają te same możliwości

Wybrane parametry programatora:

- lista aż 22,5 tys. programowanych układów,
- wbudowany generator przebiegów prostokątnych od 1...125 kHz,
- wbudowany częstotściomierz (do 100 kHz),
- 8-kanalowy analizator stanów logicznych.
- interfejs USB 2.0.
- napięcie zasilania programowanych układów od 1,5 V,
- obsługuje układy 16- i 32-bitowe.
- pliki w formacie JEDEC w tym ABEL, CUPL, PALASM, PLD, OrCAD PLD, PLD Designer i ISDATA.

Programator ma funkcje automatycznego rozpoznania producenta oraz typu programowanego układu pamięci oraz sprawdzania prawidłowości połączenia z podstawką. Lista układów jest aktualizowana przez Internet.



Fotografia 7. Programator Wellon VP790

Obsługiwane układy:

- programowanie pamięci EPROM typu 27C16...27C080,
- programowanie pamięci EEPROM z serii 28, 29, 39, 49,
- programowanie szeregowych pamięci E(E)PROM,
- programowanie pamięci Flash,
- programowanie układów PLD: CPLD, EPLD, GAL, PEEL, PALCE (również inne układy),
- programowanie mikrokontrolerów PIC, Intel 51 i 52, Atmel, LG, Philips, NXP, Winbond itp.
- testowanie układów TTL/CMOS IC test, 40, 45, 74.

Wellon VP690/VP790

Model VP-790 jest przeznaczony na rynek europejski, VP-690 na pozostałe rynki zbytu. Modele VP-690 i VP-790 mają te same możliwości.

- lista aż 28,3 tys. programowanych układów,

- wbudowany generator przebiegów prostokątnych od 1...125 kHz,
- wbudowany częstotściomierz (do 100 kHz),
- 8-kanalowy analizator stanów logicznych.
- interfejs USB 2.0.
- napięcie zasilania programowanych układów od 1,5 V,
- obsługuje układy 16- i 32-bitowe.
- pliki w formacie JEDEC w tym ABEL, CUPL, PALASM, PLD, OrCAD PLD, PLD Designer i ISDATA.

Programator ma funkcje automatycznego rozpoznania producenta oraz typu programowanego układu pamięci oraz sprawdzania prawidłowości połączenia z podstawką. Lista układów jest aktualizowana przez Internet.

Obsługiwane układy:

- programowanie pamięci EPROM typu 27C16...27C080,
- programowanie pamięci EEPROM z serii 28, 29, 39, 49,
- programowanie szeregowych pamięci E(E)PROM,
- programowanie pamięci Flash,
- programowanie układów PLD: CPLD, EPLD, GAL, PEEL, PALCE (i inne),
- programowanie mikrokontrolerów PIC, Intel 51 i 52, Atmel, LG, Philips, NXP, Winbond itp.
- testowanie układów TTL/CMOS IC test, 40, 45, 74.

Wellon VP890/VP990

Programator VP890 (fotografia 8) ma przeogromną listę programowanych układów, ponieważ obejmuje ona aż 49 tys. pozycji! Funkcje – pomijając rozszerzenie listy układów – są zbliżone do wcześniej omówionych produktów. Również i tu znajdziemy analizator stanów logicznych, generator, tester układów i częstotściomierz. Dodatkowo programator ma możliwość programowania układów w trybie ISP.

Obsługiwane układy:

- programowanie pamięci EPROM typu 27C16...27C080,
- programowanie pamięci EEPROM z serii 28, 29, 39, 49,
- programowanie szeregowych pamięci E(E)PROM,



Fotografia 8. Programator Wellon VP990

- programowanie pamięci Flash,
- programowanie układów PLD, CPLD, EPLD, GAL, PEEL, PALCE (i inne),
- programowanie mikrokontrolerów PIC, Intel 51 i 52, Atmel, LG, Philips, NXP, Winbond itp.

Xeltek SuperPro 500P

„Sercem” programatora Xeltek SuperPro 500P (**fotografia 9**) jest ultraszybki szybki procesor ARM-7. Dzięki temu czasy programowania są ograniczone przez czasy dostępu pamięci. Kolejnym krokiem ku jest możliwość programowania układów zasilanych napięciem 1,2 V. Obok możliwości programowania równoległego, programator jest wyposażony w interfejs szeregowy umożliwiający programowanie układów w technice ISP. Lista programowanych układów obejmuje ponad 24 tys. pozycji od 156 producentów.

Wybrane parametry programatora:

- interfejs USB 2.0,
- testowanie układów TTL/CMOS oraz pamięci RAM,
- 48-wyprowadzeniowa podstawka ZIF,
- programowanie pamięci 8-, 16- i 32-bitowych,
- detekcja prawidłowego umieszczenia układu (są sprawdzane wszystkie doprowadzenia),
- akceptuje wszystkie formaty plików: BIN, HEX, Motorola S-Record, Intel HEX i inne,

Programator umożliwia programowanie seryjne we wcześniej opisany sposób za pomocą pliku zapamiętanego w wewnętrznej pamięci. Jego oprogramowanie umożliwia tworzenie i zapamiętywanie plików projektu (zapisywane są ustawienia wybranego układu, bity konfiguracyjne, plik wsadowy itp.).

Obsługiwane układy:

- programowanie równoległych i szeregowych pamięci EEPROM



Fotografia 9. Programator Xeltek SuperPro 500P



Fotografia 10. Programator Xeltek SuperPro 501S

- programowanie pamięci konfiguracji FPGA,
- programowanie pamięci Flash NOR i NAND, NVRAM,
- programowanie układów SPLD, CPLD, EPLD, mikrokontrolerów i innych.

Oprogramowanie jest bezpłatnie aktualizowane przez Internet. Lista układów jest stale rozszerzana i są modyfikowane algorytmy ich programowania.

Xeltek SuperPro 501S

Programator Xeltek SuperPro 501S (**fotografia 10**) jest przedstawicielem nowej serii programatorów. Oprócz szybkiego interfejsu USB 2.0 zmieniono również architekturę programatora przez co wzrosła szybkość programowania. Podobnie jak poprzedni model, programator jest sterowany przez szybki procesor ARM-7 oraz umożliwia programowanie układów zasilanych napięciem 1,2 V. Napięcie programujące wynosi aż do 25 V, co pozwala na obsługę pamięci EPROM starsze-



Fotografia 11. Programator Xeltek SuperPro 5000E

go typu. Również i ten model programatora wyposażono w interfejs ISP. Lista programowanych układów obejmuje ponad 24 tys. pozycji.

Programator SuperPro501S wyposażono w wyświetlacz LCD, klawiaturę, oraz gniazdo karty CF. Daje to możliwość pracy autonomicznej – zapisu i odczytu plików na/z karty pamięci oraz predysponuje programator do zastosowania przede wszystkim na linii produkcyjnej.

Xeltek SuperPro-3000U/5000E

Producent twierdzi, że programatory SuperPro-3000U i 5000E (**fotografia 11**) są jednymi z najlepszych programatorów na świecie w swojej klasie. Jego atutami są: wysoka jakość wykonania, bardzo duża szybkość programowania, ogromne możliwości funkcjonalne, częste aktualizacje oprogramowania (dodawanie obsługi nowych układów). Oprócz możliwości programowania równoległego, programator ma również interfejs ISP. Lista programowanych układów obejmuje blisko 48,5 tys. pozycji i jest stale rozszerzana. Jako przykład szybkości pracy programatora producent podaje, że pamięć FLASH o pojemności 32 Mb jest programowana i weryfikowana w 13,5 s.

Programator sprawdza czy układ jest prawidłowo włożony w podstawkę. Sprawdzane jest połączenie wszystkich połączeń z programowanym układem, a ewentualne błędy są sygnalizowane przez oprogramowanie. Podobnie jak inne wyroby tego producenta, programator ma opcję programowania seryjnego idealną dla linii produkcyjnej lub tzw. „programming house”. Programowanie odbywa się bez użycia komputera, który służy tylko do zarządzania plikami. Niemniej jednak, wszystkie dane (pliki wynikowe i projekty) mogą zostać zapamiętane na karcie pamięci CompactFlash i wówczas użycie komputera PC jest zbędne, a obsługa programatora odbywa się za pomocą klawiatury i wbudowanego LCD.

Podsumowanie

Oferta programatorów dostępnych na rynku jest ogromna. W artykule nie uwzględniono na przykład produktów amerykańskich, które to przez pewien czas były wiodące na polskim rynku. Starano się zebrać te programatory, które są popularne i dostępne u polskich dystrybutorów.

Jacek Bogusz, EP

<http://ep.com.pl>

Produkcja robi to inaczej

Programowanie produkcyjne pamięci i mikrokontrolerów kieruje się nieco innymi zasadami niż programowanie laboratoryjne. Produkcję rządzi przede wszystkim wydajność, więc podstawowym kryterium przy doborze programatora nie jest jego uniwersalność i maksymalne pokrycie spektrum produkowanych na świecie układów programowalnych. Decydującego znaczenia w kontekście wielkości produkcji nabiera czas programowania pojedynczego układu. Wartość iloczynu wielkości produkcji i czasu programowania jest podstawowym parametrem, który implikuje metodę programowania i rodzaj stosowanego urządzenia.

Na linii produkcyjnej mamy w zasadzie do wyboru trzy podstawowe metody:

- Programowanie ręczne poza układem docelowym.
- Programowanie automatyczne poza układem docelowym.
- Programowanie w systemie docelowym (ISP – In-System Programming).

Pierwsza jest realizowana w trybie „off-line” poza główną linią produkcyjną w formie wstępnego przygotowania zaprogramowanych układów. Druga podobnie, chociaż istnieją w bardzo ograniczonym obszarze zastosowań rozwiązania do programowania automatycznego „on-line” w ciągu produkcyjnym. Trzecia, jest realizowana w fazie bezpośrednio poprzedzającej testowanie zmontowanej już płytki. W ostatnim przypadku typowa jest integracja procesów programowania i testowania oraz ich realizacja z poziomu komputera nadrzędnego za pośrednictwem odpowiedniego urządzenia sprzęgającego.

Jeszcze nie tak dawno wydawało się, że programowanie ISP całkowicie wyeliminuje tradycyjne programatory. Jednak coraz bardziej skomplikowane aplikacje oraz duże pojemności współcześnie stosowanych pamięci Flash spowodowały, że programatory skutecznie bronią się przed ofensywą re-

latywnie wolnych, choć z każdym rokiem coraz szybszych, opartych o transmisję szeregową rozwiązań ISP. Trend pokazany na **rysunku 1** wskazuje na zastępowanie, przy mniejszych wolumenach produkcji, programowania ręcznego programowaniem w systemie docelowym i stałego udziału w rynku programowania automatycznego „off-line”.

Łatwo zauważyć, że nadchodzi globalna automatyzacja procesu programowania w czasie produkcji. Spójrzmy więc na przykładzie wybranych urządzeń oferowanych przez firmę WG na to, co jest dostępne na rynku i spróbujmy dać odpowiedź co, gdzie i kiedy stosować.

Ręcznie w wielu gniazdach

Oczywistym jest, że przy małych i średnich wolumenach produkcji zakup automatu programującego nie ma sensu. Jesteśmy skazani na ręczne operacje lub – o ile to możliwe realizację programowania w systemie docelowym. Na początek zajmijmy się jednak typową sytuacją – mamy pewną liczbę układów scalonych do zaprogramowania.

W najprostszej sytuacji, gdy pojemność pamięci jest mała, czas jej programowania i weryfikacji (t_{pv}) jest znacząco krótszy od czasu obsługi (t_o) pojedynczego układu (tzn. czasu potrzebnego na wyjęcie układu z opakowania, umieszczenie go w podstawce, usunięcie po zaprogramowaniu z podstawki, zapakowanie do dalszej produkcji i chwilę oddechu operatora) wystarczy tradycyjny programator z jedną podstawką. Sytuacja zmienia się, gdy czasy t_{pv} i t_o są porównywalne. Na jednogniazdowym programatorze operator ma bezczynne przestoje, musi czekać na zaprogramowanie układu. Wyjściem jest zwielokrotnienie gniazd programujących poprzez użycie kilku programatorów jednogniazdowych lub jednego programatora wielogniazdowego. Szacunkową liczbę gniazd (n) potrzebnych dla jak najlepszego wykorzystania czasu operatora

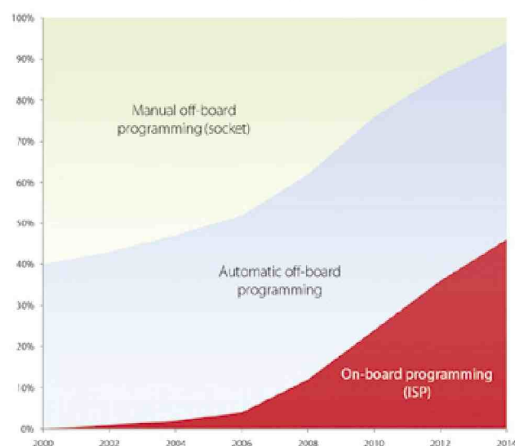
można oszacować jako $n = \lceil t_{pv}/t_o \rceil + 1$. Jasno widać, że czas programowania z punktu widzenia optymalizacji wydajności powinien być jak najkrótszy, czyli programator możliwie szybki.

W przypadku, gdy chcemy ze względu na możliwość różnych konfiguracji produkcji stosować kilka jednogniazdowych programatorów alternatywnie do programatora wielogniazdowego, to dobrze jest, gdy oprogramowanie nadzorujące może jednocześnie obsłużyć kilka (typowo 8) takich urządzeń. Korzystne jest też, gdy urządzenie i oprogramowanie są łatwe w obsłudze i mogą być nadzorowane przez średnio wykwalifikowany personel. Stosowanie na produkcji programatorów ręcznych zazwyczaj wskazuje na krótkie serie produkcyjne różnych produktów, czyli częstą zmianę typów programowanych układów. W takich przypadkach programator powinien być uniwersalny, z wyjątkiem może tylko sytuacji programowania pamięci NAND Flash wielkiej pojemności, gdzie warto zastosować ultraszybkie rozwiązanie dedykowane.

Wymagania te spełniają w pełni produkty BeeProg2 i BeeHive204 firmy Elnec sterowane z komputera nadrzędnego przez USB, obsługujące ponad 60 tysięcy układów programowalnych! Bazujący na tym samym rozwiązaniu pojedynczy programator tzw. site'a, najbardziej zaawansowany produkt BeeHive208 jest 8-podstawkowym rozwiązaniem obsługiwany dodatkowo z poziomu wyświetlacza „touch screen”. Korzystna na produkcji jest bowiem praca programatora bez nadzoru komputera jako urządzenia autonomicznego z buforową pamięcią danych, wyświetlaczem i klawiaturą. Wszystkie wymienione programatory firmy Elnec mają na panelu czołowym złącza interfejsów ISP pozwalające na wielokanałowe programowanie w układów systemie docelowym. Stanowią tym samym kompletne rozwiązanie problemu programowania podczas produkcji mało- i średnioseryjnej. Jeśli jednak jesteśmy w obszarze produkcji wielkoseryjnej to powinniśmy programować...

Automatycznie poza układem

Aby uzmysłowić problem, który stawia przed nami masowa produkcja, weźmy pod lupę gorący temat – programowanie pamięci NAND Flash. Przyjmijmy realne wielkości, tzn. że czas programowania i weryfikacji $t_{pv} = 10$ minut dla pojemności 1 G×8 bitów w typowym jednogniazdowym programatorze, a produkcja miesięczna wynosi 48 tys.



Rysunek 1. Trendy w programowaniu układów

sztuk. Wówczas miesięcznie potrzeba 1 tys. pełnych dniówek tylko na proces programowania i weryfikacji. Zakładając dalej, że będziemy programować w 16 gniazdach jednocześnie, bez żadnych przerw i przestojów, to potrzebujemy ponad 60 dniówek, czyli pełny miesiąc pracy na trzy zmiany. Oczywistym jest więc, że przy produkcji masowej najrozsądniejszymi rozwiązaniami są:

- Zastosowanie układów zaprogramowanych przez producenta (to jednak eliminuje konieczność użycia programatora).
- Zastosowanie jak najszybszych programatorów.
- Zwielokrotnienie liczby gniazd programujących i ewentualnie praca wielozmianowa.
- Automatyzacja procesu programowania.
- Programowanie „off-line” poza linią produkcyjną.

Ostatni punkt wymaga dodatkowego uzasadnienia. Są bowiem rozwiązania do programowania „on-line” na linii technologicznej, w których układy zapisywane na bieżąco są podawane do maszyny montażowej „pick&place”. Wymagane, przykładowe 10 minut na programowanie, to jednak zbyt dużo, by nie powodować spowolnienia produkcji. Rozwiązania „on-line” są więc ograniczone tylko do pewnych typów układów o niedużej pojemności pamięci. Urządzenia

te, chociaż dziś mogą być wystarczające, to jutro dla wchodzących do produkcji nowych typów programowanych układów mogą okazać się wąskim gardłem linii technologicznej. Ich możliwość adaptacji i rozbudowy jest bowiem bardzo ograniczona. Dlatego sugerujemy zastosowanie rozwiązań „off-line”.

Kluczem jest szybkość i dlatego renomowani producenci programatorów wprowadzają kolejne generacje coraz szybszych urządzeń. W kontekście pamięci NAND Flash technologia FlashStream firmy BPM Microsystems bije wszystkich na głowę. W ręcznych czterogniazdowych programatorach BPM2800F (i oczywiście w automatach) stosuje się specjalizowany koprocesor *FlashStream Vector Engine*, który przyspiesza czas programowania w porównaniu z klasycznymi metodami programowania o rząd wielkości. Biorąc pod uwagę przedstawione szacunkowe obliczenia jednoznacznie widać, że przy masowym programowaniu NAND Flash'y dopiero ultraszybkie programatory są w stanie rozwiązać problem.

Poza szybkością istotnymi czynnikami, które należy wziąć pod uwagę przy doborze produkcyjnych urządzeń technologicznych są:

- Jakość i niezawodność urządzenia ze szczególnym uwzględnieniem trwałości podstawek.



Fotografia 2. Autonomiczny programator BeeHive208 firmy Elnec

- Wsparcie techniczne ze strony producenta i dostępność lokalnego serwisu.
- Czas reakcji na uszkodzenie maszyny lub błąd algorytmu.
- Strategia, procedury i koszty dopisywania algorytmów programowania dla nowych układów.

Trzeba też zdać sobie sprawę, że automat programujący może być wąskim gardłem procesu produkcji, ponieważ często pracuje on na rzecz kilku linii produkcyjnych. Przestój w wyniku awarii może zatrzymać całą fabrykę! Dlatego też nie mogą to być urządzenia najtańsze, pochodzące od niezna-

REKLAMA

WG
www.wg.com.pl

Programatory warte swojej ceny



- **Uniwersalne i dedykowane**
(>60 tys układów)
- **Jedno i wielopodstawkowe**
- **Szybkość i najwyższa jakość**
- **Programowanie w podstawce i „isp”**
- **Renomowana marka EU (20 lat na rynku)**
- **Uaktualnienia gratis**
- **Długi „support” starych modeli**

BeeHive204
uniwersalny 4-gniazdkowy programator

BeeProg2
uniwersalny 4-gniazdkowy programator



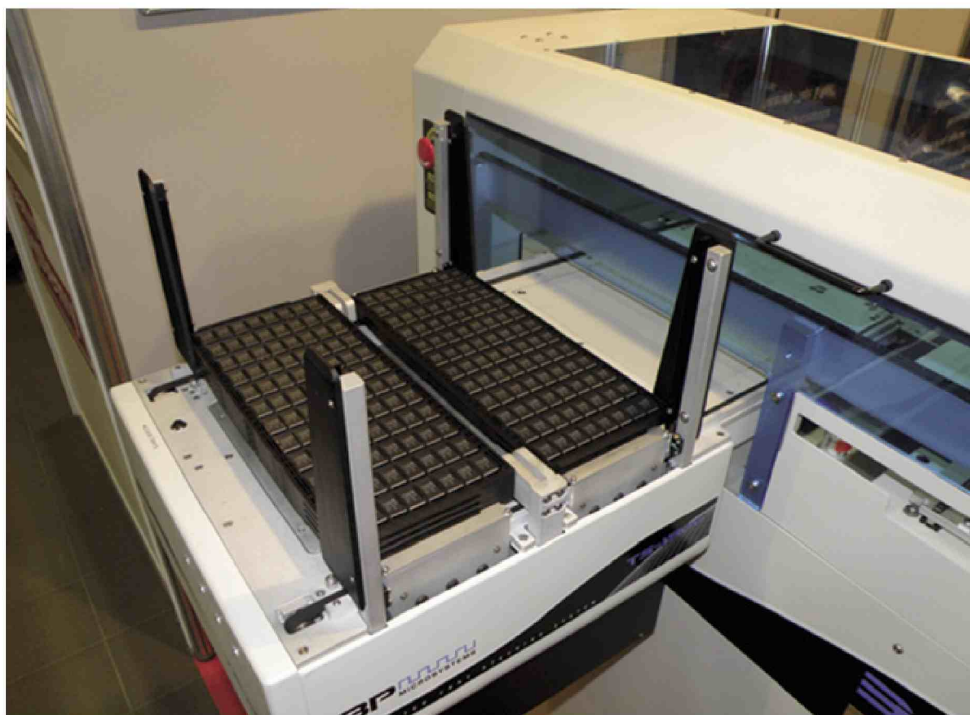
nych wytwórców. Dla celów produkcyjnych należy brać pod uwagę tylko renomowanych producentów urządzeń. Tylko tacy są w stałym kontakcie z producentami półprzewodników i mają dostęp do specyfikacji nowych algorytmów programowania. Statystyki mówią, że ponad 80% układów ma modyfikowane parametry programowania w okresie swojego „życia” i należy zakładać, że będą niezbędne aktualizacje algorytmów ich programowania.

Czym więc jest automat programujący? Po pierwsze, to sterowany komputerowo manipulator „pick&place” z dodatkowym oprzyrządowaniem zapewniającym pobieranie układów z opakowań, umieszczanie ich w podstawkach, ich pobieranie po zaprogramowaniu z podstawek i umieszczanie w opakowaniach. Po drugie, to kilka jedno- lub wielogniazdowych programatorów zwanych „site’ami” sterowanych z komputera nadrzędnego. Opcjonalne oprzyrządowanie dodatkowe (fotografie 3, 4) obejmuje:

- automatyczne podajniki układów z tub, tacek i taśm,
- automatyczne urządzenia etykietujące lub laserowo oznaczające zaprogramowane układy,
- automatyczne pakowarki układów w tuby, tacki i taśmy.

Praca wszystkich tych podzespołów jest zsynchronizowana i sterowana z poziomu komputera nadrzędnego. Oprogramowanie programatora jest więc kolejnym czynnikiem decydującym o wygodzie użytkowania urządzenia. Oprócz sterowania powinno ono zapewnić też istotne w produkcji statystyki, raporty z wykonanych operacji i diagnostykę.

Przykładem kompletnego rozwiązania z „górnej półki” jest automatyczna stacja



Fotografia 3. Automatyczny podajnik tacek współpracujący z automatem BPM3000

programująca BPM4800 (fotografia 5) firmy BPM Microsystems. Obsługuje ona mikrokontrolery i pamięci implementując dla tych ostatnich technologię FlashStream. Maszyna jest modułowa umożliwia rozbudowę do maksimum jedenastu czteropodstawkowych site’ów. Dostępne są dowolne konfiguracje akcesoriów wejściowych i wyjściowych (tuby, tacki, taśmy) i oznaczanie układów laserem.

W firmie BPM Microsystem dostępne są różne co do wielkości i maksymalnej ilości site’ów automaty. Są produkowane w wariantach uniwersalnych lub szybkich, dedykowanych do programowania pamięci Flash. Najpopularniejszym w Pol-

sce jest rekomendowany do pamięci Flash BPM3000FS.

Najmniejszym automatem nabiurkowym jest dwusite’owy HELIX (fotografia 6). HELIX obsługuje tylko układy podawane z tub lub tacek.

Oferta automatów jest na tyle duża, że każdorazowo dobór automatu do potrzeb produkcyjnych wymaga obliczeń szacunkowych czasów programowania, analizy typów i liczby programowanych układów w perspektywie przyszłych potrzeb. Bardzo pomocny jest w tym zakresie konsultant – doświadczony, lokalny dystrybutor, który może we współpracy z klientem takich oszacowań dokonać.



Fotografia 4. Automatyczna pakowarka układów w taśmy firmy V-TEK we współpracy z programatorem



Fotografia 5. Automat programujący 8 generacji firmy BPM Microsystems



Rysunek 6. Automat HELIX – widok podajników układów z tub, głowicy „pick & place” oraz 2 site’ów

W układzie wraz z testowaniem

Na podstawie powyższego, ogólnego opisu automatów łatwo się domyśleć, że nie są one rozwiązaniem dla produkcji mało, a nawet średnioseryjnej. Potwierdzają to ich ceny, które rozpoczynają się od około 90 tys. USD. Tak więc w najtrudniejszej sytuacji są firmy mające produkcję średniej wielkości, za dużą do ręcznego programowania i za małą, aby pokryć koszt zakupu i w pełni wykorzystać możliwości automatu. Mogą oczywiście zlecić programowanie na zewnątrz w tzw. „programming house” lub szukać zautomatyzowanego rozwiązania programowania w systemie docelowym już po zmontowaniu pakietu. W najprostszej wersji ten drugi wariant może być realizowany przez mikrokontroler. W tym rozwiązaniu

krótki, nieskomplikowany program, wpisany wcześniej do pamięci mikrokontrolera wczytuje dane z zewnątrz np. przez interfejs szeregowy i następnie zapisuje pamięć Flash. Są to jednak rozwiązania dedykowane do konkretnej aplikacji. Sposobem uniwersalnym jest natomiast wprowadzenie standardowych linii sygnałowych przeznaczonych do programowania pamięci Flash na specjalne złącze ISP na pakiecie i sprzęgnięcie przez to złącze pakietu z komputerem za pośrednictwem przystosowanego do tego celu standardowego programatora np. firmy Eltec lub innego specjalizowanego modułu zwanego programatorem ISP. Trzeba przy tym zdawać sobie sprawę, że programowanie ISP zawsze wymaga dostosowania pakietu do takiej operacji na etapie projektowania tzn. zapewnienia odpowiedniego interfejsu i złącza oraz takiego zaprojektowania układu, aby po włączeniu zasilania nie było konfliktów elektrycznych na liniach sygnałowych w trakcie programowania.

Przykładem programatora ISP jest WriteNow firmy Algocraft (fotografia 7). W najbogatszej konfiguracji jedno urządzenie pozwala na programowanie w 8 kanałach tj. 8 płytek jednocześnie. Współpracuje z komputerem nadrzędnym poprzez interfejs RS232, USB lub LAN. Może

też pracować jako urządzenie wolnostojące. Niewątpliwą zaletą programowania ISP i rozwiązania Algocraft jest możliwość integracji procesów programowania i testowania, a tym samym współpracy programatora ISP z automatycznymi testerami. Dzięki otwartemu interfejsowi programowemu API WriteNow jest przygotowany do programowej integracji z systemami testującymi, a taką adaptację może wykonać sam użytkownik dzięki nieskomplikowanemu protokołowi komunikacyjnemu.

Do programowania w systemie docelowym można też dojść od drugiej strony tzn. od strony testowania.

W tym miejscu nie sposób nie wspomnieć o technologii „Boundary-Scan”, w której za pośrednictwem popularnego złącza JTAG można nie tylko testować zmontowane pakiety, lecz również programować pamięci Flash. Partner firmy WG Electronics *JTAG Technology* oferuje kompletne rozwiązania do testowania i programowania w układzie docelowym tj. kontrolery „Boundary-Scan” i kompletne oprogramowanie do obsługi. Warto też wspomnieć, że interfejs JTAG może być wykorzystywany do programowania niedużych ilości mikrokontrolerów z użyciem adapterów USB-JTAG wykorzystywanych do uruchamiania oprogramowania lub w specjalizowanych własnych rozwiązaniach.

Co, gdzie i kiedy?

Szukając rozwiązania problemu programowania produkcyjnego należy przede wszystkim przeprowadzić analizę swoich potrzeb i w tym celu wziąć pod uwagę:

- typy programowanych układów,
- czasy programowania układów,
- przewidywane liczby układów do zaprogramowania,
- perspektywy produkcyjne na przyszłość.

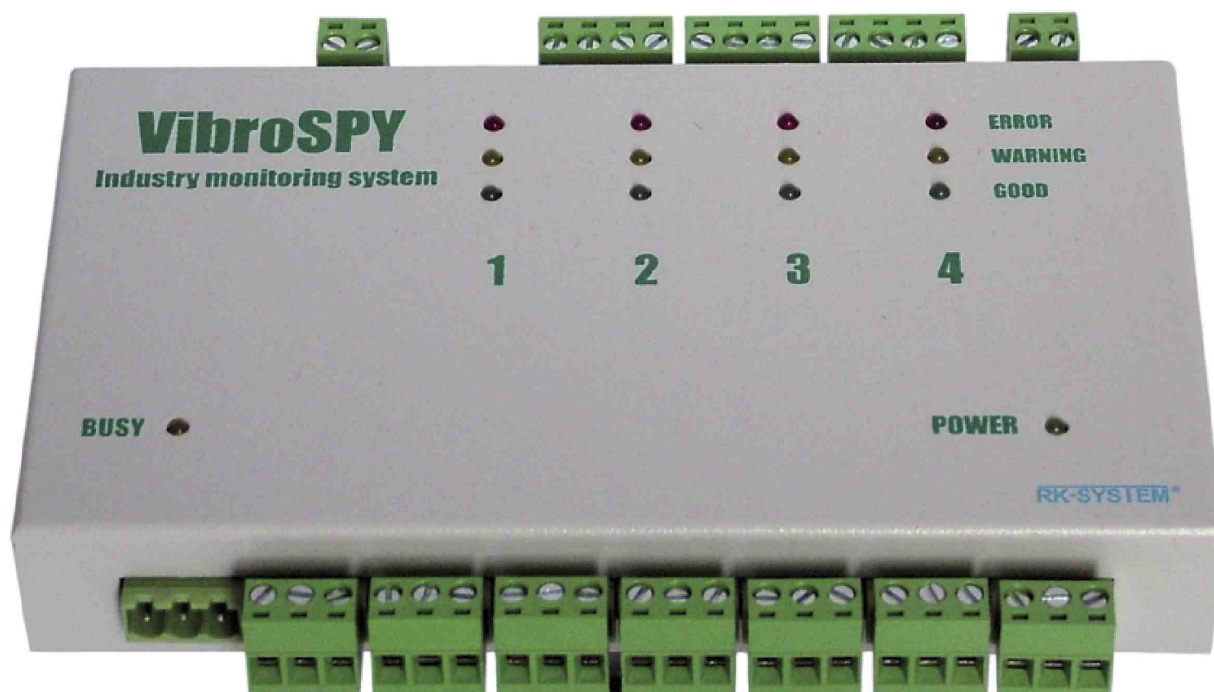
Szacunkowe obliczenia pozwalają ocenić, ile czasu trzeba poświęcić miesięcznie na programowanie, ile gniazd jest potrzebne i na ile zmian trzeba pracować. Praktycznie, jeśli tylko potrafimy obsłużyć proces pojedynczymi programatorami wielogniazdowymi to zastosowanie automatów jest ekonomicznie nieuzasadnione. O ich zakupie należy myśleć wtedy, gdy produkcja roczna wynosi co najmniej kilkaset tysięcy sztuk. Poniżej, należy szukać możliwości zautomatyzowania procesu w rozwiązaniach ISP i integracji z procesem testowania.

Myślę, że jesteśmy w stanie w tym temacie pomóc. Zapraszamy do korzystania z naszych konsultacji.

Tadeusz Górnicki
WG Electronics Sp. z o.o.



Rysunek 7. Programator ISP firmy Algocraft



VibroSPY

Przemysłowe podglądanie

Na liniach produkcyjnych wielkich fabryk byli kiedyś inżynierowie odpowiedzialni za utrzymanie maszyn w gotowości produkcyjnej. Chodzili od stanowiska do stanowiska z podręcznym zestawem narzędzi i mierników, i badali czy urządzenia produkcyjne zachowują sprawność. Chociaż dzisiaj miejsca fabryk zajmują banki i centra handlowe, to jednak z produkcji zupełnie nie zrezygnowano. Współczesne linie („taśmy”) wyglądają jednak nieco inaczej. Miejsce inżynierów zajęły czujniki łączone wzajemnie zaplatającymi się sieciami.

W coraz bardziej rozpędzonym współczesnym świecie, dla przemysłu ważna jest każda minuta. Z tą samą chwilą, w której staje jakaś linia produkcyjna, rozpoczyna się liczenie strat, nawet wtedy, gdy nic nie ginie i nie ulega destrukcji. A maszyny muszą się psuć, bo taka jest ich natura. Na razie jeszcze nikt nie wymyślił nie zużywających się elementów mechanicznych czy elektromechanicznych. Niezwykle istotna jest zatem ciągła obserwacja pracy, pozwalająca przewidywać sytuacje awaryjne i zawnazasu na nie reagować. Umiejętnie przeprowadzona diagnoza pozwala skrócić czas przestoju do minimum. Ale diagnoza ta powinna być znana jeszcze w chwili pracy urządzenia.

