

HOBBY ELEKTRONIK

Styczeń 2000

Cena 5,50zł

**Płytki
drukowane
za
DARMO**

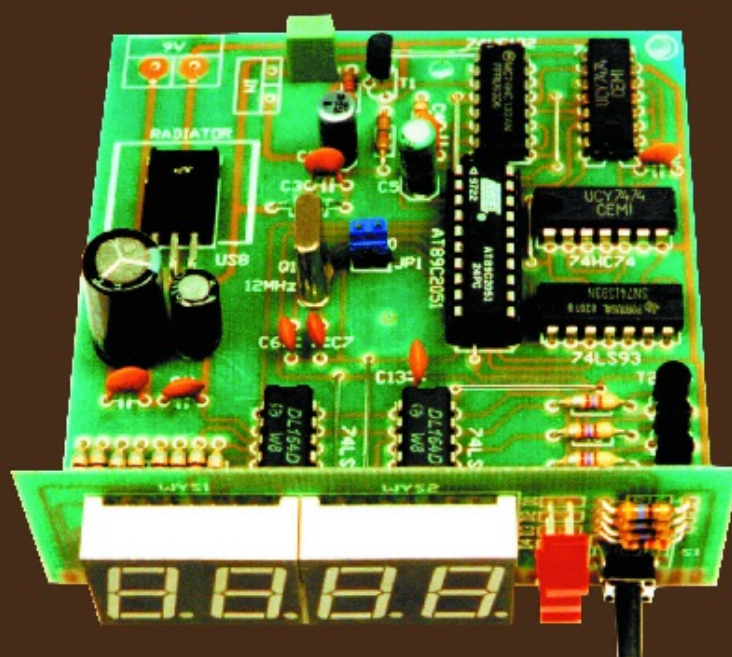
Szczegóły na stronie 59

W prenumeracie 3,95zł

**W numerze
między innymi:**

Alarm telefoniczny
Minisyntezator efektów
dźwiękowych
Woltomierz LED
do samochodu
Tester tranzystorów
Stroboskop 120J
Laserowy wąż

Najlepsze zestawy dla ELEKTRONIKÓW



**Ponad 150 zestawów
do samodzielnego montażu**

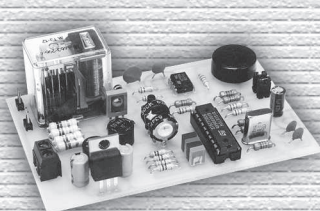
PPIU JABEL

ul. Słupska 3 76-270 Ustka

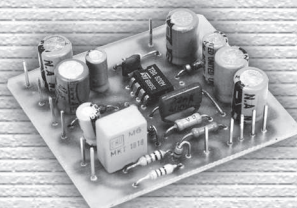
tel. 059 814 56 66

www.jabel.com.pl e-mail: jabel@jabel.com.pl

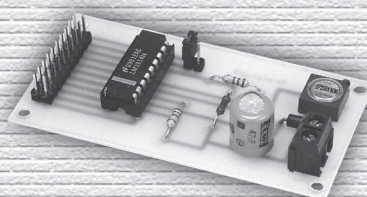
W tym numerze



Alarm telefoniczny
str. 4



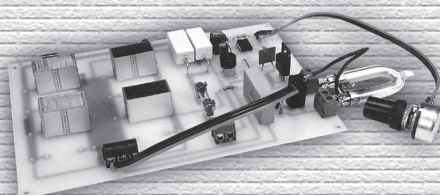
**Minisyntezytor efektów
dźwiękowych**
str. 9



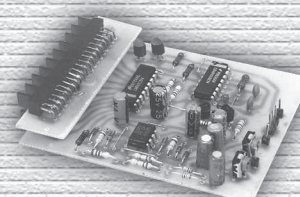
**Woltomierz LED
do samochodu**
str. 12



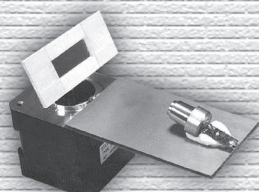
**Prosty tester
 tranzystorów bipolarnych**
str. 16



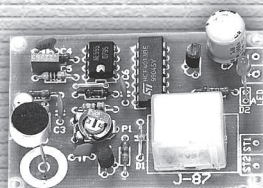
Stroboskop 120J
str. 19



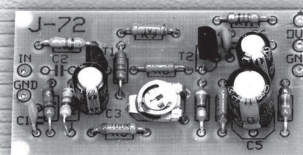
**Dwukanałowy wskaźnik
poziomu napięcia m.cz. cz.I**
str. 25



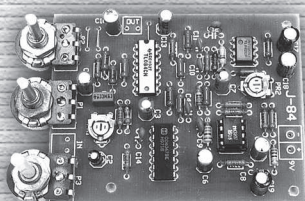
Laserowy wąż
str. 36



Przełącznik akustyczny
str. 42



**Przedwzmacniacz
do mikrofonu**
str. 43



**Echo i pogłos
elektroniczny**
str. 44

**Elementy i układy
elektroniczne - wprowadzenie 1**
str. 33

**Podstawy techniki
mikroprocesorowej (1)**
str. 22

**Układy cyfrowe —
wprowadzenie 1**
str. 39

**Układy scalone —
wprowadzenie**
str. 47

ELEKTRONIK HOBBY nr 1 - styczeń 2000 - Cena 5,50 zł - prenumerata 3.95zł - IND.xxxxxx - ISSN1508-9673

Wydawca: PRESS-POLSKA, ul. Junaków 2, 82-300 Elbląg

Adres redakcji: ELEKTRONIK HOBBY, ul. Junaków 2, 82-300 Elbląg

tel./fax 055 236-22-63 • e-mail: press-polska@pro.onet.pl

Redaktor naczelny: Ryszard Świątkowski

Autorzy: Witold Wrotek, Andrzej Koźmiński, Dariusz April, Sławomir Nieczu, Jarosław Kałuża, Jarosław Szynkarek,

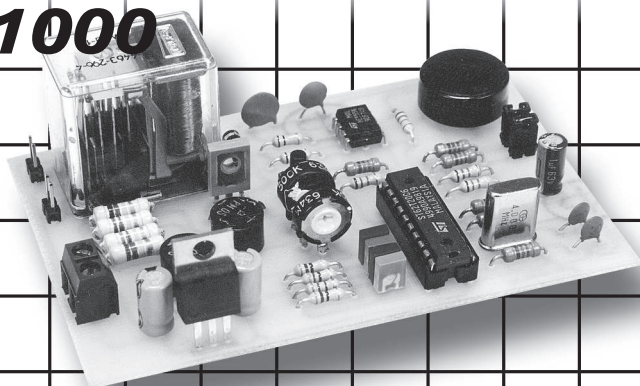
Andrzej Szerszeniewski, Krzysztof Górski, Zbigniew Hoffman

Copyright PRESS-POLSKA

Wszystkie układy i materiały publikowane na łamach miesięcznika ELEKTRONIK HOBBY mogą być wykorzystane tylko na własne potrzeby. Wykorzystywanie układów i materiałów zwłaszcza do celów zarobkowych wymaga zgody wydawcy PRESS-POLSKA.

Alarm telefoniczny

Zestaw 1000



Jeżeli komuś przestało się podobać płacenie rachunków telefonicznych za nie swoje rozmowy telefoniczne, proponujemy wykonanie alarmu telefonicznego. Zadaniem alarmu jest sygnalizowanie o korzystaniu z telefonu przez osoby nieuprawnione.

Potrzeba jest matką wynalazków i tak też było w tym przypadku. Prezentowany układ kontroli stanu linii telefonicznych powstał w celu alarmowania o pirackich podłączeniach do linii. Kolega, który musiał pokryć dość wysokie koszty pirackich połączeń poprosił o skonstruowanie układu nadzorującego linię telefoniczną. Alarm reaguje na całkowity zanik i na obniżenie napięcia w linii telefonicznej. Układ ma opcjonalnie możliwość nadzorowania jednej lub dwóch linii telefonicznych. Nadaje się do współpracy z nowymi centralami elektronicznymi jak i starymi mechanicznymi. Przy konstruowaniu układu użyłem procesora produkcji SGS Thomson z rodziny ST62 typu ST62T10, które wręcz w sposób idealny nadają się do zastosowania w tego typu układzie. Program dla procesora stworzyłem przy pomocy programu ST6-REALIZER.

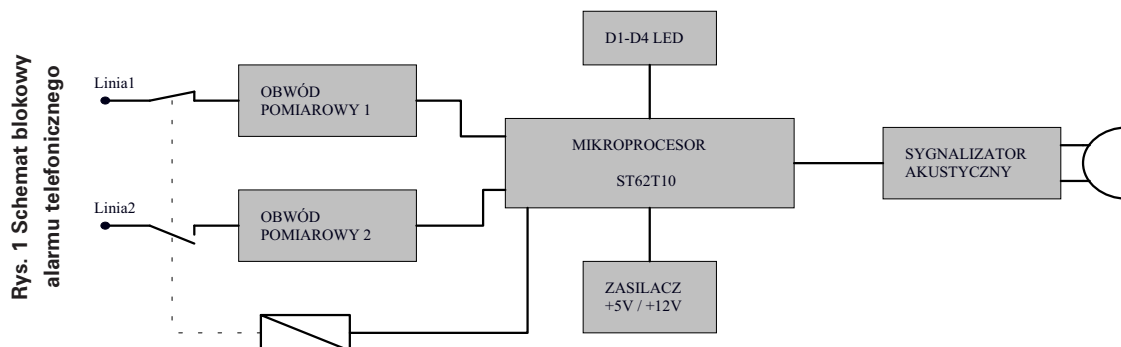
Alarm powinien spełniać pewne normy tak,

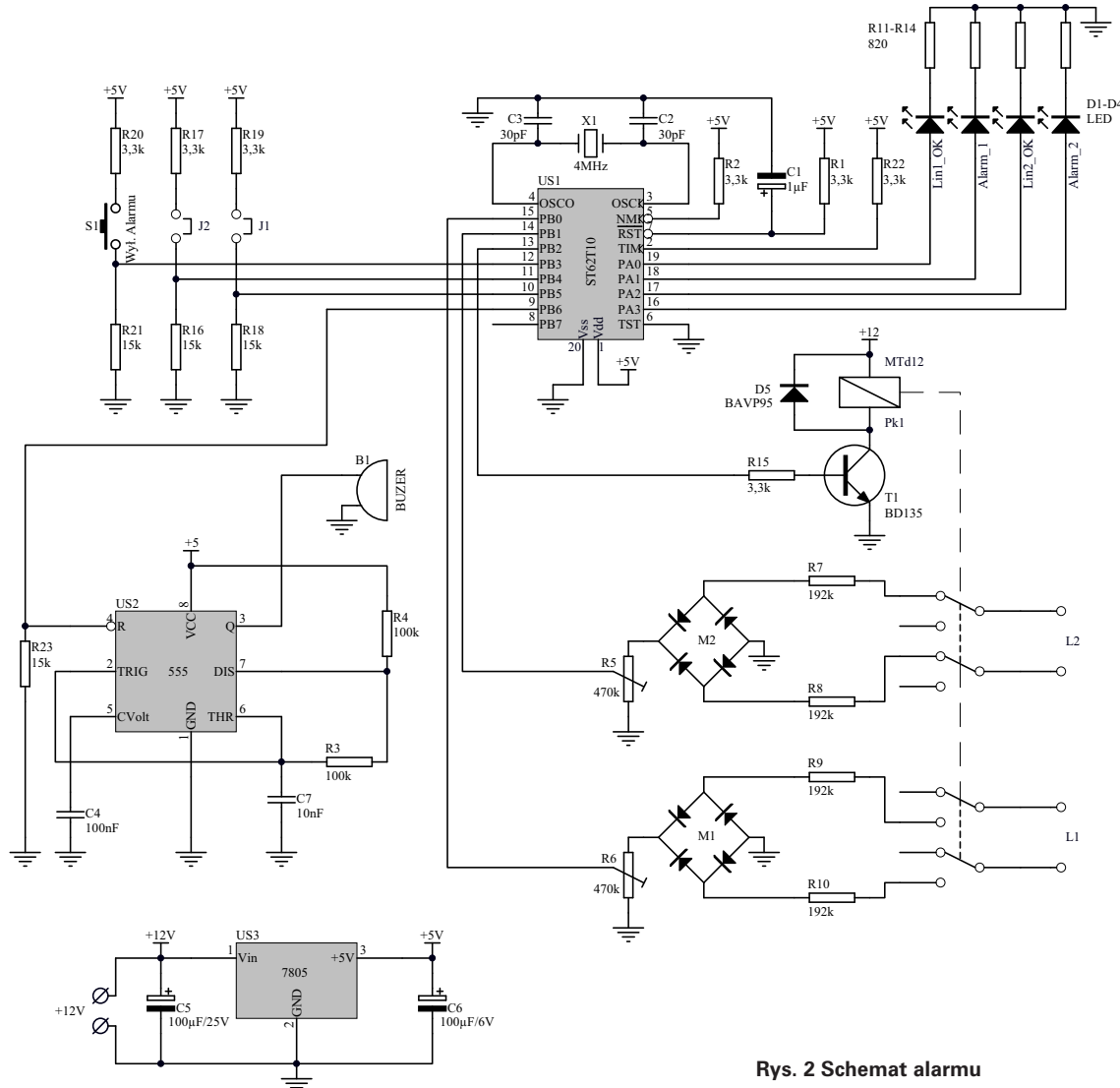
aby nie zakłócać pracy centrali telefonicznej. Podstawowym warunkiem, który nas interesuje i jaki powinien spełniać nasz układ według Polskiej Normy PN-92 T-83000, jest pobór prądu z linii przy odłożonej słuchawce. Powinniśmy zwrócić uwagę na to, że układ alarmu będzie cały czas podłączony do linii telefonicznej i nie powinien przekraczać norm. Przy odłożonym mikrotefonie pobór prądu z linii nie powinien przekraczać wartości 0,4mA.

Budowa układu

Układ wykonano na płytce drukowanej jednostronnej. Zawarto na niej wszystkie elementy układu. Niewielkie wymiary płytki oraz niewielka ilość elementów pozwala na wykonanie układu przez początkujących elektroników. Zasadniczo alarm zbudowany jest z następujących bloków rys.1:

- obwody pomiarowe





Rys. 2 Schemat alarmu

- mikroprocesor
- sygnalizator akustyczny
- zasilanie

Układ zasilany jest napięciem 12V. Maksymalny pobór prądu ze źródła zasilania wynosi 40mA. Zależy to w głównej mierze od użytego przekaźnika.

Opis układu

Schemat elektryczny alarmu przedstawiono na rys. 2. Obwody pomiarowe są automatycznie przełączane z linii 1 do linii 2 i na odwrót, co dwie sekundy. Wykorzystałem do tego celu przekaźnik 12-stykowy typu MTd12. Można użyć oczywiście innego typu przekaźnika o 12-tu stykach. Pracą przekaźnika steruje procesor poprzez tranzystor T1 typu BD135. Podłączony jest on do wyjścia PB2 skonfigurowanego jako wyjście (push - pull). W skład obwodów pomiarowych wchodzi rezystory od R7 - R10 oraz mostki prostownicze M1 i M2. Wyjście dodatkowo z mostków podłączone jest do potencjometrów R6 i R5 ustalających próg zadziałania, a następnie do wejść PB0 i PB1 skonfigurowanych jako wej-

ście przetwornika analogowo cyfrowego.

Diody sygnalizacyjne LED D1 - D4 informujące o stanie pracy układu są bezpośrednio podłączone do wyjść PA0 - PA4 skonfigurowanych jako wyjścia (push - pull). Generator sygnalizacyjny wykonany został przy użyciu popularnej kostki NE555 pracującej jako generator astabilny. Układ 555 US2 generuje ciąg impulsów prostokątnych w momencie pojawienia się stanu wysokiego na wejściu reset 4. Pracą generatora steruje procesor poprzez wyjście PB6 (push-pull). Częstotliwość pracy generatora astabilnego wyliczymy ze wzoru:

$$f[\text{Hz}] = 1,49 / (R1 + R2 [\text{W}]) \times C [\text{F}]$$

Przycisk wyłączenia alarmu jest podłączony do wejścia PB3 skonfigurowanego jako wejście bez rezystora podciągającego (no pull - up). Służy on do wyłączenia alarmu. Nie jest to jednak możliwe w przypadku, gdy brak jest sygnału na obydwu liniach telefonicznych. Alarm się wyłączy przyciskiem dopiero po powrocie odpowiednich napięć w liniach telefonicznych.

Zwory J1 i J2 pozwalają wybrać jedną z trzech opcji pracy układu: nadzór tylko nad linią 1, nad-

zór tylko nad linią 2, nadzór nad linią 1 i linią 2. Zwory podłączone są do wejść PB4 i PB5 skonfigurowanych jako wejścia bez rezystorów podciągających.

Częstotliwość pracy oscylatora mikrokontrolera zależy od użytego rezonatora kwarcowego. W układzie zastosowałem kwarc o częstotliwości 4 MHz.