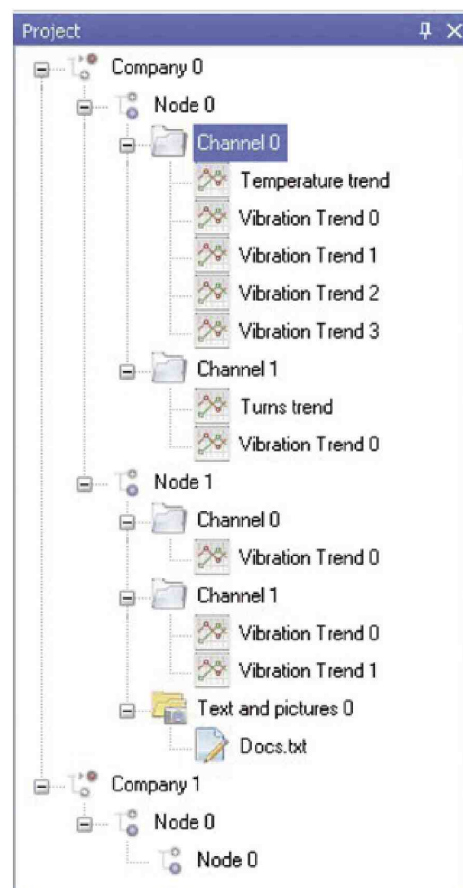
VibroSPY – nowy produkt RK-System

Specjalizująca się w badaniach wyważania, drgań i wibracji firma RK-System opracowała nowy system przeznaczony do moni-

toringu urządzeń przemysłowych. VibroSPY, bo tak nazywa się ów system, jest przystosowany do pracy w sieci Ethernet, co oznacza, że może działać na praktycznie nieograniczonym obszarze, przekazując dane z czujników pomiarowych do bardzo odległych miejsc. Czujniki te są dołączane do lokalnych stacji pełniących funkcję urządzeń monitorujących. Ich liczba nie jest niczym ograniczona, ważne jest tylko, aby było możliwe dołączenie ich do sieci ethernetowej. Można to zrealizować zarówno za pośrednictwem połączenia przewodowego, jak i bezprzewodowo (Wi-Fi). Jedno urządzenie monitorujące dysponuje 4 wejściami analogowymi, 4 wejściami cyfrowymi, 4 wyjściami przekaźnikowymi. Do komunikacji z dowolnymi innymi urządzeniami może być wykorzystywany ponadto interfejs RS485. Stacja jest zasilana napięciem zewnętrznym 24 V_{DC}. Specjalny uchwyt na obudowie umożliwia mocowanie urządzenia na szynie DIN. Ze względu na

Dodatkowe informacje:

RK-System, 05-825 Grodzisk Mazowiecki, ul. Chefmońskiego 30, tel.: 22-724-30-39, faks 22-724-30-37, www.rk-system.com.pl, e-mail: sprzedaz@rk-system.com.pl



Rysunek 1. Drzewiasta struktura sieci systemu VibroSPY

Tabela 1. Podstawowe parametry i cechy urządzeń VibroSPY

Rozdzielczość pomiaru	16 bitów
Zakres częstotliwości próbkowania	5 Hz...200 kHz
Pasmo analogowe	100 kHz
Napięcie zasilania	24 V
Pobór prądu	~300 mA
Liczba uniwersalnych kanałów analogowych	4
Liczba programowalnych kanałów cyfrowych	4
Liczba programowalnych kanałów przekaźnikowych	4
Obciążalność prądowa styków	5 A/250 V _{AC} 5 A/30 V _{DC}
Interfejs komunikacyjny z innymi urządzeniami	RS485
Interfejs sieciowy	LAN 100 Mb
Diody sygnalizujące	OK, WARNING, ERROR
Wyważanie elementów wirujących w łożyskach własnych	jedno lub dwupłaszczyznowe
Pomiar wielkości fizycznych	np.: wilgotność, stężenie gazu itp.
Liczba urządzeń dołączanych do sieci pomiarowej	nieograniczona
Mocowanie	szyna DIN
Praca zdalna i kontrola parku maszynowego w fabrykach dowolnie od siebie oddalonych	
Możliwość umieszczenia w hermetycznej, wodoszczelnej obudowie	
Zadawanie nastaw krytycznych wielkości mierzonych, po przekroczeniu których system może powiadamiać o problemie lub samoczynnie wykonać zaprogramowaną dla danego zdarzenia reakcję	
Możliwość dołączenia do systemu dowolnych urządzeń opartych o interfejs LAN	

specyfikę zastosowań, do systemu będą najczęściej dołączane czujniki przyspieszenia (drgań), temperatury, wilgotności, ciśnienia, stężenia gazu itp. Generalnie są to czujniki z wyjściami analogowymi, czujniki ICP oraz czujniki z wyjściem typu pętla prądowa.

Ważną częścią systemu jest oprogramowanie. Jego zadaniem jest definiowanie sieci, gromadzenie i obróbka danych pomiarowych generowanych przez poszczególne stacje. Na

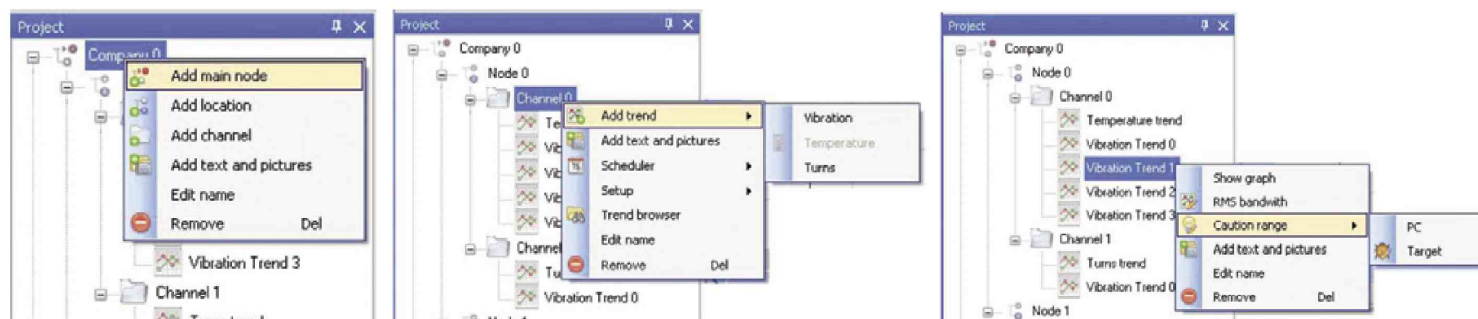
podstawie zebranych informacji możliwe jest automatyczne tworzenie dokumentacji technicznej.

Komplet informacji dotyczących określonej grupy pomiarów jest zapisywany w tzw. projektach. Wydzielono w nich trzy strefy, zawierające: opis sieci uwzględniający ich hierarchiczną strukturę, bieżący stan urządzeń i czujników oraz trendy. Analiza trendów pozwala prognozować występowanie

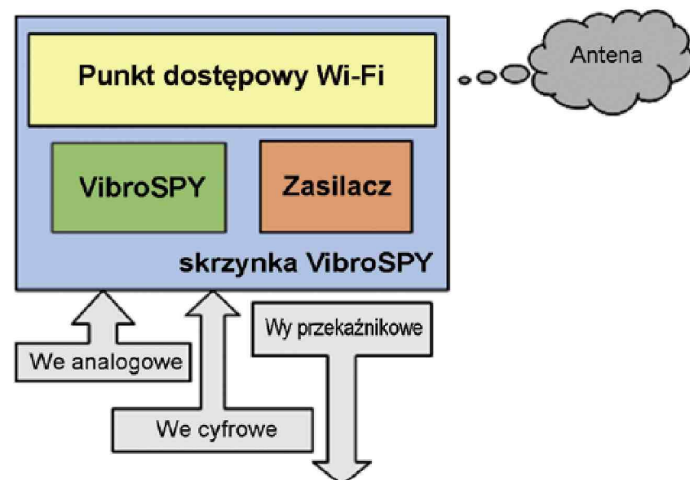
nie awarii obserwowanych urządzeń. Z tego względu jest to najważniejsza funkcja programu.

Sieć ma strukturę drzewiastą (rysunek 1). Jej główne węzły są utworzone z firm, w których z kolei można wyróżnić budynki, a w nich kanały pomiarowe. Na najniższym poziomie struktury jest gromadzona dokumentacja elektroniczna, na którą składają się pliki tekstowe i graficzne. Definiowanie sieci jest bardzo proste. Przebiega z wykorzystaniem rozwijanych menu wywoływanych kliknięciem prawego przycisku myszki na danej pozycji struktury. Na ekranie pojawiają się wtedy listy z różnymi opcjami do wyboru (rysunek 2). Sieć, o której jest mowa w kontekście systemu VibroSPY jest w pewnym sensie terminem umownym, można bowiem sobie wyobrazić, że pomiary będą wykonywane tylko przez jedno urządzenie monitorujące. Mimo to, dane mogą być przesyłane w odległe miejsca poprzez Ethernet. Schematycznie taki przypadek przedstawiono na rysunku 3. Bardziej rozbudowaną konfigurację, typowo sieciową, przedstawiono na rysunku 4.

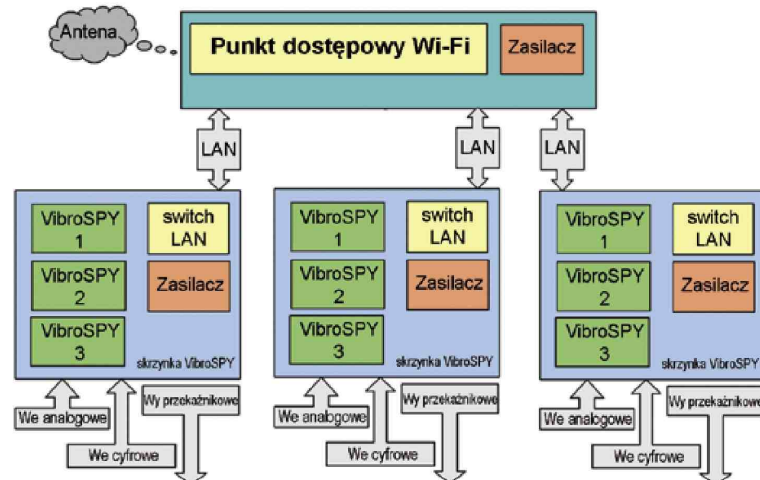
Czujniki systemu monitoringu VibroSPY są (w nomenklaturze sieci) dopinane do kanałów pomiarowych. Ich wyboru dokonuje się z bazy danych o czujnikach, któ-



Rysunek 2. Menu wykorzystywane podczas definiowania sieci



Rysunek 3. Sieć VibroSPY wykorzystująca jedno urządzenie monitorujące



Rysunek 4. Sieć VibroSPY wykorzystująca wiele urządzeń monitorujących

ra może być tworzona i modyfikowana przez użytkowników. Na **rysunku 5** przedstawiono okno dialogowe wykorzystywane do tego celu. W przykładzie zdefiniowano czujniki prędkości, przyspieszenia i przemieszczenia. Czujniki takie można znaleźć w ofercie producenta systemu. Do zestawu dołączane są ponadto inne akcesoria, takie jak czujniki laserowe ze specjalnymi statywami, przewody połączeniowe itp. (**fotografia 6**). Czujniki laserowe są wykorzystywane do pomiarów prędkości obrotowej. W ich obudowach zintegrowano oświetlacz laserowy i czujnik optyczny. Pomiar wymaga umieszczenia folii odbłaskowej na obracającym się wale. Czujnik generuje krótki impuls elektryczny, gdy fotoelement zareaguje na światło lasera odbite od folii.

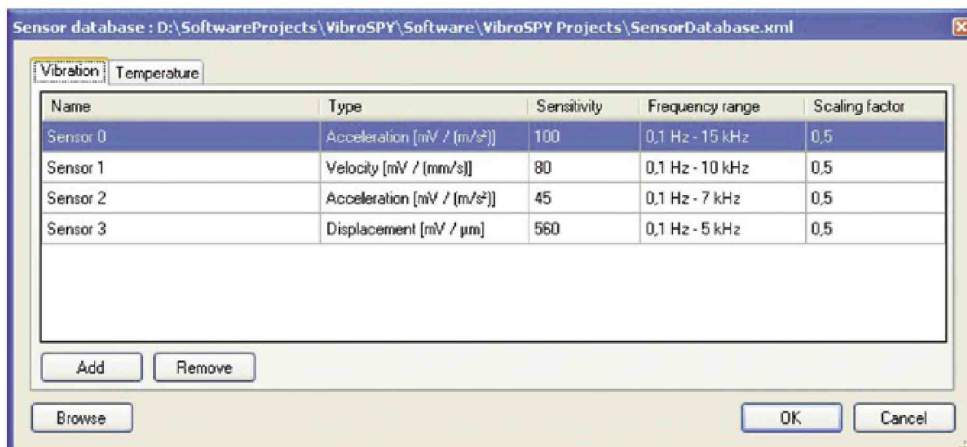
Po określeniu struktury sieci, zdefiniowaniu wszystkich jej węzłów, czujników itd. pozostaje jeszcze tylko określenie harmonogramu pomiarów i system może rozpocząć pracę. W harmonogramie ujmowane są takie parametry jak: czas rozpoczęcia pomiaru (data i godzina podawana z dokładnością do sekundy), interwał pomiarowy (liczba dni, godzin, minut, sekund) i czas zakończenia pomiaru (j.w.). Okno wprowadzania danych do harmonogramu przedstawiono na **rysunku 7**.

Pomiary są nadzorowane poprzez okno kontroli procesów. Są w nim widoczne informacje o czynnościach wykonywanych w danym kanale, status pomiarów, jak również sama konfiguracja kanału (**rysunek 8**).

Wizualizacja pomiarów

Mocną stroną programu VibroSPY jest wizualizacja wyników pomiarów, i trudno się temu dziwić, wszak do tego właśnie celu został stworzony. Wyniki są przedstawiane w postaci dwóch rodzajów wykresów, tj. pomiaru i trendu.

Wykres pomiaru jest wyświetlany w oknie kontroli procesu. Jest to graficzna interpretacja spróbkowanych danych (**rysunek 9**), ale może być to też przeliczona na podstawie danych cyfrowych moc badanego



Rysunek 5. Okno dialogowe wykorzystywane do definiowania czujników

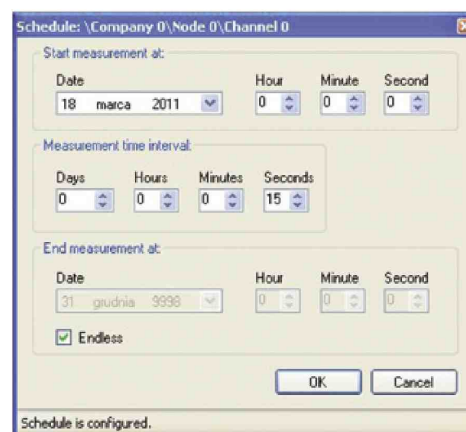


Fotografia 6. Akcesoria pomiarowe systemu VibroSPY

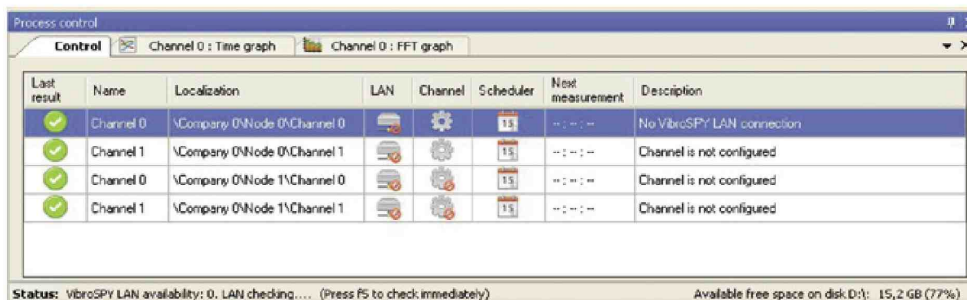
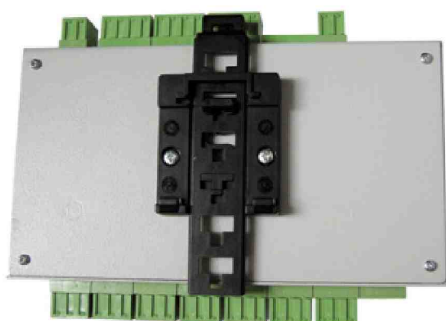
sygnału. Towarzyszą temu informacje uzupełniające np. w postaci temperatury lub obrotów. W przypadku drgań i wibracji bardzo użyteczną informację niesie widmo. Wykorzystując ten rodzaj analizy łatwo można określić czy w urządzeniu pojawiły się drgania o częstotliwościach, które w ogóle nie powinny występować. Ich obecność może świadczyć o nieprawidłowym działaniu urządzenia i stanowić zapowiedź poważniejszej usterki. W programie VibroSPY dostępna jest analiza widmowa FFT. Funkcja ta wykorzystuje do obliczeń kilka rodzajów okien, które mogą być wybierane przez użytkowników. Są to okna typu: rectangular, triangular, flat top, Hanning, Hamming. Od rodzaju okna zależna jest dokładność obliczania częstotliwości czy amplitudy prążków widma.

W programie VibroSPY wyróżniono trzy rodzaje wykresów dla trendu: wibracji, temperatury i obrotów. Obliczanym przez

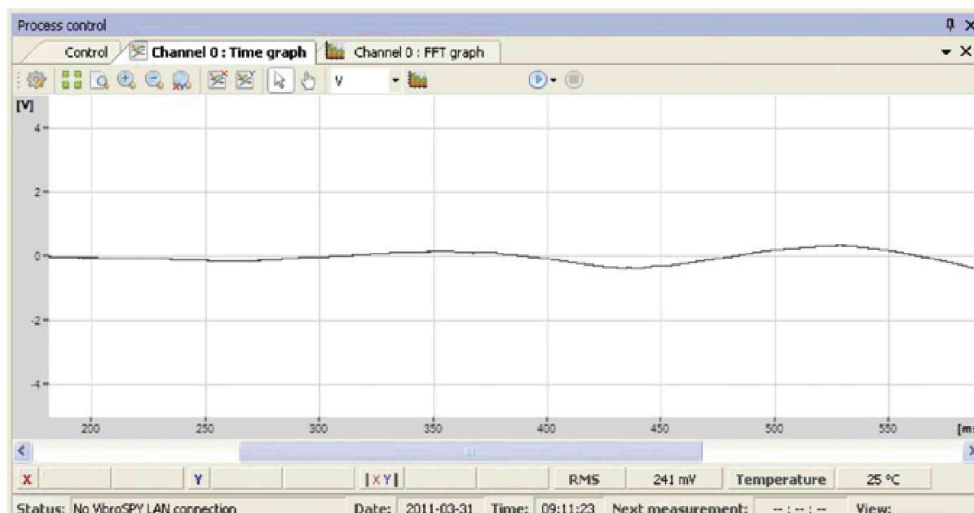
program parametrem wibracji jest wartość skuteczna drgań (RMS) uwzględniająca zdefiniowane pasmo częstotliwości. Na każdym z wykresów mogą być określone dwa charakterystyczne punkty. Jeden z nich wy-



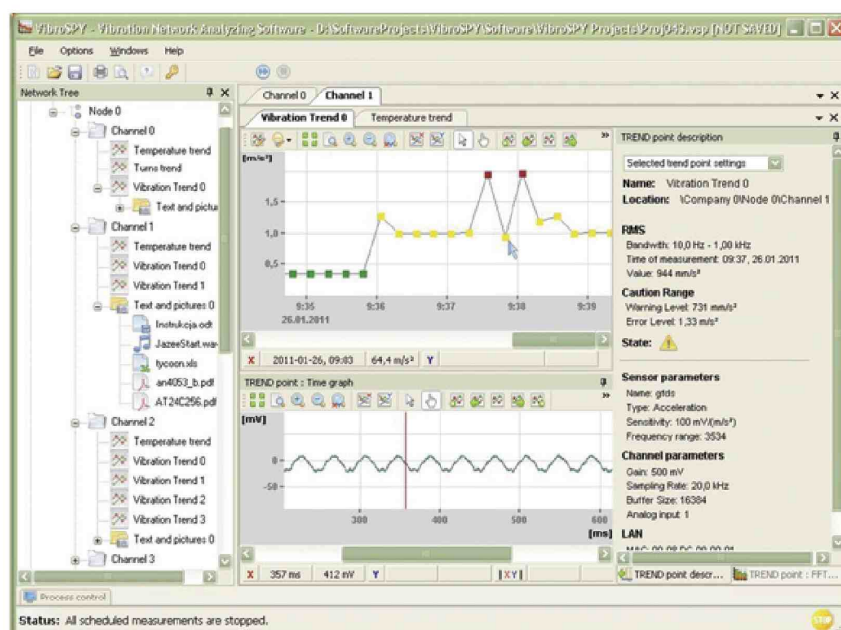
Rysunek 7. Okno wprowadzania danych do harmonogramu



Rysunek 8. Okno kontroli procesów



Rysunek 9. Wykres czasowy



Rysunek 10. Ostrzeżenia i alarmy na wykresach

znacza poziom ostrzeżenia, drugi natomiast to już błąd (rysunku 10). W zależności od tego, w jakim przedziale znajdują się wyniki pomiarów, wykres jest rysowany kolorem zielonym (wszystko jest w porządku), żółtym (przekroczono poziom ostrzegawczy) lub czerwonym (sytuacja awaryjna). Swego rodzaju sytuacją awaryjną jest również zidentyfikowanie utraty połączenia z urządzeniem VibroSPY. Takie punkty są zaznaczane na wykresie przez zakreślenie wokół nich czerwonego okręgu. Sytuacje ostrzegawcze i alarmowe są wykresane z taką dokładnością, z jaką zostaną zdefiniowane przez użytkownika. Przykładowe okno opisu punktu trendu przedstawiono na rysunku 11.

Wraz z upływem czasu użytkowania systemu VibroSPY rośnie liczba gromadzonych danych. Nieocenione w praktyce staje się więc okno selekcji trendów



(rysunek 12). Wybór obejmuje podanie przedziału czasu, numeru kanału. Można też wskazać konkretne zdarzenie, które powinno być poszukiwane.

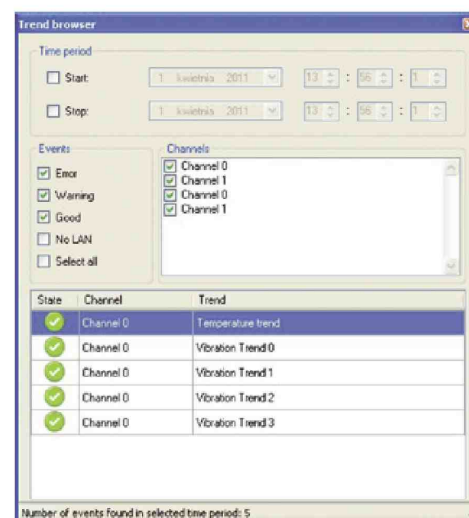
Do analizy wykresów przewidziano w programie kilka wygodnych narzędzi, takich jak: lupy powiększające/zmniejszające, kursory, opcje środkowania wykresu względem kursorów X i Y, narzędzie typu „rączka” do wygodnego przesuwania wykresu. W specjalnym polu można definiować jednostki wielkości fizycznych przedstawianych na wykresach.

Nikt nie lubi alarmów

Idea, jaka przyświecała opracowaniu systemu monitoringu przemysłowego VibroSPY było skonstruowanie takiego urządzenia, które w porę ostrzegałoby pracowników odpowiedzialnych za park maszynowy w zakładach produkcyjnych o sytuacjach zagrażających wystąpieniu awarii. Kryje się tu jednak pewien bardzo istotny problem polegający na precyzji określania punktów krytycznych generujących alarmy. Natura człowieka jest bowiem taka, że gdy kilka razy



Rysunek 11. Okno opisu punktów trendu



Rysunek 12. Okno selekcji trendów

zareaguje niepotrzebnie na fałszywe ostrzeżenie, przestaje reagować w ogóle. Przykładem mogą być wyjące na parkingach samochody, do których nikt nawet nie wygląda przez okno.

Ale jak określić kryterium generowania alarmu? Wydaje się, że jedyną metodą jest ciągła obserwacja urządzenia i ocena wytrzymałości na podstawie parametrów zmierzonych w chwili awarii. Zbyt wczesna wymiana elementu też nie jest korzystna, gdyż może oznaczać, że nie wypełnił on dopuszczalnego resursu, a to przecież również znajduje swoje odbicie w ekonomice. No cóż. Na błędach się człowiek uczy – głosi powiedzenie. Jeśli już wszystko zostanie prawidłowo określone i zdefiniowane, inżynier odpowiedzialny za utrzymanie maszyn w ruchu, dysponujący oczywiście systemem VibroSPY, całkiem legalnie, w godzinach pracy, będzie mógł rozwiązywać krzyżówki, zamiast bezcelowo biegać od maszyny do maszyny.

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

Energooszczędne MSP430

Nowa seria 0xx

Rozwój rodziny MSP430 nie spowalnia, a wręcz przeciwnie – nabiera rozpędu. Liczba wyprodukowanych modeli mikrokontrolerów przekroczyła 300. Powstała także nowa niskonapięciowa seria układów o oznaczeniu 0xx (Low Voltage Series). W artykule omówiono mikrokontrolery z serii 0xx.

MSP430 mają 5 bądź 6 energooszczędnych trybów uśpienia LPM (Low Power Mode). W trybach LPM3, LPM4 i LPM5 (głęb-

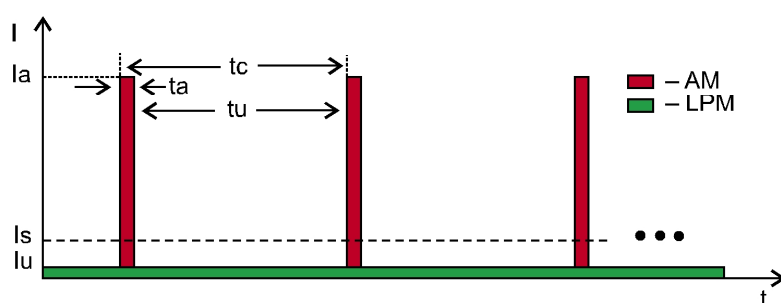
bokie uśpienie) pobór prądu przez mikrokontroler może zostać obniżony do wartości rzędu nanoamperów. W trybie pracy aktyw-

nej AM (Active Mode) pobór prądu MSP430 znacząco wzrasta i oscyluje w granicach setek mikroamperów, a nawet pojedynczych miliamperów. Z tej przyczyny, aby wykonać urządzenie energooszczędne, programista musi sterować pracą mikrokontrolera zgodnie ze schematem zamieszczonym na **rysunku 1**. Jednym słowem mikrokontroler musi jak najmniej czasu spędzać w trybie pracy aktywnej (duży pobór prądu), a jak najwięcej w trybie uśpienia (mały pobór prądu). Im, krótszy będzie czas pracy MSP430 w trybie aktywnym, tym średnia wartość pobieranego prądu będzie mniejsza, a urządzenie zasilane z baterii będzie pracować dłużej (**ramka 1**).

Niestety, nie wszystkie z założenia energooszczędne urządzenia pracują w sposób zaprezentowany na rysunku 1. W praktyce bardzo często są wykonywane takie, w których mikrokontroler pracuje wyłącznie w trybie aktywnym i w ogóle nie korzysta z trybów uśpienia oraz takie, w których mikrokontroler przez większość czasu pracuje w trybie aktywnym, a z trybów uśpienia korzysta sporadycznie. Z myślą o tego typu urządzeniach inżynierowie z Texas Instruments zaprojektowali nową serię MSP430 o oznaczeniu 0xx. W najnowszych procesorach kilkakrotnie zmniejszono pobór prądu w trybie pracy aktywnej, nieznacznie zwiększając pobór prądu w trybach uśpienia (**rysunek 2**).

Mikrokontrolery MSP430 z serii 0xx

Mniejszy pobór prądu układów serii 0xx w trybie pracy aktywnej uzyskano przez obniżenie napięcia zasilania mikrokontrolera



Rysunek 1. Optymalne sterowanie pracą MSP430

Maksymalny czas pracy mikrokontrolera na jednym komplecie baterii $T_p[h]$ można obliczyć korzystając ze wzoru $T_p = C_b / I_s$, gdzie: C_b – pojemność (ładunek elektryczny) baterii [mAh], I_s – średni pobór prądu [mA].

W przypadku sterowania jak na rysunku 1, średni pobór prądu mikrokontrolera I_s [mA] można obliczyć korzystając ze wzoru $I_s = (t_a \cdot I_a + t_u \cdot I_u) / t_c$, gdzie: t_a – czas pracy w trybie aktywnym AM [s], t_u – czas pracy w trybie uśpienia LPM [s], t_c – czas trwania pojedynczego cyklu pracy [s], I_a , I_u – pobór prądu w trybie aktywnym, uśpienia [mA].

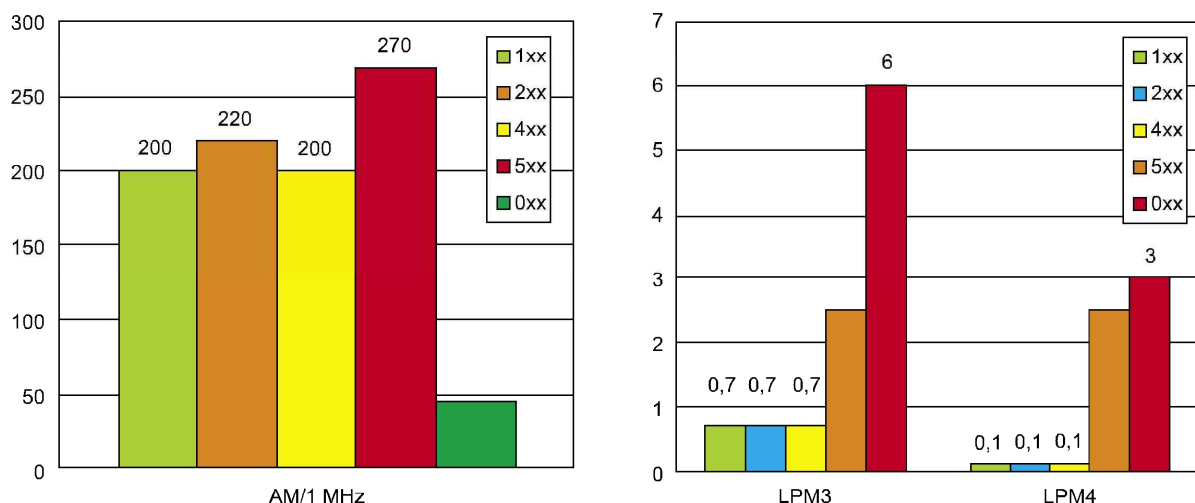
Przykład:

Urządzenie wyposażone jest w mikrokontroler MSP430f1232. Mikrokontroler pracuje w cyklach jednosekundowych, gdzie przez 100 ms przebywa w trybie aktywnym (pobór prądu 300 μA), a pozostałe 900 ms jest uśpiony w trybie LPM3 (pobór prądu 800 nA). Urządzenie jest zasilane z baterii typu CR2032 o pojemności 240 mAh.

Średni pobór prądu wynosi: $I_s = (0,1 s \cdot 0,3 mA + 0,9 s \cdot 0,0008 mA) / 1 s = 0,03072 mA$

Maksymalny czas pracy na baterii wynosi: $T_p = 240 mAh / 0,03072 mA = 7812,5 h$. Po przeskalowaniu jednostek z otrzymujemy ponad 325 dni pracy urządzenia.

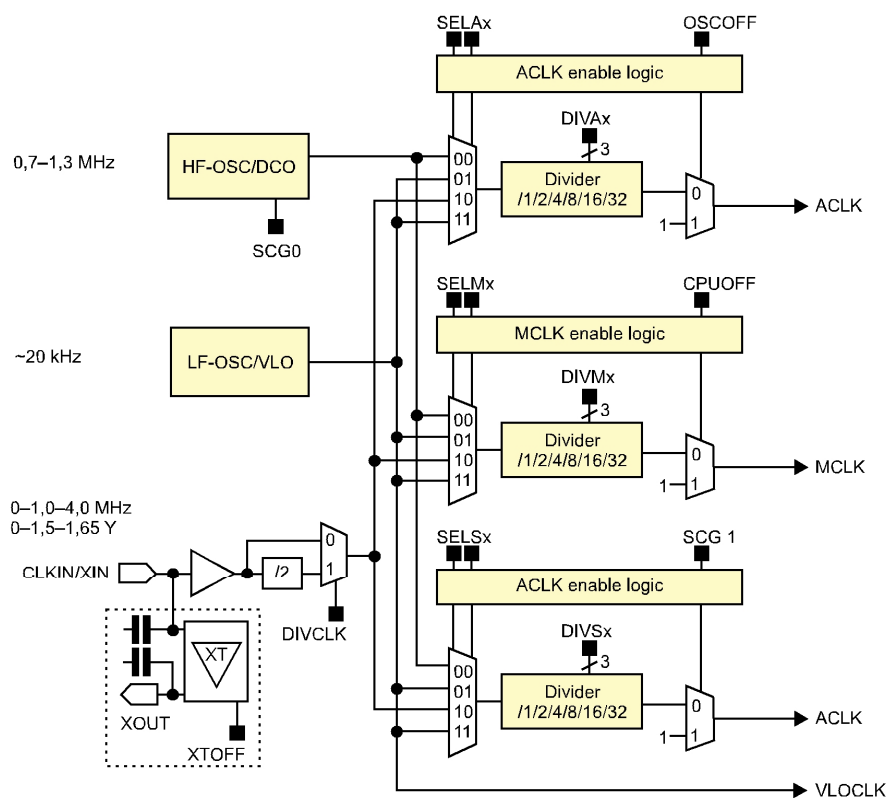
W przypadku, gdy czas pracy MSP430f1232 w trybie aktywnym zmniejszymy z 100 do 20 ms, to średni pobór prądu zmaleje do wartości 0,006784 mA, a maksymalny czas pracy na baterii wydłuży się do ponad 4 lat.



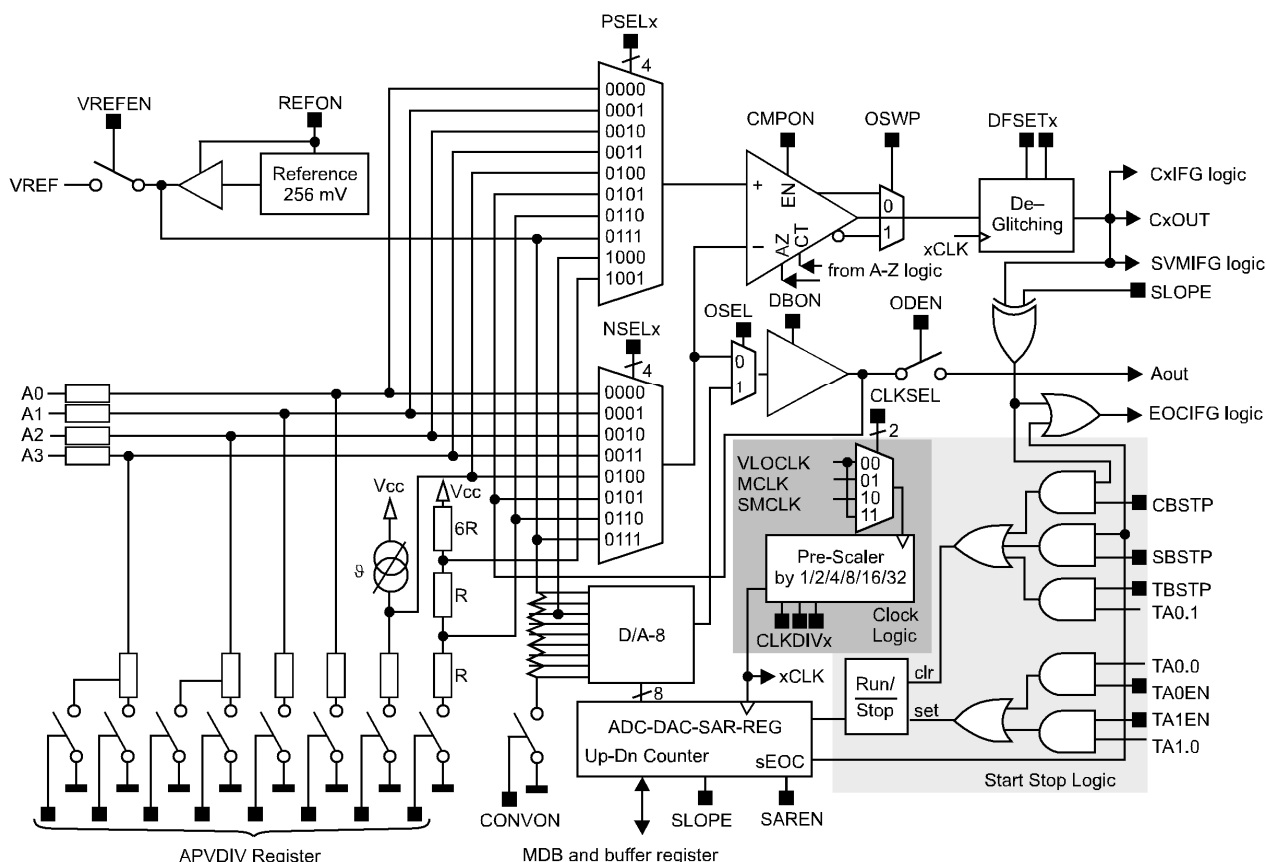
Rysunek 2. Pobór prądu MSP430 (μA). W seriach 1xx, 2xx, 4xx przy zasilaniu napięciem 2,2 V, w serii 5xx – 3 V (rdzeń 2 V/ 12 MHz), a w serii 0xx – 1,3 V

Tabela 1. Parametry mikrokontrolerów z serii 0xx

Procesor	MSP430C091	MSP430C092	MSP430L092	
pamięć	RAM	128 B	128 B	2 KB
	ROM	1 KB	2KB	---
wejścia – wyjścia	11			
układ Watchdog	moduł Watchdog Timer w trybie pracy Watchdog			
system zegarowy	CCS (2 źródła wewnętrzne, 1 źródło zewnętrzne, 4 sygnały zegarowe)			
liczniki	2 liczniki TAR, moduł Watchdog Timer w trybie pracy Timer			
peryferia	8-bitowy DAC, 8-bitowy ADC, komparator, generator napięcia referencyjnego 256 mV, dzielnik napięcia zasilania, czujnik temperatury			



Rysunek 3. Schemat blokowy układu zegarowego CCS



Rysunek 4. Schemat blokowy modułu analogowego A-Pool

(ramka 2). Wcześniej produkowane MSP430 mogły być zasilane napięciem z zakresu 1,8...3,6 V (w serii 3xx 2,5...5,5 V), w nowych układach serii 0xx napięcie zasilania obniżono do wartości 0,9...1,65 V. Zmniejszenie napięcia zasilania poniżej 1,8 V spowodowało, że w serii 0xx nie są produkowane układy z pamięcią EEPROM/FLASH. Produkowane są wyłącznie procesory wyposażone w pamięć ROM/RAM.

Na dzień dzisiejszy wyprodukowano 3 układy serii 0xx. Wszystkie procesory oferowane są w 14-pinowych obudowach typu TSSOP. Programista ma do dyspozycji 2 porty wejścia-wyjścia P1, P2 obsługujące 11 linii. Każda linia portu P1, P2 może pracować w trybie funkcyjnym, bądź w trybie we-wy. W przypadku, gdy linia pracuje w trybie we-wy programista może ustawić kierunek linii (wejście/wyjście), odczytać stan wejścia, ustawiać stan wyjścia, obsłużyć linię w trybie przerwań, oraz użyć rezystorów podciągających.

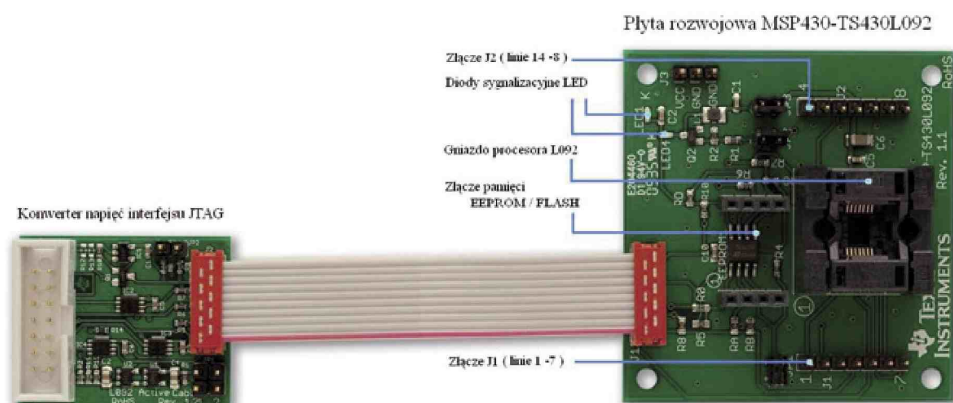
Specjalnie na potrzeby serii 0xx zaprojektowano nowy układ zegarowy CCS (Compact Clock System). Schemat blokowy układu ilustruje rysunek 3. Układ zegarowy wyposażono w dwa wewnętrzne źródła zegarowe: LF-OSC (oscylator niskiej częstotliwości odpowiednik znanego z serii 2xx, G2xx, 5xx/6xx, CC430 oscylatora VLO), HF-OSC (oscylator wysokiej częstotliwości odpowiednik występującego we wszystkich seriach MSP430 oscylatora DCO). Oscylator LF-OSC wytwarza sygnał o częstotliwości około 20 kHz i jest zawsze aktywny (nie można go wyłączyć). Oscylator HF-OSC wytwarza sygnał

o częstotliwości z zakresu 0,7...1,3 MHz (po starcie mikrokontrolera 1 MHz). Parametry pracy oscylatora (częstotliwość na wyjściu) określa programista. Ponieważ oscylator HF-OSC jest generatorem typu RC to częstotliwość wytwarzanego sygnału ulega zmianom. Fluktuacje w zależności od napięcia zasilania mikrokontrolera i temperatury otoczenia wynoszą: $\pm 1\%/V$, $\pm 0,15\%/C$. Żeby na wyjściu oscylatora uzyskać sygnał o stabilnej częstotliwości trzeba (podobnie jak w przypadku DCO) kalibrować parametry pracy oscylatora. Trzecim, źródłem sygnałów zegarowych może być sygnał doprowadzony do wejścia CLKIN procesora (w poprzednich seriach MSP430 wejście XIN). Maksymalna częstotliwość sygnału, który możemy podać na wejście uzależniona jest od napięcia zasilania mikrokontrolera. Przy zasilaniu poniżej 1,5 V (0,9...1,5 V) prędkość sygnału nie może przekraczać 1 MHz. Zwiększając napięcie zasilania powyżej 1,5 V (1,5...1,65 V) do procesora można doprowadzić sygnał o częstotliwości do 4 MHz. Ważną cechą układu zegarowego CCS jest ortogonalność (każde z 3 źródeł może taktować dowolny z 4 sygnałów zegarowych), oraz wbudowane preskalery (1/2/4/8/16/32) pozwalające płynnie regulować częstotliwość sygnałów zegarowych.

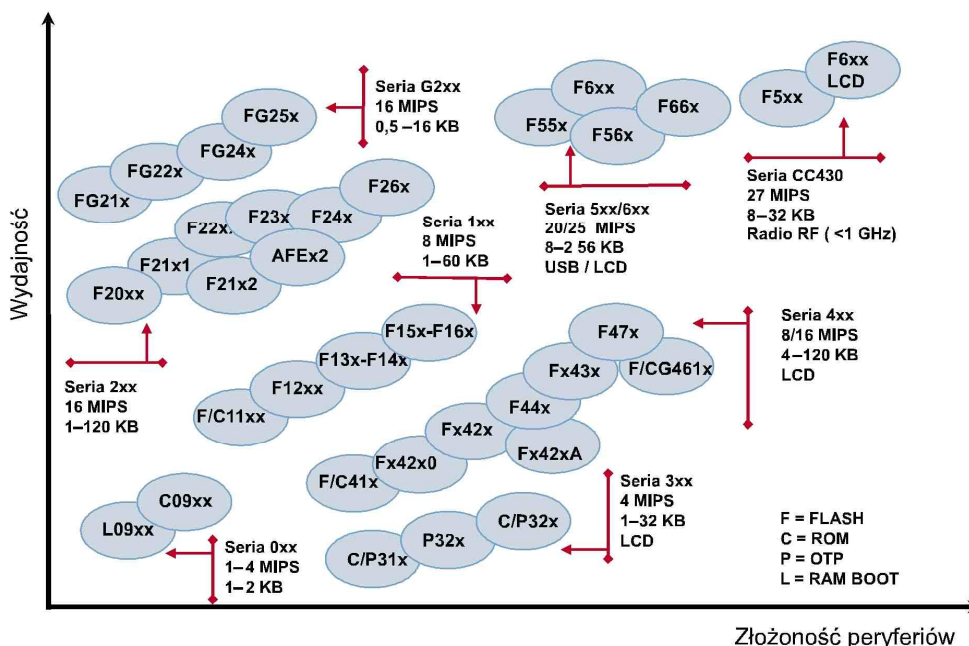
Wszystkie procesory serii 0xx wyposażono w 32-bitowy układ Watchdog Timer (praca w trybie Watchdog (restart), bądź w trybie Timer (licznik)), oraz w dwa 16-bitowe liczniki TAR (każdy licznik współpracuje z 3 rejestrami, Capture (przechwycić)/Compare (porównaj)).

Istotną zmianą wprowadzoną w procesorach serii 0xx jest zaprojektowanie modułu analogowego A-Pool (Analog Pool). Schemat blokowy modułu ilustruje **rysunek 4**.

Sercem modułu A-Pool jest komparator (z filtrem cyfrowym na wyjściu), oraz dwa multiplexery (wybór sygnałów podawanych na wejścia +/- komparatora). W module zainstalowano generator napięcia referencyjnego o wartości 256 mV (opcjonalnie do wejścia VREF można doprowadzić zewnętrzne napięcie odniesienia), 8-bitowy przetwornik DAC (przetwornik wytwarza napięcie z zakresu 1...256 mV, które można wyprowadzić na linię mikrokontrolera, albo podać na wejście komparatora), wewnętrzny czujnik temperatury (możliwość pomiaru temperatury procesora), oraz dzielnik napięcia zasilania (możliwość monitorowania zużycia baterii). Pomiar analogowy wykonuje przetwornik ADC korzystając z metody RAMP, bądź SAR (szczegółowy opis w dokumencie slaa475). Wynik pomiaru jest 8-bitowy i może być prezentowany w formie liczby całkowitej (8, 16 bitów), albo zmiennoprzecinkowej (kodowanie Q7, Q15). Przetwornik ADC obsługuje zewnętrzne kanały pomiarowe A0-A3, oraz kanały wewnętrzne (czujnik temperatury, dzielnik napięcia zasilania). Zakres pomia-



Rysunek 5 Układ startowy MSP430-TS430L092



Rysunek 6. Portfolio MSP430

rowy przetwornika wynosi 0...256 mV. Żeby zmierzyć napięcie większe niż 256 mV, trzeba użyć wewnętrznych dzielników APVDDIV. Sygnał podany na wejście A0, A1 można podzielić przez 2 (pomiar napięcia 0...0,5 V), a sygnał podany na wejście A2, A3 przez 4, albo 8 (pomiar napięcia 0...1 V bądź 0...2 V). Reasumując moduł A-Pool to rozbudowane sprzętowo (komparator, DAC-8, ADC-8, itd.) narzędzie pozwalające tworzyć zaawansowane procedury pomiaru sygnałów analogowych.

Układ startowy

Procesory C091, C092 wyposażone w pamięć ROM dedykowane są do dużych serii produkcyjnych (tysiące, dziesiątki tysięcy urządzeń). Do celów developerskich i krótkich serii produkcyjnych (kilkanaście urządzeń) przeznaczony jest wyposażony w pamięć RAM procesor L092. Na **rysunku 5** zaprezentowano układ startowy MSP430-TS430L092, obsługujący procesor L092. Układ składa się z dwóch części: konwertera napięć interfejsu JTAG (przejście z logiki 3 V na 1,5 V), oraz płytki rozwojowej.

Na płycie rozwojowej zainstalowano koszyk do montażu L092, oraz złącze

do montażu zewnętrznej kości pamięci EEPROM/FLASH (linie procesora wyprowadzono na złącza J1, J2). Programista może wgrać oprogramowanie bezpośrednio do pamięci RAM mikrokontrolera, albo do zewnętrznej kości pamięci. Mikrokontroler L092 wyposażono w bootloader (zapisany w pamięci ROM układu), który po starcie procesora uruchamia procedurę odczytu zewnętrznej pamięci EEPROM/FLASH. Zawartość pamięci (kod programu), kopiowana jest do pamięci RAM mikrokontrolera. Sprawdzana jest poprawność skopiowanego bloku danych (kod programu zabezpiecza CRC) i jeśli bootloader nie wykryje błędów to uruchamiany jest program załadowany do pamięci RAM procesora. Komunikacja pomiędzy L092, a zewnętrzną pamięcią odbywa się za pośrednictwem protokołu SPI. Żeby komunikacja procesor-pamięć przebiegała poprawnie trzeba włączyć zasilanie pamięci, oraz dopasować poziom napięć na liniach transmisyjnych SPI (napięcie zasilania oraz napięcie na liniach SPI musi być wyższe niż 1,8 V). Gotowe schematy elektryczne przetwornic i układów dopasowujących zamieszczono w dokumentacji technicznej serii 0xx (dokument slau321).

Zastosowanie

Mikrokontrolery MSP430 serii 0xx to **pierwsze na świecie procesory**, w których zarówno rdzeń CPU, jak i układy peryferyjne (porty we-wy, komparator, przetworniki AC/DC) mogą pracować przy zasilaniu 0,9 V. Obniżenie napięcia zasilania do poziomu 0,9...1,65 V spowodowało, że procesory serii 0xx można zasilać z jednej baterii alkalicznej typu AAA (tzw. cienki paluszek). Perspektywa zasilania urządzenia z małej baterii typu AAA, oraz niski pobór prądu procesora w trybie pracy aktywnej spowodowały, że 0xx stosowane są m.in. w: elektrycznych szczotczkach do zębów, zabawkach, maszynkach do golenia, urządzeniach alarmowych.

Kierunki rozwoju

W momencie przekazywania artykułu do druku w rodzinie MSP430 dostępnych było 318 procesorów (**rysunek 6**). Z informacji, które pozyskał autor, wynika, że już w sprzedaży jest dostępna kolejna seria MSP430 (9-ta seria) o oznaczeniu FRxx. Charakterystyczną cechą układów nowej serii jest zainstalowana w procesorze pamięć **FRAM** (Ferroelectric RAM).

Pamięć FRAM łączy w sobie zalety pamięci RAM oraz FLASH. Dzięki temu w nowych mikrokontrolerach MSP430FR pamięć można partycjonować na obszary o takiej wielkości i przeznaczeniu, jakie odpowiadają programiście. Takie podejście umożliwia zrezygnowanie z poszukiwań kompromisu pomiędzy wielkością dostępnej pamięci RAM, a „skojarzonej z nią” pamięci Flash. Bo zwy-

Pobór prądu MSP430 zależy od

napięcia zasilania rdzenia CPU (im niższe napięcie, tym mniejszy pobór prądu). Pracując w trybie aktywnym AM pobór prądu możemy obliczyć korzystając ze wzoru $I_{AM} = I_{AM}[V_x] + W_a \cdot (V_{cc} - V_x)$, gdzie: $I_{AM}[V_x]$ – pobór prądu zmierzony przy napięciu zasilania o wartości V_x [μA], W_a – współczynnik nachylenia charakterystyki [$\mu A/V$] (odczytany z dokumentacji/uzyskany w wyniku obliczeń), V_{cc} – aktualna wartość napięcia zasilania [V], V_x – napięcie zasilania przy którym wykonano pomiar prądu $I_{AM}[V_x]$.

Powyższy wzór nie obowiązuje dla układów serii 5xx/6xx, CC430 (procesory nowej generacji).

W mikrokontrolerach tych rdzeń CPU zasilany jest przez napięcie V_{core} wytwarzane w procesorze (napięcie V_{core} to obniżone przez przetwornicę LDO napięcie zewnętrzne, parametry pracy przetwornicy konfiguruje programista).

W trybie pracy aktywnej pobór prądu MSP430 zależy także od szybkości pracy rdzenia CPU (w uśpieniu CPU jest wyłączone). Zależność opisuje wzór $I_{AM} = I_{AM}[1\text{ MHz}] \cdot f_{MCLK}$, gdzie:

$I_{AM}[1\text{ MHz}]$ – pobór prądu zmierzony przy częstotliwości MCLK 1 MHz [μA], f_{MCLK} – aktualna częstotliwość sygnału MCLK [MHz]

Przykład:

Urządzenie wyposażone jest w mikrokontroler MSP430F1232. Mikrokontroler pracuje w trybie aktywnym, zasilany jest napięciem o wartości 3 V (V_x) i pobiera prąd o wartości 300 μA ($I_{AM}[V_x]$). Odczytany z dokumentacji współczynnik W_a ma wartość 120.

W przypadku, gdy napięcie zasilania obniżymy z 3 do 2 V pobór prądu spadnie z 300 do 180 μA . Przy minimalnym dopuszczalnym zasilaniu 1,8 V (w serii 0xx 0,9 V) pobór prądu procesora obniży się do wartości 156 μA ($300 + 120 \cdot (1,8 - 3,0)$).

kle jest tak, że im więcej pamięci RAM ma mikrokontroler, tym więcej ma też pamięci Flash. A co jeśli jest potrzeba napisania niewielkiego programu, ale z użyciem kompilatora języka wysokiego poziomu albo środowiska graficznego? Dzięki nowym MSP430 z pamięcią FRAM stanie się możliwa zmiana sposobu myślenia o sposobach tworzenia programów i doboru sprzętu do aplikacji. A to nie są jedyne zalety, które nowy mikrokontroler zyskuje dzięki FRAM'owi.

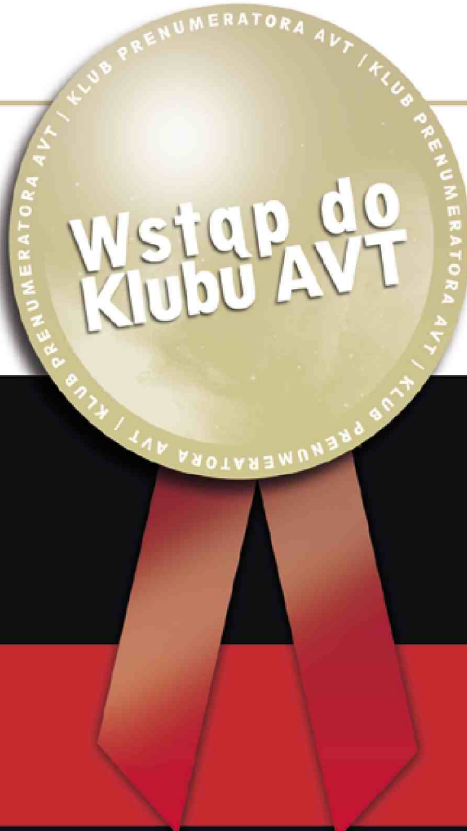
FRAM charakteryzuje się wielokrotnie większą odpornością na zmienne pole elektromagnetyczne, umożliwia osiągnięcie co najmniej 10 miliardów cykli zapisu, pobiera

250 razy mniej energii niż konwencjonalna, równoważna pamięć Flash, ma ogromną w porównaniu z nią szybkość działania (zapis i odczyt danych w czasie rzędu nanosekund).

Dzięki temu pomysłowi firmy Texas Instruments tworzenie aplikacji wbudowanych zyskało zupełnie nowy wymiar. W przyszłości w pamięć FRAM zostaną być może wyposażone mikrokontrolery z serii 0xx. Będzie to kolejny argument przemawiający za tym, że warto zainteresować się układami serii 0xx.

Łukasz Krysiwicz
lukasz_krysiwicz@interia.pl

REKLAMA



Prenumerujesz więcej niż jedno z poniższych pism?

AUDIO
budujemy Dom

Elektronik
MAGAZYN ELEKTRONIKI PROFESJONALNEJ

T3
ELEKTRONIKA PRAKTYCZNA

świat radio
MAGAZYN WYSTĄPIEŃ I INSTRUMENTÓW

Dom
budujemy Dom

ap
automatyka

Perkusista
MAGAZYN INSTRUMENTÓW

Gitarzysta
MAGAZYN INSTRUMENTÓW

Elektronika
MAGAZYN ELEKTRONIKI

LIVESOUND

ESTRADA
STUDIO

Wętrze
czas na

młody technik

Camera

To znaczy, że jesteś już Członkiem Klubu AVT uprawnionym do comiesięcznego zamawiania bezpłatnych egzemplarzy naszych czasopism, wydanych przed 2 miesiącami. Jeśli prenumerujesz *n* czasopism, możesz zamówić *n-1* darmowych egzemplarzy (np. Prenumerator 2 tytułów może otrzymać za darmo 1 egzemplarz, zaś Prenumerator 6 tytułów ma prawo do 5 darmowych egzemplarzy). Prezentacje aktualnie oferowanych numerów wszystkich czasopism znajdziesz na stronach **AVT.pl/klub**. Tam również możesz złożyć bezpłatne zamówienie.

Jeszcze nie prenumerujesz?

Zaprenumeruj! Zajrzyj na stronę 22 lub skontaktuj się z Działem Prenumeraty:
Telefon 022 2578422, e-mail: prenumerata@avt.pl

Zestawy ewaluacyjne dla μC z rdzeniami Cortex-M (2)



W numerze majowym omówiliśmy dużą część zestawów ewaluacyjnych dla mikrokontrolerów z rdzeniami Cortex-M. Ograniczona objętość tamtego artykułu nie pozwoliła opisać wszystkich ciekawych i ważnych produktów. Z tego powodu publikujemy drugą część przeglądu, w której omówione zostały zestawy, które nie zmieściły się w części pierwszej.

Atmel

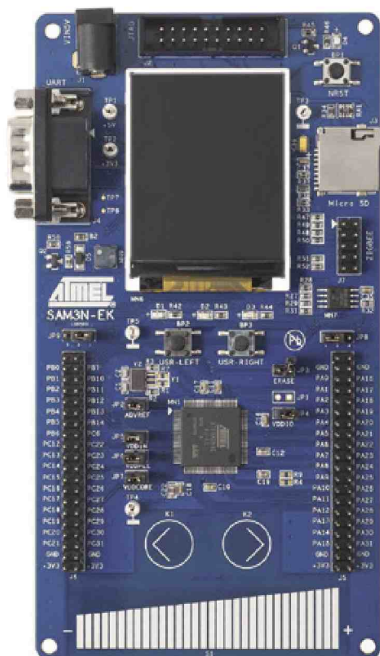
Firma Atmel oferuje 3 rodzaje mikrokontrolerów z rdzeniem Cortex-M3 i dla każdego z nich po jednym zestawie ewaluacyjnym, w których zainstalowano najsilniejsze z poszczególnych rodzin układów. W poprzedniej części omówiliśmy jeden z nich – SAM3S-EK. Jednakże i dwa pozostałe, SAM3U-EK i SAM3N-EK zasługują na uwagę czytelników.

SAM3N-EK

Zestaw ten kosztuje około 870 zł netto.

Podstawowe cechy:

- Mikrokontroler SAM3N4C (256 kB Flash, 24 kB SRAM)
- Zewnętrzna pamięć NAND Flash
- Kolorowy wyświetlacz LCD-TFT 2"
- Interfejs UART
- Interfejs kart microSD
- 2 przyciski użytkownika oraz przyciski QTouch, przycisk resetu
- 2 diody LED użytkownika, dioda LED zasilania
- Interfejs JTAG/ICE



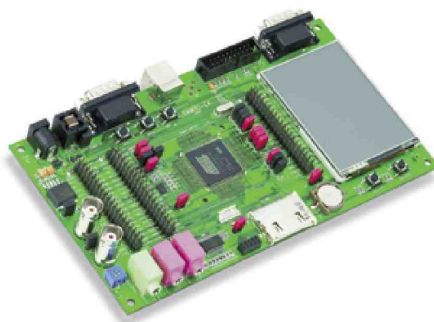
- Złącze ZigBee
- Dwa 32-bitowe interfejsy PIO i jeden 15-bitowy PIO

SAM3U-EK

Jest to najbardziej rozbudowany zestaw firmy Atmel do układów z rdzeniami Cortex-M.

Podstawowe cechy:

- Mikrokontroler SAM3U4E (256 kB Flash, 48 kB SRAM)
- Interfejsy UART i USART
- Wejście i wyjścia audio: stereofoniczne słuchawkowe i wejście liniowe oraz monofoniczne wejście mikrofonowe
- Interfejs kart SD/MMC
- Kolorowy wyświetlacz LCD TFT o przekątnej 2,8" z panelem dotykowym
- Czujnik temperatury
- Akcelerometr trójosiowy
- Dwa przyciski użytkownika oraz trzy przyciski resetu i budzenia
- Dwie diody LED użytkownika, dioda LED zasilania
- Interfejs USB (device)
- Interfejs JTAG
- Złącze BNC wraz z potencjometrem jako wejście konwertera analogowo-cyfrowego
- Złącze interfejsu ZigBee
- Trzy 32-bitowe interfejsy PIO



Embest

W poprzedniej części artykułu nie omówiliśmy zestawów firmy Embest. Produkuje ona 5 ciekawych płytek deweloperskich wyposażonych w wyświetlacze. Są one oparte

Dodatkowe informacje:

- pierwsza część artykułu

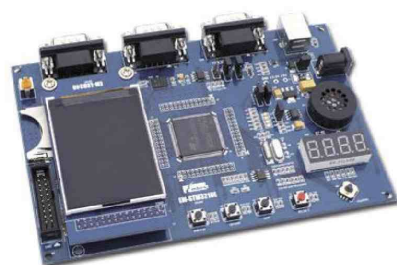
na układach marki STMicroelectronics, NXP i Atmel. Oto trzy z nich:

EM-STM3210E

Cena tego zestawu wynosi około 380 zł netto.

Podstawowe cechy:

- Mikrokontroler STM32F103ZE (512 kB Flash, 64 kB SRAM)
- Interfejs szeregowy UART



Większość przytoczonych cen pochodzi z zagranicznych sklepów i zależy od kursu walut oraz nie uwzględnia kosztów przesyłki. Ceny w polskich sklepach mogą odbiegać od zaprezentowanych.

Gdzie kupić?

Niżej prezentujemy nazwy niektórych dystrybutorów producentów zestawów deweloperskich omówionych w artykule:

Analog Devices

- Alfine
- Farnell
- Silica/Avnet
- Arrow

Atmel

- Arrow Electronic
- EBC Elektronik
- JM Elektronik
- MSC Polska
- Kamami
- Seguro

Cypress

- Future Electronics

Embest

- Kamami

Energy Micro

- Avnet
- Codico

Microsemi

- Future Electronics
- MSC Polska

Nuvoton

- PDW Marthel

Texas Instruments

- Farnell
- Arrow
- Silica/Avnet
- EBV Elektronik
- Contrans TI

- Interfejs szeregowy CAN
- Interfejs USB (złącze typu B)
- Kolorowy wyświetlacz LCD TFT o rozdzielczości 240×320 pikseli
- Wbudowana bateria podtrzymująca zegar RTC
- Zewnętrzna pamięć RAM (1 MB) i SPI Flash (8 MB)
- Interfejs kart microSD
- Interfejsy ETM i JTAG
- Zasilanie napięciem 5 V z USB

W zestawie, oprócz płytki znajduje się także kabel RS-232 i kabel USB.

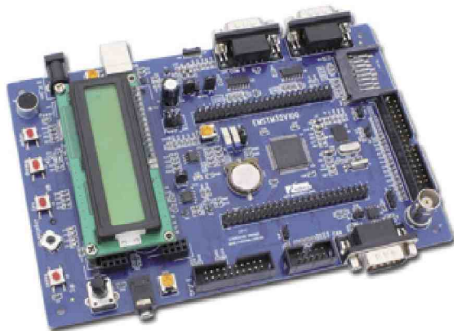
EM-STM32V100

Drugi, nieco prostszy zestaw Embestu z układem STMicroelectronics kosztuje ok. 370 zł netto.

Podstawowe cechy:

- Mikrokontroler STM32F103VBT6 (128 kB Flash, 20 kB SRAM)
- 8 MB zewnętrznej pamięci Flash
- Alfanumeryczny wyświetlacz LCD 16×2
- Interfejs USB (device)
- Interfejs CAN 2.0
- Dwa interfejsy szeregowy RS-232
- Transceiver IrDA
- Złącze kart SD
- Złącze kart Smart Card
- Jedno złącze do podłączania silnika elektrycznego
- Czujnik temperatury
- 4 przyciski i joystick
- 4 diody LED
- Mikrofon i wyjście słuchawkowe
- Bateria do podtrzymania zegara RTC
- Interfejsy JTAG i SWD
- Zestaw może być zasilany z trzech różnych źródeł: z gniazda 5 V_{DC}, z portu USB lub poprzez wyprowadzone tzw. goldpiny

W zestawie, oprócz płytki znajdują się także kabel RS-232, kabel USB i kabel ethernetowy.



STM32F107

Trzeci z zestawów Embestu z układem marki STM kosztuje 450 zł netto.

Podstawowe cechy:

- Mikrokontroler STM32F107VC (256 kB Flash, 64 kB SRAM)
- Kolorowy wyświetlacz LCD TFT o rozdzielczości 320×240 pikseli
- Złącze miniUSB (OTG)

- Interfejs Fast Ethernet
- Interfejs kart microSD
- Interfejsy szeregowy SPI i I²C
- Potencjometr
- Czujnik temperatury
- Głośnik i gniazdo słuchawkowe
- Interfejs JTAG
- Joystick i przycisk resetu
- 4 diody LED oraz 4-cyfrowy wyświetlacz diodowy
- Zasilanie napięciem 5 V z USB

W zestawie, oprócz płytki znajdują się także: kabel RS-232, kabel USB, kabel ethernetowy i płyta z oprogramowaniem.

Freescale

Bardzo ciekawe zestawy dla układów z rdzeniami Cortex-M4 ma w swojej ofercie Freescale. Zawierają one procesory z rodziny Kinetis. Mogą być używane samodzielnie lub w ramach platformy Freescale Tower System.

Kinetis KwikStik

Ten zestaw jest szczególnie godny polecenia ze względu na swoją cenę. Kosztuje około 100 zł.

Podstawowe cechy:

- Mikrokontroler K40X256 (256 kB Flash, 256 kB SRAM)
- Wyświetlacz LCD o 306 segmentach
- 2 złącza microUSB
- Wyjście audio
- Złącze J-Link
- Interfejs podczerwieni
- Złącze kart SD
- Interfejs panelu pojemnościowego
- Złącze systemu Freescale Tower
- Akumulator do podtrzymania zasilania

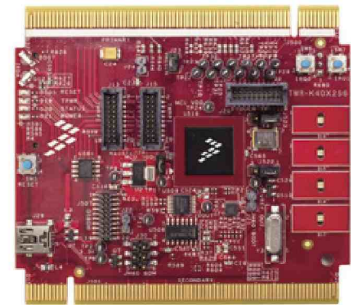


Kinetis TWR-K60N512-KIT i TWR-K40X256-KIT

Są to dwa podobne do siebie zestawy, zgodne z platformą Freescale Tower System. Cena pierwszego to około 590 zł netto, a drugiego – 560 zł netto.

Podstawowe cechy wspólne:

- Mikrokontroler K60N512 dla TWR-K60N512-KIT i K40X256 w przypadku TWR-K40X256-KIT. Oba mają po 256 kB Flash i 64 kB SRAM
- 4 pojemnościowe przyciski dotykowe
- Interfejs kart SD
- 3-osiowy akcelerometr (MMA7660)
- 2 przyciski i potencjometr
- 4 diody LED
- Port podczerwieni



- Interfejs JTAG
- Złącze systemu Freescale Tower
- Możliwość użycia interfejsów USB, Ethernet, RS-232/485, CAN, SPI, I²C i Flexibus poprzez Freescale Tower System
- Ponadto model K40X256-KIT zawiera 28-segmentowy wyświetlacz LCD.

Cypress Semiconductor

Własne zestawy dla układów z rdzeniami Cortex-M3 ma również firma Cypress Semiconductor. Zawierają one mikrokontrolery PSoC.

CY8CKIT-014

Jest to interesujący zestaw z dużą liczbą czujników. Jego cena wynosi około 170 zł netto.

Podstawowe cechy:

- Mikrokontroler Cypress CY8C5588A-XI-060 (256 kB Flash, 64 kB SRAM)
- Czujnik zbliżeniowy marki Samtec
- 3-osiowy akcelerometr (Kionix)
- 5-segmentowy pojemnościowy suwak zbliżeniowy
- 1 przycisk użytkownika
- 8 diod LED
- Termistor marki Murata
- Złącze USB
- 22 złącza GPIO
- Złącze baterii 9 V



- Interfejs debugowania przez USB

W zestawie, oprócz płytki deweloperskiej, dostarczana jest bateria 9 V i kabel USB. Do zestawów dostępne jest oprogramowanie PSoC Creator i PSoC Programmer.

STMicroelectronics

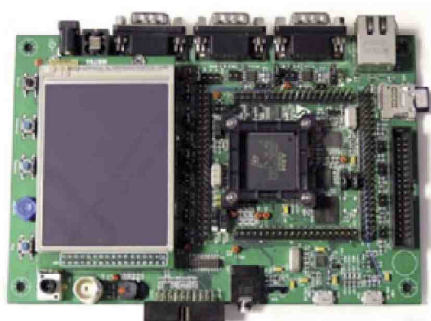
Oprócz opisanych w poprzedniej części, na rynku dostępny jest jeszcze jeden interesujący zestaw deweloperski tej marki: STM3220G-EVAL, z którym warto zapoznać czytelników.

STM3220G-EVAL

Zestaw ten został zbudowany w oparciu o mikrokontroler z rdzeniem Cortex-M3 i kosztuje około 700 zł netto.

Podstawowe cechy:

- Mikrokontroler STM32F207IGH6 (1 MB Flash, 128 kB SRAM)
- 2 MB zewnętrznej pamięci SRAM
- Wyświetlacz LCD TFT o rozdzielczości 240×320 pikseli i przekątnej 3,2"
- 4 kolorowe diody LED
- Joystick oraz 4 dodatkowe przyciski
- Karta microSD o pojemności 1 GB
- Interfejs szeregowy I²C
- Dwa interfejsy CAN 2.0
- Interfejs RS-232
- Transceiver IrDA
- Interfejs USB OTG
- Złącze do podłączania silnika
- Konwerter cyfrowo analogowy audio oraz stereofoniczne wyjście słuchawkowe
- Złącze rozszerzeń do podłączenia kamery
- Zegar RTC podtrzymywany napięciem z baterii
- Interfejsy JTAG i SW oraz ST-LINK/V2
- Pięć możliwych źródeł zasilania 5 V (niezależne gniazdo, dwa złącza USB, ST-LINK/V2 lub z użyciem dodatkowej płytki rozszerzeń)



Texas Instruments

Firma Texas Instruments oferuje bardzo wiele różnych zestawów deweloperskich do swoich mikrokontrolerów.

DK-LM3S9B96

Jest to bogaty w funkcje zestaw dla układów Stellaris (Cortex-M3). Niestety, nie należy do tanich – jego cena to około 1410 zł netto.