Zasada działania

Zasadę działania układu przedstawię na podstawie schematu działania procesora rys. 3, projektu zrealizowanego za pomocą programu ST6-REALIZER. Układ działa w sposób następujący: po włączeniu zasilania mikrokontroler się automatycznie resetuje (odpowiedzialny jest za to układ złożony z rezystora R1 4,3k i C1 1μF podłączony do wejścia RESET procesora). W chwili włączenia kondensator zaczyna się ładować, a na wejściu RESET pojawia się stan niski do czasu naładowania się kondensatora C1. Po zresetowaniu procesor przechodzi w stan czuwania. Na wejście przetwornika A/C LIN_1 i LIN_2 podawane jest napięcie z obwodów pomiarowych Linii 1 i Linii 2 (rezystory R5 - R10 oraz mostki prostownicze M1 i M2). Po przekształceniu na wartość cyfrową (binarne słowo ośmio-bitowe) podawane jest na wejście B komparatora. Następuje porównanie wielkości przetworzonej przez przetwornik A/C z wielkościami stałymi określającymi dolny i górny próg porównawczy. Wejście A określa górny próg, a wejście C dolny próg. Wartość stałej podłączonej do wejścia A wynosi 255, a na wejściu B zależy od najniższego napięcia, które będzie definiowane jeszcze jako brak alarmu w układzie modelowym. Wartość ta wynosi 80. Komparator posiada trzy wyjścia. W układzie wykorzystałem tylko jedno, w którym wartość B jest mniejsza od C ($B < C$). Wyjście to jest podłączone do wejścia 0 multiplexera (z jednym wejściem sterującym „mux1”). Na drugie wejście 1 podana jest stała wartość cyfrowa, w tym przypadku logiczne 0. Wejście sterujące multiplexera mux1 0/1 podłączone jest z wejściem cyfrowym „WYL1” wejście procesora PB4, a dla drugiej linii z wejściem cyfrowym „WYL2” wejście procesora PB5. Zadaniem multiplexera jest uniemożliwienie wywołania alarmu w przypadku zablokowania LIN_1 lub LIN_2 (wybrania opcji pracy alarmu na jedną linię). Linię blokujemy poprzez podanie stanu wysokiego na wejście procesora PB4 „WYL1” lub PB5 „WYL2”.

Obwody pomiarowe są podłączane kolejno do Linii 1 i 2. Powoduje to chwilowe zaniki napięcia mierzonego przez przetworniki A/C. W celu wyeliminowania włączania alarmu przy każdym przełączeniu linii na wyjściu multiplexera mux1 zastosowałem układy czasowe opóźniające, które wyeliminowały tę niedogodność.

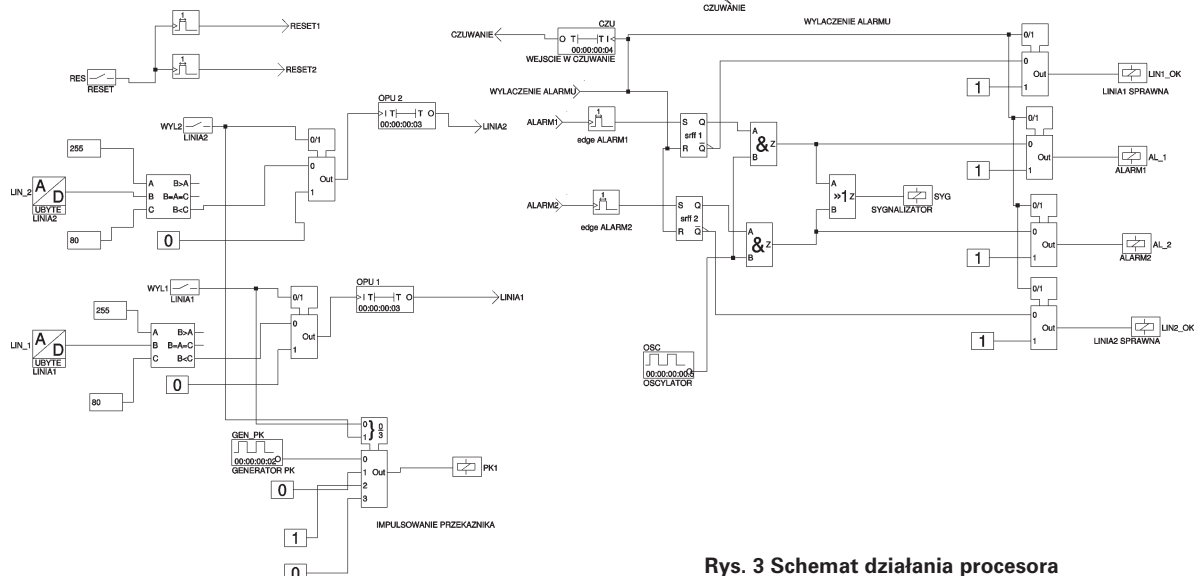
Generator GEN_PK steruje pracą przełącznika poprzez multiplexer mux2, którego zadaniem jest blokowanie impulsowania w przypadku wybrania opcji pracy alarmu tylko na Linię 1 lub Linię 2. Multiplexer mux2 ma dwa wejścia sterujące 0 i 1, na których odpowiednia kombinacja stanów logicznych powoduje odpowiednie przyłączenie wejść 0-3 do wyjścia Out, a co za tym idzie odpowiednią pracę przełącznika PK1. Wejście sterujące 1 podłączone jest z wejściem WYL2 (LINIA 2), a wejście sterujące 0 podłączone jest z wejściem WYL1 (LINIA1). Do wejścia 0 mux2 podłączony jest generator GEN_PK odpowiedzialny za impulsowanie przełącznika. Do wejścia 1 i 3 przyłożona jest stała wartość logiczne zero, a do wejścia 2 stała wartość logiczna jedynka. Pracę multiplexera mux2 wraz z przełącznikiem PK1 przedstawia poniższa tabela.

Wejście sterujące		Wyjście	Przełącznik
1	0	Out	PK1
L	L	0	Praca impulsowa
L	H	1	Przyłączona linia 2
H	L	2	Przyłączona linia 1
H	H	3	Przyłączona linia 2

Oczywiście należy wspomnieć, że przełącznik PK1 w stanie spoczynku przyłącza do obwodów pomiarowych linię 2. Dlaczego zastosowano przełącznik-element dość duży i pobierający dość dużo prądu? Spieszę z wyjaśnieniem: dlatego, że przełącznik mechaniczny zapewnia w sposób pewny galwaniczne oddzielenie obydwu linii od siebie. Ma to zasadniczy wpływ na wykonywane pomiary przez układ oraz na pracę centrali automatycznej, zwłaszcza elektronicznej. Wykonując układ do pomiaru tylko jednej linii telefonicznej możemy pominąć przełącznik PK1.

Alarm włącza się po trzech sekundach od chwili zaniku napięcia w linii lub jego obniżenia. Zwłokę uzyskałem stosując układy opóźniające OPU1, OPU2 (delf). Po pojawieniu się stanu wysokiego na wyjściu OPU1 lub OPU2 oraz na wejściu powoduje to zainicjowanie alarmu. Pojawienie się impulsu na wejściu detektora impulsu narastającego „edge ALARM1” lub „edge ALARM2” powoduje powstanie impulsu wyłączającego przerzutnik srff1 i 2.

Wyjścia Q przerzutnika srff1 i srff2 połączone są z wejściami A bramek AND, wejścia B bramek połączone są razem i z generatorem OSC. Drugie wyjście Q przerzutnika srff1 połączone jest z wyjściem PA0, a przerzutnika srff2 z wyjściem PA2 poprzez multiplexery mux2. Zadaniem multiplexersów, których wyjścia podłączone są do wyjść procesora PA0 - PA3 jest włączenie wszystkich sterowanych diod świecących D1 - D4 w chwili resetowania alarmu. Generator OSC powoduje impulsową pracę diod świecących AL_1 i AL_2 i sygnalizatora SYG w



Rys. 3 Schemat działania procesora

chwili gdy na wyjściu Q przerzutnika srff 1 i 2 pojawia się stan wysoki.

Wyjścia obydwu bramek AND połączone są z wejściami bramki OR sterującej pracą sygnalizatora SYG. Stworzenie projektu układu przy pomocy REALIZERA wymagało stworzenia algorytmu działania procesora tzw. grafu oraz określenia zależności logicznych pomiędzy zdarzeniami. Do tworzenia algorytmu w projekcie ALARM TELEFONICZNY użyłem takich funkcji jak STATE (stan), CONDITION (warunek), INITIAL STATE (inicjacja stanu czyli początek działania procesora). Z elementem CONDITION powiązany jest ściśle elementem STATE INPUT. W projektowanym programie każdy CONDITION powinien mieć nazwę np. "Linia1" i taką samą nazwę powinien mieć element STATE INPUT. Tak samo jest z funkcją STATE, ta funkcja związana jest z elementem STATE OUTPUT i obie powinny mieć takie same nazwy. Jak widać na schemacie prezentowanego układu ta zasada została zachowana. Tworzenie algorytmu najlepiej przedstawić na schemacie. Pierwszym elementem w algorytmie jest funkcja INITIAL STATE (CZUWANIE), procesor automatycznie wchodzi w ten stan po włączeniu zasilania i po restarcie procesora. Następnie procesor oczekuje na warunek CONDITION Linia 1 lub Linia2 (na wyjściu STATE INPUT Linia1 lub Linia2 powinien pojawić się stan wysoki). Po pojawieniu się jednego z tych warunków procesor automatycznie przechodzi w STATE (ALARM1 lub ALARM 2) pojawia się stan wysoki na wyjściu STATE OUTPUT Alarm 1 lub Alarm 2 uruchamiając alarm dla jednej z linii. Teraz widać ści-

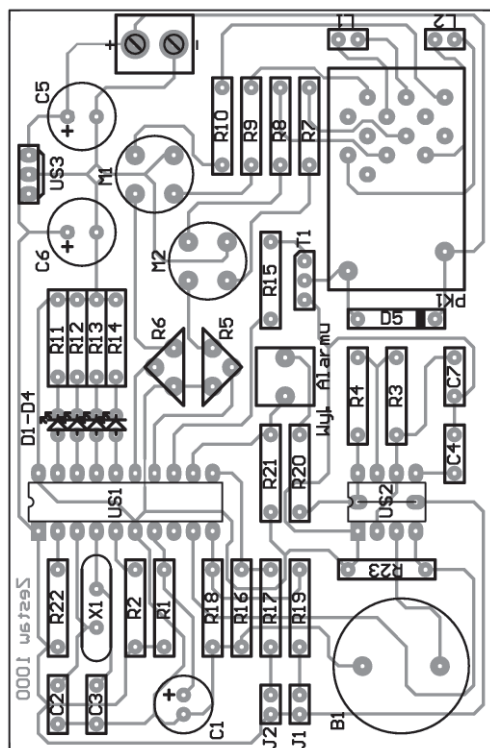
śle powiązanie elementów pomiędzy CONDITION a STATE INPUT oraz pomiędzy STATE i STATE OUTPUT. Po włączeniu się alarmu na jednej z linii procesor oczekuje na następny warunek CONDITION, jeżeli jest to Alarm1 to procesor oczekuje na warunek Reset1 lub Linia 2 (warunek Linia 2 po stanie Alarm 1 umożliwia włączenie alarmu Alarm 2), jeżeli jest to Alarm 2 to procesor oczekuje na warunek Reset1 lub Linia1 (warunek Linia1 po stanie Alarm 2 umożliwia włączenie alarmu Alarm 1).

Po podaniu stanu wysokiego na STATE INPUT Reset1 lub Reset2 (zależy to od włączonego alarmu) procesor wchodzi w stan STATE (WYŁĄCZENIE ALARMU) na STATE OUTPUT (WYŁĄCZENIE ALARMU) pojawia się stan wysoki który resetuje przerzutniki srff1 i srff2 oraz uruchamia układ opóźniający delf WEJŚCIE W CZUWANIE po czterech sekundach pojawia się na STATE INPUT (CZUWANIE) stan wysoki co powoduje przejście układu w INITIAL STATE (CZUWANIE).

Uruchamianie układu

Niewielkie problemy mogą wystąpić przy doborze rezystorów R7 - R10 w obwodach pomiarowych. Przy odłożonym mikrotelefonie pobór prądu z linii nie powinien przekraczać wartości 0,4mA. Przy znamionowym napięciu linii od 48V do około 60V rezystancja obwodu pomiarowego powinna wynosić nie mniej niż 150 k. Uwzględniając napięcie zewu maksymalnie 90V w takim wypadku rezystancja powinna wynosić nie mniej niż 225 k. Natomiast napięcie maksymalne na wejściu przetworników analo-

Stopień
trudności



Rys. 4 Rozmieszczenie elementów na płycie drukowanej.
Przed przystąpieniem do montażu pod układem US2 należy wykonać mostek drutem miedzianym 0,5mm.

gowo cyfrowych (ustalony spadek napięcia na R5 i R6) nie powinien być wyższy niż napięcie zasilania procesora 5V. Dlatego przed włożeniem procesora w podstawkę powinniśmy dokonać regulacji przy pomocy potencjometrów R5 i R6 oraz zabezpieczyć je przed przypadkowym przesunięciem, co może doprowadzić do uszkodzenia procesora. Regulacji dokonujemy w następujący sposób: do zacisków liniowych podłączamy linię telefoniczną, między masę a 14 pin podstawki podłączamy miernik i za pomocą potencjometru R5 ustawiamy napięcie na około 3,5V. Następnie zabezpieczamy potencjometr przed przesuwaniem np. kroplą farby. W taki sam sposób postępujemy z drugim obwodem pomiarowym podłączając miernik do 15 pinu i regulując za pomocą R6.

Po ustawieniu odpowiednich wartości potencjometrów oraz po zmontowaniu, układ powinien działać z oczekiwanym skutkiem.

Gorąco polecam wykonanie zamieszczonego projektu każdemu, kto musiał opłacać kosztowne rozmowy pajączarzy.

Krzysztof Górski
SQ2GCL

UWAGA!

Do prawidłowej pracy układu wymagany jest zaprogramowany mikroprocesor ST62T10. (Patrz oferta specjalna na stronie 59) Przy zakupie ST62T10 z oferty specjalnej Elektronika Hobby program i programowanie mikroprocesora za darmo.

Wydruk zawartości ST62T10 w systemie szesnastkowym

```
:20008000414C41524D3500312E3333000DC8000D8FF0DC40F0DC0F0DC0000D9C000DC530
:2000A000440DC440DC13B0D9B3B0D9FF0DD1100DD2150DD3CF0DD46D0DA0000DC8104DB9
:2000C0001700DD80840D811587155DE0B840D85500D87FCB843B84AB846B840D88500DDA
:2000E0008AFF1B8E1B8B7B8E9B8B5B8BDB8B1F9F37F481BCD0D9F00BBD1FBD10DC8001F91
:20010000A00DA0000DC8109FA11B84B3C1020B841F9D9F865B843C1024B841F9E9F89FB64
:2001200084D3C102EB841F863F85223B8B19132B8B138409B8B8338B02AB8B4914BB8B93F1
:200140008402AB8B1FA11089161F92DFA19F92641689161F915CD7019F9189161F911489F9
:2001600016FB8B838B02EB8B738B05A38B0B3917B38B060D91010D922C1FA11049191F930F
:20018000DFA19F931C1649190D93C8138C041B8C49190B8C5384151384099B8C138C028B8F
:2001A0008CA91A9B8CB384028B8CF91B1384099B8C3384028B8CF91B9B8C384028B8C5B8C
:2001C0009B938C024B9B1F893F88225B8C191D4B8C538409DB8C538C02C8B8C491EDB8C7338
:2001E0008402C8B8C1FA11089201F95DFA19F95641689201F945CD7019F9489201F9414890B
:2002000020BB8CD38C02AB8C338C05C38C0B3921D38C060D94010D952CEB8C738C05E384B0
:2002200002FB8C0B8D738C05E384021B8D8B8D1F903703109B8D1FA110A9251F97DFA19FDC
:20024000976416A9251F965CD7019F96A9251F9614A925DB8D938D02CB8D538D0583D0B8A
:2002600005926938D060D96010D97902B8D1F903702103B8D6B8D38D05238D027B8D738D92
:2002800009838D0DEB8D1B8E192938D04FB8D0B8E938D099B8E138E028B8E492A9B8E13D3
:2002A0008B028B8E5B9C938E024B9C4B8E1F903701105B8E2B8ED38E05438E023B8E338E2
:2002C00009838D0DA8E7B8E192D938D04BB8E6B8E938D09FB8E738E02EB8E492EFB8E9349
:2002E00008B02EB8E1B9CF38E020B9C1FA11069301F98DFA19F981C1669300D9832138F04F8
:200300001B8F69300B8F8B8FE38D05038F029B8F938D095B8F938F024B8F39325B8F538B6F
:20032000024B8FDB9C538F02CB9CCB8FA38E05038F02DB8F3B8F38F05938F022B8F7B9B6C
:20034000338F026B9B938D09BB8FD38F02AB8F8935BB8FD38B02AB8F9B9CB38F028B9C1F5F
:200360000903700108937370110A938370210C939370310E93A0D9000C38B050D9001893B93
:200380000A38C050D9002893B893BA38C050D9002893B038D050D9003893B893BE38B050D2E
:2003A0009001893BE38C050D9003893B893BC38D050D9000893B893B5B8D938D024B8DBB35
:2003C0008D338D02AB8D7B8CF384026B8C7B8BB838B026B8B38B8C38C022B8CD8B8E538E02B8
:2003E000C8B8E1F9C9FC01F9B9FC10DD8FFE90E9F991F9F3700781FD09F9D0BCD9BCDD09FD9
:200400001BBD109411FD09F9EEBD10D9FF8BCD1F994D0DD4000DD2150DD3CF0DD46D7FC4
:02042000A04DED
:020FF00F93EC8
:020FF200394183
:020FFE00C90820
```

Spis elementów:

Rezystory:

R1 - 3,3k, R2 - 3,3k, R3 - 100k, R4 - 100k,
R5 - 470k, R6 - 470k, R7 - 192k, R8 - 192k
R9 - 192k, R10 - 192k, R11 - 820, R12 - 820,
R13 - 820, R14 - 820, R15 - 3,3k, R16 - 15k,
R17 - 3,3k, R18 - 15k, R19 - 3,3k, R20 - 3,3k,
R21 - 15k, R22 - 3,3k, R23 - 15k

Kondensatory:

C1 - 1μF, C2 - 30pF, C3 - 30pF, C4 - 100nF,
C5 - 100μF/25V, C6 - 100μF/6V, C7 - 10nF

Półprzewodniki:

D1 - LED zielona, D2 - LED czerwona,
D3 - LED zielona, D4 - LED czerwona,
D5 - BAVP95, M1 - PM05, M2 - PM05,
T1 - BD135

Układy scalone:

US1 - ST62T10, US2 - 555, US3 - 7805

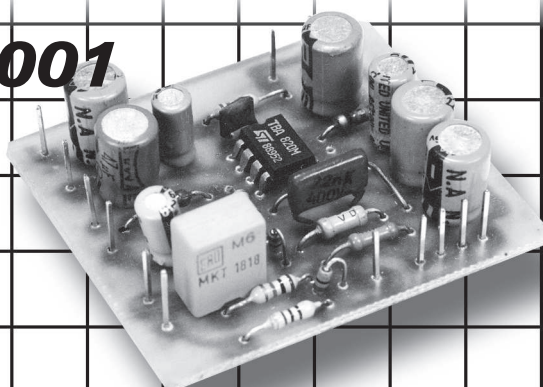
Inne:

X1 - 4MHz, B1 - buzzer, PK1 - MTd12,
J1 - Jumper, J2 - Jumer, S1 - mikroprzełącznik

Minisynteзатор efektów dźwiękowych

Stopień
trudności
* *

Zestaw 1001



Układ elektroniczny generatora jest konstrukcją stworzoną eksperymentalnie. Pomimo prostoty jest elastyczny w zakresie generowanych drgań, dostarczając kilka kombinacji ciekawych brzmień i dźwięków o bogatej skali częstotliwości i obwiedni. Niektóre efekty akustyczne wiernie przypominają dźwięki z natury ożywionej lub odgłosy urządzeń technicznych. Nietypowy obwód ujemnego sprzężenia zwrotnego z detektorem obwiedni pozwala uzyskiwać efekty akustyczne, o które trudno byłoby podejrzewać tak proste rozwiązanie układowe.

Zapoznanie z jedynym elementem aktywnym układu minisyntezatora

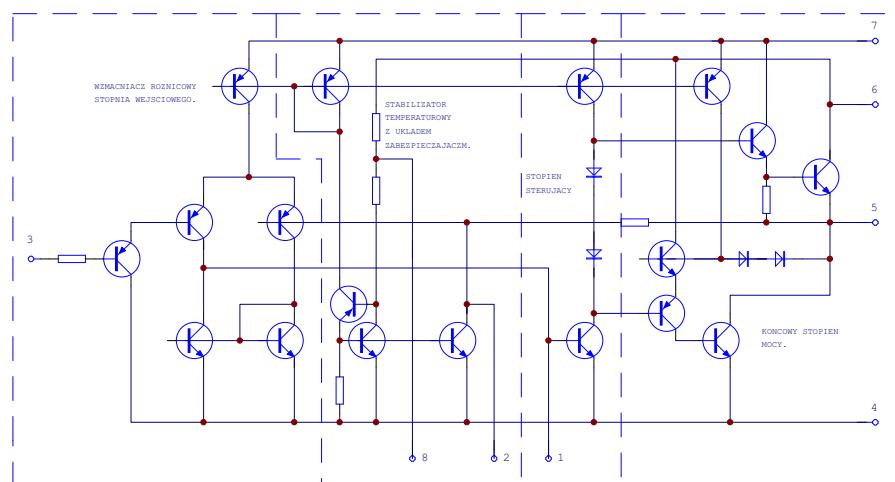
Układ scalony TBA820M jest zasadniczo jednym z najprostszych pod względem aplikacji zewnętrznej monolitycznym wzmacniaczem m.cz. małej mocy. Ośmionóżkowa obudowa DIP zawiera identyczną parametrycznie wersję bardziej znanego czternastonóżkowego TBA820. Cechą, która zdecydowała o wyborze tego typu wzmacniacza jest mała wartość spoczynkowego prądu zasilania Icc. Jego wartość wynosi około 4mA, dwukrotnie mniej niż w innych popularnych wzmacniaczach scalonych o mocy do 2W. Jak przeważająca większość monolitycznych wzmacniaczy m.cz. wewnętrzna struktura elektryczna jest formą wzmacniacza różnicowego z galwanicznymi połączeniami między stopniem sterującym i stopniem mocy. Choć w zewnętrznej aplikacji nie są wyodrębnione wejścia odwracające i nieodwracające, to jednak w przeważającej części scalonych wzmacniaczy małej mocy są one dostępne.

Wejście odwracające jest przeważnie wewnętrznie połączone z wyjściem tworząc pętlę ujemnego sprzężenia zwrotnego. Wyprowadzenie wejścia odwracającego służy w więk-

szości przypadków do dołączenia obwodu od-sprzęgająco-korekcyjnego RC. Jest to obwód zmniejszający oddziaływanie ujemnego sprzężenia zwrotnego dla składowej zmiennej. W podstawowej aplikacji TBA820M producent zaleca stosowanie dwójnika z szeregowo połączonych elementów 120ohm i 100μF. Przy takiej wartości elementów praktyczne pasmo przenoszenia wzmacniacza oceniane zazwyczaj z tolerancją 3dB zaczyna się od około 20Hz. Dobieranie wartości elementów RC wpływa na kształt dolnej części pasma przenoszenia wzmacniacza. Górny zakres pasma przenoszenia kształtują wartości elementu C3, włączonego pomiędzy wyprowadzenie (1) i (5). Obwód ten realizuje górnozaporowe, ujemne sprzężenie zwrotne.

Wejście nieodwracające jest swobodną bazą tranzystora w stopniu wejściowym i posiada dużą impedancję wewnętrzną. Do tego wyprowadzenia (3) dołączony jest jeden tylko zewnętrzny rezystor polaryzujący. Jego wartość decyduje o maksymalnej rezystancji wejściowej wzmacniacza.

Wejście nieodwracające również w większości wzmacniaczy o podobnym zastosowaniu, jak



Rys. 1 Wewnętrzna struktura TBA820M

TBA820M pełni rolę głównego wejścia sygnałowego.

Pokusa wzbudzenia wzmacniacza, czyli generator na skróty

Jak wykonać wzmacniacz - to już wiadomo, ale jak przekształcić go w generator ?

Poznane wyżej fakty, które potwierdzą schemat ideowy wewnętrznej struktury układu scalonego oraz podstawy teoretyczne z dziedziny konstrukcji wzmacniaczy i generatorów dawały pewność, że podstawowy układ wzmacniacza mocy z zastosowaniem TBA820M za pomocą prostego sprzężenia zwrotnego o charakterze dodatnim można przekształcić w generator m.cz.

W takim zastosowaniu zmieniono wartości niektórych elementów schematu podstawowego, a niektóre obwody dodano. W efekcie takich zmian TBA820M pełni obecnie podwójną rolę: generatora RC oraz sprzężonego z nim wzmacniacza mocy. Nasz układ klasycznie jest generatorem z zastosowaniem sprzężenia zwrotnego. Okoliczności umożliwiające powstanie i utrzymanie drgań w takim układzie elektronicznym (zawierającym element aktywny: tranzystor, lampę elektronową lub wzmacniacz scalony) wymagają spełnienia następujących warunków:

- 1 Warunku fazy - sygnał podany z wyjścia wzmacniacza do wejścia musi mieć taką fazę, aby po ponownym przejściu przez wzmacniacz był w fazie zgodnej z sygnałem już istniejącym, co jest warunkiem koniecznym dla sumowania ich amplitud;
- 2 Warunku amplitudy - sygnał podany z wyjścia na wejście wzmacniacza musi być tak duży, aby po ponownym przejściu przez wzmacniacz uległ: a) zwiększeniu dla samostnego wzbudzenia się drgań, b) utrzymaniu dla podtrzymania wzbudzonych drgań.

Spełnienie warunku fazy w naszym układzie z wykorzystaniem wejścia nieodwracającego polega na podaniu do tego wejścia napięcia zgod-

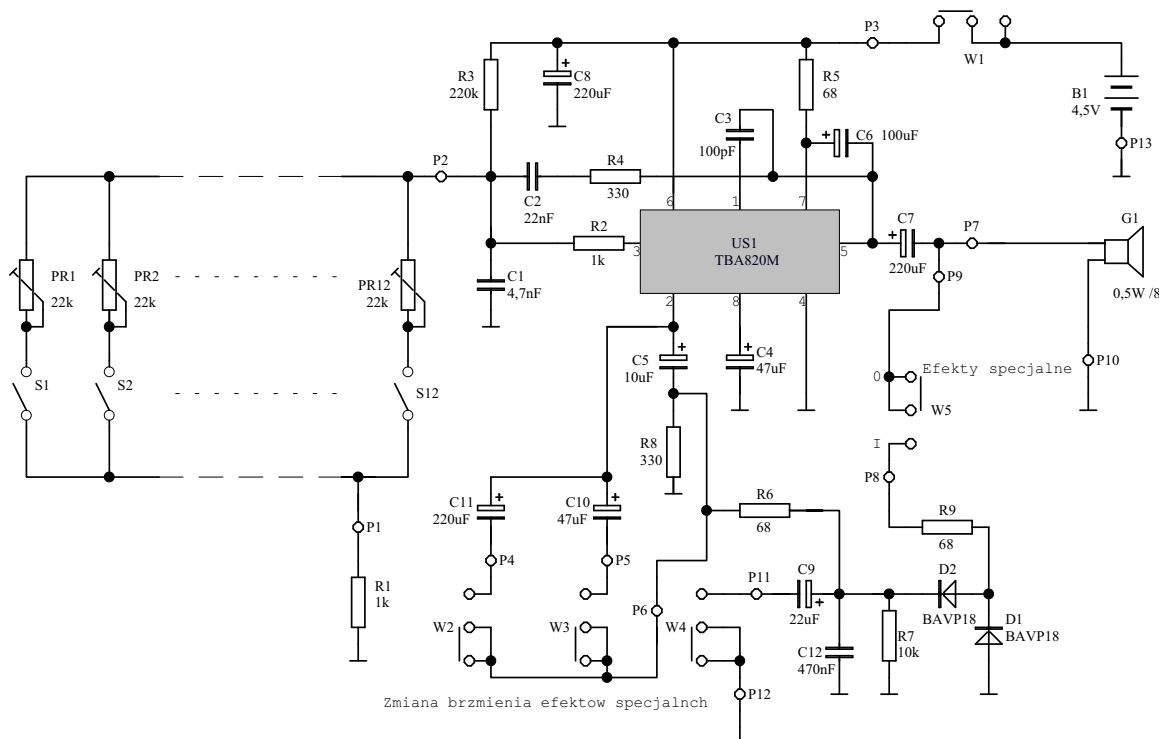
nego w fazie z napięciem wyjściowym.

Te wymagania spełnia połączenie wyprowadzenia (5) z wyprowadzeniem (3) za pomocą szeregowego obwodu R4C2. Przy stałej wartości elementów takiego obwodu reaktancja pojemnościowa powoduje przesunięcie fazy pomiędzy napięciem, a prądem sygnału płynącego w tym obwodzie. Zmiana częstotliwości tego sygnału powoduje liniową zmianę różnicy tych faz. Wynika z tego, że jeżeli w sprzężeniu bierze udział jeden obwód RC, to warunek drgań zaistnieje tylko dla jednej częstotliwości.

To bardzo ważna właściwość umożliwiająca generowanie konkretnej częstotliwości drgań dla konkretnych wartości parametrów elementów RC zarówno w zewnętrznych pętlach sprzężenia zwrotnego, jak też w samym układzie wzmacniającym. Równoczesne oddziaływanie kilkoma obwodami reaktancyjnymi na zamkniętą pętlę generacji drgań może spowodować spełnienie warunków fazy dla wielu częstotliwości, prowadząc do niestabilności generatora. To zjawisko zostało świadomie wykorzystane w trybie uzyskiwania efektów dźwiękowych. Narzędziem był obwód dołączony do wyprowadzenia (2), w którym zmieniała się wartość pojemności C5 przez dołączenie C10 oraz C11.

Spełnienie warunku amplitudowego generacji przy sprzężeniu napięciowym wymaga odpowiednio dużego wzmocnienia napięciowego wzmacniacza. Żeby drgania wzbudziły się samoistnie, część napięcia wyjściowego dostarczona do wejścia musi być wzmocniona do amplitudy większej niż w chwili poprzedniej. Ta amplituda będzie narastała w tempie zależnym od wzmocnienia elementu aktywnego i wielkości sprzężenia wejścia z wyjściem. Drgania w układzie będą narastały do amplitudy ograniczonej przez warunki zasilania tak, jak to ma miejsce w naszym układzie. Innym powodem ograniczenia amplitudy może być punkt równowagi określonej przez ujemne sprzężenie zwrotne.

Stopień
trudności
**



Rys. 2 Schemat minisyntezatora efektów dźwiękowych

Układ zmontowany i co dalej ?

Jeżeli nie został popełniony błąd montażowy i nie zawiedzie nas żaden z elementów możemy dołączyć głośnik i chociaż jeden zewnętrzny obwód zawierający początkowo tylko rezystor regulacyjny PR. Ten rezystor powinien być ustawiony na pozycję środkową, czyli 50% rezystancji całkowitej. Potencjometr regulacji głośności należy ustawić w położenie rezystancji minimalnej. Styki włącznika efektów dźwiękowych W5 powinny być rozwarne, a styki wyłączników W2, W3 i W4 zwarte. Po dołączeniu zasilania układ zdecydowanie powinien podjąć pracę. Teraz można rozpoznawać jego możliwości.

Pierwsze próby to sprawdzenie zakresu częstotliwości generowanych drgań poprzez zmianę

ustawienia rezystora PR w całym zakresie. Dla zastosowania w zabawkowym instrumencie lub pulpicie efektów akustycznych możemy wykonać 11-sto lub 12-sto przyciskową klawiaturę tonów podstawowych (1 i 1/2 oktawy), a wykorzystywać będziemy zaledwie około 1/3 zakresu PR. Możemy kierować się zamiarem wydobywania szerokiej gamy efektów i przyporządkować klawiszom dowolne ciekawe brzmieniowo położenia w całym zakresie roboczym PR.

Sławomir Nieczu

Spis elementów:

Rezystory:

R1 - 1k, R2 - 1k, R3 - 220k, R4 - 330, R5 - 68, R6 - 68, R7 - 10k, R8 - 330, R9 - 68, PR1-PR12 - 22k,

Kondensatory:

C1 - 4,7nF, C2 - 22nF, C3 - 100pF, C4 - 47µF, C5 - 10µF, C6 - 100µF, C7 - 220µF, C8 - 220µF, C9 - 22µF, C10 - 47µF, C11 - 220µF, C12 - 470nF

Półprzewodniki

D1 - BAVP18, D2 - BAVP18

Układy scalone:

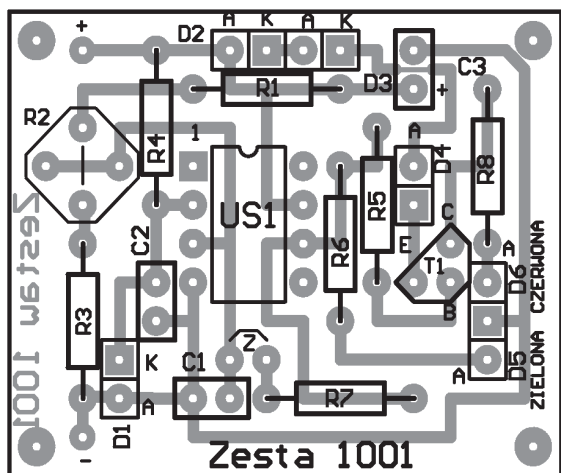
US1 - TBA820M

Inne:

B1 - 4,5V, G1 - 0,5W/8

S1-S12 - mikroprzełączniki

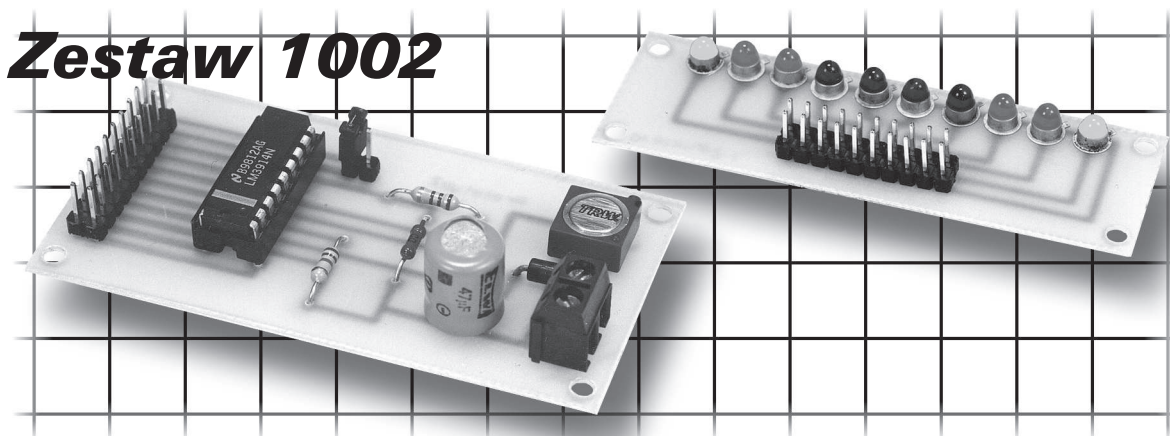
W1-W5 przełączniki dwustanowe



Rys. 3 Rozmieszczenie elementów na płycie drukowanej (skala 2:1)

Woltomierz LED do samochodu

Zestaw 1002



Artykuł opisuje układ, który za pomocą dziesięciu diod LED, w trzech kolorach informuje o stanie akumulatora. Zielone światło oznacza, że napięcie akumulatora jest właściwe, żółte powinno skłonić właściciela do interwencji, a czerwone oznacza kłopoty.