Podstawowe cechy:



- Mikrokontroler LM3S9B96 (256 kB Flash, 96 kB SRAM)
- 8 MB dodatkowej pamięci SDRAM
- 1 MB dodatkowej pamięci Flash
- Wyświetlacz LCD o przekątnej 3,5" QVGA z ekranem dotykowym
- Interfejs Fast Ethernet
- Interfejs CAN
- 3 złącza USB (OTG/Host/Device)
- Złącze kart microSD
- Przyciski nawigacyjne, przycisk reset i przycisk użytkownika
- Dioda LED użytkownika
- Napięcie odniesienia 3 V
- Potencjometr
- Płytki rozszerzeń EPI
- Interfejs JTAG/SWD
- Wejścia i wyjścia audio (mikrofonowe, słuchawkowe i liniowe)

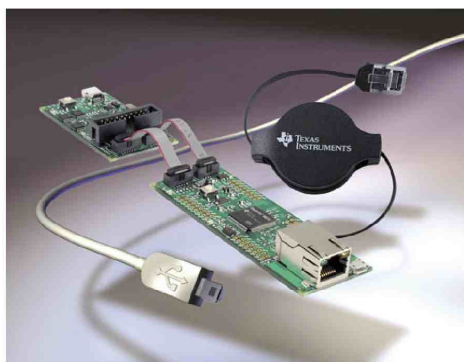
W zestawie, oprócz kompletu kabli, dostarczana jest m.in. karta microSD i pendrive USB oraz oprogramowanie marki Keil, IAR lub innych.

EKC-LM3S9B92

Jednym z małych zestawów marki TI jest LM3S9B92 dostępny w kilku wersjach różniących się dołączonym oprogramowaniem. Omawiany EKC-LM3S9B92 zawiera 30-dniową wersję testową pakietu SourceyG++ firmy CodeSourcery i kosztuje około 340 zł netto. Jest on przeznaczony do rozwoju aplikacji, w których używane są interfejsy Ethernet i USB.

Podstawowe cechy:

- Mikrokontroler LM3S9B92 (256 kB Flash, 96 kB SRAM)
- Interfejs Fast Ethernet z dwiema diodami sygnalizującymi stan połączenia
- Port USB 2.0 OTG
- Możliwość konfiguracji wirtualnego portu szeregowego



- Duże pola lutowicze GPIO
- Jeden przycisk użytkownika
- Dioda LED
- Oddzielny debugger (BD-ICDI), kompatybilny z innymi płytkami i układami Stellaris

W zestawie znajdują się ponadto: kabel USB, taśma JTAG, 8-pinowa taśma UART, z wyprowadzeniami zasilania oraz oprogramowanie.

Analog Devices

Niedawno na rynku pojawił się zestaw ewaluacyjny firmy Analog Devices dla układów z rdzeniem Cortex-M3 tej samej marki. Dostępny jest w dwóch wersjach różniących się zakresem częstotliwości radiowych z jakimi pracuje.

EV-ADuCRF101MK1ZU1 i EV-ADuCRF101MK3ZU1

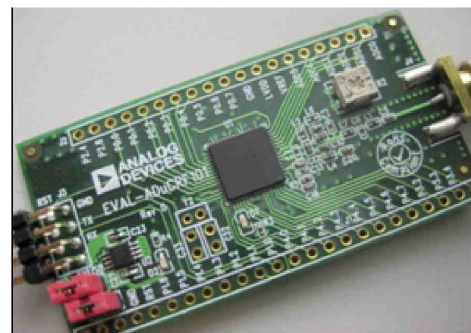
Te miniaturowe płytki są przeznaczone do rozwijania aplikacji radiowych. Ich cena wynosi około 150 zł netto. Pierwsza z nich pracuje na częstotliwościach 915/868 MHz, a druga na 433,92 MHz. Współpracują z płytką bazową (ADuCRFXXX), której cena to około 120 zł netto.

Podstawowe cechy:

- Mikrokontroler ACuCRF101 (128 kB Flash, 16 kB SRAM)
- Interfejsy mikrokontrolera wyprowadzone na brzegach płytki (UART, I²C, SPI, GPIO)
- Wbudowana antena
- Cechy płytki bazowej:**
 - Złącze wyprowadzeń USB
 - Złącze szeregowo UART

Ponadto w zestawie dostarczane jest oprogramowanie EWARM w wersji ewaluacyjnej oraz narzędzia do badania aplikacji radiowych. Wraz z płytką bazową producent dostarcza dwa kable USB i sterowniki.

Dostępna jest również wersja z emulatorem JTAG miDAS-Link, ale bez płytki deweloperskiej. Kosztuje około 800 zł netto.



Nuvoton

Firma Nuvoton, oprócz wcześniej opisanego zestawu produkowanego we współpracy z IAR oferuje także kilka innych płytek deweloperskich.

NuTiny-SDK-NUC100

Jest to niewielka i tania płytka, której cena wynosi około 80 zł netto.

Podstawowe cechy:

- Mikrokontroler Nuvoton NUC100LE3AN (64 kB Flash, 16 kB SRAM)
- Złącze USB
- Przycisk reset
- Dioda LED zasilania oraz dioda użytkownika
- 48-pinowe złącze rozszerzeń

Debugowanie odbywa się poprzez złącze USB za pomocą dołączonego modułu NU-Link-Me. W zestawie dostarczany jest kabel USB. Układ programuje się z użyciem ewaluacyjnego oprogramowania Keil lub IAR dostępnych online.

**NuTiny-SDK-NUC120**

Zestaw ten jest bardzo podobny do NuTiny-SDK-100. Jego cena wynosi również około 80 zł netto.

Podstawowe cechy:

- Mikrokontroler Nuvoton NUC120LE3AN (128 kB Flash, 16 kB SRAM)
- Dwa złącza USB
- Przycisk reset
- Dioda LED zasilania oraz dioda użytkownika
- 48-pinowe złącze rozszerzeń

Debugowanie i programowanie układu odbywa tak samo jak w przypadku NuTiny-SDK-NUC100.

**Energy Micro**

Firma Energy Micro, oprócz opisanego wcześniej Gecko Development Kit oferuje inny niedrogi zestaw dla układów z rdzeniami Cortex-M.

EFM32-G8XX-STK i EFM32-TG-STK3300

Zestaw ten dostępny jest w dwóch wersjach, z układem EFM32G890F128 (Gecko Starter Kit) lub EFM32 Tiny Gecko (Tiny Gecko Starter Kit). Najprostsza odmiana kosztuje już od 220 zł netto.

Podstawowe cechy:

- Mikrokontroler EFM32G890F128 (128 kB Flash, 16 kB SRAM) lub TinyGecko (do 32 kB Flash i 4 kB SRAM)
- 160-segmentowy wyświetlacz LCD
- 4 diody LED
- 2 przyciski użytkownika i 1 zerowania systemu
- Suwak dotykowy
- Interfejs dotykowy Gecko
- 32 dostępne GPIO wyprowadzone w postaci padów
- Złącze rozszerzeń
- Emulator Segger J-Link USB
- Interfejs JTAG

Urządzenie może być zasilane z dwóch źródeł – z USB lub z baterii 3 V. Wybór źródła zasilania dokonywany jest przełącznikiem wbudowanym na płycie.

W zestawie dołączana jest wersja demonstracyjna oprogramowania Keil MDK-ARM Microcontroller Development Kit lub IAR Embedded Workbench.

Microsemi (dawniej Actel)

Firma Microsemi oferuje zestawy ewaluacyjne do swoich układów FPGA z rdzeniem Cortex-M3 z rodziny Fusion i SmartFusion.

A2F500-DEV-KIT

Jest to duży i bardzo drogi zestaw. Jego cena wynosi około 4000 zł netto.

Podstawowe cechy:

- Mikrokontroler A2F500M3G-FG-G484ES (512 kB Flash i 64 kB SRAM), który obsługuje m.in. standard EtherCAT oraz zawiera dodatkową pamięć SRAM wewnątrz układu FPGA
- Zewnętrzna pamięć SRAM
- Interfejs RS485
- Dwa złącza CAN
- Złącze USB
- Interfejs Fast Ethernet
- Dwa złącza RJ45 do podłączenia do sieci EtherCAT
- Złącze rozszerzeń Igloo Plus
- Wyprowadzone interfejsy I²C, SPI i DirectC, LCPS
- 5 przycisków użytkownika

Zestaw można programować w środowisku Libero z interfejsem SoftConsole opartym na platformie Eclipse. Ponadto płytka współpracuje z darmowymi wersjami ewaluacyjnymi oprogramowania marki Keil i IAR Systems.



Marcin Karbowiczek

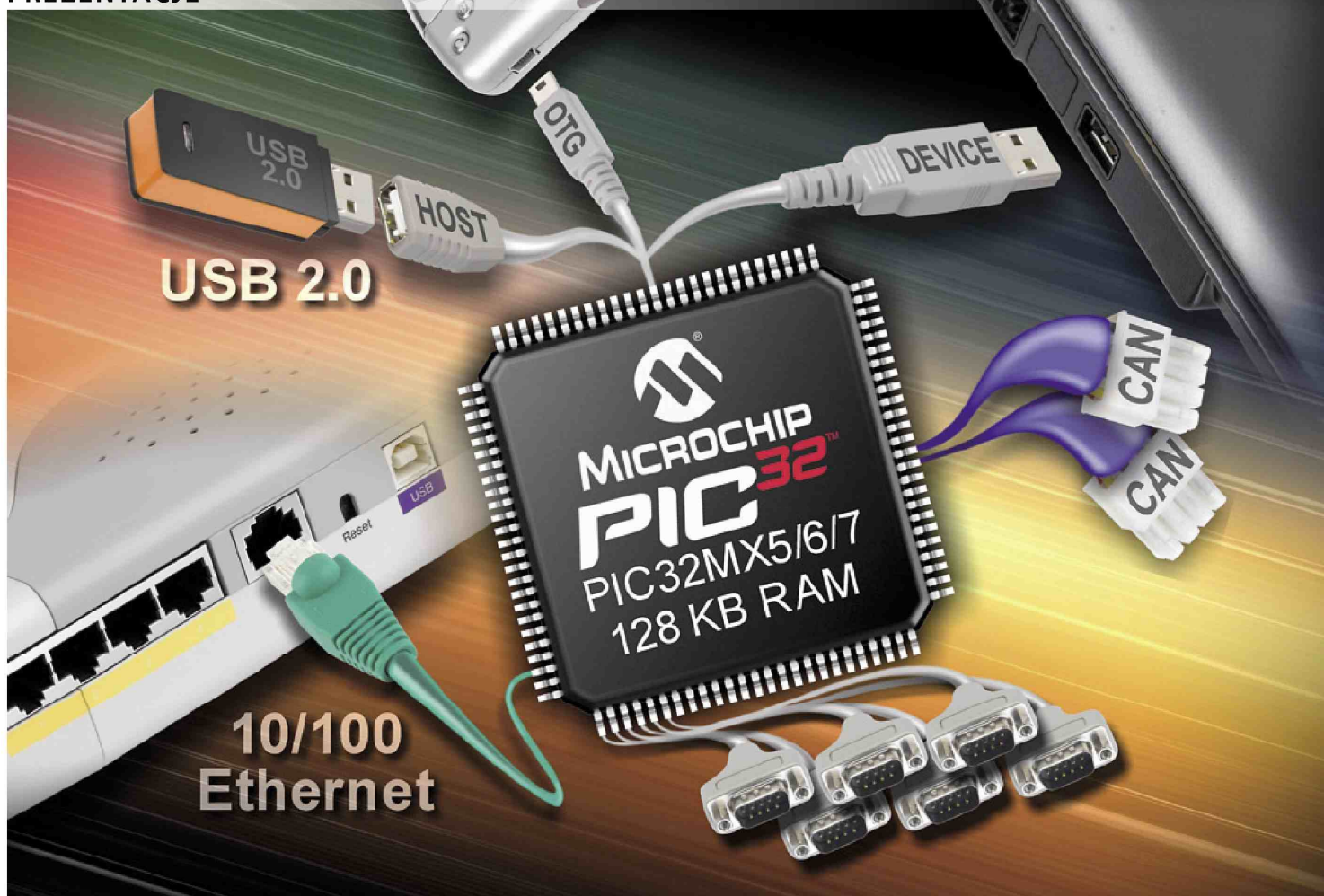
REKLAMA


STEROWNIKI.PL

Sterowanie w automatyce
portal branżowy



- Aktualności z branży • Pliki • Giełda
- Katalog firm • Baza wiedzy • Praca
- Kalendarz imprez • Kursy • Forum



PIC32

Korzyści płynące ze stosowania 32-bitowych mikrokontrolerów

Minęło niemal 40 od kiedy powstał pierwszy w pełni zintegrowany procesor, zawierający pamięć oraz układy wejść i wyjść. O ile był on wtedy postrzegany jako nietypowe urządzenie sterujące, szybko powstała cała gama tego typu układów, w efekcie czego ustalił się podział pomiędzy mikrokontrolerami i mikroprocesorami. Przez lata ich ścieżki rozwoju biegły osobno – mikrokontrolery stały się podstawą aplikacji wbudowanych, podczas gdy główny nacisk na rozwój stawiany był na procesory.

Mikroprocesory od lat miały przewagę pod względem wydajności nad mikrokontrolerami. Jednakże te drugie dominowały w dziedzinie wszechstronności. Obecnie na rynku widać duże zapotrzebowanie na podzespoły zarówno bardzo wydajne, jak i wyposażone w liczne interfejsy. Wiele z nowoczesnych mikrokontrolerów obsługuje zaawansowane interfejsy kablowe i bezprzewodowe, ale często brakuje im odpowiednio dużej mocy obliczeniowej potrzebnej do przetwarzania danych zdobywanych dzięki dostępowi do sieci komputerowych. Co więcej, duża wydajność potrzebna jest także do zapewnienia

bezpieczeństwa komunikacji. Z tych względów w ostatnim czasie powstał trend, który sprawia, że na rynku pojawiają się nowe mikrokontrolery wzbogacone o zaawansowane podukłady przetwarzania danych.

Czy 32-bitowa wydajność jest potrzebna?

Na rynku dostępnych jest wiele dosyć wydajnych, nie tylko 32-bitowych mikrokontrolerów, wystarczających do licznych zaawansowanych aplikacji. Jednakże decyzja o użyciu układu 32-bitowego pozwala mieć nieco mocy

„w zapasie”, co ułatwia aktualizację urządzenia w przyszłości. Bardzo często okazuje się, że zastosowanie bardziej wydajnego mikrokontrolera tylko nieznacznie podnosi koszt całkowity urządzenia, ale za to istotnie zwiększa jego funkcjonalność. Powszechne obecnie, aktualizowanie oprogramowania urządzeń pozwala więc na szybkie wytworzenie produktu, który z czasem zostanie rozbudowany o dodatkowe funkcje – o ile tylko użyto w nim odpowiednio wydajnej jednostki przetwarzania danych.

Jak przejść na 32-bitową architekturę?

W praktyce okazuje się, że bardzo wiele firm zauważyło korzyści płynące ze stosowania 32-bitowych mikrokontrolerów i zdecydowało się na zmianę architektury używanych układów. Jednakże w wielu przypadkach zmiana ta może nie być łatwa, gdyż tylko niektórzy producenci μC oferują swoim klientom prostą ścieżkę ewolucji produktów. W efekcie, pomimo licznej konkurencji, wybór mikrokontrolera 8- lub 16-bitowe-

go może okazać się dosyć prosty w porównaniu do wyboru układu 32-bitowego. Warto jednak zauważyć, że wybór ten powinien być rozpatrywany nie tylko w kontekście konkretnych urządzeń, ale przede wszystkim jako selekcja producenta i jego narzędzi.

Firma Microchip wprowadziła na rynek pierwsze mikrokontrolery 32-bitowe, rodzinę PIC32, w 2007 roku. W przeciwieństwie do wielu konkurentów, skoncentrowała się na zapewnieniu bezproblemowej możliwości migracji pomiędzy dowolnymi układami PIC. W efekcie, decyzja o wyborze architektury 32-bitowej nie musi być jednoznaczna z rezygnacją z 8- lub 16-bitowej (rysunek 1). Z tego powodu, firmy które stosują mikrokontrolery Microchipa zamiast stawiać sobie pytanie: „jak trudno będzie przenieść kod na układy 32-bitowe?”, mogą zastanawiać się, jak dołączyć urządzenia oparte na tych wydajnych podzespołach do obecnej oferty produktowej.

Wspólne narzędzia, wspólne biblioteki

Odpowiedź na postawione powyżej pytanie będzie oczywiście zależeć od konkretnego producenta, ale niezależnie od niej, należy mieć świadomość, że zazwyczaj decyzja o zmianie architektury powoduje powstanie dodatkowych kosztów. Najczęściej konieczny jest zakup nowych narzędzi deweloperskich, środowiska programistycznego i bibliotek programowych. Wyjątkiem są sytuacje, gdy producent układu scalonego zapewnia kompatybilność wsteczną swoich narzędzi, bez poświęcenia kompatybilności z przyszłymi mikrokontrolerami. Przykładem takiego działania jest właśnie Microchip, którego większość narzędzi programistycznych przeznaczonych do układów 32-bitowych jest zgodna z istniejącymi układami 8- i 16-bitowymi.

Jest to możliwe m.in. dzięki temu, że darmowe biblioteki Microchipa są napisane w języku C. Raz napisana w środowisku MPLAB aplikacja może częstokroć być bardzo szybko skompilowana zarówno na układ 8-, 16-, jak i 32-bitowy, nie tracąc na wydajności. W efekcie, gdy kod danej aplikacji rośnie z czasem, w pewnym momencie możliwe jest po prostu przekompilowanie go dla mikrokontrolera o nowszej architekturze. To samo dotyczy zestawów deweloperskich, takich jak PICTail Daughter Board.

Warto zauważyć, że układy PIC32 są kompatybilne z innymi rodzinami PIC także sprzętowo. Oznacza to, że wiele z podzespołów użytych np. w 16-bitowej aplikacji będzie równie dobrze współpracować z PIC32. Żaden inny producent mikrokontrolerów nie zapewnia tak prostej migracji pomiędzy swoimi układami, nawet jeśli są one oparte o własne, autorskie architektury.

Wpływ wydajności na cenę

Kolejnym pytaniem, jakie mogą zadawać sobie producenci urządzeń dotyczy wydajności, jakiej faktycznie będą potrzebować w nowych produktach. Należy jednak pamiętać, że obecnie koszt wytworzenia scalonego układu krzemowego nie jest już na tyle duży, by miał główny wpływ na całkowity koszt produkcji gotowego urządzenia. Dlatego pytania o wydajność nie należy traktować jako głównego czynnika wpływającego na cenę.

Firma Microchip stosuje w rodzinie PIC32 rdzeń MIPS32 M4K, którego wydajność w optymalnych warunkach, w przeliczeniu na megaherc zegara wynosi 1,5 DMPIS/MHz (1,5 mln operacji stałoprzecinkowych na megaherc). Jest to wynik lepszy niż w każdym innym z obecnie dostępnych 32-bitowych mikrokontrolerów.

Wydajność układów PIC32 jest ponad dwukrotnie wyższa niż w przypadku 16-bitowych PIC24, dzięki czemu otwiera przed konstruktorami szereg nowych możliwości zastosowań. Aby okiełznać ten potencjał, Microchip współpracuje z dużą grupą firm trzecich, które tworzą cały „ekosystem” narzędzi deweloperskich zgodnych z architekturą MIPS. Uzupełniają one i tak duży zestaw bibliotek Microchipa i tym bardziej ułatwiają migrację pomiędzy układami.

32-bitowe możliwości

Korzyści płynące z zastosowania 32-bitowej architektury wynikają m.in. z dostępności 32-bitowych rejestrów oraz 32-bitowej jednostki arytmetyczno-logicznej zdolnej do wykonywania operacji typu „pomnóż i zsumuj” (MAC – *multiply and accumulate*) w trakcie jednego cyklu. W rezult-

ZAJRZYJ NA TE STRONY

 **www.wobit.com.pl**
silniki.pl
silniki.com
enkodery.pl

 **www.cyfronika.com.pl**
elektronika dla wszystkich
sklep internetowy
wszystko dla elektroniki
www.cyfronika.com.pl

 **RENEX**
NARZĘDZIA DLA ELEKTRONIKÓW
www.renex.com.pl

 **www.piekarz.pl**
Hurtownia części elektronicznych
firma@piekarz.pl tel. 022-835-50-37 fax 022-213-92-82

 **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

 **www.gamma.pl**
info@gamma.pl **PODZESPOŁY ELEKTRONICZNE**

 **www.humasklep.pl**

 **www.maszczyk.pl**
MASZCZYK
05-071 Sulejów-Milosna
ul. Mickiewicza 10
tel.: 22 783 45 20
fax: 22 783 90 85
maszczyk@maszczyk.pl

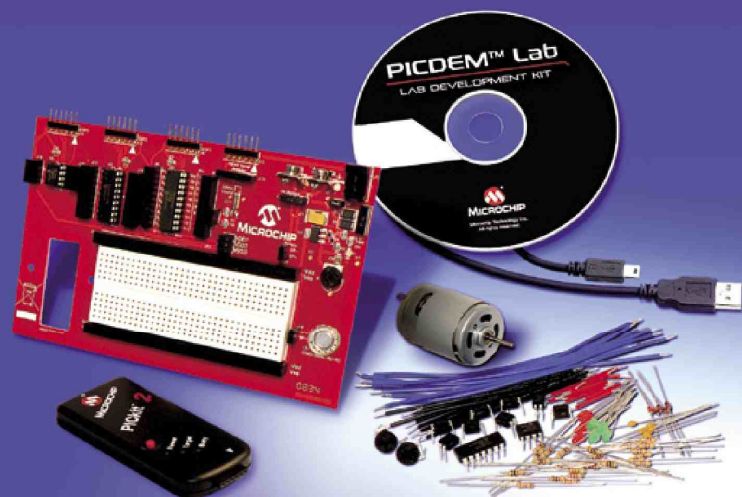
MERSERWIS aparatura kontrolno pomiarowa, elementy automatyki, serwis
ul. Gen. Wł. Andersa 10
00-201 Warszawa
fax/tel.: +48 22 831 42 56
www.merserwis.pl

 **sklep. INDUCTORS .pl**
info@feryster.pl

KONKURS



MICROCHIP



PICDEM™ Lab Development Kit
(Part # DM163035)

Microchip organizuje konkurs dla Czytelników Elektroniki Praktycznej, w którym nagrodami są dwa zestawy deweloperskie PICDEM Lab Development Kit (DM163035). W skład każdego zestawu wchodzi płyta deweloperska PICDEM Lab Development Board, programator PICkit 2, pakiet dodatkowych komponentów elektronicznych i płyta CD z instrukcją oraz przykładowymi aplikacjami. Wśród komponentów w zestawie znajdują się mikrokontrolery PIC16F690, PIC16F88, PIC16F616, PIC12F615 i PIC10F206. Zestaw pozwalają na rozwijanie aplikacji na mikrokontrolery Microchip PIC, bez użycia lutownicy. Jest to możliwe dzięki zastosowaniu odpowiednio skonstruowanego obszaru prototypowego na płycie deweloperskiej. Więcej szczegółów na temat konkursu na stronach internetowych Elektroniki Praktycznej, pod adresem: www.ep.com.pl

tacie, konstruktor może stworzyć urządzenie, które będzie wykonywało znacznie bardziej skomplikowane algorytmy, takie jak np. wymagane do najnowszych protokołów komunikacyjnych. Wraz z dużą ilością zintegrowanej pamięci RAM (do 128 kB) czynią one PIC32 platformą bardziej wydajną niż niejeden uniwersalny procesor, a jednocześnie wyposażoną w wyszukane

interfejsy zoptymalizowane do zastosowań wbudowanych.

32-bitowa złożoność

Zaawansowane możliwości układów 32-bitowych wzbudzają kolejne pytanie – tym razem o trudność związaną z obsługą złożonej architektury. W praktyce, wybór odpowiednie-

go producenta, który oferuje zestaw platform sprzętowych, jak i narzędzi programowych oraz współpracuje z licznymi partnerami sprawia, że rozwijanie aplikacji nie powinno stanowić żadnego problemu.

System czasu rzeczywistego

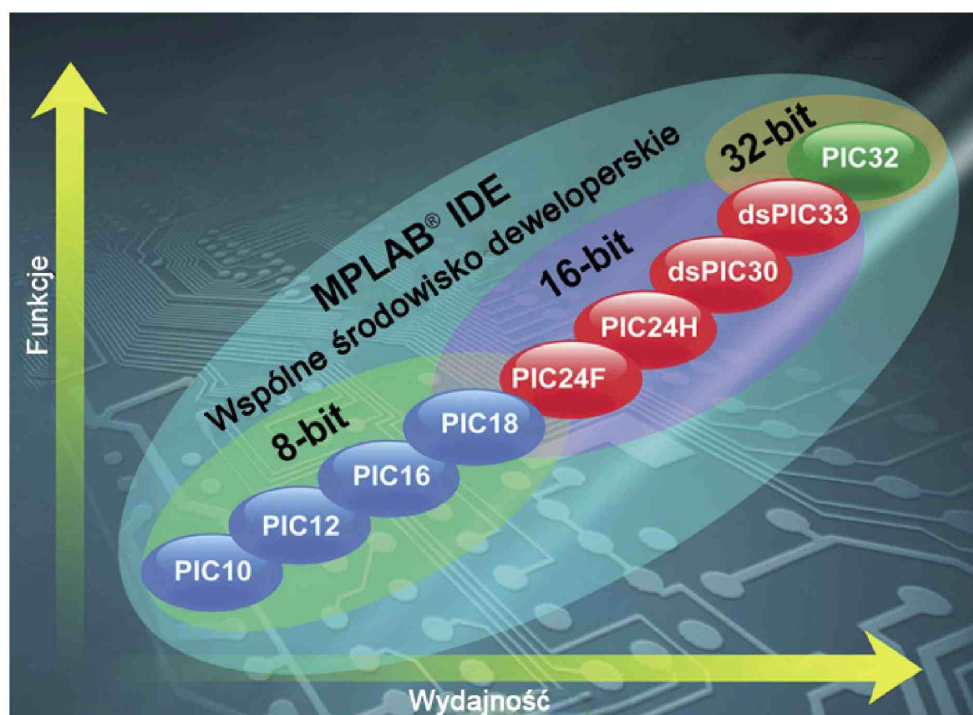
Kolejną korzyścią płynącą z zastosowania 32-bitowej architektury jest możliwość zastosowania systemu czasu rzeczywistego (RTOS – Real Time Operating System). O ile jest to poważna decyzja zwiększająca złożoność tworzonej aplikacji, wspomniany już ekosystem związany z rdzeniem MIPS32 M4K sprawia, że już z założenia, układy PIC32 mogą bez problemu pracować pod kontrolą RTOS. Oprócz oprogramowania dostarczanego przez Microchipsa, na rynku dostępne jest bardzo wiele programów napisanych specjalnie dla rdzeni MIPS.

Podsumowanie

Wzrost złożoności powstających aplikacji, napędzany zapotrzebowaniem na zaawansowane urządzenia elektroniczne sprawił, że odpowiedni dobór mikrokontrolera jest kluczowy dla powodzenia projektu. Pracownicy firmy Microchip dobrze o tym wiedzą, dlatego dbają o to, by jak najbardziej ułatwić migrację pomiędzy wszystkimi z ponad 500 mikrokontrolerów tej marki i wspierać tworzenie dobrych projektów.

Dave Richkas,

Microchip Technology



Rysunek 1. Układy PIC firmy Microchip obsługiwane są przez jednolite środowisko deweloperskie

Zasady zamieszczania ogłoszeń w rubryce „Kramik i Rynek”

1. Dla osób prywatnych bezpłatnie, czyli ogłoszenia drobne bez ramek i grafiki. Treść ogłoszenia może dotyczyć sprzedaży, kupna, wymiany lub innych propozycji. Najdogodniej jest posłużyć się formularzem dostępnym pod adresem: kramik.ep.com.pl. Zamówienie można przysłać także na adres:

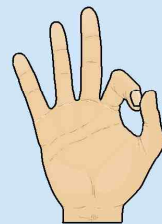
„Kramik i Rynek EP”, 03-197 Warszawa, ul. Leszczynowa 11

Przyjmujemy też ogłoszenia przysyłane do redakcji faxem lub e-mailem.

2. Ogłoszenia i reklamy hurtowni, sklepów, importerów, producentów, dealerów, itp. są płatne. Cena minimalnej ramki dla ogłoszeń o wielkości do 3 modułów (wymiar pojedynczego modułu 35×20 mm) to 38 zł, kolor 46 zł + VAT. Każde ogłoszenie powyżej tej granicy kosztuje 55 zł za 1 moduł, kolor 66 zł + VAT. Moduły można łączyć zarówno w pionie jak i w poziomie. Ogłoszenia w poziomie mogą mieć szerokość 5 modułów, w pionie 12 modułów. Dla reklam powyżej 8 modułów stosujemy rabaty od 4 emisji 10%, od 7 emisji 15% i od 12 emisji 25%.
3. Oferta specjalna dla firm:
 - publikacja fragmentów cennika w ramce o wielkości 8 modułów cena 220 zł, kolor 264 zł + VAT, 9 modułów w poziomie, cena 250 zł, kolor 305 zł + VAT
 - rabat specjalny dla firm poszukujących pracowników wynosi 25% (wyłącznie dla dużych reklam).

Wszelkich informacji udziela **Grzegorz Krzykowski**, tel. 22 257 84 60, e-mail: grzegorz.krzykowski@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.



KRAMIK i RYNEK

Redakcja nie odpowiada za treść reklam i ogłoszeń zamieszczonych w Elektronice Praktycznej

**Cennik
o wymiarach
73×89 mm
(kolor)
w cenie**

264

złote netto

Szczegółowych informacji
udziela Grzegorz Krzykowski
tel. 22 257 84 60
grzegorz.krzykowski@ep.com.pl



Sterowniki CNC

Współpraca z silnikami krokowymi
oraz serwomotorami

GOYA



RENOIR



LINIAŁY OPTYCZNE I
PANELE ODCZYTOWE



www.cnc.eldar.biz
ul. Morcinka 51, 45-531 Opole
(77) 442 04 04; (77) 453 22 59



Bezpośredni importer od 1990 r.



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

Transzystory: 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, akumulatory, 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 – 0,80 zł
- 2SD 2499 TOSHIBA – 1,85 zł
- TDA 4863AJ NXP/PHILIPS – 1,70 zł
- TDA 7294 STM – 4,90 zł
- LASER SF-HD65 SANYO z mechaniką – 22,50 zł

Przy większych zamówieniach
istnieje możliwość negocjacji ceny

SPRAWDŹ NAS !!! www.humasklep.pl

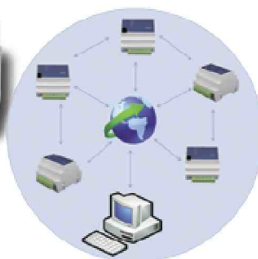
tel. 22 774 08 65 faks 22 774 13 23 e-mail: huma@huma.com.pl

Sterbox

INTERNETOWY STEROWNIK PROGRAMOWALNY – PLC

399 zł netto

- obsługa przez Internet
- nadawanie i odbiór e-mail
- zegary



- 4 wyjścia przekątnikowe
- 4 OC/4 wejścia
- 3 wejścia analogowe
- RS485

199 zł netto

Moduł rozbudowy
8 przek./8 wyj. OC/8 wej.

www.sterbox.pl • tel. 22 615 39 90

dystybucja: www.poor.pl

Frezarka cnc

Do prac mechanicznych w elektronice

Podzespoły: Zrób sam
mechaniczne, elektroniczne, oprogramowanie

www.pyffel.com.pl

Tel. (075) 732-47-00



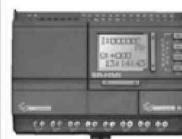
01-962 Warszawa
ul. Przytyk 6/31
www.gtb-solaris.pl

Moduły fotowoltaiczne 3-120W/12V
Generatory wiatrowe 60-220W/12V

**Konwerter USB <=> RS232
AVTMOD09**

www.sklep.avt.pl

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

FIRMA PIEKARZ CZĘŚCI ELEKTRONICZNE

Gniazda bezpiecznikowe na szynę

Gniazdo 10x38
SIBA; 5106304
14,00 zł



Gniazdo 10x38 SIBA; 5106304.3
44,80 zł



Gniazdo UK10 6x32
33,51 zł



Gniazdo UK10
5x20 28,53 zł



Podane ceny to ceny hurtowe netto.
Pełna oferta dostępna na naszej stronie.

Firma Piekarz Sp. J.
ul. Wólczyńska 206
01-919 Warszawa

tel.: 22-835-50-37/41
sprzedaz@piekarz.pl
www.piekarz.pl

TS Tomsa
chiptuning
naprawa immobiliserów
programowanie pamięci
diagnostyka samochodowa
korekta liczników samochodowych
naprawa sterowników silników samochodowych

**ZAPRASZAMY NA TARGI
TECHNIKI MOTORYZACYJNEJ
12-15.05.2011
POZNAŃ**

ttm
www.PROGRAMATORY.com

AVT1585
Sterownik bipolarnego
silnika krokowego

www.sklep.avt.pl

REGULATOR OBROTÓW
SILNIKA ELEKTRYCZNEGO

AVT-1007
www.sklep.avt.pl

Bezstykowa kontrola
dostępu

AVT MOD08
www.sklep.avt.pl

sklep.avt.pl

moduł I/O sterowany
przez sieć Ethernet

AVT MOD05
www.sklep.avt.pl

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 – RÓWNIŻ 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

Biurowo: 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

Ezi-SERVO®
dotrzymuje kroku

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
tel. (77) 442 04 04; (77) 453 22 59

Regulator dedykowany do zdalnie sterowanych modeli, głównie do samochodów i łodzi, gdzie wymagana jest płynna zmiana prędkości obrotowej, wysokoprądowych, szczotkowych silników prądu stałego, w obu kierunkach.