Niedawno miałem to „szczęście”, że kupiłem używany samochód, którego marki nie wymienię, bo byłaby to kryptoreklama polsko-włoskiej współpracy technicznej. Ponieważ pojazd wykorzystywany jest do dojazdu do pracy, a spóźnienia jak wiadomo są niemiłe widziane, to powinien rano zapalić. Główną rolę w tej czynności pełni pocziwina akumulator kwasowy. Za pomocą woltomierza zmierzyłem 13,37V. Pomiar był równie dokładny, co nieprzydatny. Właścicielowi potrzebne jest wskazanie proste do zinterpretowania, tak proste jak światła na skrzyżowaniu.

Akumulator samochodowy

Jeżeli kierowca zrezygnuje z błogiej niewiedzy i zamontuje do swojego pojazdu wskaźnik napięcia, to na pewno przyda się tabela pierwsza. Za jej pomocą dane odczytane ze wskaźnika można zamienić na napięcie i uzyskać wskazówki dotyczące eksploatacji.

Tabela 1 podaje dane uśrednione z różnych typów pojazdów. Kierowca powinien przeprowadzić wła-

sne obserwacje na swoim pojeździe tak, aby wychwycić nienormalne zachowanie napięcia akumulatora. Tabelka może być stosowana dla akumulatorów 24V. W takim wypadku napięcia w tabelce należy skreślić i wpisać podwojone ich wartości. Wpływ pracy instalacji na napięcie akumulatora przedstawia tabela 2.

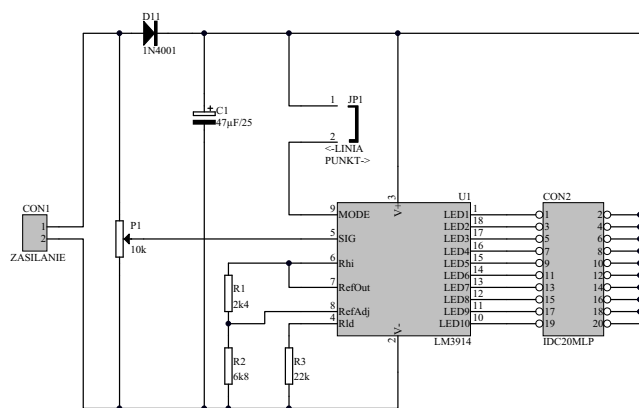
Tabela 2: Wpływ instalacji na napięcie akumulatora	
Czynność	Reakcja instalacji
Rozruch silnika	Początkowy spadek napięcia nawet do 5-8V powoduje, że świecący punkt znikną ze skali. Gdy rozrusznik zwiększa obroty, obciążenie maleje napięcie rośnie: zapalają się kolejne diody sygnalizujące wzrost napięcia. Dopóki jest włączony rozrusznik napięcie jest niższe od wartości przed rozruchem - żółte diody. Kiedy silnik podejmuje samodzielną pracę, prądnicą zaczyna działać i napięcie wzrasta do wartości większej od początkowej - kolejne zielone (w niektórych pojazdach żółte) diody LED zaczynają świecić. Jeżeli ten wzrost napięcia nie nastąpi, to uszkodzona jest prądnicą.
Wielokrotny rozruch	Po każdym trwającym 10 sekund rozruchu następuje spadek napięcia akumulatora. Po 30-60 sekundach następuje regeneracja akumulatora (wymieszanie elektrolitu) i napięcie wzrasta. Powtarzanie nieudanych rozruchów powoduje spadek napięcia akumulatora. Gdy po rozruchu świeci sygnał (LED) czerwony (poniżej 10,5V) lub wskaźnik nie świeci, rozruchy należy BEZWZGLĘDNIÉ przerwać, a akumulator naładować.
Włączenie świateł	Spadek napięcia nawet do czterech punktów (2V) od wartości przed włączeniem. Przy wyższych obrotach silnika, żółty sygnał wskazujący niskie napięcie oznacza, że instalacja jest przeciążona. Należy któryś z odbiorników wyłączyć: dodatkowe halogeny, ogrzewanie szyby itp.
Wyłączenie świateł	Napięcie powinno wzrosnąć o jeden do czterech punktów (o 2V). Jeżeli napięcie nie wzrasta, to mamy zepsutą prądnicę.

Prostą próbą akumulatora jest po nocy, przed włączeniem silnika włączenie na 20 sekund świateł pozycyjnych. W nowym akumulatorze po ich wyłączeniu napięcie wraca do wartości sprzed włączenia natychmiast. W starszym wraca po jakiejś chwili. A w starym już nie wraca.

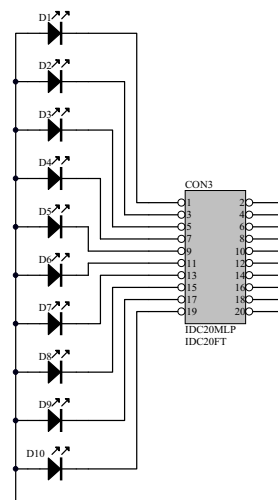
Charakterystyka LM3914

Do budowy wskaźnika napięcia został wybrany układ LM3914. Jest to wyspecjalizowany wskaźnik napięcia. Posiada nietypowe rozwiązania: źródło napięcia odniesienia i wyjścia sterujące świeceniem diod LED. Typowe źródło napięcia odniesienia

Tabela 1: Stan akumulatora kwasowego w zależności od wartości napięcia.		
Sygnał	Napięcie [V]	Uwagi
Czerwony	Powyżej 14,5	Za wysokie napięcie w instalacji pojazdu, uszkodzony regulator napięcia. W akumulatorze szybko ubywa elektrolitu, przyspieszone zużycie, możliwość uszkodzenia akumulatora.
Żółty	14,0-14,5	Wysokie napięcie ładowania. Występuje w starszych typach pojazdów, gdy silnik pracuje na średnich i wysokich obrotach a instalacja jest nieobciążona (światła i inne odbiorniki prądu wyłączone). Występuje po zakończeniu jazdy lub ładowania.
Żółty	13,5-14,0	Akumulator po ładowaniu: długa trasa bez świateł lub ładowanie prostownikiem.
Zielony	13,0-13,5	Najczęściej występujące napięcie akumulatora.
Zielony	12,5-13,0	
Zielony	12,0-12,5	
Zielony	11,5-12,0	
Żółty	11,0-11,5	Po jeździe z włączonymi światłami przy małych obrotach silnika (jazda w mieście).
Żółty	10,5-11,0	Akumulator wymaga doładowania. Prawdopodobnie uszkodzona prądnicą.
Czerwony	10,0-10,5	Uszkodzona prądnicą lub zwarcie jednego z ogniw akumulatora. Ładować!
BR!!!	Poniżej 10,0	Akumulator zasiera się! Natychmiast ładować.



Rys. 1 Schemat woltomierza LED do samochodu



Stopień
trudności
*

np. w SG3524 ma napięcie 5V bez możliwości regulacji. W LM3914 można uzyskać napięcie źródła od 1,25V do 12V. Zależy ono od wartości rezystorów R1 i R2. Najlepszym rozwiązaniem przy zasilaniu diod LED jest stosowanie dodatkowego rezystora do każdego świecącego elementu. W przypadku LM3914: płytka może być mniejsza, gdyż rezystory są zbędne, a jasność świecenia nie zmienia się podczas zmian napięcia zasilania od 3V do 25V. Prąd świecenia ustala się dla wszystkich wyjść rezystorem R1.

Układ posiada dwa tryby pracy: punkt i linijka świetlna. W trybie „punkt” świeci najwyżej jedna dioda, a gdy napięcie się zmienia, zapala się dioda wskazująca nowe napięcie i jednocześnie gaśnie świecąca dotychczas.

W trybie „linijka” oprócz diody wskazującej dane napięcie świecą wszystkie diody wskazujące napięcia niższe. Linijka świecących diod jest dłuższa lub krótsza, zależnie od tego czy napięcie wejściowe jest większe czy mniejsze. Gdy napięcie wejściowe jest większe od progu górnego, świeci dziesiąta dioda (punkt) lub wszystkie dziesięć diod (linia), zależnie od trybu pracy. Kiedy napięcie wejściowe jest mniejsze od progu dolnego, żadna z diod nie świeci.

Zasada działania

Działanie układu pokazanego na schemacie polega na porównaniu napięcia akumulatora z dziesięcioma napięciami progów. Wynikiem tego porównania jest zapalenie się odpowiedniej diody świecącej. Napięcie źródła odniesienia stanowi jednocześnie próg górny, próg dolny uzyskiwany jest z dodatkowego rezystora. Pozostałe progi wytwarzane są wewnątrz układu scalonego.

Napięcie akumulatora podawane jest na wejście LM3914 poprzez potencjometr, co umożliwia skalowanie urządzenia.

Budowa

Schemat wskaźnika napięcia akumulatora jest pokazany na rysunku 1. Napięcie z akumulatora jest doprowadzane do złącza CON1 „ZASILANIE”. Końcówka 2 złącza CON1 jest połączona z minusem

zasilania, a przez kabel z masą pojazdu. Końcówka 1 złącza CON1 połączona jest przewodem z plusem instalacji pojazdu. Prąd z tej końcówki poprzez diodę D11 zasilają cały układ. Dioda D11 zabezpiecza układ przed odwrotnym podłączeniem biegunów zasilania. Odfiltrowane przez kondensator C1 napięcie doprowadzone jest do układu U1. Dodatni biegun zasilania podawany jest na wyprowadzenie 3 (V+). Biegun ujemny, który jest jednocześnie masą pojazdu połączony jest z wyprowadzeniem 2 (V-). Wyprowadzenie 9 (MODE) połączony jest z wyprowadzeniem 3 (V+) poprzez zwórkę JP1. Kiedy zwórka (ang. jumper) łączy końcówki MODE i V+, układ pracuje w trybie „linijka”. Jeżeli zwórka JP1 zostanie usunięta, układ pracuje w trybie „punkt”.

Na rysunku 1 wyprowadzenia 7 (RefOut) i 8 (RefAdj) łączy rezystor R1. Od wartości rezystancji tego rezystora zależy prąd świecenia diod LED sterowanych przez LM3914. Na schemacie są diody od D1 do D10. Wyprowadzenie 8 (RefAdj) jest połączone z wyprowadzeniem 2 (V-) poprzez rezystor R2. Od ilorazu R1 i R2 zależy napięcie wyjściowe źródła napięcia odniesienia. Sygnał wejściowy sterujący świeceniem diod podawany jest na końcówkę 5 (SIG) z potencjometru P1 precyzyjnego o rezystancji 10k. Aby wyeliminować błąd pomiaru spowodowany spadkiem napięcia na diodzie D11, potencjometr jest połączony bezpośrednio do zasilania. Wejście (SIG) jest zabezpieczone wewnętrznie przed ujemnymi napięciami i zamiana biegunowości nie powoduje uszkodzenia U1. Za pomocą potencjometru przeprowadza się skalowanie wskaźnika napięcia.

Napięcie wejściowe jest porównywane z progami. Próg górny to napięcie na końcówce 6 (Rhi). Końcówka ta jest połączona z wyjściem źródła napięcia odniesienia (RefOut). Jeżeli napięcie na wejściu SIG jest większe od napięcia na wejściu Rhi, to świeci dioda D10 – sygnalizująca przekroczenie najwyższego progu. Gdy napięcie na wejściu SIG opada, przestają świecić kolejne diody, a gdy opadnie do napięcia na wejściu 4 (Rld), zgasną wszystkie diody. Wejście Rld jest dolnym progiem. Napięcia pozostałych ośmiu progów są rozłożone równomiernie pomiędzy napięciem progu dolnego i górnego.

Zasilanie diod świecących odbywa się przez złącze IDC20MLP. Anody diod D1-D10 połączone są ze sobą i z plusem zasilania. Katody połączone są z układem scalonym.

Trochę teorii ?

Omówione w poprzednim punkcie urządzenie może z powodzeniem wskazywać inne napięcia z zakresu od 3,7V do 25V. Poniżej zostanie przedstawiony maksymalnie uproszczony proces obliczania rezystorów R1, R2 i R3, które decydują o zastosowaniu urządzenia. Jako przykład zostanie obliczona inna wersja wskaźnika napięcia akumulatora. W wykropkowanych miejscach wpisz swoje wartości, muszą one spełniać warunki z nawiasu klamrowego. Przekroczenie tych warunków spowoduje uszkodzenie lub nieprawidłowe działanie urządzenia. Eksperymentatorzy do dzieła!

- 1 Wpisz prąd świecenia zastosowanych diod LED:

$$I_{LED} = \{2mA < \dots mA < 30mA\} 5mA.$$

- 2 Wpisz napięcie maksymalne:

$$U_{max} = \{4,2V < \dots V < 25V\} 14,5V$$

- 3 Wpisz napięcie minimalne:

$$U_{min} = \{3,7V < \dots V < U_{max} - 0,5V\} 10,0V$$

- 4 Oblicz napięcie źródła odniesienia, jeśli wynik jest większy od 12V przyjmij 12V:

$$U_{RefOut} = U_{min} - 2,2V = \{1,25V < \dots V < 12V\} 7,8V$$

- 5 Z tabelki 3 wyznacz wartości rezystorów R1 i R2:

TABELA 3: Dobór rezystorów ustalających prąd świecenia i napięcie źródła												
U _{RefOut} [V]		1,25	2	2,5	3	4	5	6	7	8	9	10
I _{LED}	R1	R2[kΩ]										
5mA	2,4 kΩ	RefAdj zewnętrzny do masy	1,5	2,4	3,3	5,1	7,5	9,1	11	13	15	16
10mA	1,2 kΩ		0,75	1,2	1,6	2,7	3,6	4,3	5,6	6,2	7,5	8,2
15mA	820 Ω		0,51	0,82	1,2	1,8	2,4	3	3,9	4,3	5,1	5,6
20mA	620 Ω		0,36	0,62	0,91	1,3	1,8	2,4	3	3,3	3,9	4,3

Zapisz odczytane wartości

$$R1 = \dots k \quad 2,4k$$

$$R2 = \dots k \quad 11k$$

- 6 Oblicz R3 ze wzoru

$$R3 = 10k\Omega * \frac{U_{min}}{U_{max} - U_{min}} = 10k\Omega * \frac{10V}{14,5V - 10V} = 22,2k\Omega$$

Po wlutowaniu obliczonych rezystorów R1-R3 układ będzie sygnalizować wartości napięć od U_{min} do U_{max} . Dociekliwym proponuję zastosowanie wzorów do obliczenia wartości R1 i R2:

$$R1 = \frac{12,5}{I_{LED}}$$

gdzie R1-wartość rezystancji w „k”, I_{LED} to prąd świecenia w „mA”.

$$R2 = R1 * \left(\frac{V_{Re fOut}}{1,25V} - 1 \right)$$

gdzie R1, R2-wartości rezystancji w „k”, V_{REF} to napięcie źródła w „V”.