Modelarski regulator dwukierunkowy

AVT 5190

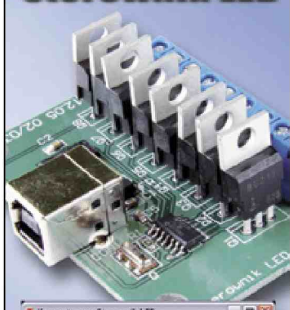
- Zasilanie: akumulatory 6-10 cel Ni-Mh lub Ni-Cd lub 2-3 cel Li-poly lub Li-Ion
- Automatyka detekcja ilości cel
- Hamulec „proporcjonalny”
- Funkcja Cut-off
- Sygnalizacja niskiego poziomu napięcia akumulatora
- Wyłączenie silnika w przypadku stwierdzenia zaniku sygnału
- Sygnał wejściowy: impulsy 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

BETA TRONIC
AKCESORIA I CZĘŚCI ELEKTRONICZNE
ul. Krasieńskiego 40
33-100 Tarnów
tel. 14 621 53 30
e-mail: betatronic@betatronic.pl
www.betatronic.pl

 **sklep.avt.pl**

AVT 5240
Komputerowy sterownik LED




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

Elementy indukcyjne

- cewki indukcyjne
- dławiki
- cewki powietrzne z rdzeniem ferrytowym i bez rdzenia
- przekładniki prądowe
- filtry przeciwzakłócenia



TRANSFORMATORY

- transformatory wysokiej częstotliwości
- transformatory toroidalne dla elektroniki
- transformatory halogenowe



Programator USB dla AVR
AVTPROG2



www.sklep.avt.pl

Kurs programowania mikrokontrolerów AVR w języku C



AVT 3505
www.sklep.avt.pl

Analizator widma
AVT2864



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

Modułowe oświetlacze LED
seria AVT1501...1503



www.sklep.avt.pl

Zestawy startowe



www.sklep.avt.pl

Kurs programowania układów CPLD



AVT 2875
www.sklep.avt.pl

RACK i Eurocarta 19" Wyposażenie szaf 19"
www.obudowa.pl
Producent obudów dla elektroniki tel. 032-230-2301

Atrakcyjna propozycja dla reklamodawców

cennik o wymiarach 111×66 mm (kolor)

cena 305 zł (netto)

Więcej informacji: Grzegorz Krzykowski
tel. 22 257 84 60
e-mail: grzegorz.krzykowski@ep.com.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)

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

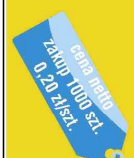
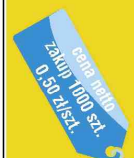
(rezystancje wg szeregu E-24; E-96)

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

ELETRONICA SANTERNO

SINUS PENTA
...więcej niż standard

Wejście enkoderowe
Sterowanie kaskadą pomp
Częstotliwość do 1000Hz
Funkcja Master-Slave
Zwrot energii do sieci

**15kW
750 €**

WWW.FALOWNIKI.NET
ul. Morcinka 51, 45-531 Opole
(77) 442 04 04; (77) 453 22 59

ELDAR

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

www.delta.poznan.pl

KAMERY

Przetwornik: 1/4" Sony CCD
Obiektyw: 5 - 15 mm (kąt widzenia 40° - 23°)
Rozdzielczość: 420RVL (kolor / b/w)
Wymiary: 180 x φ138 mm
Sterowanie: PELCO D/P
Max. prędkość obrotu: 50°/s

► **PTZ-415WP** Cena detaliczna brutto: **690** PLN

Przetwornik: 1/4" Sony Super HAD CCD
Obiektyw: 3,8 - 38 mm (kąt widzenia: 43° - 5°)
Rozdzielczość pozioma: 480 TVL
Czułość: 0,001 Lux
Automatyczna regulacja prędkości obrotu
w zależności od ustawionego zoom'u obiektywu

► **PTZ-538WP** Cena detaliczna brutto: **790** PLN

Przetwornik: 1/4" Sony Exview HAD CCD
Procesor obrazu: Sony Effio
Obiektyw: 5 - 15 mm (kąt widzenia: 35° - 18°)
Rozdzielczość pozioma: 700 TVL
Czułość: 0,001 Lux
Redukcja szumu, wyostanie konturów obrazu, ...

► **PTZ-715WP** Cena detaliczna brutto: **898** PLN

www.delta.poznan.pl

Nowa seria lutownic gazowych ARIES

ARIES®
TOTAL CREATIVE REVOLUTION.

LUTOWNICA GAZOWA AR-X-One Aries

Cena 36,- PLN

- wymiary 160 x ø24,8mm
- waga 48g
- grot stożkowy w zestawie



Kod: **LUTOWNICA G01**

LUTOWNICA GAZOWA - ZESTAW AR-XKB-One Aries

Cena: 53,- PLN

- wymiary 160 x ø24,8mm
- waga 48g

W zestawie:

- lutownica
- grot stożkowy
- 2 dysze
- grot typu „nóż”
- rurki termokurczliwe (ø2.0-4.0mm)
- nasadka na grot
- plastikowe etui



Kod: **LUTOWNICA G02**

LUTOWNICA GAZOWA + MINI PALNIK - ZESTAW AR-XQ-One Aries

Cena: 66,- PLN

Lutownica:

- wymiary 160 x ø24,8mm
- waga 48g
- grot stożkowy w zestawie

Palnik:

- wymiary: 105x27x60mm
- waga 51g



Kod: **LUTOWNICA G03**



Lutownice zasilane gazem propan butan

Kod: **GAZ RONSON**

Cena: 8,- PLN

www.sklep.avt.pl
ul. Leszczynowa 11
tel: 022 257 84 50

Uniwersalne blaszki i kątowniki montażowe

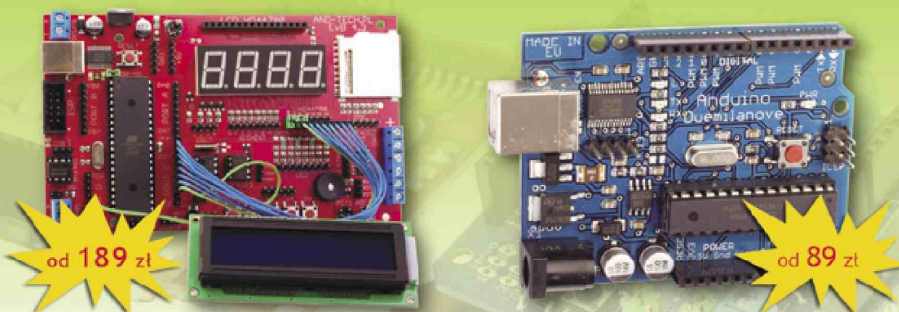


montaż silników
czujników
elementów
mechaniki
oraz jako elementy
konstrukcyjne
robotów

od **2,5 zł netto**

www.mobot.pl

www.zestawyuruchomieniowe.pl



GRATIS! 14 CZĘŚCIOWY KURS BASCOM

Zestawy AVR i ARDUINO

msp430.ep.com.pl

nixie.ep.com.pl



Miernik częstotliwości
1Hz...50MHz
AVTMOD10
www.sklep.avt.pl



AVT2392
Wzmacniacz mikrofonowy
www.sklep.avt.pl

Programator USB
procesorów AVR
AVTPROG2



www.sklep.avt.pl

Hurtownia elementów elektronicznych "AKSOTRONIK" zaprasza do swojego sklepu internetowego
Zaloguj się i kupuj ON-LINE na naszej stronie:
WWW.AKSOTRONIK.COM.PL

Pęseta pomiarowa do elem. SMD 6,85 PLN Mostek prostowniczy KBPCS010 (konektory) 2,09 PLN Gniazda i wtyki bananowe Cena od 0,14 PLN	Konwerter USB FT232RL 7,90 PLN Czyścik grotów z podstawką 13,99 PLN	Chwytyki pomiarowe haczykowe różne kolory Cena od 0,50 PLN Potencjometry liniowe 0,32 PLN	Podajnik cyny 8,99 PLN Pęseta izolowana 05D 3,60 PLN Złącza kablowe kremowe z rastrem 2.54mm Cena od 0,89 PLN/100szt Szczotka Pędzel ESD 2,69 PLN Złącza kablowe czarne z rastrem 2.54mm Cena od 0,99 PLN/100szt
---	---	---	---

Aksotronik
ELEMENTY ELEKTRONICZNE
WWW.AKSOTRONIK.COM.PL

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, cynę, rezystory, kondensatory, kwarce, podstawki, elementy akustyczne.
Zapraszamy do kontaktu: INFO@aksotronik.com.pl, tel: (22) 783-2051

forum.ep.com.pl

MULTIMETR CYFROWY 6 W 1

DVM601

Cena: 269.40 zł

- * wbudowany detektor napięcia AC (50-1000VAC)
- * pomiar napięcia AC oraz DC max 600V
- * Pomiar prądów: AC oraz DC max. 10A
- * Pomiar pojemności do 100uF
- * Pomiar rezystencji max 40Mohm
- * Pomiar poziomu hałasu: 35-100dB
- * Pomiar natężenia oświetlenia: do 40000lux
- * Pomiar wilgotności: 33%-99% RH
- * Pomiar temperatury: 0°C do +50°C
- * Pomiar temperatury sondą typu K: -20°C ~ +1300°C
- * tester ciągłości
- * test diody
- * podświetlany wyświetlacz LCD (5999)
- * automatyczna zmiana zakresów



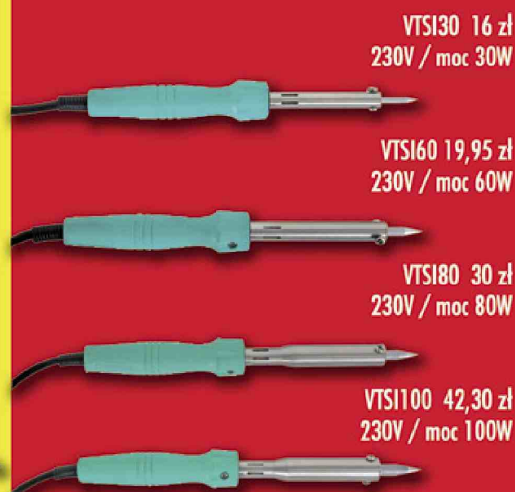
Praktyczna lutownica z przełączaną mocą grzałki. Wyposażona w grot long-life, który można stosować do lutowania bezołowiowego

- * moc 30W lub 60W
- * zasilanie 230V
- * w komplecie podstawka z czyścikiem



VTSS6
Cena: 45,50 zł

LUTOWNICE KOLBOWE



VTSI30 16 zł
230V / moc 30W

VTSI60 19,95 zł
230V / moc 60W

VTSI80 30 zł
230V / moc 80W

VTSI100 42,30 zł
230V / moc 100W

Do nabycia również grotły zamienne

www.sklep.avt.pl • tel. 22 257 84 50 • www.sklep.avt.pl



lika

Pomiary przemieszczeń liniowych i kątowych

ELDAR

www.lika.pl
ul. Morcinka 51, 45-531 Opole
tel. (77) 442 04 04; (77) 453 22 59



STEROWNIKI SILNIKÓW KROKOWYCH
WYSOKA DYNAMIKA, MIKROSTEP 4-256, DO 100V, DO 8A
znakomite do CNC i nie tylko...
042 6458579, 601255408 www.frezarkicnc.pl

Nie przegap! interesujących materiałów w siostrzanym czasopiśmie



W czerwcowym numerze
Elektronika dla Wszystkich
między innymi:

Dotykowy tablet

Układ pozwala na zapisywanie notatek na czarno-białym wyświetlaczu graficznym oraz zmywanie ich przyciskiem. Przypomina o zadaniach do wykonania. Może też zastąpić blok rysunkowy.

Kolorofon – Sterownik RGB

Włóż w swoją pokojową lampę nowe życie! Dzięki niej wieczorami będzie panował niezwykle kolorowy, nastrojowy klimat... W czasie imprez zamień ją w efektowny kolorofon.

Elektronika dla informatyków – Rodzaje kondensatorów

Każdy elektronik/hobbysta powinien znać właściwości kondensatorów i różnice między nimi. W pierwszej kolejności zapoznajemy się z kondensatorami ceramicznymi.

Szkolne podstawy elektroniki

– Materiały magnetyczne

Spróbujmy dokładnie przyjrzeć się materiałom magnetycznym – jaki wpływ na ich właściwości mają domeny magnetyczne?

Generator kwarcowy FM

Wyjątkowo prosty generator FM! Dzięki zastosowaniu rezonatora kwarcowego daje stabilny sygnał, umożliwiający kontrolę bądź strojenie radiodiodniarki UKF, radiotelefonu CB/FM...

Ponadto w numerze:

- Wzmacniacz retro
- Karta przełączników LPT
- Płytki eksperymentalne CMOS
- Warsztatowe patenty –
– Usprawnienie lutownicy transformatorowej
- Porady koleżeńskie – Transformatory WN
- Szumy generatorów
- Pod lupą – Charakterystyki Nyquista
- Ośła łączka – Filtr pasmowy o dużej dobroci
- MEU – Energy harvesters, czyli wieczne baterie
- Szkoła Konstruktorów – Nietypowa obudowa
- Szkoła Konstruktorów – Kamery, kamery, kamery...
- Szkoła Konstruktorów – Problem mocy szczytowej wzmacniacza audio

www.elportal.pl

A może masz pomysł na ciekawy artykuł lub projekt?

Skonstruowałeś urządzenie,

które jest godne zaprezentowania szerszej publiczności?

Możesz napisać artykuł edukacyjny?

Checesz 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 Prenumerat

tel. 22 257 84 22, prenumerata@avt.pl

NAJLEPSZE PROGRAMATORY ŚWIATA

3 lata GWARANCJI
72 h SERWIS
1,9 SEKUNDY PROGRAMOWANIA
4,0 SEKUNDY PROGRAMOWANIA

GP-10 **GP-20**

Bezcenną zaletą programatorów GP-10 oraz GP-20 jest możliwość programowania układów bez podłączonego komputera.

- * 48 pinowa podstawa ZIF, 8 kanałowy analizator stanów logicznych,
- * Wbudowany generator przebiegów prostokątnych od 1kHz do 125kHz,
- * Wbudowany częstotliwościomierz do 100kHz,
- * Kompatybilność z urządzeniami o niskim napięciu 1,5V,
- * Połączenie z laptopem/komputerem PC, przez port USB oraz LPT,
- * Kompatybilność dla kart IC (inteligentna karta mikroprocesorowa),
- * Brak konieczności używania zewnętrznych adapterów
- * Automatyczne rozpoznanie TTL/CMOS logic IC, jak również producenta oraz typu pamięci/układu E(E)PROMs,
- * Obsługuje 16 i 32-bitowe układy, standardowe formaty plików
- * Kompatybilność z formatem JEDEC w tym ABEL, CUPL, PALASM i inne.

TOMSAID
ul. Wierzbowa 1, 81-198 MOSTY K./Gdyni
tel.: 48 694-562-973 fax: 48 587-322-294
infolinia: 48 587-421-411 (w godz. 9-15)

www.PROGRAMATORY.com

Układy wykonawcze

AVT440/1
z triakiem

AVT440/2
z przekaźnikiem

www.sklep.avt.pl

AVT553/U232
Konwerter USB<->RS232

Dostępne wersje:
A - płytka drukowana: 6zł
B - komplet elementów: 36zł
C - układ zmontowany: 40zł

www.sklep.avt.pl

Kurs programowania układów CPLD

AVT 2875

www.sklep.avt.pl

Zestawy startowe

AVT701 **AVT702** **AVT703** **AVT704**

www.sklep.avt.pl

forum.ep.com.pl

Cennik o wymiarach 73×89 mm
(kolor)

264
złote netto

Szczegółowych informacji udziela
Grzegorz Krzykowski
tel. 22 257 84 60
grzegorz.krzykowski@ep.com.pl

XIII edycja Konkursu Astora na najlepszą pracę dyplomową

Rusza najnowsza, trzynasta już edycja konkursu na prace dyplomowe, organizowanego przez firmę Astor.



Startować w konkursie mogą studenci, którzy do dnia zgłoszenia obronili swoją pracę dyplomową. Inicjatywa zdobyła już uznanie zarówno studentów, jak i nauczycieli akademickich, w tym promotorów zgłaszanych prac. O tym, że warto brać udział w przedsięwzięciu, wiedzą dobrze dotychczasowi laureaci. Za najlepsze prace przyznawane są nagrody pieniężne. Konkurs otwiera również możliwości zdobycia ciekawej pracy zawodowej.

W najnowszej edycji organizator zapewnia łączną wartość nagród w wysokości blisko 10 tys. zł, a jednocześnie zapowiada zmianę metodyki pracy jury. Spośród wybranych prac, 6 zostanie zakwalifikowanych do finału. Wszyscy nominowani – wraz z promotorami – będą zapraszani kolejno na przedstawienie swoich prac Komisji Konkursu.

Po zakończeniu prezentacji obraduje jury, które następnie wyłania zwycięzcę.

Tematyka prac zgłaszanych do konkursu może być związana m.in. z systemami sterowania linią produkcyjną, monitoringiem i wizualizacją procesów przemysłowych, automatyzacją procesów produkcyjnych lub stanowiskami zrobotyzowanymi.

Jury konkursu ocenia: innowacyjność, poziom technicznego wykonania pracy, możliwość wdrożenia rozwiązania w praktyce, złożoność opisywanego zagadnienia, ilość produktów z oferty Astora wykorzystanych w pracy, poziom integracji poszczególnych elementów systemu oraz stopień wykorzystania zaawansowanych funkcji produktów.

Regulamin konkursu oraz szczegółowe informacje znajdują się na stronie internetowej: www.konkurs.astor.com.pl.

Elektronika Praktyczna jest jednym z patronów konkursu.

Konferencje Contrans TI na targach Automaticon 2011

W trakcie warszawskich targów Automaticon 2011 firma Contrans TI zorganizowała dwie konferencje poświęcone produktom firmy Texas Instruments.

Wysoki poziom merytoryczny prelegentów oraz renoma firmy sprawiły, że w spotkaniach uczestniczyło bardzo wielu słuchaczy.

Sterowanie silnikami z użyciem układów TI

Pierwsze seminarium poświęcono tematyce sterowania silnikami. Przedstawiono zasady działania różnego rodzaju silników DC i krokowego oraz porównano ich właściwości. Następnie omówiono podstawowe schematy układów sterujących silnikami i sposób ich łączenia, a także zabezpieczenia nadprądowe i termiczne.

W kolejnej części przedstawiono produkty z oferty firmy Texas Instruments, które mogą być użyte jako sterowniki silników poszczególnych typów. Prelegenci omówili ich wewnętrzną budowę oraz sposoby łączenia tych układów z samymi silnikami. Zaprezentowano także układy przeznaczone do rozwiązań mobilnych, zasilanych bateryjnie. Na koniec dokładnie omówiono metody sterowania silnikami krokowymi.

Mikrokontrolery i procesory TI w automatyce

Drugie seminarium było bardziej ogólne i w zasadzie dotyczyło mikrokontrolerów. Być może z tego powodu uczestniczyło w nim

trochę mniej osób, niż w trakcie pierwszego wykładu. Pracownicy Contransu skoncentrowali się na omawianiu kolejnych rodzin mikrokontrolerów produkowanych przez Texas Instruments, przedstawiając ich możliwości i zastosowania. Pokazano też oprogramowanie ułatwiające pracę z mikrokontrolerami. Prelekcja miała być wygłaszana w kontekście automatyki, ale w praktyce aplikacje, do których można użyć omówionych układów nie muszą być z nią związane.

Na pierwszy ogień poszły mikrokontrolery sygnałowe C2000. Następnie omówiono mikrokontrolery Stellaris z rdzeniem ARM Cortex-M3, a na końcu procesory aplikacyjne z rdzeniami ARM. Dokonano porównania ich cech i typowych zastosowań. Ponadto przedstawiono zestawy deweloperskie umożliwiające szybkie rozpoczęcie prac z prezentowanymi produktami.

Kompetencje prelegentów

Oba wykłady prowadzone były przez wysoko wykwalifikowanych pracowników firmy Contrans TI, dzięki czemu słuchacze mogli uzyskać odpowiedzi niemal na wszystkie zadawane pytania – nawet te najtrudniejsze. Ponadto każdy z gości mógł obejrzeć zestawy ewaluacyjne Texas Instruments. Po prelekcjach, słuchacze mogli kontynuować rozmowy na stoisku firmy Contrans TI.

Marcin Karbowniczek, EP

Olimpiada Wiedzy Elektrycznej i Elektronicznej „Euroelektra”

Stowarzyszenie Elektryków Polskich zorganizowało po raz 13 dla młodzieży szkół ponadgimnazjalnych Olimpiadę Wiedzy Elektrycznej i Elektronicznej „Euroelektra”. Za organizację Olimpiady jest odpowiedzialny Komitet Główny Olimpiady powoływany przez Prezesa Stowarzyszenia Elektryków Polskich. Komitet ten tworzą głównie nauczyciele akademicy wyższych uczelni technicznych, między innymi: Politechniki Białostockiej, Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego w Bydgoszczy, Politechniki Gdańskiej, Akademii Morskiej w Gdyni, Politechniki Łódzkiej, Politechniki Poznańskiej, Politechniki Wrocławskiej oraz inni specjaliści związani zawodowo z przemysłem elektrotechnicznym. Siedzibą Komitetu Głównego Olimpiady jest Oddział Bydgoski SEP. Olimpiada znajduje się w rejestrze olimpiad Ministerstwa Edukacji Narodowej. Olimpiada ma zasięg ogólnopolski i składa się z trzech etapów: zawodów I, II i III stopnia. Przez dwanaście lat olimpiada rozgrywana była w dwóch grupach tematycznych: elektrycz-

nej i elektronicznej. Od tego roku, w związku z rozwojem nowych technologii oraz chcąc zaspokoić oczekiwania szkół, nauczycieli i uczniów, wprowadzono trzecią grupę tematyczną: teleinformatyczną.

W tym roku szkolnym do zawodów I stopnia (szkolnych) przystąpiło 2231 uczniów ze 122 szkół, głównie techników kształcących w zawodach technik elektryk, technik elektronik i technik teleinformatyk. Do zawodów II stopnia (okręgowych) zakwalifikowało się 279 uczniów, a w zawodach III stopnia (finale olimpiady) wzięło udział 28 uczniów.

Zawody szkolne odbyły się 5 listopada 2010 r. Zawody drugiego stopnia rozegrano w dziesięciu okręgach 12 stycznia 2011 r. a finał miał miejsce 16 marca 2011 r. na Wydziale Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki Politechniki Łódzkiej. Uroczyste ogłoszenie wyników olimpiady zorganizowano, tak jak w ubiegłych latach, na Uniwersytecie Technologiczno-Przyrodniczym w Bydgoszczy 15 kwietnia br.





Jak co roku laureaci i finaliści olimpiady otrzymali zaświadczenia, zwalniające z części pisemnej egzaminu zawodowego kończącego naukę w szkole średniej. Zaświadczenia laureata i finalisty olimpiady są również przepustką na studia. Wyższe uczelnie techniczne przyjmują na studia laureatów i finalistów olimpiady z pominięciem zwykłego postępowania kwalifikacyjnego. Organizatorzy i sponsorzy wręczyli laureatom i finalistom również nagrody pieniężne i rzeczowe. Nagrody ufundowały także: Akademia Morska w Gdyni i redakcje czasopism technicznych *Elektroinstalatora* i *Elektroniki Praktycznej* – laureaci

i finaliści otrzymali roczne prenumeraty tych czasopism. Firma WA-GO-ELWAG z Wrocławia nagrodziła dwóch laureatów, zdobywców pierwszych miejsc w grupie elektrycznej i elektronicznej, półrocznymi stypendiami fundowanymi.

Podczas trwania olimpiady organizowane się imprezy dodatkowe, zwiększające walory merytoryczne olimpiady. Są to prezentacje firm sponsorskich, odczyty tematyczne związane z profilem olimpiady itp. W roku szkolnym 2011/2012 finał olimpiady zostanie zorganizowany po raz trzeci na Wydziale Elektrycznym Akademii Morskiej w Gdyni.

Akademia Tekniska – warsztaty transmisji danych w przemyśle

W połowie kwietnia odbyła się seria trzech praktycznych szkoleń zorganizowanych przez firmę Tekniska, na których prezentowano urządzenia sieciowe szwedzkiej marki Westermo. W warszawskim spotkaniu uczestniczyła redakcja Elektroniki Praktycznej.

Tekniska, wyłączny dystrybutor sprzętu Westermo w Polsce stara się wypromować oferowane przez siebie urządzenia sieciowe na polskim rynku. Od wielu lat organizuje pokazy, w trakcie których udowadnia, że dostarczane przez modemy i switche sieciowe mogą działać w nawet najtrudniejszych warunkach środowiskowych. Tym razem skoncentrowano się na praktycznych aspektach prezentowanych zagadnień.

Organizatorzy i uczestnicy

Warsztaty przeprowadzono w Gdańsku, Warszawie i we Wrocławiu. Wybór miejsc nie był przypadkowy – Gdańsk pozwolił na spotkanie z wieloma nowymi oraz potencjalnymi klientami. W Warszawie dużą część uczestników stanowili przedstawiciele firm, którzy korzystają już z urządzeń Westermo, a we Wrocławiu zebrał się głównie najsilniejszy partnerzy Tekniski. W każdym ze spotkań uczestniczyło nieco ponad



30 osób, przy czym ze strony organizatora przybyło 6-7 osób, które prowadziły prelekcje. Dodatkowo, na warszawską konferencję przyjechał ze Szwecji nowy wiceprezes Westermo – Anders Felling.

Sieci w praktyce

Akademia Tekniska ma w dużej mierze formę warsztatów, w trakcie których uczestnicy mają możliwość samodzielnie przetestować prezentowane produkty. Organizator wystawił szereg połączonych ze sobą urządzeń oraz kilka samodzielnych stanowisk, do których można było się podłączyć za pomocą laptopów. Duża liczba technicznie kompetentnych pracowników organizatora, przy względnie niedużej liczbie uczestników sprawiła, że bardzo łatwo było uzyskać pomoc

w testowaniu urządzeń. Co więcej, całkiem dużo czasu seminarium zarezerwowano właśnie na samodzielną konfigurację przygotowanych urządzeń.

Kolejne szkolenia

Organizator planuje przeprowadzenie kolejnych szkoleń z serii „Akademia Techniczna”, które odbędą się na jesieni tego roku. W planach jest także konferencja, której gospodarzami będzie Techniczna

wspólnie z jednym ze swoich partnerów – firmą Beckhoff. Nie jest wykluczone, że liczba organizowanych spotkań zostanie zwiększona, o ile wystąpi takie zapotrzebowanie.

Akademia Techniczna, dzięki formie warsztatów jest godna polecenia wszystkim czytelnikom Elektroniki Praktycznej, choć należy pamiętać, że są one skierowane tylko do przedstawicieli firm poszukujących nowych rozwiązań sieciowych stosowanych w przemyśle.

Marcin Karbowniczek, EP

NI Automated Test Summit 2011 w Polsce

Analizy przeprowadzone przez firmę National Instruments wskazują, że w zakresie testowania, oczekiwania firm produkujących urządzenia elektroniczne nie zmieniają się od wielu lat. Mówią one, że to co najbardziej usprawniłoby cały proces produkcyjny to możliwość skutecznego dzielenia się efektami prac poszczególnych działów: od projektantów, aż po testerów. NI postawiło sobie za cel spełnienie tych oczekiwań.

W drugiej połowie kwietnia firma National Instruments zorganizowała 3 konferencje z serii NI Automated Test Summit 2011, które odbyły się kolejno w: Warszawie, Krakowie i we Wrocławiu. Redakcja Elektroniki Praktycznej uczestniczyła w warszawskim spotkaniu, na które przybyło około 50 osób. Organizator dokonał podsumowania zmian na rynku, jakie zaszły na przestrzeni ostatnich lat oraz omawiał możliwości płynące ze stosowania platformy PXI.

Modularne urządzenia pomiarowe

Architektura PXI oraz LabView to technologie, które od momentu powstania znacząco ułatwiają tworzenie uniwersalnych systemów testujących. Możliwość integracji wielu komponentów pomiarowych w jednej obudowie oraz w ramach jednego interfejsu użytkownika to kluczowe cechy wynikające z koncepcji, jaką przyjęli zarówno twórcy LabView, jak i PXI. Dlatego właśnie to oprogramowanie i ten standard przemysłowy cieszą się w ostatnich latach coraz większym uznaniem ze strony producentów urządzeń elektronicznych.

Zaawansowane urządzenia

Dzieje się tak, gdyż z czasem nowopowstające urządzenia elektroniczne stają się coraz bardziej złożone. Oprócz rozrostu liczby dostępnych funkcji, uzyskują one także coraz większą wydajność. Sprawne przetestowanie ich w zakresie masowej produkcji wymaga użycia odpowiednio wydajnego i szybkiego algorytmu testowania, który pozwoli przebadать wszystkie wbudowane funkcje – najlepiej w tym samym tempie, w jakim odbywa się produkcja. Niejednokrotnie, raz stworzona platforma testowa nie nadaje się do ponownego użycia do testowania nowego produktu, gdyż jest zbyt mało wydajna. Jeśli została wykonana w oparciu o oddzielne urządzenia, budowa zmodernizowanej wersji będzie wymagała rozpoczęcia wielu wykonanych już wcześniej prac od zera.

Możliwości dzięki nowoczesnym technologiom

Specyfika platformy PXI (PCI eXtensions for Instrumentation) pozwala uniknąć tych problemów. Na rynku często pojawiają się nowe wersje chassis PXI, które wyposażone są w najnowsze procesory oraz układy FPGA, zapewniające wydajność przekraczającą potrzeby, jakie stawiają nawet najbardziej wymagające zadania testowania. Kompatybilność wsteczna oraz łatwość stworzenia nowych interfejsów użytkownika w LabView, tym bardziej usprawniają modernizację stanowisk testowych. Z tych powodów do PXI Systems Alliance (PXISA), organizacji która opiekuje się rozwojem standardu i tworzy zgodne



z nim urządzenia, przylączyła się coraz więcej firm. Skutkuje to poszerzeniem oferty kart pomiarowych PXI, których parametry dorównują pod względem rozdzielczości i częstotliwości próbkowania niemal najlepszym samodzielnym miernikom. Wyjątkiem są tylko najszybsze oscyloskopy i analizatory, których pasmo pracy nie zostało dotąd osiągnięte w żadnych kartach PXI.

Przebieg konferencji

Warszawska konferencja National Instruments została podzielona na dwa główne bloki. W pierwszym, dyrektor NI – Paweł Hoerner de Roithberg opowiedział o trendach rynkowych, a Pan Wojciech Rachwałski omówił możliwości płynące z wykorzystania zaawansowanych technik pomiarowych. Drugi blok był znacznie dłuższy i składał się z trzech części. Omawiano w nim praktyczne realizacje systemów pomiarowych, w których użyto produktów PXI i NI. Pierwsze z prezentacji wygłosili przedstawiciele firm ES International – CIT Engineering, Elcom i Veritech. Następnie omówiono takie zagadnienia jak metody redukcji czasu opracowania testów i ich optymalizacji. Na koniec przeprowadzono bezpłatny egzamin ze znajomości środowiska TestStandt (CTD) i LabView (CLAD), w którym mogli wziąć udział wszyscy zarejestrowani wcześniej uczestnicy.

Przebieg konferencji w pozostałych dwóch miastach różnił się nieznacznie. Wystąpili w nich dodatkowo przedstawiciele firm Alfa-mation i SE Borduetze Polska.

Marcin Karbowniczek, EP



Przeczytaliśmy (oceniaamy)

Bruce Carter, Ron Mancini, **Wzmacniacze operacyjne, teoria i praktyka**, BTC, Legionowo 2011. Z języka angielskiego przełożył Antoni Leśniewski

Ocena: 🍌🍌🍌🍌🍌



Nie ma chyba elektronika, który nie zna kultowej (jak się mówi obecnie) książki o wzmacniaczach operacyjnych, pierwszego w Polsce tak obszernego podręczniku na ten temat (Michał Nadachowski, Zbigniew Kulka, Analogowe układy scalone, WKiŁ, 1979r.).

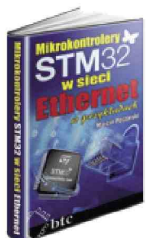
Podręcznik o podobnym znaczeniu dla elektroników projektantów, drugi w minionym półroczu dotyczący układów analogowych, opublikowało wydawnictwo BTC. Jesteśmy przekonani, że to trafny wybór. Jest to bardzo udane tłumaczenie najnowszego wydania (trzeciego) firmowej publikacji książkowej firmy Texas Instruments Incorporated. Zgodnie z podtytułem, Czytelnik znajdzie w niej wyczerpujące informacje dotyczące teorii i najważniejszych aspektów praktycznego stosowania wzmacniaczy operacyjnych. Dla konstruktora układów analogowych jest to nieodzowne kompendium wiedzy, wskazówek i gotowych rozwiązań układowych. To wszystko zawarto w 25 rozdziałach i obszernym dodatku. Omówiono podstawy teorii obwodów, zdefiniowano idealny i nieidealny wzmacniacz operacyjny oraz jego podstawowe konfiguracje układowe. Poruszono zagadnienia dotyczące stabilności, kompensacji i teorii sprzężenia zwrotnego oraz właściwości wzmacniaczy ze sprzężeniem zwrotnym prądowym i napięciowym. Szeroko opisano parametry wzmacniaczy operacyjnych i ich znaczenie. Wiele uwagi poświęcono współpracy wzmacniaczy operacyjnych z przetwornikami A/C i C/A oraz ich zastosowaniu w zakresie wielkich częstotliwości, w generatorach sinusoidalnych i filtrach aktywnych. Opisano metodykę ich projektowania, zasady projektowania obwodów drukowanych oraz układów niskonapięciowych ze wzmacniaczami operacyjnymi. W dodatku zamieszczono 40 przykładów gotowych rozwiązań układów z pojedynczym napięciem zasilania, w tym między innymi: wzmacniacze pomiarowe, integratory, układy różniczkujące generatory, filtry, wzmacniacze mocy, precyzyjne prostowniki itp.

Kompleksowy podręcznik dla wszystkich zajmujących się układami analogowymi: konstruktorów, studentów, a także hobbystów. Początkującym w elektronice analogowej szczególnie polecamy rozdziały 1...11. Zawierają one przystępnie prezentowany materiał, bezboleśnie wprowadzający w świat wzmacniaczy operacyjnych.

Taką książkę trzeba mieć na półce w zasięgu ręki, nawet gdy zajmujemy się tylko techniką cyfrową, bo przecież nawet wówczas trzeba umieć prawidłowo współdziałać z analogówką.

Marcin Peczerski, **Mikrokontrolery STM32 w sieci Ethernet w przykładach**, BTC, Legionowo 2011

Ocena: 🍌🍌🍌🍌🍌



Obecnie możliwości techniczne są takie, że prawie każde urządzenie z inteligentnym sterownikiem wyposażonym w interfejs Ethernet, a nie tylko komputer PC, można włączyć w lokalną sieć ethernetową, a z niej wyjść na szeroki Świat do Internetu. Daje to możliwość kontroli urządzeń, na przykład domowych, i sterowania nimi z dowolnego miejsca na Ziemi, nawet bardzo odległego, z zastosowaniem protokołu internetowego TCP/IP. Implementacja stosu protokołów sieciowych może być realizowana nie tylko w „dużych” komputerach, ale także systemach z wydajnymi obliczeniowo mikroprocesorami. Przy takich możliwościach nadzór nad „inteligentnym domem” jest naprawdę inteligentny.

Zamiarem Autora było właśnie przybliżenie Czytelnikowi tych zagadnień bogato zilustrowanych konkretnymi przykładami. Jako platformę sprzętową wybrał mikrokontroler STM32F107 z rdzeniem ARM Cortex - M3. Przykłady opracowano w języku C z użyciem dostępnej publicznie implementacji stosu TCP/IP (biblioteki lwIP) oraz CMSIS i ETH Firmware Library dostarczanych przez STMicroelectronics.

W książce podano podstawowe informacje o mikrokontrolerze STM32F107 oraz omówiono pliki źródłowe autorskich przykładów jego oprogramowania, wprowadzono w problematykę intersieci, oraz omówiono na przykładach, z załączeniem wersji źródłowych odpowiednich plików w języku C: stos TCP/IP z przykładami sterownika Ethernetu (w dwóch wersjach), programowanie w modelu klient-serwer, protokoły serwera i klienta TCP, protokoły UDP oraz serwis WWW.