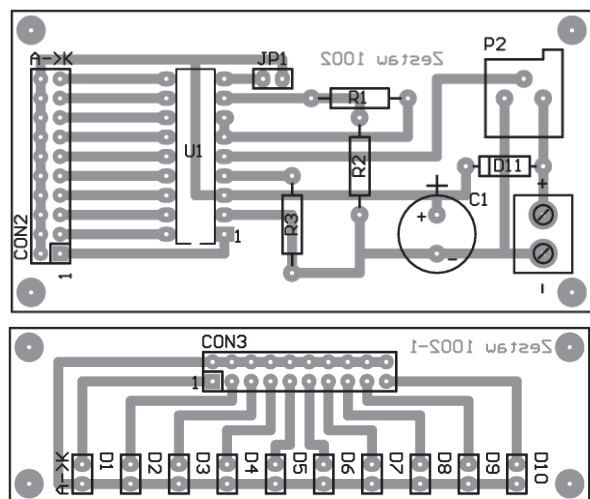
Oto kilka przykładowych zastosowań:

- 1 Monitor zasilania układów cyfrowych: $U_{max} = 5,5V$; $U_{min} = 4,5V$; $R1 = 2,4k$; $R2 = 1,5k$; $R3 = 47k$.
- 2 Tester baterii 6F22-9V: $U_{max} = 9V$; $U_{min} = 7V$; $R1 = 2,4k$; $R2 = 7,5k$; $R3 = 36k$.
- 3 Tester zasilacza 12V: $U_{max} = 12,5V$; $U_{min} = 11,5V$; $R1 = 2,4k$; $R2 = 15k$; $R3 = 110k$.

Montaż

Wlutować do płytki podstawkę pod układ scalony PIN18. Wgłębienie na czole podstawki musi być od strony rezystora R3 czyli przeciwnie do napisu „U1 LM3914”. Następnie wlutować rezystory R1(czerwony-żółty-czerwony-żółty), R2(niebieski-szary-czerwony-żółty) i R3 (czerwony-czerwony-pomarańczowy-żółty).

Odciąć z listwy „1*40PIN” dwa ostatnie piny i wlutować w miejsce oznaczone JP1. Zworki „JUMPER” nie zakładać (tryb pracy punkt). Kondensator elektrolityczny wlutować zwracając szczególną uwagę na zachowanie polaryzacji. Biegun ujemny jest oznaczony białym paskiem na obudowie kondensatora, a na płytce przy kółku oznaczającym miejsce mocowania kondensatora plusem jest oznaczony biegun przeciwny - dodatni. Białe paski na diodzie D11 oznaczający katodę ma być od strony kondensatora C1. Wyprowadzenia potencjometrów są krótkie i przy próbie wyginania element ulega uszkodzeniu. Aby tego uniknąć podczas kupowania potencjometru należy sprawdzić czy jego wyprowadzenia pasują do płytki. Następnie przygotować dwa przewody w kolorze czerwonym i niebieskim. Powinny być elastyczne (linka składająca się z wielu pojedynczych cienkich drucików), aby nie uległy złamaniu na skutek wstrząsów samochodu. Końcówki przewodów należy odizolować na odcinku 5-7mm. Skręcić i pocynować. Jeden koniec niebieskiego przewodu przewlec przez otwór opisany „MASA” i przylutować, a czerwony przez drugi otwór „ZASILANIE” i przylutować. Pozostaje jeszcze montaż diod świecących. Można to wykonać na dwa sposoby zależnie od zakupionych diod LED. Jeżeli są to diody płaskie o grubości 2,5mm, to można je wsunąć w otwory przeznaczone na złącze CON2 krótszymi wyprowadzeniami (katoda) do układu scalonego. Zamontować płytkę śrubami dystansowymi do obudowy. Wsunąć główki diod w przygotowane na nie otwory, wyrównać i polutować. Diody okrągłe mają dwie zalety: łatwo się je montuje i można kupić diody migające. W pierwszej kolejności otwory pod diody napunktować, a potem przewiercić wiertłem o średnicy 1,5mm. Następnie wiertłem o średnicy 0,5-1mm mniejszej od średnicy diody rozwinąć otwory. Ze względu na drgania wiertarki otwory są nieco większe od wiertła, mogą też mieć owalny kształt. Te otwory w które nie udało się wcisnąć diod rozwinąć wiertłem o średnicy większej o 0,1mm i ponownie próbować. Przy wciskaniu przydaje się lekko spłaszczony wkład do długopisów „ZENITH”. Wewnątrz mieszczą się końcówki diody i wciskanie z dużą siłą nie powoduje jej uszkodzenia. Przed użyciem wkładu: usunąć zatyczkę z tworzywa, wygotować w wodzie, aby usunąć pozostałości tuszu. Resztki usunąć wacikiem na zapalcze i rozpuszczalnikiem. Jeżeli otwór jest za duży, umocować diodę za pomocą kleju. Najprościej będzie kupić oprawki do diod z tworzywa lub metalu. Wymagają one precyzji mniejszej niż same diody.



Rys. 3 Rozmieszczenie elementów na płycie drukowanej

Jako diody czerwone można stosować czerwone diody migające. Jeżeli diody LED mają być połączone przewodem, należy wlotować złącze IDC20MLP. Wycięcie na dłuższej ścianie złącza musi się znajdować od strony układu scalonego. Strzałka na złączu musi wskazywać punkt oznaczony kwadratem i cyfrą „1”. Uwaga! Złącze lutować ostrożnie. Przy wkładaniu i lutowaniu umieścić w złączu wtyczkę IDC20FT, co zapobiegnie wykrzywianiu się szpilek złącza podczas lutowania. Dla diod należy przygotować kabel z odcinka przewodu płaskiego „FLAT CABLE 20” i wtyczki IDC20FT. Przy zakupie zwrócić uwagę, czy wtyczka posiada 3 elementy. Muszą być one rozdzielone! Raz połączone elementy wtyczki trudno rozdzielić. Montaż kabla wykonuje się poprzez zaciśnięcie części wtyczki na przewodzie. Czerwony bok przewodu i trójkącik na wtyczce muszą być z tej samej strony. Zaciśkanie najlepiej przeprowadzić w imadle, a szczęki imadła wyłożyć grubszym papierem. Najpierw zaciśnąć dwie części tak, aby przewód był od strony występu i trójkąta. Po zaciśnięciu obciąć nożyczkami wystającą z drugiej strony część. Następnie kabel wywinąć i docisnąć ostatni element w imadle. Po wcisnięciu wtyczki do gniazda CON2 przewód powinien być skierowany na zewnątrz płytki drukowanej. Dłuższe końcówki diod LED oznaczyć czerwonym markerem, krótsze niebieskim. Obciąć do długości 5mm. Rozszczępić wolny koniec przewodu na 10 par przewodów. Usunąć z końcówek izolację, skrócić i pocynować. Na końcówki założyć 7mm koszulki termokurczliwe, w parze przewód od strony czerwonego boku koszulki niebieska, drugi czerwona. Do par przewodów przylutować wyprowadzenia diod, kolory markera i koszulki muszą się zgadzać. Nasunąć koszulki, podgrzać zapalniczką.

W przygotowaniu jest artykuł, w którym będzie opisany układ wykonawczy do wskaźnika napięcia. Będzie on mógł włączać obciążenie tylko wtedy, gdy napięcie w instalacji będzie wystarczająco wysokie. Aby przygotować wskaźnik napięcia do współpracy z układem wykonawczym należy wykonać kabel o 10-20cm dłuższy i przymocować do niego

oprócz diod dodatkową drugą wtyczkę IDC20FT, jedną w środku a drugą na wolnym końcu.

Uruchomienie

Wyprowadzenie 2 podstawki PIN18 (połączone bezpośrednio z masą) od strony elementów oznaczyć niebieskim markerem. Wygiąć końcówki rezystora 2,4k (czerwony-żółty-czerwony-żółty) i za jego pomocą połączyć zaznaczone wyprowadzenie z leżącym naprzeciwko. W ten sposób katoda diody LED (D3) zostaje poprzez rezystor połączona z masą. Przewody niebieski i czerwony podłączyć do akumulatora lub zasilacza 12V zgodnie z polaryzacją. Powinna zaświecić dioda D3. Świadczy to o prawidłowym połączeniu zasilania, diody D11 i diody D3. Odlączyć układ od zasilania. Usunąć dodatkowy rezystor, obsadzić układ scalony w podstawce. Jeżeli jest dostępny zasilacz stabilizowany 12V: sprawdzić za pomocą woltomierza napięcie zasilacza. Podłączyć przewody do zasilacza. Wyregulować potencjometr P1 tak, aby świeciła dioda zielona D6. Jeżeli brak zasilacza, podłączyć zasilanie z akumulatora, silnik i obciążenie wyłączone. Zmierzyć napięcie akumulatora. Z tabeli 1 odczytać, która dioda powinna świecić. Za pomocą potencjometru dokonać regulacji. Do kręcenia potencjometrem nadaje się odcinek sprężyny lub drutu miedzianego o długości czterech centymetrów spiłowany na końcu. Po regulacji założyć zwórkę „JUMPER” JP1. Sprawdzić wygląd liniiki świetlnej i nagrzewanie się układu scalonego. Ze względu na znaczny wzrost temperatury U1 zalecane jest usunięcie zworki i praca w trybie „punkt”. Podłączyć wskaźnik na stałe do instalacji pojazdu. Jeżeli wskaźnik zostanie podłączony do miejsca, gdzie stale jest napięcie, to świeci bez przerwy i w trybie punkt pobiera 7Ah miesięcznie! Jeżeli pojazd jest uruchamiany codziennie, to potrzeba 5min. pracy prądnicy, aby uzupełnić całodobowe zużycie energii. Korzystniej jest podłączyć wskaźnik do takiego miejsca, gdzie napięcie pojawia się po przekręceniu kluczyka. Najprościej jest podłączyć wskaźnik do gniazda zapalniczki. Należy włożyć przewody wskaźnika do końcówek zasilania i wcisnąć je z powrotem na końcówki zapalniczki z zachowaniem polaryzacji.

Jarosław Szynkarek

Spis elementów:

Rezystory:

- R1 - 2,4k
- R2 - 6,8k
- R3 - 22k
- P1 - 10k wieloobrotowy

Kondensatory:

- C1 - 47µF/25V

Półprzewodniki:

- D1, D10 - LED czer., migające
- D2, D3, D8, D9 - LED żółte
- D4, D5, D6, D7 - LED zielone lub 1N4002
- D11 - 1N4002

Układy scalone:

- U1-LM3914

Stopień
trudności
*

Prosty tester tranzystorów bipolarnych

Zestaw 1003



Jak wiadomo tranzystor jest jednym z podstawowych elementów, jakie wykorzystuje się do budowy układów elektronicznych. Aby mieć pewność, że tranzystor nie jest uszkodzony, zaprojektowaliśmy prosty tester tranzystorów npn i pnp.

Opis ogólny

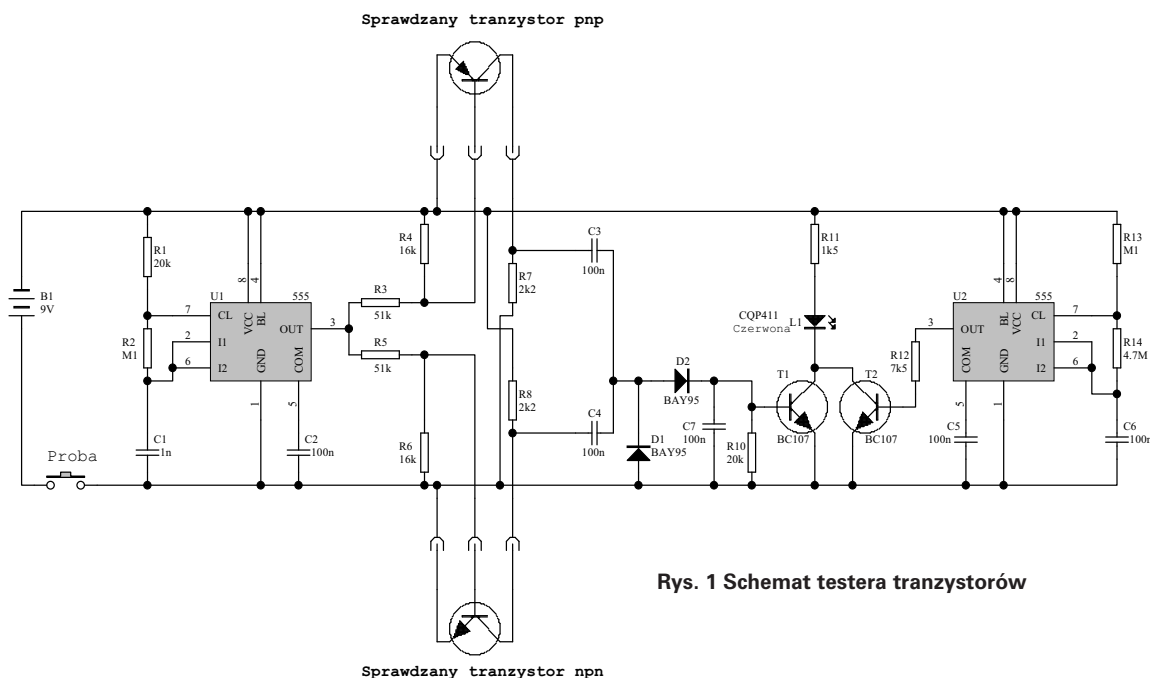
Na rys.1 pokazany został schemat ideowy prostego testera tranzystorów bipolarnych npn i pnp. Tester stwierdza uszkodzenia katastroficzne takie jak: zwarcie, przerwa lub znaczny wzrost prądu zerowego. Obejmuje więc 99% mogących zaistnieć uszkodzeń, nie mierzy natomiast współczynnika wzmocnienia prądowego. Tester umieszczony jest w plastikowej obudowie o wymiarach 27x65x110 i mieści wewnątrz płytkę drukowaną i baterię 9V. Dostęp do wnętrza jest możliwy po odkręceniu czterech wkrętów od spodu obudowy, natomiast dostęp do baterii uzyskuje się odsuwając klapkę z tyłu obudowy. Na płycie czołowej umieszczone są gniazda (do których wkłada się badane tranzystory), dioda świecąca informująca o wyniku testu oraz przycisk niestabilny opisany jako Próba, inicjujący pomiar.

Obsługa testera sprowadza się do umieszczenia badanego tranzystora w odpowiednim gnieździe, naciśnięcia przycisku Próba i przytrzymaniu go wciśniętym przez kilka sekund. Jeżeli tranzystor jest sprawny, dioda na płycie czołowej świeci światłem ciągłym, a jeżeli uszkodzony - dioda świeci światłem migoczącym. Jeżeli dioda nie

świeci, oznacza to rozładowanie baterii i wymagana jest jej wymiana.

Zasada działania

Zasada działania testera polega na stwierdzeniu zdolności badanego tranzystora do przenoszenia sygnałów w układzie wzmacniacza. Źródłem sygnałów jest generator fali prostokątnej o częstotliwości akustycznej na układzie scalonym U1. Fala z wyjścia wzmacniacza na zacisku 3 układu scalonego jest doprowadzona przez dzielnik oporowy R3, R4 do bazy badanego tranzystora pnp, a przez dzielnik R5, R6 do bazy badanego tranzystora npn. Jeżeli tranzystor jest sprawny, na jego kolektorze pojawi się fala prostokątna o wartości międzyszczytowej napięcia równej napięciu zasilania 9V. Fala zostaje doprowadzona przez kondensator C3 lub C4 do prostownika równoległego na diodach D1, D2, który przekształca falę prostokątną w napięcie stałe na bazie tranzystora T1. Tranzystor zostaje zwarty i dioda elektroluminescencyjna L1 zaczyna świecić światłem ciągłym. Jeżeli tranzystor jest uszkodzony, na jego kolektorze wystąpi napięcie stałe 0V na tranzystorze pnp i 9V na tranzystorze npn. Kondensatory C3 i C4 odci-



Rys. 1 Schemat testera tranzystorów

nają napięcie stałe od prostownika i tranzystor T1 pozostaje rozwartry. Świeceniem diody L1 steruje w tych warunkach tranzystor T2. Baza tranzystora T2 jest przez opornik R12 podłączona do wyjścia 3 układu scalonego U2, na którym jest zrealizowany generator fali prostokątnej o częstotliwości około 1Hz. Tranzystor T2 jest kolejno zwierany i rozwierany przez czas około 0.5s powodując migotanie diody L1.

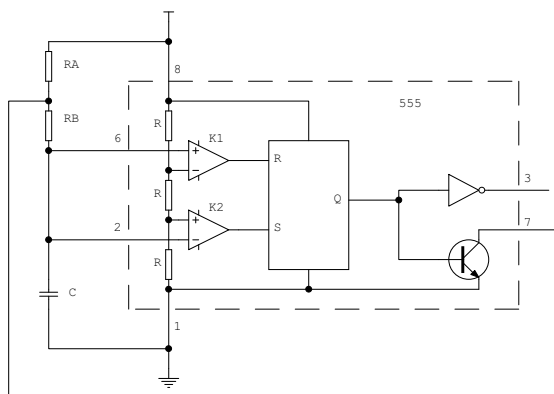
Układ scalony 555

Układ scalony 555 jest popularnym i łatwym do zdobycia tajmerem czyli układem do generacji pojedynczych impulsów o określonym czasie trwania lub fali prostokątnej o określonej częstotliwości. Na rys. 2 pokazany został schemat blokowy tajmera. Składa on się z wejściowego dzielnika napięciowego, dwóch komparatorów K1 i K2, przerzutnika bistabilnego RS, inwertera wyjściowego i pojedynczego tranzystora. Oporniki dzielnika wejściowego mają jednakową wartość, dzięki czemu do komparatora K1 doprowadzone jest wewnątrz układu napięcie $0.66V_{CC}$, a do komparatora K2 napięcie $0.33V_{CC}$. Komparatory są układami zmieniającymi skokowo napięcie na wyjściu zależnie od wartości napięć na wejściach „+” i „-”. Gdy napięcie na wejściu „+” jest większe od napięcia na wejściu „-”, napięcie na wyjściu komparatora ma wartość bliską napięciu zasilania określaną jako stan 1. Gdy napięcie na wejściu „+” jest mniejsze od napięcia na wejściu „-”, napięcie na wyjściu komparatora ma wartość bliską zero określaną jako stan 0. Komparatory sterują pracą przerzutnika RS, bistabilnego czyli mającego na wyjściu Q możliwe dwa stany 0 lub 1, w których przerzutnik może pozostawać dowolnie długo. Wpis stanu wyjściowego następuje z wejść R i S zgodnie

z poniższą tabelą.

Stan na wejściu		Stan na wyjściu
R	S	Q
1	1	1
1	0	0
0	1	Stan poprzedni

Przy pracy w układzie generatora wejścia 2 i 6 obydwu komparatorów połączone ze sobą są podłączone do zewnętrznego kondensatora oraz przez oporniki RA i RB do plusa napięcia zasilającego. Kolektor pojedynczego tranzystora jest podłączony do wspólnego punktu oporników RA i RB. W momencie włączenia napięcia zasilającego rozpoczyna się pierwszy cykl pracy generatora. Kondensator jest rozładowany, napięcie na nim jest równe zero, co wymusza stan 1 na wyjściu komparatora K2 i stan 0 na wyjściu komparatora K1. Na wyjście przerzutnika RS zostaje wpisany stan 0, tranzystor pozostaje rozwartry, a na wyjściu 3 występuje napięcie bliskie napięciu zasilającemu. Wraz z upływem czasu kondensator ładuje się przez szeregowo połączone oporniki RA, RB i napięcie na wejściach 2,6 narasta. W momencie, gdy osiągnie wartość $0.33V_{CC}$ zmienia się stan na wyjściu komparatora K2 z 1 na 0, natomiast stan na wyjściu przerzutnika pozostaje bez zmian - zera na obydwu wejściach czyli stan wpisany poprzednio. Kontynuowane jest ładowanie kondensatora i narastanie napięcia na wejściach 2,6 aż do momentu osiągnięcia wartości $0.66V_{CC}$. Wtedy zmienia się stan na wyjściu komparatora K2 z 0 na 1 i rozpoczyna się drugi cykl pracy generatora. Na wyjście przerzutnika zostaje wpisany stan 1, napięcie na wyjściu 3 maleje do wartości bliskiej zero, a pojedynczy tranzystor zostaje zwarty. Kondensator rozładowuje się przez opornik RB,



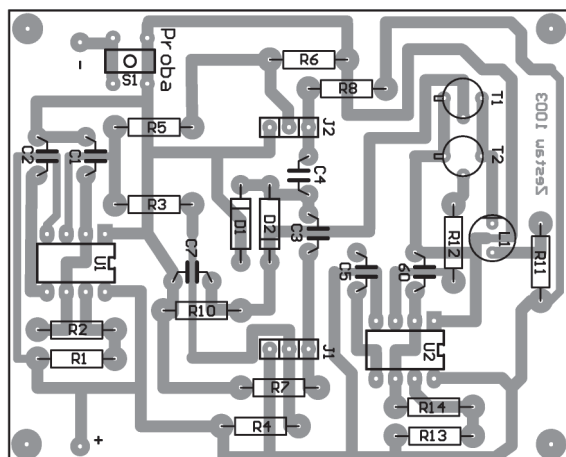
Rys. 2 Schemat blokowy timera 555 w układzie generatora

a napięcie na wejściach 2,6 obniża się. Zaraz na początku drugiego cyklu następuje zmiana stanu wyjściowego komparatora K1 z 1 na 0, natomiast stan wyjściowy przerzutnika pozostaje niezmieniony. Cykl drugi kończy się w momencie obniżenia się napięcia na wejściach 2,6 do wartości $0.33V_{CC}$. Następuje wtedy zmiana stanu wyjściowego komparatora K2 z 0 na 1, wpisanie stanu 0 na wyjście przerzutnika czyli powrót do pierwszego cyklu pracy generatora. Ponieważ ładowanie kondensatora odbywa się przez szeregowo połączone oporniki RA i RB, a rozładowanie tylko przez opornik RB, stan wysokiego napięcia na wyjściu 3 trwa nieco dłużej niż stan niskiego napięcia. Różnica ta staje się niezauważalna jeżeli RA jest dużo mniejszy od RB. Częstotliwość drgań określa się ze wzoru:

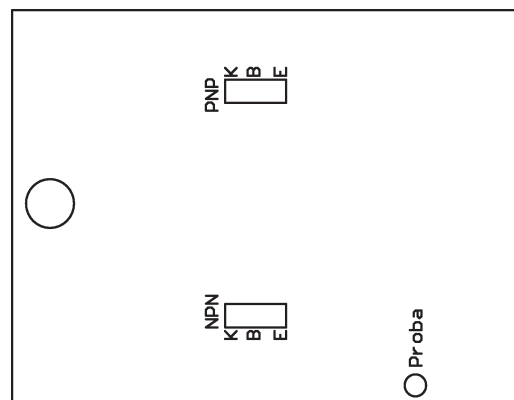
$$f = 1.44 / (RA + 2RB) * C$$

Montaż

Wszystkie elementy potrzebne do wykonania testera można bez trudu nabyć w sklepach z elementami elektronicznymi, w tym również obudowę z pojemnikiem na baterię 9V. Płytę drukowaną wykonać z laminatu o wymiarach 60x73 mm w oparciu o rys.3, na którym została podana w skali 1:1. Wartości oporników i kondensatorów nie są krytyczne i dopuszczalny jest rozrzut 20%. Wszystkie oporniki są mocy 0.25W lub 0.125W, kondensatory ceramiczne na na-



Rys. 3 Rozmieszczenie elementów na płycie drukowanej (skala 1:1)



Rys. 4 Proponowany wygląd płyty czołowej próbnika

pięcie 63V lub większe. Podane na schemacie typy tranzystorów i diod mogą być zmienione na podobne. Tylko układ scalony 555 może być zastąpiony jedynie jego odpowiednikiem. Wskazane jest umieszczenie obydwu układów w podstawkach - ułatwia to wymianę w wypadku uszkodzeń. W oparciu o rys.3 nanieść na płytę czołową położenie otworów, wykonać otwory w płycie czołowej obudowy, a następnie wyciąć rys.4 pokazujący w skali 1:1 płytę czołową, nakleić go na obudowę i wyciąć w nim otwory.

Uruchomienie

W zasadzie uruchomienie testera nie wymaga specjalnych wskazówek. Jeżeli układ nie działa zgodnie z opisem, winien jest błąd w montażu (np. odwrotnie wlutowana dioda), uszkodzenie elementu lub błędny opis (np. opornik o rzeczywistej oporności 1k jest opisany jako 20k). W tym wypadku konieczne jest sprawdzenie montażu i wartości poszczególnych elementów.

Andrzej Szerszeniewski

Spis elementów:

Rezystory:

R1 - 20k, R2 - 100k, R3 - 51k, R4 - 16k, R5 - 51k, R6 - 16k, R7 - 2,2k, R8 - 2,2k, R10 - 20k, R11 - 1,5k, R12 - 7,5k, R13 - 100k, R14 - 4,7M

Kondensatory:

C1 - 1nF, C2 - 100nF, C3 - 100nF, C4 - 100nF, C5 - 100nF, C6 - 100nF, C7 - 100nF

Półprzewodniki:

T1 - BC107, T2 - BC107, D1 - BAY95, D2 - BAY95 L1 - CQP411 (czerwona)

Układy scalone:

U1 - 555, U2 - 555

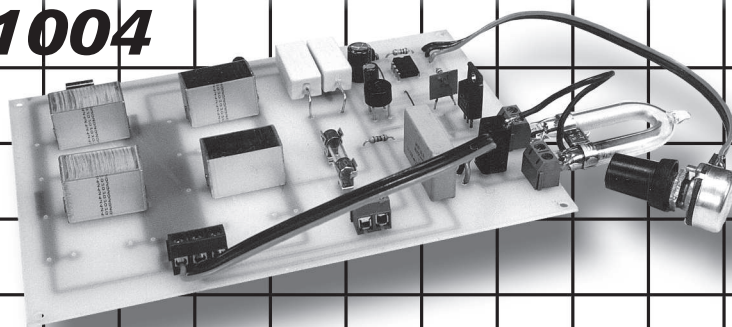
Inne:

S1 - mikroprzełącznik

Stroboskop 120J

Stopień
trudności

Zestaw 1004



Nadal stroboskop jest niezastąpionym elementem dyskotek i domowych prywatek. Jednak mało kto wie, że za pomocą stroboskopu można wykonać np. bardzo ciekawe zdjęcia.

Urządzenie to służy do dekorowania małych dyskotek, prywatek domowych lub do zastosowań bardziej praktycznych, takich jak wykonywanie zdjęć owadów lub lejącej się wody.

Zasada działania stroboskopu nie jest skomplikowana i można go wykonać w warunkach amatorskich. Jedynym problemem może tu być niebezpieczne napięcie występujące na płytce, dlatego należy zachować wszelkie środki ostrożności podczas uruchamiania urządzenia. Pierwszą część układu składa się z generatora, wykonanego na znanym układzie NE 555 pracującego w układzie astabilnym, dostarczającego impulsy wyzwalamy dla tyrystora, który z kolei steruje uzwojeniem pierwotnym transformatora wysokiego napięcia. Drugą część układu składa się z bloku zasilania palnika wyładowczego, w którego skład wchodzi dwiema diody podwyższające napięcie i kondensator magazynujący energię.

Opis układu znajdującego się na rysunku 1 rozpoczniemy od układu generatora. Jak wcześniej wspomniano układ pracuje na znanym elektronikowi choć trochę zajmującemu się elektroniką, układzie NE 555. Układ ten zasilany jest napięciem 12V i pracuje jako generator astabilny.

Dane techniczne układu NE 555:
napięcie zasilania - 4,5 V do 16 V
moc - 600 mW max
stabilność temp - 0,005 /1C°

$$[1.44 / (R_6 + P_2 + R_2)] * C_1$$

(oporność wyznaczamy w omach, pojemność w faradach).

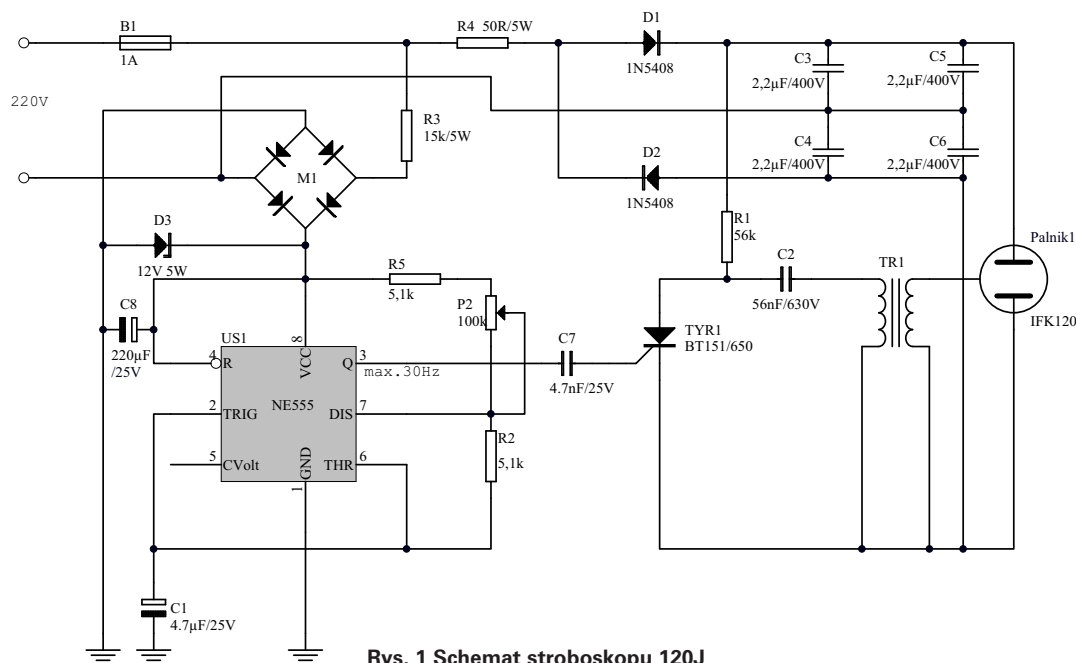
Częstotliwość (wzór na obliczenie częstotliwości podany jest jako wzór1) pracy tego układu wyznaczona jest przez kondensator C1 oraz re-

zystory R2, R6 i potencjometr P2. Rezystor R6 połączony jest szeregowo z potencjometrem P2 i ogranicza górną częstotliwość generatora. Częstotliwość obliczamy następująco:

$$[1.44 / (R_6 + P_2 + R_2)] * C_1$$

Bezpośrednio po włączeniu zasilania rozpoczyna się ładowanie kondensatora C1 do napięcia 2/3 zasilania. Po naładowaniu kondensatora do w/w napięcia na wyjściu (trzecia nóżka układu NE 555) ustawiony zostaje stan niski, aż do momentu kiedy kondensator rozładowuje się do napięcia 1/3 zasilania i ustawia stan wyjścia (3 nóżka) na stan wysoki. Impulsy z generatora sterują bramką tyrystora T1, którego zadaniem jest wysterowanie transformatora TR1, poprzez zwieranie pierwotnego uzwojenia do masy, przez kondensator C2 dzięki któremu uzyskamy wysterowanie elektrody palnika wysokim napięciem o zadanej częstotliwości wyznaczonej przez potencjometr P2. Wysokie napięcie na elektrodzie palnika potrzebne jest do silnego zjonizowania gazu występującego w palniku, dzięki któremu uzyskujemy rozładowanie kondensatorów „odpalenie” palnika.

Druga część układu zbudowana jest z dwóch diod podwyższających napięcie i zasilających kondensatory, które ładują się przez w/w diody i zasilają palnik. Łączna wartość kondensatorów uzależniona jest od mocy palnika, jego częstotliwości błysków oraz napięcia zasilania. W tym urządzeniu zastosowano palnik IFK 120 rosyjskiej produkcji. Zakładając, iż stroboskop będzie pracował z częstotliwością do 30Hz (co jest zupełnie wystarczające) i zasilany będzie napięciem ok. 600V pojemność kondensatorów nie powin-



Rys. 1 Schemat stroboskoku 120J

na przekraczać 4,7 μ F. Przypomnijmy, że zalecane jest aby ilość błysków palnika IFK 120 nie przekraczała sześciu na minutę, przy maksymalnym wykorzystaniu jego mocy, którą możemy uzyskać zwiększając pojemność kondensatorów (nie zalecane ze względów na uszkodzenie palnika podczas ciągłej jego pracy przy częstotliwości dochodzącej nawet tylko do 1Hz). Aby uzyskać większą moc stroboskoku należy zastosować większej mocy palnik i większą pojemność kondensatorów (znaczną ilość miejsca przygotowaną pod montaż kondensatorów na płycie została tak zaprojektowana, aby nie było problemów z ich montażem uwzględniając, że kondensatory są różnych producentów i różnej wielkości). Możliwe, a nawet zalecane jest zastosowanie specjalnie przystosowanych kondensatorów do pracy przy lampach wyładowczych, lecz są one trudniejsze do zdobycia i droższe niż kondensatory zastosowane w/w urządzeniu.

Montaż i uruchomienie

Montaż i uruchomienie układu powinno być dokonane bardzo ostrożnie ze względu na występujące NIEBEZPIECZNE DLA ŻYCIA NAPIĘCIE SIECI ENERGETYCZNEJ I STAŁE NAPIĘCIE PONAD 600V !!! Montaż rozpoczynamy od wlutowania jak najmniejszych elementów, zworek na płycie. Potem wlutowujemy diody, układ NE555 oraz elementy największe. Urządzenie nie wymaga specjalnego uruchomienia. Po zmontowaniu należy sprawdzić poprawność wlutowania elementów ze szczególną uwagą na montaż kondensatorów elektrolitycznych, zgodnie z przedstawionym rysunkiem montażowym oraz dokonać wizualnej oceny płytki, czy nie została przypadkowo np. pobudzona cyną, która mogłaby spowodować zwarcie na płycie, a co za tym idzie

doprowadzić do uszkodzenia układu.

Punkty o numerach P6, P7, P8 służą do podłączenia potencjometru, którym możemy regulować częstotliwość błysków stroboskoku. W układzie zastosowano dwie możliwości zamontowania palnika. W pierwszym przypadku palnik możemy umieścić bezpośrednio na płycie głównej. Podłączamy go łącząc odpowiednio przewodami następujące punkty:

- punkty P3, P2, P1 jest to wyjście sterujące transformatorem, dostarczające zasilanie do palnika
- punkty P4, P5, P17 są to punkty wejściowe służące do podłączenia sterowania transformatora oraz zasilania palnika.