Chociaż w książce zawarto wszystkie podstawowe informacje umożliwiające tworzenie ze zrozumieniem aplikacji sieciowych z mikrokontrolerami, to nie jest podręcznik dla początkujących. Aby efektywnie skorzystać z prezentowanego w niej materiału, Czytelnik powinien mieć podstawową wiedzę z zakresu elektroniki, systemów mikroprocesorowych (w tym znać architekturę mikrokontrolerów z rdzeniem Cortex - M3), informatyki i umieć programować w języku C. Wymagania dość spore, ale korzyści jakie wyniesie Czytelnik po jej uważnym przestudiowaniu są nie do przecenienia: nauczy się stosować protokół TCP/IP w nowoczesnych mikrokontrolerach z rdzeniem Cortex - M3, zapozna się z aplikacjami sieciowymi mikrokontrolerów STM32F, możliwościami interfejsu sieciowego oraz narzędziami programowymi i bibliotekami umożliwiającymi implementację stosu TCP/IP. Przydatne umiejętności zarówno dla projektantów systemów z mikrokontrolerami i programistów, jak również studentów kierunków: informatyka, elektronika i telekomunikacja oraz wszystkich hobbystów pragnących zastosować w swoich konstrukcjach nowoczesne rozwiązania sieciowe.

Przejrzeliśmy (prezentujemy)

Paul Butcher, **Debugowanie. Jak wyszukiwać i naprawiać błędy w kodzie oraz im zapobiegać**, Helion, Gliwice 2010



Wyszukiwanie przyczyn niewłaściwego zachowywania się programu i ich wyeliminowanie, czyli debugowanie programu, jest znużającą wszystkich programistów. Każdy, kto napisał jakiś program zna ten ból.

Nie chodzi o błędy składniowe popełniane przez początkujących, bo kompilator nieco podpowie, a doświadczony programista szybko je wyłapuje. Błędy merytoryczne związane z nieodpowiednim opisaniem algorytmu, konflikt z systemem operacyjnym, czy przegapienie ustawień jakichś rejestrów konfigurujących są dużo trudniejsze do wykrycia. Nawet uruchomienie programu w trybie krokowym, co jest częstą praktyką, i śledzenie wartości zmiennych jest zawodne i nieefektywne. Wydaje się, że zalgorytmizowanie procesu debugowania, czyli „usprawniania” kodu programu, jest niemożliwe i tak istotnie jest. Niemniej jednak można pokusić się o podanie zasad jak tworzyć łatwe w poprawianiu oprogramowanie, jak wykrywać przyczyny problemów z błędami i omijać czyhające pułapki. Z tymi problemami zmierzył się Autor, publikując książkę poświęconą tej tematyce. Znajdą w niej cenne rady i wskazówki zarówno początkujący programiści jak i doświadczone wygi w tej dziedzinie, którzy z licznych historyjek, dygresji i refleksji przyswoją sobie jakieś elementy i zastosują we własnym warsztacie. W książce znajdziemy wskazówki jak przygotować kod, który łatwo debugować, zapoznany się z procesem wykrywania błędów, ich reprodukcji, diagnozowania, wprowadzania poprawek w oprogramowaniu i rezygnacji z nich. Z jej pomocą nauczymy się używania narzędzi i metod zapewniających automatyczne wykrywanie potencjalnych przyczyn problemów, jeszcze przed ich wystąpieniem, a także tworzenia samodebugującego się oprogramowania, samoczynnie informującego o swoim stanie, z wykrywaniem źródeł potencjalnych problemów.

Podsumowując: w książce znajdziemy pożyteczne informacje podane w swobodnej, gawędziarskiej formie (o czym świadczą wybrane przykładowo tytuły rozdziałów: W tym szaleństwie jest metoda, Chyba mamy problem, Pragmatyczna nietolerancja, Naucz swe oprogramowanie samodebugowania) z licznymi dykteryjkami i uścisłającymi przypisami. Książka dla wszystkich parających się zawodowo programowaniem. Polecamy ją także początkującym programistom, aby opanowując tę sztukę nabierali już na starcie prawidłowych nawyków przygotowywania oprogramowania.

Na zakończenie zacytujemy refleksję tłumacza: „Zmagając się więc dziś i na co dzień z błędami we własnych aplikacjach, przy użyciu wymyślnych nieraz sztuczek i forteli, warto jednocześnie słuchać rad innych, zwłaszcza tych, którzy w tej kwestii mają dużo do powiedzenia – jak Paul Butcher, autor tej książki...”.

JJP

Saia®PCD Haptic Web-Panel

Technologia HapticTouch
wprowadza trzeci zmysł
do świata HMI

saia-burgess



MICRO, RUGGED AND HIGH SPEED INTERCONNECT SYSTEMS

Micro Systems

- Board-to-Board
- Signal Integrity
- Rugged
- Cable Assemblies

Rugged/Power

- Board-to-Board
- AccliMate™ IP68 Sealed
- Panel and I/O
- Extended Life Products

Cable Assemblies

- Discrete Wire Systems
- Standard and Unique RF
- IDC Flat Cable Assemblies
- High Speed Cables and Flex Circuits

Board-to-Board

- Flexible Board Stacking
- Micro Pitch and Low Profile
- Rugged and High Density
- One Piece Interfaces

High Speed

- High Speed Board-to-Board
- High Speed I/O Plugs and Sockets
- High Speed Flex Circuits
- High Speed Cable Assemblies

Sudden Service

- Short Lead Times
- 24 Hour Samples
- Signal Integrity Services
- Application Specific/
Ruggedizing Capabilities
- Testing, Simulation and
Validation Services



samtec
SUDDEN SERVICE

eltronika

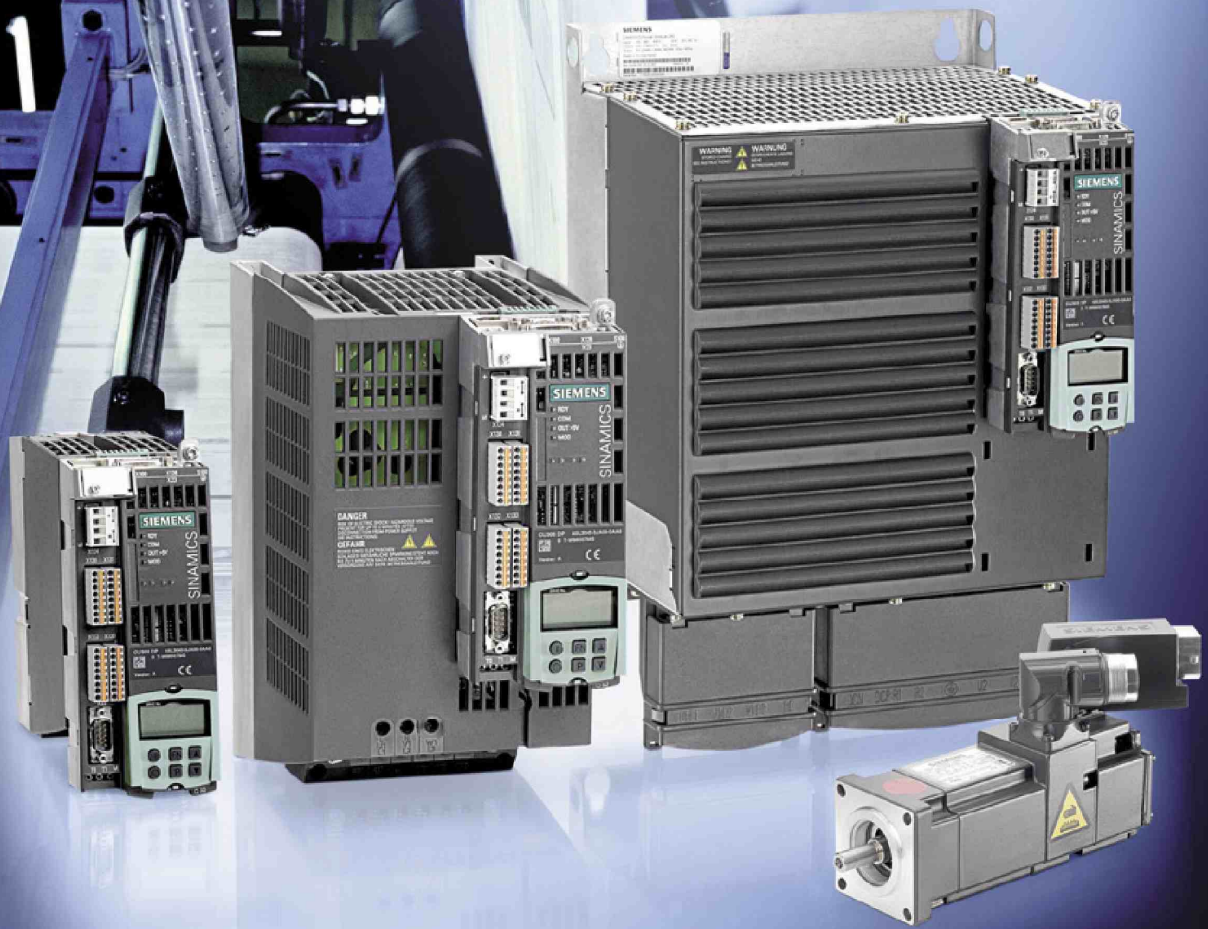
www.eltronika.pl

ELTRONIKA Sp. z o.o.

ul. Warszawska 41 pok. 7 • 05-092 Lomianki
tel. +48 22 751 9744 • fax: +48 22 751 9774
E-mail: info@eltronika.pl

ELTRONIKA - oddz. Katowice

ul. Dabrowskiego 1 • 40-032 Katowice
tel./fax: +48 32 257 2484
E-mail: katowice@eltronika.pl



Pozycjonowanie napędu SINAMICS (2)

W przykładzie pokażemy, w jaki sposób można pozycjonować silnik serwo mechanizmu za pomocą sterownika napędu Siemens Sinamics S110 z użyciem interfejsu impulsowego sterownika S7-1200 CPU1214C. Zarówno napęd serwo mechanizmu, jak i S7-1200 CPU mają indywidualne wewnętrzne liczniki impulsów, których zawartość reprezentuje bieżącą pozycję napędu. Przed przemieszczeniem do pozycji bezwzględnej, licznik w S7-1200 CPU musi zostać zsynchronizowany z pozycją fizyczną osi silnika.

Obliczanie maksymalnej częstotliwości dopuszczalnej dla silnika

W celu zapewnienia, że nie nastąpi wymuszenie pracy silnika z prędkością większą niż nominalna, trzeba określić maksymalną częstotliwość silnika, która może zostać wygenerowana przez interfejs impulsowy modułu S7-1200 CPU. Do wykonania tego trzeba znać nominalną prędkość pracy silnika oraz liczbę impulsów przypadającą na jeden obrót.

Szczególną cechą modułu Sinamics S110 jest możliwość zmiany liczby impulsów na jeden obrót silnika. Możliwy jest więc wybór między większą dokładnością pozycjonowania a największą możliwą

Dodatkowe materiały na CD/FTP:

<ftp://ep.com.pl>, user: 10925, pass: 87thc181

- pierwsza część artykułu

dynamiką napędu. Oznacza to, że gdy dokładność pozycjonowania wzrasta (większa liczba impulsów na obrót), to wał silnika porusza się mniejszymi skokami kąta. Występuje w tym przypadku ograniczenie maksymalnej prędkości.

Jeżeli dynamika jest większa (mniejsza liczba impulsów na obrót), to szybciej można osiągnąć nominalną prędkość obrotową silnika (a nawet ją przekroczyć). Jednakże wiąże się to ze wzrostem kąta obrotu silnika na jeden impuls. Pozycjonowanie jest wówczas mniej dokładne.

W tym przykładzie konfiguracji celem jest osiągnięcie nominalnej prędkości silnika. Zatem należy obliczyć liczbę impulsów na obrót. Rezultatem tego powinna być maksymalna częstotliwość silnika (nominalna prędkość) równa 3000 obrotów na minutę, co odpowiada maksymalnej możliwej dla S7-1200 częstotliwości impulsów wynoszącej 100000 impulsów na sekundę.

W tym wypadku obliczenie liczby impulsów dla napędu przebiega następująco:

Dane:

Nominalna prędkość silnika serwo mechanizmu (T_{Motor}) = 3000 rpm

Maksymalna częstotliwość impulsów z CPU (f_{CPU}) = 100000 pps

Obliczenia:

$$P_{Motor} = \frac{f_{CPU}}{\frac{T_{Motor}}{60s}} = \frac{f_{CPU} \times 60s}{T_{Motor}}$$
$$P_{Motor} = \frac{100000pps \times 60s}{3000rpm}$$
$$P_{Motor} = 2000ppr$$

Wynik:

Aby osiągnąć nominalną prędkość silnika, biorąc pod uwagę maksymalną częstotliwość 100 000 impulsów na sekundę, należy ustalić 2000 impulsów na obrót. W rezultacie dokładność pozycjonowania wynosi 0,18° na impuls.

Mniejsza liczba impulsów na obrót oznaczałaby, że może wystąpić przekroczenie nominalnej prędkości. Ograniczenie maksymalnej prędkości wyjściowej S7-1200 zapobiega przekroczeniu nominalnej prędkości przy mniejszej liczbie impulsów na obrót.

Przykład obliczeń dla większej dokładności pozycji

Jeżeli trzeba zwiększyć dokładność pozycjonowania, musi zostać powiększona liczba impulsów przypadających na jeden obrót. Dla maksymalnej częstotliwości 100 000 impulsów na sekundę oznacza to następującą wartość dla nominalnej prędkości silnika:

$$T_{Motor} = \frac{F_{CPU} \times 60s}{P_{Motor}}$$

Obliczenia:

$$T_{Motor} = \frac{100000pps \times 60s}{4000ppr}$$
$$T_{Motor} = 1500rpm$$

Zwiększamy liczbę impulsów na obrót do 4000 ppr.

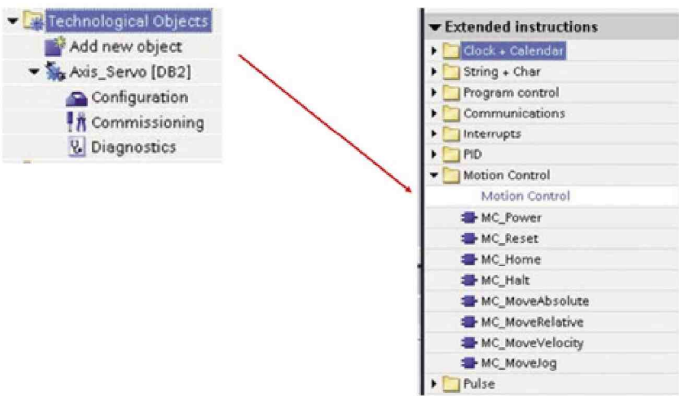
Wynik:

Przy dwukrotnie zwiększonej do 0,09° dokładności pozycjonowania nominalna prędkość silnika wynosi 1500 obrotów na minutę dla ustalonej maksymalnej częstotliwości 100 000 impulsów na sekundę.

Obiekt technologiczny „axis” i bloki funkcyjne „motion control”

Obiekt technologiczny „axis” (rysunek 14) reprezentuje oś obiektu sterowania i umożliwia sterowanie napędem serwo-mechanizmu za pomocą interfejsu impulsowego modułu S7-1200 CPU1214C. Obiekt „axis” jest sterowany za pomocą instrukcji „motion control”.

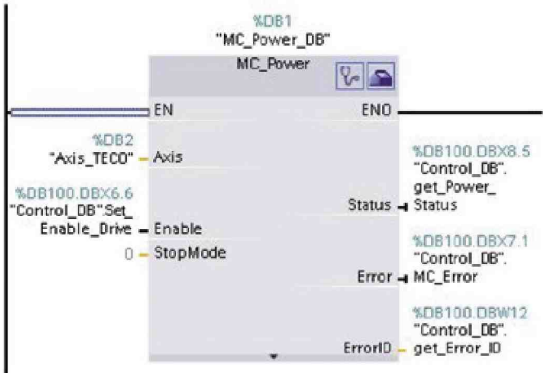
Dla zrealizowania wszystkich funkcji niniejszego przykładu konfiguracji konieczne są bloki programowe zestawione w tabeli 2, które muszą być wywoływane cyklicznie w programie użytkownika.



Rysunek 14. Obiekt technologiczny „axis”

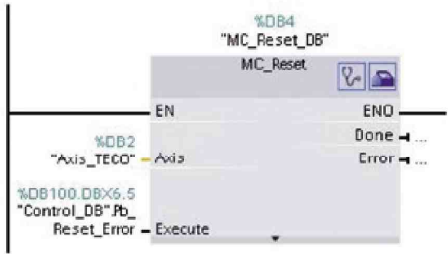
Uwaga

Zastosowanie dodatkowej płytki sygnałowej SB 1222 DC pozwala na zwiększenie maksymalnej częstotliwości impulsów sterujących PLC do 200000 impulsów na sekundę.



Rysunek 15. Pomoc programu STEP 7 Basic

Tabela 2. Wykaz bloków programowych		
Nr	Blok programowy	Funkcja
1.	MC_Power	Aktywacja/dezaktywacja osi
2.	MC_Reset	Potwierdzenie wszystkich ujawnionych błędów
3.	MC_MoveJog	Tryb ręczny (Jog mode)
4.	MC_Move Velocity	Przesunięcie osi z określoną prędkością i kierunkiem
5.	MC_Home	Stan spoczynkowy osi (Homing)
6.	MC_Halt	Kasowanie wszystkich ruchów, zatrzymanie osi
7.	MC_MoveAbsolute	Pozycjonowanie bezwzględne osi
8.	MC_MoveRelative	Pozycjonowanie względne osi



Rysunek 16. Wejście „Execute” bloku „MC_Reset”

Aktywacja/dezaktywacja osi (MC_Power)

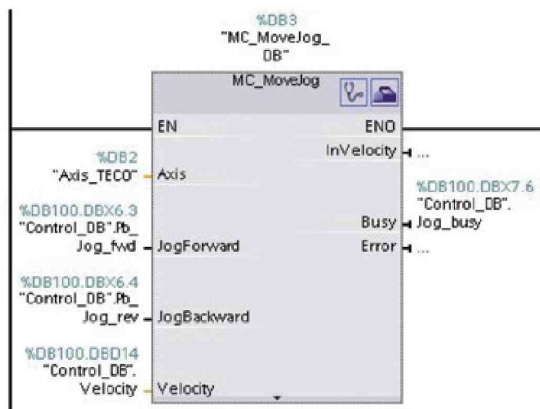
Zanim można będzie przesunąć oś, musi nastąpić jej uaktywnienie. Po podaniu na wejście „Enable” bloku „MC_Power” sygnału „TRUE” następuje ustawienie stanu wyjścia obiektu technicznego „axis” skonfigurowanego modułu S7-1200 i włączenie napędu serwo-mechanizmu. Wejście „StopMode” wskazuje, czy ruch osi powinien być po osiągnięciu pozycji „emergency stop” zatrzymany z opóźnieniem i następnie wyłączony („0”), czy też oś ma być zatrzymana natychmiast („1”). Napęd serwo-mechanizmu sygnalizuje gotowość na wyjściu „Status” bloku. Błędy powstające podczas działania urządzenia są wyświetlane na wyjściu „Error”, a ich identyfikacja – na wyjściu „ErrorID”. Wykaz opisów ErrorID można znaleźć w pomocy programu STEP 7 Basic (rysunek 15).

Potwierdzenie błędu (MC_Reset)

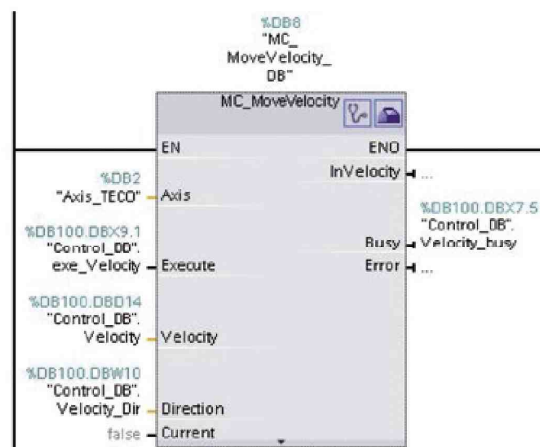
Jeżeli jest aktywny sygnał błędu wymagający potwierdzenia, można go wyzerować dodatnim zboczem sygnału na wejściu „Execute” bloku „MC_Reset” (rysunek 16).

Przesuwanie ręczne – tryb ręczny (MC_MoveJOG)

W celu umożliwienia przesuwania w trybie ręcznym (jog mode) dostępny jest blok „MC_MoveJog”. Po określeniu prędkości na wejściu „Velocity” i uaktywnieniu wejścia „JogForward” lub „JogBackward”, na wyjściu impulsów sterowania bloku pojawia się ciąg impulsów



Rysunek 17. Blok „MC_MoveJog”



Rysunek 18. Blok „MC_MoveVelocity”

trwający aż do chwili dezaktywacji odpowiedniego wejścia. Wyjście „Busy” jest aktywne przez cały czas poruszania osi za pośrednictwem tego bloku (rysunek 17).

Przesuwanie ręczne – z ustaloną prędkością (MC_Velocity)

Do przemieszczania z określoną prędkością jest dostępny blok „MC_MoveVelocity”. Po ustaleniu prędkości na wejściu „Velocity” i podaniu dodatniego zbocza na wejście „Execute”, na wyjściu impulsów sterowania bloku pojawia się ciąg impulsów trwający aż do chwili, gdy zostanie uaktywniony blok „MC_Halt”.

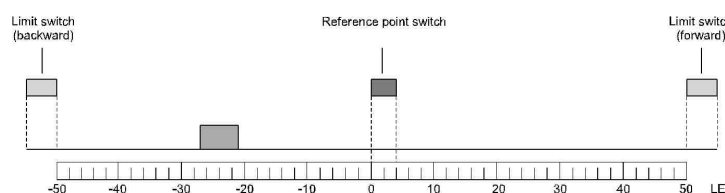
Wejście „Direction” jest używane do określenia kierunku obrotu i może przyjmować następujące trzy wartości:

- 0: kierunek obrotu jest sterowany znakiem (+/-) wartości zadanej prędkości,
- 1: dodatni kierunek obrotu (wartość prędkości bez znaku),
- 2: ujemny kierunek obrotu (wartość prędkości bez znaku).

Wyjście „Busy” jest aktywne przez cały czas poruszania osi za pośrednictwem tego bloku (rysunek 18).

Pozycja spoczynkowa (MC_Home)

Zanim rozpocznie się poruszanie silnikiem serwomechanizmu, sterownik musi znać pozycję fizyczną osi. Sprawdzanie pozycji fizycznej (*homing*) będzie wyjaśnione na przykładzie osi liniowej. Ta oś ma postać, na przykład, listwy połączonej z silnikiem serwomecha-



Rysunek 19. Zależność przesunięcia liniowego LU od liczby impulsów

Niebezpieczeństwo!

Aby zapewnić pozycjonowanie wewnątrz dozwolonego obszaru, należy przedtem sprawdzić oś do położenia spoczynkowego.

nizmu. Jeden obrót silnika odpowiada 2000 impulsów i przesunięciu listwy o jednostkową długość [LU] – rysunek 19.

Zakładamy, że oś oznaczona na rysunku na zielono jest domyślnie położona na lewo od wyłącznika punktu odniesienia w pozycji „0”. Oś jest poruszana po podaniu dodatniego zbocza sygnału na wejście „Execute” bloku „MC_Home” przy określonej prędkości i kierunku ruchu. Kierunek i prędkość poruszania są definiowane przy konfiguracji obiektu technicznego. Ruch osi jest zgodny z tą konfiguracją tylko wtedy, gdy na wejście „Mode” bloku „HC_Home” jest podana wartość „3”.

Można wyróżnić trzy przypadki mające wpływ na sprowadzanie osi do położenia spoczynkowego.

Przypadek 1: pozycja początkowa na lewo od punktu odniesienia; spowolnienie ruchu do minimalnej prędkości jest zakończone przed osiągnięciem ujemnego zbocza

Na dodatnim zboczu sygnału z wyłącznika punktu odniesienia silnik zaczyna zwalniać aż do osiągnięcia mniejszej prędkości. Następnie oś przesuwa się dalej i zatrzymuje przy ujemnym zboczu sygnału z wyłącznika punktu odniesienia. Licznik pozycji zostaje ustawiony na wartość bezwzględną wprowadzoną na wejście „Position”.

Przypadek 2: pozycja początkowa na lewo od punktu odniesienia; spowolnienie ruchu do minimalnej prędkości nie jest zakończone przed osiągnięciem ujemnego zbocza

W przypadku, gdy spowolnienie ruchu do minimalnej prędkości nie jest zakończone przed osiągnięciem ujemnego zbocza sygnału z wyłącznika punktu odniesienia, oś zostaje zatrzymana. Następnie oś porusza się powoli wstecz aż do pojawienia się dodatniego zbocza sygnału z wyłącznika punktu odniesienia. Następuje ponowne zatrzymanie osi, a następnie jej powolne przesunięcie do osiągnięcia ujemnego zbocza.

Przypadek 3: pozycja początkowa na prawo od punktu odniesienia

Jeżeli oś znajduje się w punkcie wyłącznika punktu odniesienia lub za nim, wykrycie ruchu następuje nie przez wyłącznik punktu odniesienia, lecz wyłącznik krańcowy i oś zostaje zatrzymana. Następnie oś zostaje przesunięta wstecz z określoną prędkością aż do osiągnięcia punktu odniesienia, po czym następuje zwykły proces ustawiania w punkcie spoczynkowym.

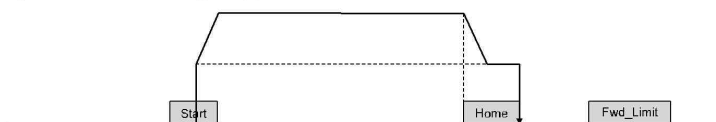
Wyjście „Busy” jest aktywne przez cały czas poruszania osi za pośrednictwem tego bloku. Po pomyślnym zakończeniu funkcji bloku bit statusu „HomingDone” przyjmuje wartość „TRUE” w bloku danych obiektu technologicznego „axis”.

REKLAMA

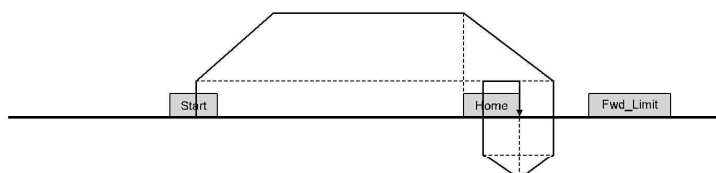




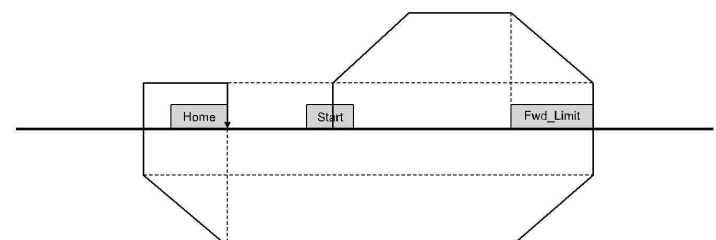
Rysunek 20. Blok „MC_Home”



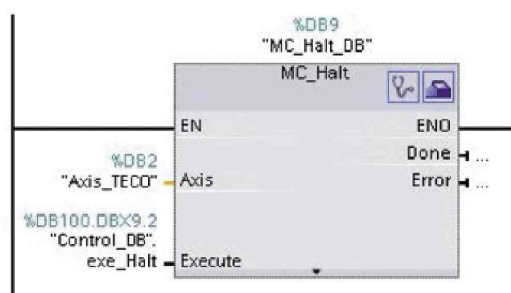
Rysunek 21. Pozycja początkowa na lewo od punktu odniesienia, a spowolnienie ruchu przed osiągnięciem zbocza ujemnego



Rysunek 22. Pozycja początkowa na lewo od punktu odniesienia, a spowolnienie ruchu nie jest zakończone przed osiągnięciem zbocza ujemnego



Rysunek 23. Pozycja początkowa na prawo od punktu odniesienia



Rysunek 24.

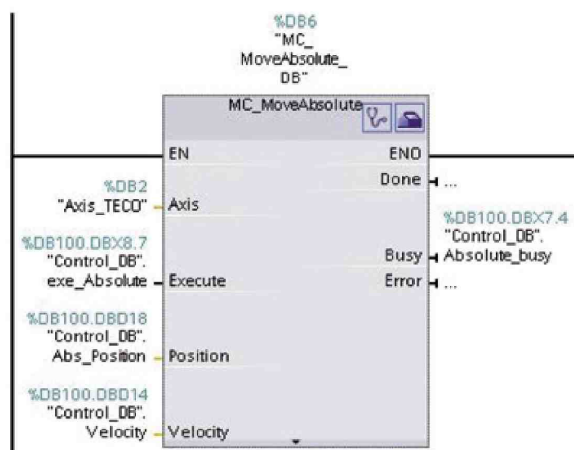
Przerwanie zadania (MC_Halt)

Każde aktywne zadanie, tzn. każdy aktywne przesuwanie osi, może zostać zatrzymane za pomocą bloku „MC_Halt” (rysunek 24). Na dodatnim zboczach sygnału na wejściu „Execute” oś zostaje zatrzymana z pewnym opóźnieniem. Pozycja, w której oś się zatrzymuje, nie jest określona.

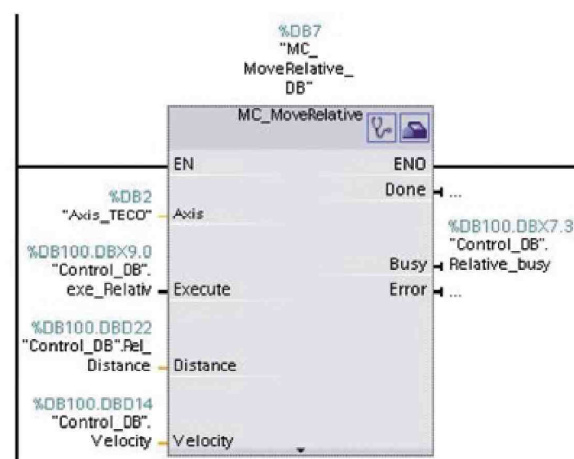
Poza tym każde aktywne zadanie może zostać przerwane przez uruchomienie nowego zadania. Zawsze tylko ostatnio uruchomione zadanie jest aktywne. Przykład: oś porusza się z określoną prędkością. Jeżeli zostanie uaktywnione zadanie sterowania ręcznego, to zadanie ze stałą prędkością zostaje skasowane, a uaktywnione zadanie z ręcznym sterowaniem.

Pozycjonowanie bezwzględne (MC_MoveAbsolute)

Dzięki możliwości ustawienia w pozycji spoczynkowej, znana jest bieżąca pozycja osi. Za pomocą bloku „MC_MoveAbsolute” (rysunek 25) można osiągnąć dowolną pozycję w [mm] w granicach



Rysunek 25. Blok MC_MoveAbsolute



Rysunek 26. Blok MC_MoveRelative

krańców mechanicznych, specyfikując rzeczywistą pozycję. Poza tym trzeba podać wartość prędkości ruchu.

Jeżeli wykonanie bloku rozpoczyna się dodatnim zboczem sygnału podanego na wejście „Execute”, następuje obliczenie wymaganej liczby impulsów, koniecznej do przemieszczenia osi do pozycji docelowej. Następnie silnik zostaje przyspieszony, jeśli to możliwe, do określonej prędkości, a następnie zatrzymany, z pewnym opóźnieniem, w pozycji docelowej.

Pozycjonowanie względne (MC_MoveRelative)

Oprócz pozycjonowania bezwzględnego, istnieje też opcja przesunięcia względnego na dowolną odległość, w wybranym kierunku i z wybraną prędkością za pośrednictwem bloku „MC_MoveRelative” (rysunek 26).

Po uruchomieniu bloku dodatnim zboczem na wejściu „Execute”, oś przesuwa się na określoną odległość z wybraną prędkością. Kierunek jest określany na podstawie znaku (+/-) wartości odległości.

Zerowanie pozycji (Clear Position)

Zerowanie pozycji napędu jest stosowane dla osi obrotowych w celu uniknięcia przemieszczenia poza maksymalną możliwą pozycję, a więc uniknięcia powodowanych tym zakłóceń. Jeżeli aktywne jest wyjście „Clr”, liczniki dla ustawionej i aktualnej pozycji napędu zostają ustawione na „0”. Jest to konieczne dla eliminacji możliwych różnic zawartości tych liczników.

Jeżeli pojawi się błąd pozycjonowania wynikający ze znacznej różnicy między ustawioną i aktualną pozycją, jedyną możliwością korekty tego błędu jest zresetowanie pozycji. Przy włączaniu napędu, wyjście cyfrowe „CLR” jest automatycznie uaktywniane przez jedną sekundę, ponieważ, w zależności od typu enkodera, po włączenia zasilania może pojawić się różnica między wartością ustawioną i aktualną.

Andrzej Gawryluk

Opracowano na podstawie materiałów firmy Siemens.

Gotowe moduły liniowe

Aplikacje związane z paletyzacją i przenoszeniem produktów

Firma WObit od 1991 roku funkcjonuje na polskim rynku automatyki przemysłowej, nie tylko jako dystrybutor, ale również jako producent całego szeregu rozwiązań. W portfolio produkcyjnym WObitu znajdują się takie urządzenia, jak sterowniki oraz zadajniki trajektorii dla silników krokowych, sterowniki silników DC, różnego rodzaju urządzenia pomiarowe pozwalające na podłączenie czujników monitorujących szereg wielkości fizycznych (np. drogę, siłę, moment obrotowy itp.). W 2009 rozpoczęto produkcję autorskiego rozwiązania mechatronicznego, jakim jest inteligentna oś liniowa.

Moduł liniowy MLA napędzany paskiem zębatym

Moduł liniowy MLA, przedstawiony na **rysunku 1** jest ekonomicznym urządzeniem do realizacji przemieszczeń liniowych wymagających pozycjonowania. Moduł bazuje na profilu aluminiowym o zastrzeżonym wzorze przekroju i szynowej prowadnicy liniowej, po której toczący się wózek napędzany jest paskiem zębatym. Pozycjonowanie paskiem zębatym jest tańszą choć mniej dokładną alternatywą dla drogich rozwiązań bazujących na śrubach pociągowych.

Moduł napędzany jest standardowo silnikiem krokowym, a ruch obrotowy kół zębatych zamieniany jest na przemieszczenie

liniowe wózka prowadnicy za pomocą paska zębatego.

Zintegrowany układ sterowania silnikiem krokowym zamknięty w kompaktowej obudowie eliminuje nadmiar kabli i sprawia, że konstrukcja jest zwarta i nie należy martwić się o dodatkowe elementy sterowania. Dostępna jest elektronika ze zwykłym sterowaniem mikrokrokovym kontrolowanym wejściami impulsowymi i kierunku oraz bardziej zaawansowana elektronika sterująca zawierająca zadajnik trajektorii (**rysunek 2**). Interfejs USB umożliwia łatwe połączenie z każdym komputerem PC. Układ sterowania posiada dodatkowo wejścia/wyjścia, które mogą być dowolnie skonfigurowane i wyko-



Rysunek 2. Zadajnik trajektorii

rzystane np. do synchronizacji z drugim modulem, bądź do sterowania innymi elementami wykonawczymi.