P3 POŁĄCZYĆ Z P4

P2 POŁĄCZYĆ Z P5

P1 POŁĄCZYĆ Z P17

Również możemy umieścić palnik na osobnej płycie razem z transformatorem i połączyć odpowiednio następujące punkty :

- punkty z płytki głównej P3, P2, P1 połączyć z punktami na płycie osobnej P4, P5, P17

P3 POŁĄCZYĆ Z P4

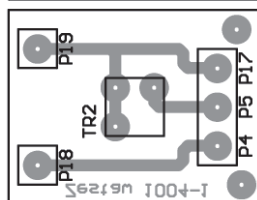
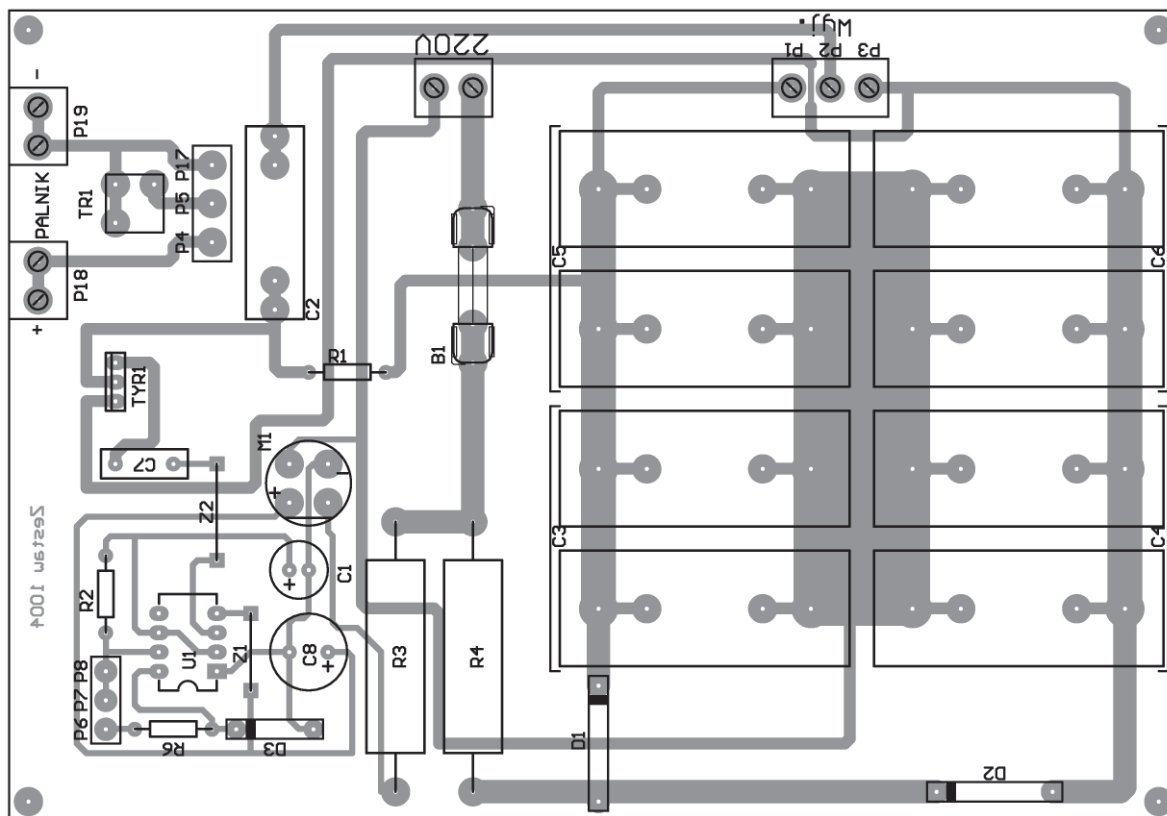
P2 POŁĄCZYĆ Z P5

P1 POŁĄCZYĆ Z P17

Wybór montażu palnika jest wyłącznie oparty na zastosowaniu obudowy lampy, w której będzie się znajdował palnik oraz zastosowaniu obudowy na płytkę główną, która powinna być bardzo solidna ze względu na niebezpieczeństwo porażenia prądem . Największą ostrożność należy zachować podczas uruchamiania urządzenia. Ze względu na występujące niebezpieczne napięcie, opiszę podstawy zachowania bezpieczeństwa podczas uruchamiania stroboskoku.

1. Po zmontowaniu płytki posprzątaj stanowisko pracy tak, aby nie pozostawały na nim niepotrzebne śru-

Stopień
trudności



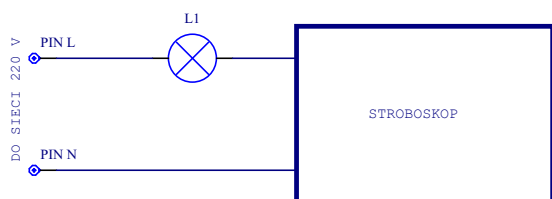
Rys. 2 Rozmieszczenie elementów na płytce stroboskopu

Rys. 3 Rozmieszczenie elementów na płytce palnika

bokręty lub inne metalowe przedmioty, które przewodzą prąd (stanowisko pracy zawsze powinno być utrzymywane w starannym porządku).

2. NIGDY NIE URUCHAMIAJ URZĄDZEŃ SAM ! w których napięcie zasilania jest niebezpieczne dla zdrowia (nawet doświadczeni pracownicy nie pracują „ pod napięciem ” bez asekuracji osoby drugiej).
3. Przygotuj sobie przewód zasilający urządzenie (typowy z wtyczką i dwoma końcówkami).
4. Podłącz dwie końcówki przewodu do płytki, następnie upewnij się, że bezpiecznik jest włożony w podstawkę B1 (najlepiej wstaw żarówkę szeregowo podczas odpalania układu wg rysunku 4, 60W 220V lub innej mocy - podczas zwarcia, żarówka zaświeci nawet przed zadziałaniem bezpiecznika).
5. Podłączyć urządzenie do zasilania 220V.

Jeżeli urządzenie działa poprawnie (po poprawnym zmontowaniu urządzenie od razu działa), mo-



Rys. 4 Schemat bezpiecznego uruchamiania stroboskopu

żesz umieścić go w obudowę. Element wykonawczy stroboskopu (palnik) można zamontować w dowolnej lampie z odbłyśnikami tak, aby uzyskać jak najlepszy efekt błysków.

Jarosław Kałuża

Spis elementów:

Rezystory:

R1 - 56 k
R2 R5 - 5,1k
R3 - 15k /5W
R4 - 50/5W

Kondensatory:

C1 - 4,7 μ F/25V
C2 - 56 nF/630V MKP
C3 - C6 - 2,2 μ F/400V foliowy MKT
C7 - 4,7nF/25V ceramiczny , foliowy
C8 - 220 μ F/25V

Półprzewodniki:

D1,D2 - 1N5408 lub inna 3A/800V
D3 - DZ od ok. 6V do max . ok. 12V/5 W
M1 - mostek prostowniczy 2A/800 V
TYR1 - tyristor BT151/650V

Układy scalone:

US1 - NE555

Inne:

TR - transformator do lamp wyładowczych
Palnik1 - IFK 120
P1 - potencjometr 100kA
B1 - bezpiecznik 1A

Podstawy techniki mikroprocesorowej (1)

Rozpoczynając cykl artykułów o podstawach techniki mikroprocesorowej i mikrokontrolerach jednoukładowych mamy nadzieję, że okaże się on pomocny w poznaniu tej dziedziny elektroniki. Cykl ten jest przeznaczony dla wszystkich młodych (i nie tylko) Czytelników, którzy chcą zapoznać się z tymi układami. Mamy nadzieję, że pomoże on w poznaniu możliwości, jakie oferują dzisiejsze mikrokontrolery, wyrobi pogląd na to co można i warto za ich pomocą realizować i zachęci do samodzielnych z nimi eksperymentów.

Naszym celem jest przedstawienie całego spektrum zagadnień związanych z techniką mikroprocesorową tak, aby Czytelnicy mogli posiadać całość wiedzy niezbędnej do samodzielnego i świadomego projektowania systemów mikroprocesorowych. Będziemy starać się przedstawiać wiedzę w sposób możliwie prosty i przejrzysty.

Sprawdźmy tego, ile Czytelnicy wynieśli z tych artykułów będzie to, czy będą oni potrafili samodzielnie konstruować początkowo proste, później nieco bardziej skomplikowane systemy mikroprocesorowe. Jeśli tak, będzie to oznaczać, że nasza przygoda z elektroniką zakończyła się sukcesem i możemy rozpocząć życiową misję wdrażania jej w życie (pierwszym krokiem może być, np. założenie elektronicznego zamka szyfrowego w drzwiach pokoju – rodzeństwo może być naprawdę natrętne). Jeśli natrafimy na trudności, nie powinniśmy się zniechęcać. Powinny być one dla nas motywacją do dalszej systematycznej nauki. Od dawna przecież wiadomo, że im więcej wysiłku trzeba poświęcić poznaniu jakiejś wiedzy, tym satysfakcja później jest większa.

Technika mikroprocesorowa i całość zagadnień związanych z projektowaniem systemów mikroprocesorowych nie jest prosta. Aby móc samodzielnie projektować i oprogramowywać takie systemy, należy posiadać dosyć duży zasób wiedzy. I jak w każdej dziedzinie wiedzy najtrudniejsze są pierwsze kroki. Dla początkującego adepta elektroniki zakres wiedzy niezbędny do poznania działa onieśmielająco. Wielu po pierwszych niepowodzeniach zniechęca się. Dochodzi do wniosku, że przerasta

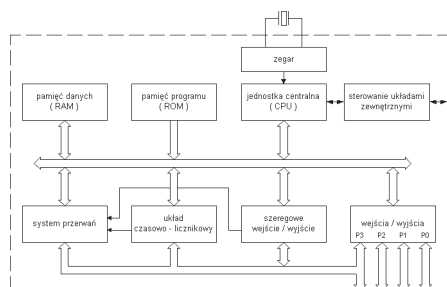
to jego możliwości i daje sobie spokój. Niestuszenie. Technika mikroprocesorowa w profesjonalnych zastosowaniach rzeczywiście niekiedy jest bardzo skomplikowana. Projektant, aby mógł świadomie konstruować systemy mikroprocesorowe musi posiadać bardzo duży zasób wiedzy. Ale okazuje się, że już po pokonaniu pierwszych progów, po przyswojeniu sobie podstawowych zasad, pojęć, po zapoznaniu się z ogólną budową mikrokontrolerów, jesteśmy w stanie konstruować proste systemy mikroprocesorowe. Budowa takich systemów leży w zasięgu każdego średnio utalentowanego i chcącego uczyć się hobbysty. Potwierdzeniem tego są tysiące młodych ludzi, którzy z wypiekami na twarzy projektują i budują różne układy elektroniczne i uszczęśliwiają nimi swoje otoczenie.

Na początku musimy wyjaśnić różnice pomiędzy mikroprocesorami i mikrokontrolerami. Mimo, iż oba układy tworzą systemy zwane systemami mikroprocesorowymi, różnią się na tyle, że tworzą oddzielne grupy elementów.

Mikroprocesor jest to układ wielkiej skali integracji (nowoczesne mikroprocesory mogą być zbudowane z wielu milionów tranzystorów), wykorzystywany do przetwarzania dostarczanych mu danych i do zarządzania wszystkimi elementami systemu, zwanego systemem mikroprocesorowym. Mikroprocesor, aby mógł pracować musi być „obudowany” wieloma układami peryferyjnymi. Do najważniejszych układów współpracujących z mikroprocesorem należą pamięci programu i danych oraz układy wejścia/wyjścia. Dopiero współpracując z tymi układami może on efektywnie spełniać swoją rolę. Jak skomplikowane potrafią być systemy mikroprocesorowe, można przekonać się oglądając np. płytę komputerową.

Z kolei mikrokontroler możemy potraktować jako kompletny system mikroprocesorowy, zawierający wszystkie niezbędne do jego działania elementy, umieszczony w jednym układzie scalonym. Typowy mikrokontroler zawiera jednostkę centralną wraz z zegarem, pamięć programu ROM o pojemności zazwyczaj do kilku KB, pamięć danych (RAM) o pojemności od kilkudziesięciu do kilkuset bajtów,

kilka portów wejścia/wyjścia, służących do przesyłania informacji pomiędzy układem, a urządzeniami zewnętrznymi oraz szereg bloków funkcjonalnych realizujących różne specyficzne zadania. System mikroprocesorowy zbudowany w oparciu o mikrokontroler może zostać rozbudowany, ale nie musi, o zewnętrzne pamięci programu i danych i inne elementy. Na rysunku 1 został przedstawiony schemat funkcjonalny układu 80C51 firmy Intel, jednego z najpopularniejszych dostępnych na rynku mikrokontrolerów.



Rys. 1. Schemat funkcjonalny mikrokontrolera 80C51

Jeżeli porównamy możliwości typowych, dostępnych na rynku mikrokontrolerów z osiągnięciami współczesnych mikroprocesorów (Pentium II, Pentium III, czy chociażby 486), musimy stwierdzić krótko, że dzieli je przepaść. Różnica w szybkości obliczeń arytmetycznych czy też możliwościach przetwarzania danych jest na tyle duża, że właściwie nie da się ich porównywać. Porównywać je to tak, jakby zabrać się do porównywania muchy ze słoniem. Powstaje więc pytanie, dlaczego nie znikły one z rynku wzorem np. monitorów monochromatycznych Herkules (kto je jeszcze pamięta!), mikrokomputerów klasy ZX Spectrum, czy lamp próżniowych? Dlaczego nie tylko utrzymały się, ale wręcz mają się bardzo dobrze? Oto kilka powodów:

- ♦ Mikroprocesory stosowane są w systemach mikroprocesorowych, w których wymagane są duże możliwości obliczeniowe, np. w komputerach. Mikrokontrolery stosowane są w systemach sterowania i przetwarzania danych.
- ♦ Ceny mikrokontrolerów są stosunkowo umiarkowane, szczególnie w porównaniu z cenami mikroprocesorów. Wynika to z ich względnej prostoty oraz dużej konkurencji pomiędzy producentami tych układów.
- ♦ Użycie mikrokontrolerów pozwala na zdecydowane uproszczenie budowy systemów mikroprocesorowych. W skrajnym wypadku, do zbudowania takiego systemu wystarcza tylko sam mikrokontroler plus kilka elementów biernych. Dodatkowymi korzyściami są oszczędność miejsca na płycie drukowanej, skrócenie czasu montażu i ograniczenie kosztów produkcji.
- ♦ Wysoka niezawodność systemów mikroprocesorowych uzyskiwana ze względu na niewielką liczbę elementów.
- ♦ Mikrokontrolery są elementami bardzo elastycz-

nymi w użyciu. Można w bardzo prosty sposób rozbudowywać i modyfikować zbudowane w oparciu o nie systemy mikroprocesorowe.

- ♦ Oprócz mikrokontrolerów ogólnego przeznaczenia produkowane są mikrokontrolery specjalizowane, specjalnie zaprojektowane do sterowania określonego typu urządzeń.

Mikrokontrolery mogą być stosowane nie tylko do realizacji układów sterowania, lecz także jako sterowniki peryferyjne, realizujące funkcje wstępnego przetwarzania informacji. Świetnym przykładem tego typu zastosowań może być zwykła klawiatura komputerowa. W dzisiejszych czasach większość osób ma już komputer osobisty lub ma przynajmniej do niego dostęp. Jednakże stosunkowo niewiele osób orientuje się, że w większości współczesnych klawiatur jako elementy sterujące wykorzystuje się mikrokontrolery jednoukładowe, najczęściej układy 8048 z rodziny układów '51 firmy Intel.

Zadaniem sterownika klawiatury jest śledzenie stanu klawiatury i wykrycie faktu wciśnięcia klawisza (klawiszy), eliminacja błędów spowodowanych drganiem styków, sterowanie dodatkowymi elementami (różne diody świecące, dodatkowe przyciski – dzisiejsze klawiatury potrafią być naprawdę bardzo wymyślne) oraz przesłanie informacji o zaistniałych zdarzeniach do jednostki nadrzędnej, czyli komputera. Kontroler klawiatury ma mały bufor na przechowywanie informacji o wciśniętych klawiszach. W ten sposób procesor komputera nie musi w sposób ciągły kontrolować stanu klawiatury. Gotowe przetworzone informacje otrzymuje od mikrokontrolera.