Oś liniowa na pasku zębatym została stworzona do określonych rozwiązań. Jej główną zaletą jest łatwość aplikacji, kompaktowa budowa i bardzo atrakcyjna cena wynikająca z zastosowanej technologii. Niestety przy napędzie wykorzystującym pasek zębaty można przenosić elementy o stosunkowo niskiej masie (do 4 kg w układzie pionowym). Przedstawione warunki predestynują moduł liniowy MLA do przenoszenia np. czujników pomiarowych, skanerów, a także niewielkich towarów. Jej zastosowanie w paletyzacji definiuje zatem przede wszystkim waga przenoszonego produktu. Należy przy tym uwzględnić wagę zastosowanego chwytaka mechanicznego lub pneumatycznego.

Moduł liniowy MLAS napędzany śrubą kulową

W 2010 roku w wyniku zapotrzebowania rynku na napęd liniowy o zwiększonej nośności oraz precyzji, firma WObit zaprojektowała i wyprodukowała moduł liniowy napędzany śrubą kulową. Moduł MLAS został przedstawiony na **rysunku 3**. Nowe rozwiązanie przy zachowaniu założeń związanych z ergonomią i ekonomią, stwarza możliwość przenoszenia znacznie większych ciężarów (do 100 kg w układzie pionowym) i umożliwia pozycjonowanie z dokładności



Rysunek 1. Moduł liniowy MLA

Tabela 1. Porównanie parametrów modułu liniowego MLA i MLAS						
Moduł liniowy	Maks. prędkość liniowa [m/s]*	Precyzja pozycjonowania [mm]*	Maks. siła udźwigu [N]*	Przełożenie napędu	Zastosowana prowadnica	Zastosowany wózek
MLA	1	0,1	40	1 [obr]/150 [mm]	HGR15	HGH15
MLAS	0,2	0,01	1000	1 [obr]/4 [mm]	EGR15	EGW15CC
* wartość parametru zależy od zastosowanego napędu						

do 0,01 mm. Porównanie parametrów technicznych modułów MLA i MLAS przedstawiono w **tabeli 1**. Zachowanie wymienionych parametrów jest silnie uzależnione od zastosowanego napędu. W celu osiągnięcia optymalnych parametrów pracy, WObit proponuje zastosowanie silników krokowych wymienionych w **tabeli 2** lub silnika DC serii 1.61.050.xxx, którego parametry przedstawiono w **tabeli 3**.

MLA i MLAS

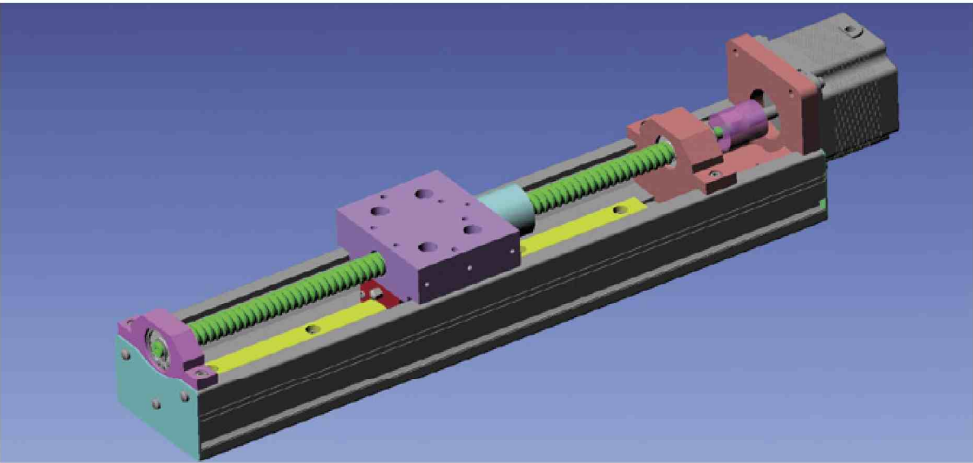
Do kontroli ruchu osi liniowych producent dostarcza cały szereg sterowników, a także zadajników trajektorii. W zależności od potrzeb użytkownik może dokonać wyboru urządzenia jedno lub wieloosiowego, a także umożliwiającego zadawanie trajektorii ruchu lub pozwalającego na podłączenie do zewnętrznego sterownika typu PLC, albo współpracę z popularnymi programami MACH2 i MACH3. W **tabeli 4** zamieszczono dostępne urządzenia kontroli ruchu predestynowane do współpracy z osią liniową MLA lub MLAS.

Zastosowanie osi liniowych MLA w paletyzacji

Z uwagi na modularność dostarczanych napędów liniowych MLA i MLAS, a także możliwość łączenia ich w układy wieloosiowe (**rysunek 9**), stanowią one interesujące rozwiązanie, które umożliwia budowę robotów kartezyjskich typu xyz. W paletyzacji produktów bardzo często korzysta się z wieloosiowych robotów manipulacyjnych lub robotów SCARA, które pozwalają na generowanie złożonej trajektorii ruchu. Stosowanie tego typu zaawansowanych, a zarazem drogich rozwiązań, nie zawsze jest potrzebne. Istnieją aplikacje, które polegają na przenoszeniu produktów w linii prostej, z punktu A do punktu

Tabela 2. Silniki krokowe dedykowane do osi liniowych MLA i MLAS				
Model	Krok [°]	Napięcie [V]	Prąd [A]	Moment [Nm]
57BYGH804	1,8	3,3	3,0	1,20
57BYGH805	1,8	4,2	4,2	1,60
60BYGH603	1,8	5,0	2,5	1,90
60BYGH604	1,8	1,4	4,0	0,86

Tabela 3. Silniki DC serii 1.61.050.xxx dedykowane do osi liniowych				
Model	Przełożenie	Napięcie [V]	Prąd [A]	Moment [Nm]
1.61.050.xxx	6,3 .. 714	12, 24	0,6 .. 3,3	0,4 .. 5



Rysunek 3. Moduł MLAS

B, lub wymagają przemieszczania się w układzie XY. W takich okolicznościach, bardzo często korzysta się robotów kartezyjskich. Zbudowanie takiego urządzenia wymaga jednak sporej wiedzy z zakresu mechatroniki, a także czasu, który trzeba poświęcić na jego zaprojektowanie, złożenie i zaprogramowanie. W tym miejscu, naprzeciw potrzebom użytkowników wychodzi firma WObit, która dostarcza gotowe osie liniowe, po bardzo korzystnej cenie. Oszczędność nie stanowi już więcej argumentu nakłaniającego do samodzielnej budowy manipulatora kartezyjskiego. W firmie WObit można zakupić niemalże gotowe rozwiązanie. Oprócz modułów linio-

wych MLA i MLAS, dostępny jest cały szereg akcesoriów montażowych, umożliwiających budowę układów xyz, a także mocowanie do wózków dodatkowych elementów, pod różnym kątem. Wśród nich możemy wyróżnić takie elementy, jak:

- MLA-KM1 (umożliwia montaż do płytki wózka modułu liniowego pod kątem 90 stopni drugiego modułu lub dowolnego elementu mechanicznego),
- MLA-KM2 (jak wyżej, przy czym specjalne owiercenie umożliwia montaż w czterech położeniach),
- MLA-KM3 (umożliwia zamocowanie drugiego modułu współosiowo, równo-

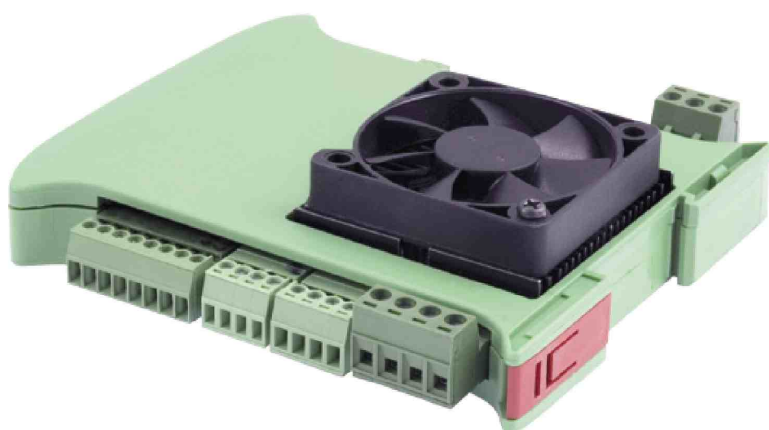
Tabela 4 Zestawienie urządzeń kontroli ruch dedykowanych dla osi liniowych MLA MLAS						
Urządzenie	MGZT1 (rysunek 4)	MI 3.8.9 (rysunek 5)	SIC 184 (rysunek 6)	SQCA 244 (rysunek 7)	SMC 108 (rysunek 8)	MLA SI/SK (rysunek 2)
Funkcja	Zadajnik trajektorii	Zadajnik trajektorii	Zadajnik trajektorii/ Sterownik silnika krokowego	Sterownik silnika krokowego	Sterownik silnika krokowego	Zadajnik trajektorii/ Sterownik silnika krokowego
Zasilanie	230 V _{AC} lub 15...36 V _{DC}	10...36 V _{DC}	12...40 V _{DC}	12...36 V _{DC}	12...38 V _{DC}	do 36 V _{DC}
Wyświetlacz z klawiaturą	tak	nie	Nie	nie	nie	nie
Wejścia/Wyjścia	tak/tak	tak/tak	tak/tak	tak/tak	tak/nie	tak/tak
Pamięć nieulotna	tak	tak	Tak	nie	nie	nie
Protokół MODBUS RTU	tak	nie	Tak	nie	nie	Nie
Złącze LPT	nie	nie	nie	tak	nie	Nie
Prąd fazy	–	–	do 4 A	do 4 A	do 7,5 A	do 4 A
Podział kroku	–	–	1/64	1/64	1/16	1/64
Ilość obsługiwanych osi	1	3	1	4	1	1
Współpraca z HMI/PLC	tak	nie	Tak	nie	nie	nie
Zabudowany w module liniowym	nie	nie	Nie	nie	nie	tak



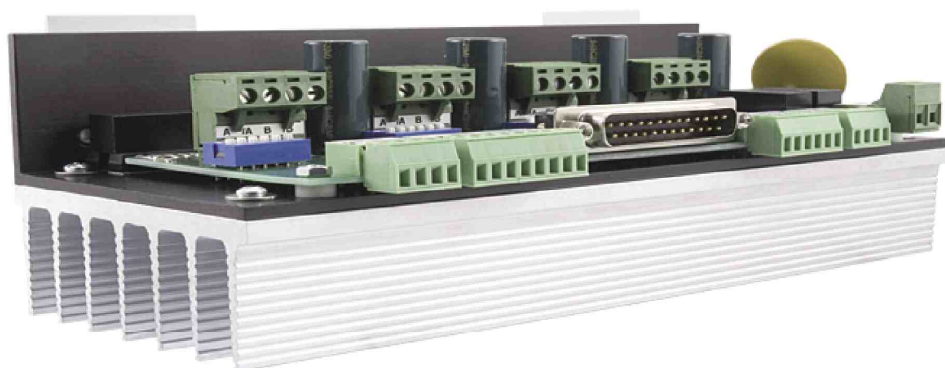
Rysunek 4. MGZT 1



Rysunek 5. MI 3.8.9



Rysunek 6. SIC 184



Rysunek 7. SQCA 244



SIC184

Programowalny sterownik silników krokowych z wbudowanym indeksersiem

SIC184 jest programowalnym sterownikiem silników krokowych o prądzie sterowania do 4A. Oprócz końcówki mocy posiada także indeksers i generator trajektorii, który pozwala na precyzyjne określenie pozycji, prędkości i przyspieszenia 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 pełne wyeliminowanie sterownika PLC w niektórych zastosowaniach.

- Sterownik dla silników krokowych o prądzie do 4A
- Wbudowany generator trajektorii (możliwość zadawania prędkości, przyspieszenia i pozycji)
- Wbudowany indeksers (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



Doradztwo techniczne
+48 61 291 22 25



Obsługa klienta
+48 61 835 08 00



Internet
wobit@wobit.com.pl

W zależności od potrzeb, oś liniową można wyposażyć w sterownik z wejściem enkoderym (np. SIC 184), umożliwiającą pracę w pętli zamkniętej. Zastosowanie rozwiązania daje pewność osiągnięcia wymaganej pozycji, zwłaszcza w przypadku zastosowania enkodera liniowego informującego o bieżącym położeniu wózka modułu.

Wyposażenie zadajników trajektorii w protokół MODBUS RTU, stworzyło zupełnie nowe możliwości w zakresie ich wzajemnej komunikacji lub w przypadku łączenia sterowników z zewnętrznymi urządzeniami, takimi, jak panel HMI lub sterownik PLC. Do połączenia wykorzystywany jest inter-

fejs RS485. Użycie ekranu dotykowego pozwala operatorowi robota na dokonywanie wyboru np. odpowiedniego programu pracy lub na wprowadzenie nastaw dla robota. W przypadku bardziej złożonych operacji, istnieje możliwość podłączenia sterownika PLC, który spełniałby rolę nadrzędną. Przykładowy schemat połączeń przedstawiono na rysunku 11.

Nie każda aplikacja wymaga jednak bardzo skomplikowanego programu oraz graficznej wizualizacji. W takiej sytuacji idealne rozwiązanie stanowi zadajnik MGZT1 wyposażony w wyświetlacz oraz klawiaturę. Przedni panel pozwala na wprowadzenie do urządzenia prostego programu, bez konieczności łączenia go z komputerem. Kolejnym bardzo ko-

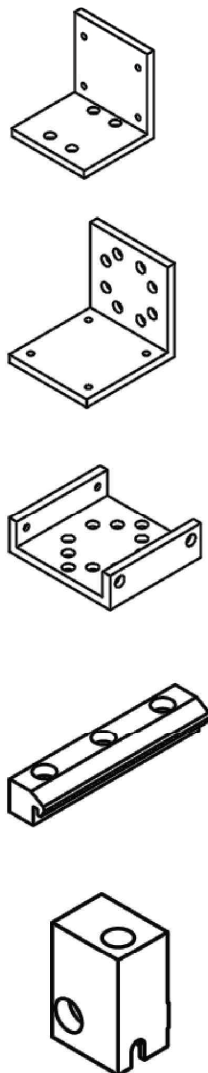
rzystną funkcją jest możliwość wyzwalania ruchu za pomocą tej samej klawiatury.

Podsumowanie

Firma WObit posiada w swojej ofercie gotowe moduły liniowe napędzane paskiem zębatym lub śrubą kulową, które umożliwiają budowę układów xyz. Dostarczane osie MLA i MLAS mogą posłużyć do budowy robota paletyzującego. Niezbędny układ mechatroniczny uzupełniają takie elementy, jak akcesoria montażowe, sterowniki silników, zadajniki trajektorii, czujniki oraz panele HMI i sterowniki PLC. WObit udostępnia do swoich urządzeń gotowe środowisko, dające możliwość łatwego generowania trajektorii ruchu. W razie potrzeb WObit świadczy również usługi w zakresie aplikacji swoich systemów na produkcji lub podejmuje współpracę z firmami-integratorami, które mogą podjąć się budowy określonego rozwiązania. Głównym założeniem wprowadzonych do produkcji osi liniowych jest ich niski koszt oraz łatwość zastosowania. Zachęcamy zatem do automatyzacji własnych linii produkcyjnych i budowy dowolnych konstrukcji robotycznych opartych o moduły liniowe MLA i MLAS, ponieważ zakres ich wykorzystania ogranicza jedynie wyobraźnia.

Przemysław Degórski
Kierownik Działu Doradztwa
i Sprzedaży

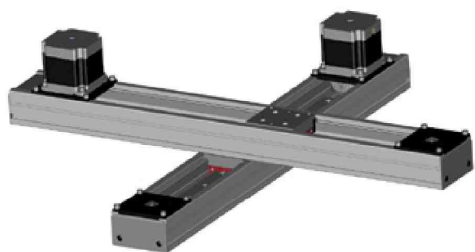
P.P.H. WObit E.K.J. Ober s.c.
ul. Gruszkowa 4, 61-474 Poznań
WObit@wobit.com.pl
www.wobit.com.pl



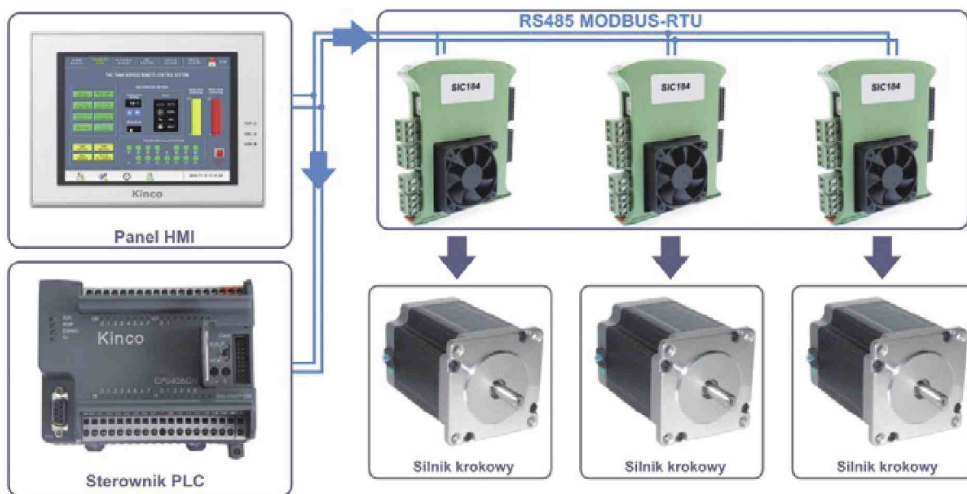
Rysunek 10. Zestaw akcesoriów do MLA i MLAS



Rysunek 8. SMC 108



Rysunek 9. MLA i MLAS połączone w układ wieloosiowy



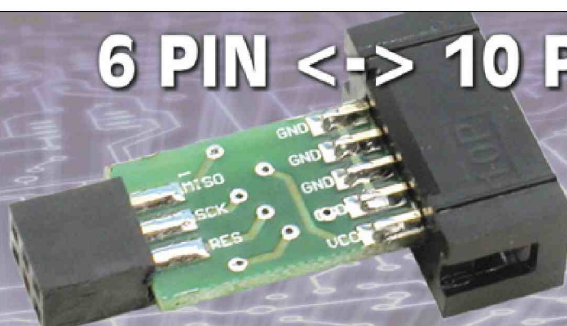
Rysunek 11. Przykładowy schemat połączeń

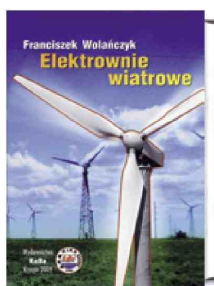
REKLAMA

PRZEJŚCIÓWKA AVR-ISP
AVT1593

6 PIN <-> 10 PIN

www.sklep.avt.pl





kod zamówienia
KS-110209

Elekrownie wiatrowe

Książka adresowana jest do wszystkich osób interesujących się wykorzystaniem energii wiatrowej, a w szczególności do osób, które zawodowo w jakikolwiek sposób zajmują się w praktyce realizacją wykorzystania energii wiatru. Książka może być też cenną pomocą dla uczniów i studentów odpowiednich kierunków nauczania.

W książce w sposób zwięzły, a jednocześnie wyczerpujący i przystępny przedstawiono tematy związane z wykorzystywaniem energii wiatrowej. Omówiono więc podstawy teoretyczne, a także zasady i sposoby praktycznej realizacji elektrowni wiatrowych.

F. Wolańczyk, stron: 125, cena: 34 zł

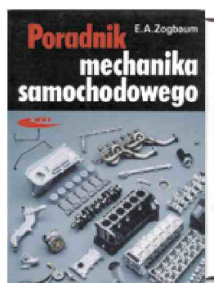


kod zamówienia
KS-110401

Wzmacniacze operacyjne teoria i praktyka

Książka jest kompleksowym podręcznikiem dla konstruktorów układów analogowych, poruszającym wszystkie istotne zagadnienia związane z projektowaniem kompletnych torów sygnałowych, przede wszystkim realizowanych na wzmacniaczach operacyjnych. Autorzy omówili w niej wszystkie zagadnienia niezbędne do zrozumienia podstaw aplikacyjnych i układowych, przygotowali także skrócony kurs podstawowy bazujący na uproszczonych lecz kompletnych merytorycznie wykładach podstaw z teorii obwodów.

Bruce Carter, Ron Mancini, stron: 536, cena: 79 zł

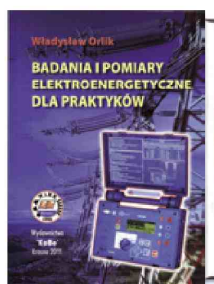


kod zamówienia
KS-110400

Poradnik mechanika samochodowego

Bogato ilustrowany fachowy poradnik zawierający podstawowe wiadomości o budowie i naprawach zespołów i podzespołów samochodów. Zasady prawidłowego wykonania prac obsługowo-naprawczych gwarantujące właściwą jakość naprawy, a także sposoby poprawnego posługiwania się narzędziami specjalnymi i przyrządami pomiarowymi. Odbiorcy książki: uczniowie średnich szkół samochodowych oraz użytkownicy samochodów.

Emil A. Zogbaum, stron: 208, cena: 49 zł



kod zamówienia
KS-110208

Badania i pomiary elektroenergetyczne dla praktyków

Książka jest przeznaczona dla elektryków wykonujących prace kontrolno-pomiarowe przy urządzeniach elektroenergetycznych oraz dla elektryków przygotowujących się do egzaminu kwalifikacyjnego w tym zakresie. Książka ta może być przydatna również osobom na stanowiskach dozoru nad eksploatacją urządzeń i instalacji elektroenergetycznych. Do książki jest dołączona płyta CD z demonstracyjną wersją programu "Badania i pomiary elektryczne".

W. Orlik, stron: 312, cena: 47 zł



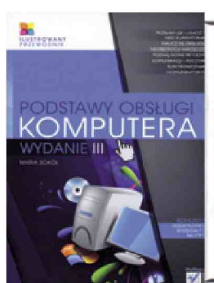
kod zamówienia
KS-110207

Egzamin kwalifikacyjny elektryka w pytaniach i odpowiedziach

Książka jest przeznaczona dla osób przygotowujących się do egzaminu kwalifikacyjnego w zakresie eksploatacji urządzeń, instalacji i sieci elektroenergetycznych i zawiera wiadomości wymagane na egzaminie kwalifikacyjnym. Książka ta może być przydatna również osobom zatrudnionym na stanowiskach dozoru nad eksploatacją urządzeń, instalacji i sieci elektroenergetycznych.

Recenzenci:
dr hab. inż. Krzysztof Siodła, rzeczoznawca SEP, specjalista SEP
inż. Aleksander Podbrzeź, rzeczoznawca SEP

W. Orlik, stron: 456, cena: 57 zł

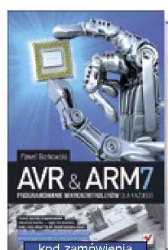


kod zamówienia
KS-110231

Podstawy obsługi komputera. Ilustrowany przewodnik

Obsługa komputera - rzecz dziś dziecinnie prosta, a zarazem niezwykle potrzebna - nadal wielu osobom sprawia pewne trudności. Największe z nich to niemożność przełamania lęku przed nieznanym i przekonanie o własnym antytalencie komputerowym. Żadna z tych obaw z pewnością nie znajduje pokrycia w rzeczywistości, ale wielu początkującym adeptom informatyki przyda się jasny, prosty, kompletny zestaw pierwszej pomocy, pozwalający opanować podstawowe działania w najczęściej używanych programach komputerowych. W tym przewodniku znajdują oni odpowiedzi na wszystkie te pytania, które wstydzą się zadać zaawansowanym użytkownikom komputerów.

Maria Sokół, stron: 224, cena: 22 zł



kod zamówienia
KS-100502

AVR i ARM7. Programowanie mikrokontrolerów dla każdego
Paweł Borkowski

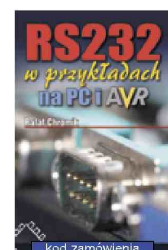
Stron: 528 77 zł



kod zamówienia
KS-230118

RS 232C – praktyczne programowanie. Od Pascala i C++ do Delphi i Buildera
Wydanie III
Andrzej Daniłuk

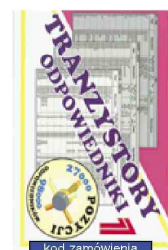
Stron: 504 67 zł



kod zamówienia
KS-100700

RS232 w przykładach na PC i AVR
Rafał Chromik

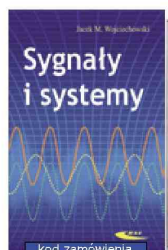
Stron: 168 70 zł



kod zamówienia
KS-200406

Tranzystory – odpowiedniki
Katalog cz. 1

Stron: 791 45 zł



kod zamówienia
KS-280900

Sygnały i systemy
Jacek M. Wojciechowski

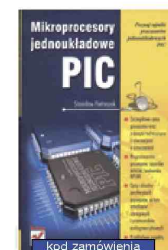
Stron: 484 69 zł



kod zamówienia
KS-101101

Samochodowe magistrale danych w praktyce warsztatowej. Budowa, diagnostyka, obsługa
Martin Frei

Stron: 84 40 zł



kod zamówienia
KS-230116

PicoBlaze. Mikroprocesor w FPGA
Marcin Nowakowski

Stron: 272 69 zł



kod zamówienia
KS-210304

Diody, diaki – odpowiedniki

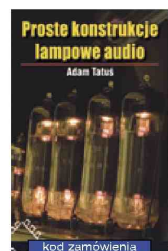
Stron: 842 50 zł



kod zamówienia
KS-110100

Projektowanie układów scalonych CMOS
Adam Gołda, Andrzej Kos

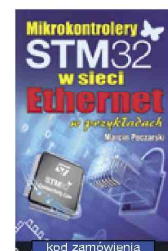
Stron: 268 55 zł



kod zamówienia
KS-100504

Proste konstrukcje lampowe audio
Adam Tatus

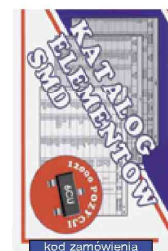
Stron: 224 73,50 zł



kod zamówienia
KS-110200

Mikrokontrolery STM32 w sieci Ethernet w przykładach
Marcin Peczkarski

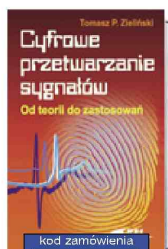
Stron: 288 85 zł



kod zamówienia
KS-220805

Katalog elementów SMD

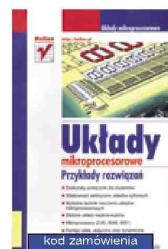
Stron: 344 35 zł



kod zamówienia
KS-251109

Cyfrowe przetwarzanie sygnałów. Od teorii do zastosowań
Tomasz P. Zieliński

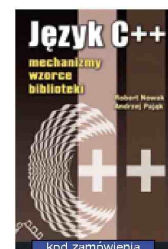
Stron: 848 65 zł



kod zamówienia
KS-220308

Układy mikroprocesorowe. Przykłady rozwiązań
Bartłomiej Zieliński

Stron: 130 30 zł



kod zamówienia
KS-101231

Język C++: mechanizmy, wzorce, biblioteki
Robert Nowak, Andrzej Pałaj

Stron: 392 59 zł



kod zamówienia
KS-220201

Układy scalone – odpowiedniki

Stron: 784 44 zł

Najlepsze książki dla Czytelników Elektroniki Praktycznej

KS-210714	Język VHDL. Projektowanie K. Skahill. WNT, str. 640	85,00 zł	SERWIS ELEKTRONIKI, str. 305	42,00 zł
KS-210808	Urządzenia elektroniczne cz. I. Elementy urządzeń A. J. Marusak. WSIP, str. 228	21,00 zł	Pamięci masowe w systemach mikroprocesorowych P. Marks, BTC, str. 224	61,00 zł
KS-210809	Urządzenia elektroniczne cz. II. Układy elektroniczne A. J. Marusak. WSIP, str. 360	26,00 zł	Rozproszone systemy pomiarowe W. Nawrocki, WkŁ, str. 324	40,00 zł
KS-210902	Stereo w Twoim samochodzie M. Rurreich, str. 293	79,00 zł	Podstawy teorii sterowania Praca zbiorowa., wyd. 2, WNT, str. 490	62,00 zł
KS-211010	Anteny. Podstawy polowe W. Zienitycz. WkŁ, str. 124	22,00 zł	Podstawy miernictwa J. Piotrowski. WNT, str. 322	38,00 zł
KS-220308	Układy mikroprocesorowe. Przykłady rozwiązań B. Zieliński. HELION, str. 127	30,00 zł	Detekcja sygnałów optycznych, WNT, Z. Bielecki, A. Rogalski, str.400	25,00 zł
KS-220413	Dźwięk cyfrowy W. Butryn. WkŁ, str. 232	45,00 zł	Elementy i układy elektroniczne w pytaniach i odpowiedziach M. Rusek, J. Pasierbiński WNT, str. 398	44,00 zł
KS-220519	Naprawa odbiorników satelitarnych J. Gremba, S. Gremba. SERWIS ELEKTRONIKI, str. 496	43,00 zł	Podstawy elektroniki Praca zbiorowa. REA, str. 352	45,00 zł
KS-220604	Układy programowalne, pierwsze kroki BTC, wyd. II P. Zbysiński, J. Pasierbiński, str. 280	66,00 zł	Podstawy technologii dla elektroników R. Kisiel BTC, str. 206	64,00 zł
KS-220605	Język VHDL w praktyce Praca zbiorowa. WkŁ, str. 268	55,00 zł	Algorytmy + struktury danych = abstrakcyjne typy danych P. Kotowski, BTC, str. 203	56,70 zł
KS-220805	Katalog elementów SMD SERWIS ELEKTRONIKI, str. 344	35,00 zł	Mikrofały. Układy i systemy J. Szóstka WkŁ, str. 352	44,00 zł
KS-220913	Mikrokontrolery PIC16F8x w praktyce T. Jabłoński. BTC, str. 226	58,00 zł	Mikrokontrolery AVR Atiny w praktyce, R. Baranowski, BTC, str. 381 i	74,00 zł
KS-221005	Mechatronika Praca zbiorowa. REA, str. 384	47,50 zł	Protel DXP pierwsze kroki, BTC, Marek Smyczek, str. 264	70,00 zł
KS-221009	Słownik techniczny niemiecko-polski polsko-niemiecki Praca zbiorowa REA, str. 1146	65,00 zł	Poradnik inżyniera elektryka tom 2, WNT, Praca zbiorowa, str. 934	145,00 zł
KS-221113	Układy sterujące w zasilaczach i przetwornicach SERWIS ELEKTRONIKI, str. 298	42,00 zł	Czujniki – mechatronika samochodowa, WkŁ, Andrzej Gajek, Zdzisław Juda, str. 241	49,00 zł
KS-221114	Układy scalone video – aplikacje cz. I SERWIS ELEKTRONIKI, str. 336	42,00 zł	Programowalne sterowniki automatyki PAC, Nakom, Krzysztof Pietrusiewicz, Paweł Dworak, str. 542	70,00 zł
KS-221201	Diagnostowanie układów wysokoprężnych H. Gunther. WkŁ, str. 242	41,00 zł	Wyświetlacze graficzne i alfanumeryczne w systemach mikroprocesorowych, BTC, Rafał Baranowski, str. 176	70,00 zł
KS-221202	Projektowanie układów cyfrowych z wykorzystaniem języka VHDL M. Zwoliński WkŁ, str. 368	69,00 zł	Słownik terminologii nagrań dźwiękowych PRO-AUDIO, Audiologos, Krzysztof Szliffski, str. 277	37,00 zł
KS-221203	Komputerowe systemy pomiarowe W. Nawrocki. WkŁ, str. 247	42,00 zł	BASCOM AVR w przykładach, BTC, Marcin Wiązania, str. 286	66,00 zł
KS-221204	Pokładowe systemy diagnostyczne pojazdów samochodowych J. Merkiś, WkŁ, str. 419	69,00 zł	Sieci telekomunikacyjne, WkŁ, Wojciech Kabaciński, Mariusz Żal, str. 604	49,00 zł
KS-221205	Sterowanie silników o zapłonie iskrowym. Zasada działania, podzespoły WkŁ, 78 str.	51,50 zł	Telewizyjne systemy dozoru, WkŁ, Paweł Kaluźny, str. 231	48,00 zł
KS-221206	Czujniki w pojazdach samochodowych WkŁ, str. 144	55,00 zł	Współczesny oscyloskop. Budowa i pomiary, BTC, Andrzej Kamieniecki, str. 328	82,00 zł
KS-221208	Wzmocniacze operacyjne P. Górecki. BTC, str. 250	68,00 zł	Serwis sprzętu domowego 1/09, APPROVI	12,00 zł
KS-230116	Mikroprocesory jednoukładowe PIC S. Pietraszek. HELION, str. 412	65,00 zł	Systemy i sieci dostępowe XDSL, WkŁ, Sławomir Kula, str. 292	59,00 zł
KS-230118	RS 232C Praktyczne programowanie. Od Pascala i C++ do Delphi i Buildera A. Daniluk. HELION, str. 400	67,00 zł	Podstawy elektrotechniki i elektroniki samochodowej, WSIP P. Fundowicz, B. Michałowski, M. Rądzimski, str. 224	43,00 zł
KS-230201	Układy odchyłania pionowego, poziomego i korekcji SERWIS ELEKTRONIKI, str. 345	40,00 zł	Pracownia elektryczna. Biblioteka elektryka, WSIP, Marek Piławski, Tomasz Winek, str. 224	27,00 zł
KS-230203	Zrozumieć małe mikrokontrolery J. M. Sibigroth, BTC, str. 350	46,00 zł	Instalacje elektryczne w budownictwie, WSIP, Witold Jabłoński, str. 128	17,00 zł
KS-230311	Protel 99SE pierwsze kroki M. Smyczek. BTC, str. 200	54,00 zł	Elektronika, WSIP, Augustyn Chwałeba, str. 544	42,00 zł
KS-230401	Podstawy elektroniki cyfrowej J. Kalisz. WkŁ, str. 610	48,00 zł	Odnawialne źródła energii i pojazdy proekologiczne, WNT, Grażyna Jastrzębska, str. 284	32,00 zł
KS-230402	Systemy radiokomunikacji ruchomej K. Wesolowski WkŁ, str. 483	45,00 zł	Proekologiczne odnawialne źródła energii, WNT, Witold M. Lewandowski, str. 432	59,00 zł
KS-230410	Mały słownik techniczny angielsko-polski, polsko-angielski WNT str. 498	39,00 zł	Elektrotechnika i elektronika dla nieelektryków, WNT, Praca zbiorowa, s. 634	69,00 zł
KS-230602	Układy scalone audio w sprzęcie powszechnego użytku – aplikacje cz. 1 SERWIS ELEKTRONIKI, str. 336	42,00 zł	Programowalny sterownik SIMATIC S7-300 w praktyce inżynierskiej, BTC, Janusz Kwaśniewski, str. 341	82,00 zł
KS-230605	Mikrokontrolery 8051 w praktyce T. Starecki. BTC, str. 296	61,00 zł	Współczesne układy cyfrowe, BTC, Jarosław Dolinski, str. 96	51,00 zł
KS-230731	Elektrotechnika i elektronika w pojazdach samochodowych A. Hemer, Hans-Jürgen, WkŁ, str. 460	69,00 zł	USB praktyczne programowanie z windows API w C++, Helion, Andrzej Daniluk, str. 280	40,00 zł
KS-230732	Motocyklowe instalacje elektryczne R. Dmowski WkŁ, str.100	37,00 zł	Urządzenia i systemy mechatroniczne, część 2, REA, Praca zbiorowa, str. 276	40,00 zł
KS-230929	Mikrokontrolery AVR w praktyce J. Dolinski. BTC, str. 450	63,00 zł	Mikrokontrolery AVR – niezbędny programista, BTC, Jarosław Dolinski, str. 134	25,00 zł
KS-231001	Układy sterujące w zasilaczach i przetwornicach. Część II SERWIS ELEKTRONIKI, str. 309	42,00 zł	PADS w praktyce. Nowoczesny pakiet CAD dla elektroników, BTC, Maciej Olech, str. 398	82,00 zł
KS-231002	Układy sygnałowe i wzmacniacze wzorzy w OTVC i monitorach. Część I SERWIS ELEKTRONIKI, str. 327	41,00 zł	Budowa i remont domu. Poradnik bez kantów, Septem, Witold Wrotek, str. 352	35,00 zł
KS-240201	Podstawy cyfrowych systemów telekomunikacyjnych. K. Wesolowski, WkŁ, str. 408	49,00 zł	Układy wtryskowe Common Rail w praktyce warsztatowej, WkŁ, Hubert Günther, str. 160	45,30 zł
KS-240204	Projektowanie systemów mikroprocesorowych P. Hadam, BTC, str. 216	70,00 zł	Wstęp do programowania sterowników PLC, WkŁ, R. Salat, K. Korpiński, P. Obstawski, str. 260	45,30 zł
KS-240209	Porady serwisowe OTVC Sony i Philips. SERWIS ELEKTRONIKI, str. 373	47,00 zł	Picoblaze. Mikroprocesor w FPGA, BTC, Marcin Nowakowski, str. 272	82,00 zł
KS-240213	Układy cyfrowe, pierwsze kroki. P. Górecki, BTC, str. 334	71,40 zł	Programowanie sterowników PLC w języku drabinkowym, BTC, Stanisław Flaga, str. 191	82,00 zł
KS-241031	Wzmocniacze mocy audio 6, str. 355	42,00 zł	Serwis sprzętu domowego 6/09, SSD, str. 60	12,00 zł
KS-241032	Nowoczesny odbiornik telewizji kolorowej	41,00 zł	Serwis sprzętu domowego 1/10, SSD, str. 60	15,00 zł
KS-241033	Mały słownik techniczny niemiecko-polski i polsko-niemiecki, str. 402	42,00 zł	Transmisja internetowa danych multimedialnych w czasie rzeczywistym, WkŁ, Bartosz Antosik, str. 332	52,00 zł
KS-241034	Programowanie mikrokontrolerów AVR w języku Bascom M. Wiązania, BTC, str. 352	75,00 zł	Projektowanie złożonych układów cyfrowych, WkŁ, M. Pawłowski, A. Skorupski, str. 248	60,50 zł
KS-250717	Programowanie mikrokontrolerów 8051 w języku C. Pierwsze kroki J. Majewski BTC, str. 304	78,00 zł	AVR i ARM7. Programowanie mikrokontrolerów dla każdego, Helion, Paweł Borkowski, str. 528	77,00 zł
KS-250718	Mikrokontrolery 68HC08 w praktyce Kreidl, Kupis, Dilget, BTC, str. 328	70,00 zł	Naprawa i obsługa pojazdów samochodowych, WSIP Seweryn Orzełowski, str. 368	37,00 zł
KS-250719	Mikrokontrolery AVR ATmega w praktyce R. Baranowski, str. 390, BTC	75,00 zł	Proste konstrukcje lampowe audio, BTC, Adam Tatus, str. 224	73,50 zł
KS-250720	Realizer – graficzne programowanie mikrokontrolerów G. Górski, MIKOM, str. 228	30,00 zł	Poradnik monter elektryka tom 2, WNT, Praca zbiorowa, str. 480	82,00 zł
KS-250729	Porady serwisowe – monitory Praca zbiorowa. SERWIS ELEKTRONIKI, str. 320	40,00 zł	Satelitarne sieci teleinformatyczne (oprawa twarda), WNT, Zieliński Ryszard J., str. 536	37,00 zł
KS-250730	Car audio – zeszyt 4 Praca zbiorowa. SERWIS ELEKTRONIKI, str. 96	20,00 zł	Budowa pojazdów samochodowych. Część 1, REA, Praca zbiorowa, str. 266	35,00 zł
KS-251019	Projektowanie i analiza wzmacniaczy małosygnałowych A. Dobrowolski, P. Komur, A. Sowiński. BTC, str. 343	70,00 zł	Budowa pojazdów samochodowych. Część 2, REA, Praca zbiorowa, str. 499	35,00 zł
KS-251020	Mikrokontrolery dla początkujących P. Górecki, BTC, str.408,	73,00 zł	Podwozia i nadwozia pojazdów samochodowych, REA, Praca zbiorowa, str. 276	42,00 zł
KS-251108	Projektowanie układów analogowych poradnik praktyczny R. Pease, BTC, str. 270	70,40 zł	Programowanie mikrokontrolerów LPC2000 w języku C, pierwsze kroki, BTC, Jacek Majewski, str. 240	82,00 zł
KS-251109	Cyfrowe przetwarzanie sygnałów od teorii do zastosowań P. Zieliński. WkŁ, str. 848	68,30 zł	Fotowoltaika w teorii i praktyce, BTC, Ewa Klugmann-Radziemska, str. 200	82,00 zł
KS-251110	Diagnostyka samochodów osobowych K. Trzeciak, WkŁ, str. 348	48,00 zł	RS232 w przykładach na PC i AVR, BTC, Rafał Chromik, str. 168	70,00 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, t. 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.			



ZAMÓWIENIE Księgarnia Wysyłkowa AVT			UWAGA! Dla prenumeratorów AVT rabat 10%	Nr prenumeratora
Tytuł	kod	ilość egz.	Zamówione książki wysyłamy za pobraniem pocztowym. Koszty przesyłki wynoszą 15 zł	
1.....			Zamawiający:..... imię i nazwisko, nazwa instytucji	
2.....			Adres:..... ulica nr kod miejscowość	
3.....			tel..... Data..... Podpis..... (czytelny)	
4.....			☐ PARAGON	
5.....			☐ FAKTURA VAT nr NIP..... pieczęć.....	

Książki są dostarczane pocztą – wystarczy wypełnić zamówienie (blankiet powyżej) i-wysłać do nas:

AVT - Księgarnia Wysyłkowa
ul. Leszczynowa 11
03-197 Warszawa

tel. +48222 578 450
faks +48222 578 455

handlowy@avt.pl

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



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 2x22W	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	18
AVT 2449 B	Filtr do subwoofera	20
AVT 2469 B	Odbiornik UKF FM	49
AVT 2477 B	Wzmacniacz mocy 70 W na TDA 1562	85
AVT 2499 B	Wzmacniacz 4x40 W	80
AVT 2723 B	Stereofoniczny nadajnik FM	36
AVT 2728 B	Wzmacniacz mikrofonowy	20
Układy uP, uC i do PC		
AVT 2500 B	Płytki 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	Płytki 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	Miniatury zasilacz uniwersalny	17
AVT 1081 B	Miniatury 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-kanalowy komparator/woltomierz	82
Dla domu, samochodu, wypoczynku i zabawy		
AVT 390 B	8-kanalowy przełącznik RC5/SIRC	36
AVT 513 B	Zegar ze 100-letnim kalendarzem i 2-kanalowym termometrem	88
AVT 522 B	Miniatury zamek szyfrowy – Immobilizer	72
AVT 720 B	Błękitno-biały mrygacz	14
AVT 721 B	Kłaskacz – 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	12
AVT 729 B	Zwariowany kręciolek	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 światelko	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-kanalowy 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

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 163

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 transceiwera 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 „Jędrus”	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 1492/1	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	86,0	130,0		
AVT 2326	Wzmacniacz mikrofonowy	EdW2/99	20,0	25,0	32,0		
AVT 2375	Wskaźnikysterowania 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	Audiofiliński 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 wyświetlacz 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	Prześciówka USB-LPT	EP08/10	35,0	48,0	65,0		
AVT 1595	Miniatury konwerter USB-UART	EP10/10	10,0	30,0			
AVT 1600	Miniatury 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 – płyta prototypowa dla CPLD	EdW8/08	18,0	78,0	96,0		
AVT 3505	Płyta 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	Komputerowy 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	90,0			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	

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	Przestrzajany cyfrowy 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-kanalowy 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 NiCd, NiMH, Lilon 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	23,0	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	Sygnałizator 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	Przełącznik czasowy (sekundy)	EP8/09	20,0	36,0			
AVT 1535/2	Przełącznik czasowy (minuty)	EP8/09	20,0	36,0			
AVT 1545	Programowany sterownik świateł	EP10/09	27,0	52,0			
AVT 1560	8-kanalowa karta przełączników	EP02/10	15,0	79,0			
AVT 1596	Regulator obrotów wentylatora	EP10/10	6,0	19,0			
AVT 2109	Centrala 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	Centrala 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 przełączników z interfejsem Ethernet	EP8/10	52,0	190,0	280,0		
AVT 5252	Centrala alarmowa	EP8/10	75,0	210,0			
Nowości							
AVT 1603	Miniatury generator o ustawianej częstotliwości sygnału	EP1/11	7	30			
AVT 1606	Miniaturowa przetwornica podwyższająca napięcie	EP1/11	8	22			
AVT 1604	Symulator efektu spawania do makiety	EP1/11	24	33		15	
AVT 1609	Moduł prototypowy STM32	EP2/11	12	39	50		
AVT 1605	Dwustanowy sterownik serwomechanizmu	EP2/11	12	24		6	
AVT 5275	Płytki ewaluacyjne dla mikrokontrolerów PIC	EP2/11	38	130	198		
AVT 5276/1	Bezprzewodowy system pomiaru i kontroli temperatury, Moduł Master systemu radioTherm	EP2/11	32	200		20	
AVT 5276/2	Bezprzewodowy system pomiaru i kontroli temperatury, Moduł Slave systemu radioTherm	EP2/11	20	140		10	
AVT 5277	Mirlight Sterownik podświetlania monitora	EP2/11	75	162		75	
AVT 5278	Elektroniczny barometr z mikrokontrolerem PSoC	EP2/11	34			25	
AVT 5279	Programator/debuger mikrokontrolerów Microchip	EP2/11	36	62	89	26	
AVT 5280	Urządzenie diagnostyczne do sieci CAN	EP3/11	10				
AVT 5281	„Inteligentny” zegar z wyświetlaczami LED	EP3/11	37	84		15	
AVT 5282	Wilgotnościomierz cyfrowy	EP3/11	34			25	
AVT 5283	Potencjometr audio z układem MAX5440	EP3/11	12				
AVT 1610	Minimoduł z ATtiny2313	EP3/11	8	29	37		
AVT 1611	Wzmacniacz 4x35 W	EP3/11	10	37			
AVT 1612	Dwupoziomowy alarm ostrzegający przed zalaniem	EP3/11	6	19			
AVT 1613	Regulator obrotów wentylatora 230 V z silnikiem indukcyjnym	EP4/11	6	34	52		
AVT 1614	Uniwersalny adapter dla programatora PIC	EP4/11	16	44	59		
AVT 1615	Wyświetlacz LCD dla Arduino	EP4/11	14	38	49		
AVT 5284	Sterownik silnika krokowego kontrolowany przez Ethernet	EP4/11	18				
AVT 5285	Wyświetlacz LED z interfejsem 1-Wire	EP4/11	25	38		15	
AVT 5286	Interfejs PBX	EP4/11	19	30		10	
AVT 5287	Sterownik DCC zapór makiety przejazdu kolejowego	EP4/11	22	39		10	
AVT 5288	Zestaw uruchomieniowy dla układów FPGA Spartan 3AN50	EP4/11	18				
AVT 5289	Stereofoniczny wzmacniacz lampowy 2x10 W dla każdego	EP5/11	40				
AVT 5290	3-kanalowa aparatura do zdalnego sterowania modeli	EP5/11	28	63		16	
AVT 5291	Sterowany za pomocą RS-485 i RC5 odtwarzacz komunikatów MP3	EP5/11	39	94		14	
AVT 5292	Mówiący dalmierz	EP5/11	22			14	
AVT 5293	Zdalne sterowanie do iPod'a	EP5/11	32			16	
AVT 1616	AVTduino LED. Wyświetlacz LED dla Arduino	EP5/11	10	42	53		
AVT 1620	Cortexino. Kompatybilna z Arduino płytka z LPC1114 (rdzeń Cortex-M0)	EP5/11	11	67	90		
AVT 1617	Oświetlenie wagonu z dekodern DCC	EP5/11	28	46		10	
AVT 5294	Stacja pogodowa z prognozowaniem pogody	EP6/11	28			12	
AVT 5295	Blue Relay	EP6/11	33	116		18	
AVT 5296	Timer fotograficzny do lustrzanki	EP6/11	33			18	
AVT 5297	Pasywny regulator siły głosu PVC	EP6/11	64			20	
AVT 1622	Minimoduł z ATmega8	EP6/11	8	39		52	
AVT 1618	AVTduino JOY – manipulator dla Arduino	EP6/11	10	29		38	
AVT 1621	Symetryzator sygnału audio	EP6/11	6	22			



Kod	Nazwa	Cena PLN z VAT (23%)
AVT 1007 C	Regulator obrotów silnika elektrycznego	48
AVT 1023 C	Przedwzmacniacz gramofonowy o charakterystyce RIAA	56
AVT 1024 C	wzmacniacz słuchawkowy	75
AVT 1033 C	Przedwzmacniacz mikrofonowy	31
AVT 1066 C	Miniaturyowy 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 2x2 W	19
AVT 1519 C	Sterownik silnika do modeli RC	20
AVT 1520 C	Zdalny włącznik radiowy	90
AVT 1580 C	Włącznik świetlowy	30
AVT 1581 C	Przełącznik USB-LPT	65
AVT 1585 C	Sterownik bipolarnego silnika krokowego	51
AVT 1593 C	Przełącznik 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 zmierzchowy	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 2x5 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 ołowiniowych	49
AVT 2787 C	Termometr do PC	67
AVT 2857 C	Moduł woltomierza/amperomierza	98
AVT 2864 C	Analizator widma	97
AVT 2875 C	Płytki testowa do kursu CPLD (XC9572XL)	96
AVT 3500 C	Płytki testowa do kursu AVR (90S2313)	200
AVT 3505 C	Płytki 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 przełącznikiem	18
AVT 440/3 C	Moduł wykonawczy z triakiem	18
AVT 451 C	Programator USB dla AVR	100
AVT 478 C	Regulator obrotów wentylatorów w PC	55
AVT 5041 C	Termometr MIN/MAX	100
AVT 5094 C	Bezprzewodowy regulator temperatury	190
AVT 5108 C	Termometr 2-kanałowy	106

Kod	Nazwa	Cena PLN z VAT (23%)
AVT 5125 C	Programator USB-AVR (STK500)	89
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	Miniaturyowy zamek cyfrowy	100
AVT 5250 C	Karta wyjść optoizolowanych 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 przełącznikowych 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 730 C	Bariera świetlna – tor podczerwieni	40
AVT 735 C	Regulator impulsowy DC	38
AVT 924 C	Programowany sterownik świateł	55
AVT 925 C	Karta przełączników 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 przełączników z interfejsem internetowym	300
AVT 988 C	Programator AVR-USB (STK500)	130
AVT 990 C	Automat świateł w samochodzie	40
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 przełączników 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 2x12 W	38
AVT MOD12	Wzmacniacz mocy 2x22 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 1611 C	Minimoduł z ATtiny2313	37
AVT 5272 C	AVTduino – pomysł na AVR	84
AVT 5275 C	Płytki ewaluacyjna dla mikrokontrolerów PIC	198

Open-source'owa platforma Arduino – zapewne z powodu swojej niezwyklej 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 rolę 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 linii SCK, transmisja danych przez konwerter USB/RS232 (Tx i Rx)
- zasilanie: 8...12 VDC

AVT5272 AVTduino - pomysł na AVR

www.sklep.avt.pl



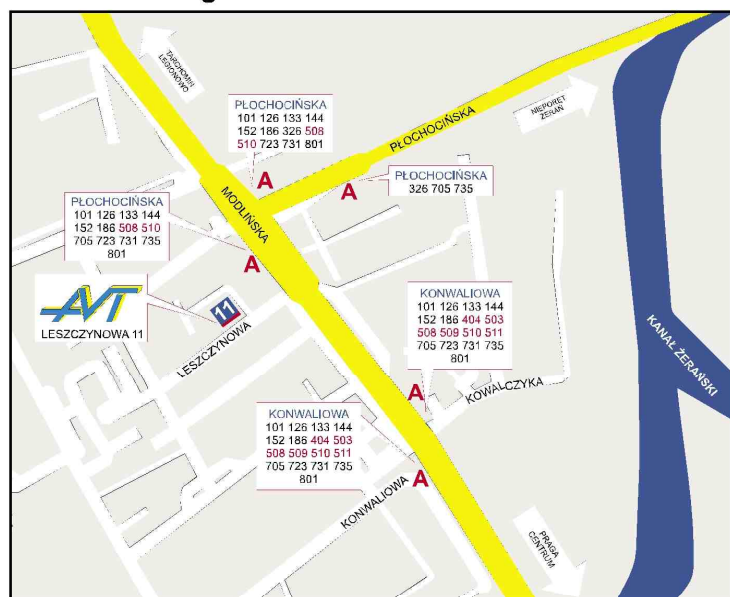
W sklepie internetowym:

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. +48 222 578 450
pon.-pt. w godz. 8-16⁴⁵, sob. 10-13⁴⁵

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 najazutrz, 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, Pieczętki firmowej.

Zamówienia można również składać:



pocztą na adres:
AVT Korporacja
Dział Handlowy
03-197 Warszawa
ul. Leszczynowa 11



tel.: +48 222 578 450
faks: +48 222 578 455
pon.-pt. w godz. 8-16
(faks czynny całą dobę)



pocztą elektroniczną:
handlowy@avt.pl

Zamówienia od firm i instytucji tylko pisemne!

sklep.avt.pl

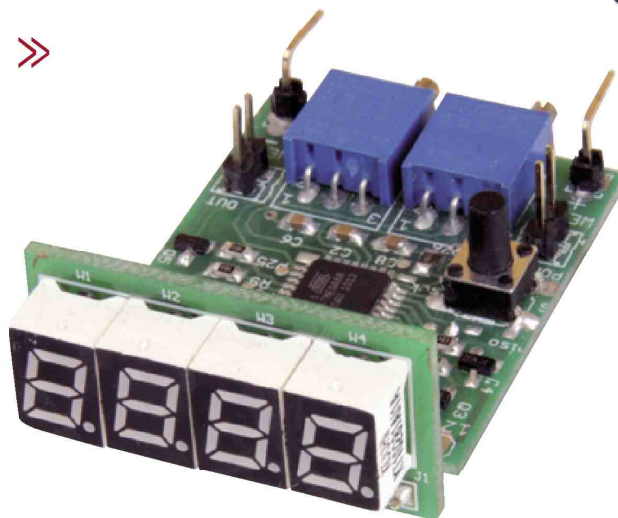
W sklepach dystrybutorów:

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 Biala	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. Garibaldiiego 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	JACKTRONIK, ul. Wita Stwosza 32A, tel. 58 552 38 88
Giżycko	BIELGIZ, sklep FACHMAN, ul. Sympatyczna 25, 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. Wroclawska 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. Sądziecka 43, tel. 12 266 54 99, 267 29 60 MONSTER ELEKTRONIK, ul. Chocłowska 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
Pila	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 21A/7, 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	BETATRONIK, 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 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
Warszawa	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
Włodawek	ELECTRONIC, ul. Zbiegniewskiej 2A, tel. 54 413 38 88
Wrocław	ROBOTRONIK, ul. Wroclawska 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. Wesola 10, tel. 33 862 03 59

Kolejne megabajty narzędzi niezbędnych do pracy konstruktora, czyli **NIEZBĘDNIK ELEKTRONIKA** na CD. Tylko dla prenumeratorów EP.

VMOD – uniwersalny, miniaturowy miernik napięcia

W projekcie miniaturowego woltomierza o wszechstronnym zastosowaniu użyto mikrokontrolera Atmega88. Układ jest wyposażony w 4-cyfrowy wyświetlacz LED i ma funkcję automatycznego przełączania zakresów pomiarowych umożliwiając pomiar napięcia o wartości do 50 V. Oprócz tego może opcjonalnie pełnić funkcję amperomierza (0...50 A) lub termometru (0...150°C).



„Cyfrowy” zasilacz żarzenia lamp

W praktyce elektronika zajmującego się techniką lampowa często występuje konieczność sprawdzenia stanu lampy. Podstawowym warunkiem do osiągnięcia wiarygodnych wyników pomiaru jest zapewnienie dokładnego i stabilnego napięcia żarzenia. Stało się to przyczynkiem do skonstruowania zasilacza przeznaczonego specjalnie do żarzenia lamp elektronowych. Dwa osobne wyjścia: stałonapięciowe i stałoprądowe pozwalają na korzystanie z napięć 2,5 V/5,0 V/6,3 V/12,6 V i prądów 100 mA/150 mA/300 mA.

Termometr barwowy

Idea termometru barwowego powstała jako efekt poszukiwania najprostszego z możliwych i naturalnego dla człowieka sposobu zobrazowania temperatury. Mierzona temperatura jest prezentowana za pomocą koloru, co czyni termometr prostym w odczycie z bliska i z daleka. Wykorzystanie w projekcie urządzenia teorii zbiorów rozmytych i sterowania rozmytego (fuzzy logic) dodatkowo podnosi atrakcyjność tej konstrukcji.



Konwerter USB na S/PDIF

Komputerowe przetworniki C/A dla sygnałów audio, wbudowane w płyty główne komputerów osobistych, to zwykle sprzęt z tzw. „średniej półki”. Bardziej wymagający amatorzy muzyki z komputera powinni wyposażyć się w lepszy sprzęt np. zestaw z zewnętrznym wzmacniaczem audio oraz wejściem cyfrowym S/PDIF. Nasz interfejs umożliwia wykonania połączenia pomiędzy komputerem PC a takim zestawem muzycznym.

Karta dźwiękowa z przetwornikiem PCM2902 i interfejsem USB

Projekt naszej karty dźwiękowej to aplikacja znanego przetwornika firmy Texas Instruments typu PCM2902. Jest to specjalizowany, 16-bitowy przetwornik AD/DA obsługujący interfejs SPDIF. Nasz projekt jest zasilany z USB i obsługuje standardowe częstotliwości próbkowania 32/44,1/48 kHz. Kartę wyposażono w wejścia i wyjścia analogowe (liniowe RCA) oraz cyfrowe w standardzie S/PDIF (optyczne - Toslink) i lokalną klawiaturę umożliwiającą siły głosu oraz wyciszenie wyjścia.

WYKAZ FIRM OGŁASZAJĄCYCH SIĘ W TYM NUMERZE ELEKTRONIKI PRAKTYCZNEJ

AKSOTRONIK	141	EPCOS.....	107	QWERTY	93
AND-TECH	141	EVATRONIX.....	33	RK-SYSTEM	67
ARMEL.....	139	FALDRUK.....	111	RS COMPONENTS	9
ARTRONIC.....	14	FARNELL.....	2	SABUR	147
AUTOMATYKA ON-LINE	77	FERYSER	111	SEMICON.....	85
BETATRONIC	139	FUTURE ELECTRONICS.....	57	SIEMENS A&D.....	11
BORNICO	12	GAMMA	17	SIGMA.....	139
CONRAD ELECTRONIC	WKLEJKA CD	GTB SOLARIS.....	137	SOYTER.....	166
DELTA	140	HORIZON TECHNOLOGIES	95	ST MICROELECTRONICS.....	5, 37, 39, 45, 47
EGMONT	41	HUMA	137	STEROWNIKI.PL.....	133
ELDAR.....	137, 138, 140, 142	JAWO	142	TELMATIK	137
ELFA	1	LC ELEKTRONIK	81	TESPOL	63
ELMARK AUTOMATYKA.....	95	MARTHEL.....	93	TEXAS INSTRUMENTS.....	15
ELMAX.....	140	MICROCHIP.....	13	TME	50
ELPIN	138	NDN	3, 165	TOMSAD.....	138, 142
ELPLAST	81	PIEKARZ	138	TRANSFER ELEKTRONIK	139
ELPOD.....	137	POORK.....	139	WG ELECTRONICS	119
ELTRONIKA.....	148	PYFFEL	137	WOBIT	7, 141, 155

Jakość i inowacyjność w technologiach pomiarowych. Od ponad 25 lat w Niemczech, teraz również w Polsce!

Szeroki wybór asortymentu pomiarowego Voltcraft sprawia, że zarówno majsterkowicze jak i profesjonaliści znajdą coś dla siebie. Urządzenia te znajdują zastosowanie w domowym warsztacie, w firmach produkcyjnych i usługowych czy też profesjonalnych laboratoriach pomiarowych.

Produkty firmy Voltcraft to nowoczesna technologia, jakość i doskonały stosunek jakości do ceny!



Voltcraft IR 260-8S (nr prod. 100980)

Endoskopy pozwalają zaoszczędzić czas potrzebny na demontaż i montaż maszyn w razie szukania usterki. Endoskop BS-150 X SD, to półprofesjonalny endoskop techniczny, z wbudowanym kolorowym wyświetlaczem, slotem kart SD i wbudowanym akumulatorem ładowanym poprzez złącze USB, a także wiele innych. Wymienny przewód światłowodowy
Wodoodporna kamera z oświetleniem LED z możliwością regulacji
Długość przewodu 1000 mm, z możliwością zastosowania dłuższego
Wyświetlacz 3,2" o rozdzielczości 320x240 pikeli
Wyjście AV
Możliwość obrotu obrazu
Zdjęcia i filmy nagrywane w rozdzielczości 640 x 480 piksel
Slot na kartę SD
Gumowana obudowa zapewnia pewny chwyt i odporność



Multimetr cyfrowy Voltcraft VC 960 (nr prod. 100914)

Modele serii VC 900, przeznaczone są do profesjonalnych pomiarów systemów automatyki przemysłowej, dzięki którym szybko odnajdziesz usterkę i zanalizujesz przyczynę awarii, co pozwoli ograniczyć do minimum czas postoju maszyn, a dzięki temu zaoszczędzić czas i pieniądze.

Pomiar typowych wielkości elektrycznych: V, A, Ω , Hz

Pomiar temperatury poprzez podłączaną termoparę typu K

Pomiar pojemności

Test diody

Test ciągłości

Podwójny wyświetlacz z wykresem słupkowym

Pomiar cyklu pracy

Funkcje Rel, Peak Hold i Hold

Wyświetlenie wartości maksymalnej i minimalnej

Pamięć 10 000 wartości pomiarowych

Dystrybucja w Polsce:

Conrad Electronic Sp. z o.o.

ul. Kołowa 5/19

30-134 Kraków

www.conrad.pl

Infolinia: 801 005 133, (12) 376 00 22

www.voltcraft.pl

**ELEKTRONIKA
PRAKTYCZNA 06/2011**



**Multimedialna
oferta kitów**



**Katalog
programatorów**

**Dodatkowe materiały
do projektów:**

43 projekty
pokrewne

Zdalne sterowanie urządzeń
Projekty dla fotografów
Potencjometry audio
Stacje pogodowe

Wzory PCB, noty katalogowe,
programy

**Dodatkowe materiały
do artykułów**

**Linux Embedded
Altium Designer
LPC177x/8x
Nie Przeocz
Kurs PIC
i.MX28**

CDEP 6/2011

**Dodatkowe materiały do
artykułów:**

- Altium Designer
- Contrans
- i.MX28
- Kurs PIC
- Nie Przeocz
- Linux embedded
- Open AT

**Dodatkowe materiały do
projektów:**

- Projekty pokrewne
- Noty katalogowe
- Źródła
- Wzory PCB

REDAKCYJNY SERWER FTP, A NA NIM M.IN.:

Dodatkowe materiały oraz poprzednie części do artykułów:

- Projektowanie płytek za pomocą Altium Designer
 - Technologia GSM w elektronice
- Zestawy ewaluacyjne dla μC z rdzeniami Cortex-M
 - Cyfrowe zwrotnice głośnikowe
 - Pozycjonowanie napędu SINAMICS
- Cyfrowe rejestratory dźwięku ISD151xx
 - Linux embedded
 - Kurs Arduino

**Dane wymagane do logowania
na serwerze FTP Elektroniki Praktycznej:**

host: <ftp://ep.com.pl> • user: 10925 • pass: 87thc181

NOWE OSCYLOSKOPY

HAMEG[®]
Instruments

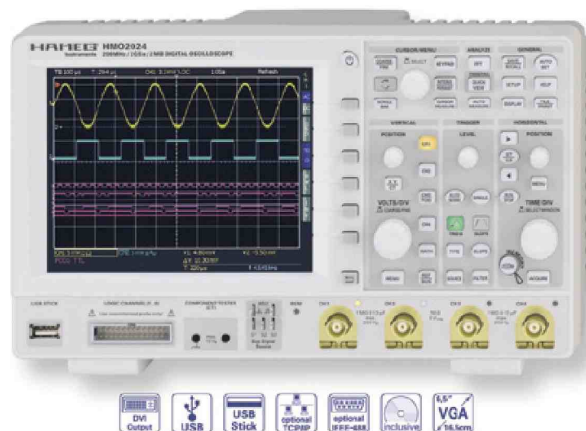
A Rohde & Schwarz Company

Od 1148 € + vat
Analiza magistral
w standardzie

2[4]-kanałowy oscyloskop cyfrowy HMO722 [HMO724], 70MHz HMO1022 [HMO1024], 100MHz



2[4]-kanałowy oscyloskop cyfrowy HMO1522 [HMO1524], 150MHz HMO2022 [HMO2024], 200MHz

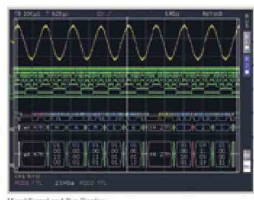


- Próbkowanie w czasie rzeczywistym 2GSa/s, najwyższej klasy niskoszumne przetworniki A/C typu flash
- Pamięć akwizycji 2M punktów, rozciąg przebiegu z pamięci funkcją Zoom w stosunku 50 000:1
- Tryb sygnałów mieszanych MSO z 8 kanałami logicznymi (z opcjonalną sondą logiczną HO3508)
- **Wyzwalanie sygnałami szeregowych szyn danych I²C, SPI, UART/RS-232 ze sprzętową akceleracją dekodowania sygnału – HOO11 (opcja HOO10)**
- 8 definiowanych przez użytkownika markerów nawigacyjnych
- Test „Dobry/Zły” przebiegów z wykorzystaniem masek testowych
- Czułość odchyłania pionowego 1mV/dz
- Zakres wyświetlania równy 12 działek w osi X i 20 działek w osi Y (z funkcją VirtualScreen)
- Tryby wyzwalania: zboczne, wideo, szerokość impulsu, stan logiczny, wyzwalanie z opóźnieniem (czas, zdarzenie)
- Tester podzespołów, 6-cyfrowy częstotściomierz, pomiary automatyczne, edytor formuł, kursor stosunkowy, analiza widmowa sygnału funkcją FFT
- 16,5 cm (6,5”) kolorowy ekran TFT o rozdzielczości VGA, wyjście DVI
- Najcichszy wentylator chłodzący
- 3 porty USB do podłączenia pamięci masowej, drukarki i do zdalnego sterowania, opcjonalne interfejsy IEEE-488 lub Ethernet/USB
- Wymiary (Sz x Wys x Gł): 285 x 175 x 140 mm, masa: <2,5 kg

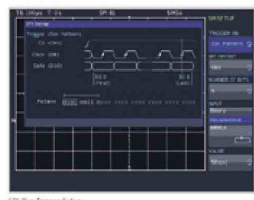
- Próbkowanie w czasie rzeczywistym 2GSa/s, najwyższej klasy niskoszumne przetworniki A/C typu flash
- Pamięć akwizycji 2M punktów, rozciąg przebiegu z pamięci funkcją Zoom w stosunku 50 000:1
- Tryb sygnałów mieszanych MSO z 8 kanałami logicznymi (z opcjonalną sondą logiczną HO3508)
- **Wyzwalanie sygnałami szeregowych szyn danych I²C, SPI, UART/RS-232 ze sprzętową akceleracją dekodowania sygnału – HOO11 (opcja HOO10)**
- 8 definiowanych przez użytkownika markerów nawigacyjnych
- Test przebiegów „Dobry/Zły” z wykorzystaniem masek testowych
- Czułość odchyłania pionowego 1mV/dz, składowa stała ±0,2...±20V
- Zakres wyświetlania równy 12 działek w osi X i 20 działek w osi Y (z funkcją VirtualScreen)
- Tryby wyzwalania: zboczne, wideo, szerokość impulsu, stan logiczny, wyzwalanie z opóźnieniem (czas, zdarzenie)
- Tester podzespołów, 6-cyfrowy częstotściomierz, pomiary automatyczne, edytor formuł, kursor stosunkowy, analiza widmowa sygnału funkcją FFT
- 16,5 cm (6,5”) kolorowy ekran TFT o rozdzielczości VGA, wyjście DVI
- Najcichszy wentylator chłodzący
- 3 porty USB do podłączenia pamięci masowej, drukarki i do zdalnego sterowania, opcjonalne interfejsy IEEE-488 lub Ethernet/USB
- Wymiary (Sz x Wys x Gł): 285 x 175 x 140 mm, masa: <2,5 kg

Opcja wyzwalania i dekodowania szyną szeregową [HOO10]

- Wyzwalanie i dekodowanie szyną I²C, SPI, UART/RS-232
- Dekodowanie w czasie rzeczywistym przyspieszone sprzętowo
- Intuicyjna analiza i łatwe przeglądanie dzięki oznaczaniu treści kolorami
- Więcej szczegółów dekodowanych 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



Mixed Signal and Bus Display



SPI Bus Trigger Setup



Full Bus Decode of the Analog Channels



Full Bus Decode of the Digital Channels



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

Ekologiczne źródła światła

LED

małej,
średniej
i dużej
mocy firmy

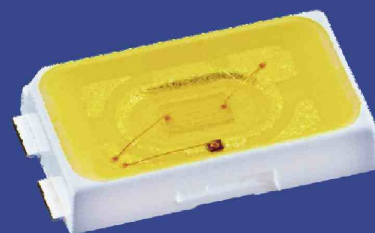


SEOUL SEMICONDUCTOR



Oferujemy szeroką gamę LED różnych mocy,
układy do ich zasilania, a także osprzęt
montażowy, systemy optyki i radiatory.

Koszt lumena w LED 5630
wynosi zaledwie **0,006€**



Rekordowa nowość w naszej ofercie: ultratania biała LED STW8Q2PA
(rodzina 5630) o wymiarach 5,6 x 3 x 0,9 mm, CRI=80, prąd 100-160 mA,
strumień świetlny 30-40 lm, sprawność nie mniejsza niż 100 lm/W



Soyter
Components

Soyter Sp. z o.o.

Klaudyn, ul. Ekologiczna 14/16

05-080 Izabelin

tel.: +22 7528255, fax.: +22 7220550

handlowy@soyter.pl, www.soyter.pl