Podstawowym polem użycia mikrokontrolerów są wszelakiego rodzaju układy sterowania i kontroli. Właśnie do tego typu specyficznych zastosowań były one projektowane. W takich układach nie potrzeba dużych mocy obliczeniowych, zazwyczaj nie ma również potrzeby przesyłania dużych ilości informacji. Natomiast pożądaną jest, aby takie układy posiadały różnego rodzaju specjalizowane bloki funkcjonalne realizujące różne, nieraz bardzo specyficzne zadania oraz odpowiednią ilość linii wejść/wyjść. Istnieje duża ilość mikrokontrolerów zaprojektowanych pod kątem różnego rodzaju zastosowań. Mogą one posiadać między innymi następujące cechy:

- ♦ duża ilość linii wejść/wyjść (np. układ 87C552 posiada 40 linii wejść/wyjść)
- ♦ wejścia analogowe z przetwornikiem analogowo – cyfrowym
- ♦ wyjścia o dużej obciążalności prądowej
- ♦ rozbudowany wielopoziomowy układ przerwań
- ♦ wewnętrzną pamięć EPROM lub EEPROM
- ♦ układy licznikowe
- ♦ łącze szeregowe – RS 232
- ♦ interfejs I²C
- ♦ i wiele innych

Typowym przykładem zastosowań mikrokontroler-

Stopień
trudności

* *

rów może być sprzęt gospodarstwa domowego. W przypadku nowoczesnej kuchenki mikrofalowej, wbudowany mikrokontroler musi odczytać informacje z kilku przycisków sterujących, wyświetlić odpowiednie komunikaty na wyświetlaczu i sterować elementami wykonawczymi. Do wykonania tych zadań potrzeba stosunkowo niewielkich mocy obliczeniowych, wymagania czasowe są minimalne.

Zanim rozpoczniemy przygodę z systemami mikroprocesorowymi, musimy przygotować sobie warsztat pracy. Poznamy program komputerowy BASCOMLT 1.19, umożliwiający pisanie kodów programów wykonywanych przez mikrokontrolery. Jest to edytor, kompilator i symulator języka BASIC dla układów z rodziny '51. Pokażemy jak można szybko i efektywnie oprogramowywać te układy. Zaprezentujemy również prosty uniwersalny system mikroprocesorowy oparty na mikrokontrolerze 80C51. Wykorzystując go będziemy mogli praktycznie wykonać prezentowane przez nas układy.

Wprowadzenie do techniki mikroprocesorowej musimy rozpocząć od przedstawienia podstawowych zasad arytmetyki dwójkowej. Ludzie w życiu codziennym posługują się liczbami dziesiętnymi, z kolei w systemach mikroprocesorowych wszystkie informacje są przetwarzane i zapamiętywane w postaci dwójkowej, tzn. w postaci ciągów zer i jedynek. Zanim przejdziemy dalej będziemy musieli opanować zasady posługiwania się liczbami dwójkowymi i operacje na nich (dodawanie, odejmowanie, operacje logiczne, itd.). Przy okazji poznamy takie pojęcia jak tryby adresowania, lista rozkazów mikrokontrolerów, kody ASCII i BCD i inne. Opanowanie tych wiadomości jest niezbędne, abyśmy w przyszłości mogli swobodnie projektować i oprogramowywać zbudowane przez nas systemy mikroprocesorowe. Obiecujemy, że wszystkie zagadnienia zostaną przedstawione w sposób możliwie prosty i zwięzły, aparat matematyczny zostanie ograniczony do minimum.

Gdy poznamy podstawy i będziemy już umieli pisać programy, przyjdzie czas na dokładniejsze poznanie budowy wewnętrznej mikrokontrolerów. Poznamy najważniejsze bloki funkcjonalne mikrokontrolerów, ich główne cechy i właściwości. Będziemy zachęcać czytelników do aktywnej nauki. Wychodząc z założenia, iż wiedza nie poparta przykładem nie ma wielkiej siły przebiccia, szybko się ulatnia, będziemy zamieszczać wiele praktycznych przykładów do samodzielnego wykonania. Oczywiście zaczniemy od rzeczy najprostszych, takich jak zapalenie i gaszenie diody świecącej, przechodząc później do projektów nieco trudniejszych, takich jak klawiatura numeryczna, sterowanie wyświetlaczem LCD czy komunikacja z komputerem. Mamy nadzieję, że samodzielne wykonanie tych układów da Czytelnikom wiele satysfakcji i zdoła je do dalszego pogłębiania swojej wiedzy. Wierzymy, iż Czytelnicy osiągną w końcu taką bie-

głość w projektowaniu i oprogramowywaniu systemów mikroprocesorowych, że będą mogli sami je konstruować.

Bohaterem cyklu artykułów będzie rodzina mikrokontrolerów '51 firmy Intel. Najszerzej znanym jej przedstawicielem jest mikrokontroler 80C51. Większość zamieszczonych projektów będzie wykorzystywać właśnie ten mikrokontroler.

Możemy więc rozpocząć naszą przygodę z systemami mikroprocesorowymi. Pierwsza jej część w następnym numerze.

Andrzej Koźmiński

Słowniczek podstawowych pojęć

Mikrokontroler (mikrokomputer, mikrokomputer jednoukładowy) – układ wielkiej skali integracji, wewnątrz którego zaimplementowano wszystkie bloki funkcjonalne niezbędne do zbudowania typowego systemu mikroprocesorowego.

Mikroprocesor – układ o dużym stopniu scalenia tworzący razem z układami towarzyszącymi (pamięć RAM, pamięć stała, układy wejścia/wyjścia) całość zwaną systemem mikroprocesorowym.

Pamięć RAM – pamięć o swobodnym dostępie. W czasie pracy możliwy jest zarówno zapis do niej jak i odczyt. Po wyłączeniu zasilania jej zawartość jest tracona.

Pamięć stała – pamięć, której zawartość nie zostanie utracona po zaniku zasilania.

Pamięć EPROM – pamięć stała, tylko do odczytu, wielokrotnego użytku. Jest programowana elektrycznie, kasowana poprzez kilkuminutowe naświetlanie promieniowaniem ultrafioletowym. Aby móc wykasować zawartość pamięci w jej obudowie znajduje się specjalne kwarcowe okienko, przepuszczające promieniowanie ultrafioletowe. Pamięci EPROM w wersji OTP nie posiadają takiego okienka, w związku z czym można je zaprogramować tylko raz – są one jednak zdecydowanie tańsze od standardowych pamięci EPROM.

Pamięć EEPROM (E²PROM) – pamięć stała wielokrotnego użytku. Jest programowana i kasowana elektrycznie. Może być zastosowana jako nielotna pamięć RAM (po zaniku zasilania jej zawartość nie zostanie utracona).

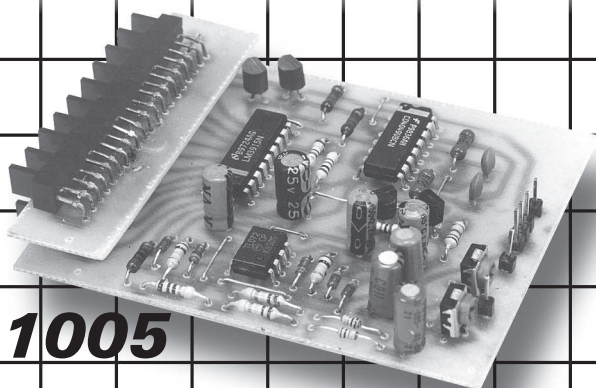
Jednostka centralna (CPU) – to jeden z bloków funkcjonalnych wszystkich mikroprocesorów i mikrokontrolerów. Stanowi "mózg" każdego systemu mikroprocesorowego. Koordynuje działanie wszystkich układów systemu, wykonuje program zapisany w pamięci programu (w przypadku mikrokontrolerów zapisany zazwyczaj w pamięci stałej typu EPROM), wykonuje wszystkie operacje arytmetyczne i logiczne.

Asembler – program - translator, który tłumaczy napisany przez programistę program mikrokontrolera na kod maszynowy, zrozumiały przez ten mikrokontroler.

Dwukanałowy wskaźnik poziomu napięcia m.cz. cz.I

Stopień
trudności
* *

Zestaw 1005



Ciekawe rozwiązanie wskaźnika mocy dla zestawów elektroakustycznych. Układ jest stosunkowo prosty i łatwy do samodzielnego wykonania.

Kiedy ze względów estetycznych lub użytkowej konieczności decydujemy się na samodzielne wzbogacenie magnetofonu, wzmacniacza lub innego urządzenia elektroakustycznego w elementy wskaźnikowe, decydujemy się na formę urządzenia wskaźnikowego. Rodzaj i przeznaczenie sprzętu, styl jego wykończenia, możliwości konstrukcyjne modernizacji oraz ostatecznie gust użytkownika wpływają na decyzję zastosowania klasycznego wskaźnika magnetoelektrycznego lub elektronicznej skali liniowej LED lub LCD. Ten ważny wybór i zazwyczaj znaczny nakład precyzyjnej pracy mechanicznej to niewątpliwie najtrudniejsze etapy realizacji naszego zamiaru, ale niestety nie wszystkie. Nie tylko początkujący elektronicy bardziej lub mniej świadomie zlekceważyli specyficzną naturę sygnałów fonicznych dostosowaną do charakterystyki ucha ludzkiego. Domowy zestaw nagłośnieniowy może dostarczyć nam dźwięków o natężeniu dochodzącym do kilkunastu W/m². Dolna granica słyszalności, zależnie od kondycji naszego słuchu przypada na rząd natężeń kilkadziesiąt tysięcy razy mniejszy. Zastosowanie prostego detektora wartości skutecznej lub szczytowej i liniowego wskaźnika tej wielkości uczyni efekt naszej pra-

cy mało efektowny w działaniu. Próba dobrania odpowiedniej wrażliwości wskaźnika będzie kłopotliwa. Ustawienie pełnego zakresu wskazań na poziomie maksymalnej wartości mierzonego sygnału sprawi, że w ocenie naszych wrażeń słuchowych wskaźnik będzie ożywiany tylko przez duże i bardzo duże sygnały. „Rozruszanie” wskaźnika przy małej głośności poprzez zwiększenie czułości spowoduje jego błyskawiczne przesterowanie przy każdym słuchowo minimalnym wzroście głośności.

Proponowany układ wskaźnika z przetwarzaniem logarytmicznym zaprojektowano z myślą o opisanych powyżej zastosowaniach.

Preferencje stosowania logarytmicznej prezentacji parametrów fizycznych

Logarytmiczne prezentowanie wartości innych parametrów elektrycznych lub nieelektrycznych jest bardzo wygodne, ponieważ pozwala bardzo czytelnie prezentować zmiany wartości monitorowanego parametru w stosunku nawet od 1/1000 do 1 za pomocą prostej skali liniowej alternatywnie dla wyświetlacza cyfrowego. Liniowa skala zobrazowania informacji w postaci bargrafu, wędrującego punktu lub mechanicz-

nego wskaźnika wychyłowego jest nadal najefektywniejsza pod względem skuteczności komunikacji między człowiekiem i przyrządem diagnostycznym lub pomiarowym. Z tego względu są też przez człowieka najlepiej akceptowane. Wskaźniki wychyłowe w nowoczesnych, profesjonalnych systemach pomiarowych doczekały się swoich imitacji na matrycach LCD lub w trybie graficznym monitorów komputerowych.

W profesjonalnej technice np. nagłośnieniowej, dla poprawnej reżyserii dźwięku konieczna jest wiedza o poziomie sygnału mowy lub muzyki. To jedna z podstawowych informacji dla osób obsługujących systemy mikerskie na estradzie, w studiach nagrań i rozgłośniach radiowych. Nie jest jednak najczęściej wymogiem przyrządów kontrolnych wyjątkowa precyzja określenia poziomu napięcia lub mocy wyjściowej z danego źródła. Ważniejszą ich cechą jest zdolność ergonomicznej prezentacji danych, czyli czytelnej dla człowieka i łatwej do analizy w krótkim czasie. Taka obserwacja przyrządów nie może absorbować człowieka w stopniu uniemożliwiającym podejmowanie innych decyzji. Początkowemu okresowi rozwoju cyfrowej techniki komputerowej towarzyszyła tendencja do powszechnej zamiany tradycyjnych metod zobrazowania analogowego na cyfrowe, najczęściej dziesiętne i heksadecymalne. Masowa „modernizacja” objęła przemysł, komunikację i gospodarstwa domowe. Preferowane nowe standardy szybko i trwale zaakceptowały ośrodki naukowo-badawcze wszelkich dziedzin z powodu przełomu w dokładności i powtarzalności prezentowanych wyników. Cyfryzacja wskaźników urządzeń kontrolno-pomiarowych z małym powodzeniem wypierała tradycyjne rozwiązania w lotnictwie, motoryzacji i energetyce. Wszystkie te dziedziny cechuje wysoce odpowiedzialna i wymagająca szybkiej oceny sytuacji praca ludzi. Z tego głównie powodu organizacja stanowisk pracy wymaga praktycznej akceptacji psychofizycznych cech człowieka. Niestety okres adaptacji człowieka do maszyny w niektórych dziedzinach jest jeszcze koniecznością.

Logarytmiczne formy wynikowe dla prezentacji wartości parametru okazały się być niezbędne w pomiarach parametrów akustycznych i optycznych. Wynika to bezpośrednio z zakresu i charakterystyki wrażliwości naszego słuchu i wzroku. Natura dla naszego dobra, tak je skonstruowała, abyśmy byli wrażliwi na najmniejszy szmer i promień światła, a jednocześnie zdolni funkcjonować i ostatecznie przetrwać w potężnym hałasie lub w blasku bardzo silnego źródła światła.

Jeżeli na co dzień korzystamy ze zdobyczy cywilizacji, przeważnie nie zastanawiamy się, jak zadawalająca nas podczas snu cisza jest bardzo daleka od dolnej granicy słyszalności. Za dolną

granice słyszalności tonu o częstotliwości $F=1000\text{Hz}$ przyjęto natężenie dźwięku $I_{\min}=2(10\exp(-12))\text{W/m}^2$, co stanowi 0,0dB. Fala takiego dźwięku wytwarza w tym samym miejscu ciśnienie akustyczne $p_{\min}=2(10\exp(-5))\text{Pa}$ powyżej ciśnienia atmosferycznego. Za górną granicę słyszalności, kiedy wrażenia słuchowe zastępuje ból, przyjęto dźwięk o natężeniu $I_{\max}=1,0\text{W/m}^2$, wytwarzający ciśnienie akustyczne $p_{\max}=20\text{Pa}$, co stanowi poziom 120dB.

Zestawienie kilku przykładów źródeł dźwięku

Dane są uogólnione i orientacyjne

- > Cisza (tłło) sali koncertowej dla 400 osób.
 $1(10\exp(-8))\text{W/m}^2 \dots 0,002\text{ Pa} \dots 40\text{ dB}$
- > Tykanie klasycznego budzika z odległości 20cm.
 $1(10\exp(-6))\text{W/m}^2 \dots 0,02\text{ Pa} \dots 60\text{ dB}$
- > Fortepian koncertowy z odległości ok. 5m.
max $0,01\text{ W/m}^2 \dots 2,0\text{ Pa} \dots 100\text{ dB}$
- > Orkiestra symfoniczna ponad 100-osobowa w sali
 $0,1\text{ W/m}^2 \dots 6,342\text{ Pa} \dots 110\text{ dB}$
- > Odstraszacz alarmowy (syrena, buzzer) z 20cm
lub w małym pomieszczeniu zamkniętym.
min. $1,0\text{ W/m}^2 \dots 20\text{ Pa} \dots 120\text{ dB}$

Działanie i ważniejsze cechy sterownika wskaźnikowego LM3915

LM3915 jest monolitycznym układem scalonym przetwarzającym analogowy poziom napięcia wejściowego na ciąg sygnałów prądowych, sterujących dziesięciopunktowym wskaźnikiem LED, LCD lub fluorescencyjnym. Pozycja sterowanego elementu wskaźnikowego reprezentuje poziom napięcia wejściowego w skali logarytmicznej w odstępach co 3dB. Tryb rodzaju wskazania może zostać wybrany za pośrednictwem wyprowadzenia nr 9, jako linijka lub wędrujący punkt. Jasność świecenia, czyli prąd sterowania LED może być ustalony dla całego wskaźnika za pomocą jednego rezystora, a pozostałe procesy związane z indywidualną stabilizacją prądu dla każdego elementu wskaźnikowego, przebiegają pod nadzorem programu wewnętrznego. Układ wymaga pojedynczego źródła zasilania o wartości od 3V do 25V. Sam element wskaźnikowy może być zasilany wspólnie z układem sterującym LM3915 lub z innego źródła o niższej stabilności, a wyższej wydajności prądowej.

Prąd sterujący elementy LED ma bardzo stabilną wartość w szerokim zakresie zmian napięcia zasilania wyświetlacza.

Źródło napięcia odniesienia 1,2V, widoczne na

Parametry graniczne LM3815

Maksymalne napięcie zasilania układu wyp.3	25V
Maksymalne napięcie zasilania obwodów obciążenia	25V
Maksymalny prąd sterowania każdego LED	28mA
Maksymalny zakres napięcia wejściowego wyp. 5	35V
Maksymalne obciążenie regulatora UREF wyp. 7	10mA

Wyjście nr	Nr wyp.	U _{IN}	Wartość dB
1	1	0,447 V	-27
2	18	0,631 V	-24
3	17	0,891 V	-21
4	16	1,259 V	-18
5	15	1,778 V	-15
6	14	2,512 V	-12
7	13	3,548 V	-9
8	12	5,012 V	-6
9	11	7,079 V	-3
10	10	10V	0

Poziomy progówysterowania wyjść LM3915 dla aplikacji o zakresie U_{IN max} = 10,000V.

Przyjęto: 10,000V to 0dB, R1=1,24k, R2=8,06k

schemacie wewnętrznym jest elementem wzorcowym przy ustalaniu górnej granicy zakresu napięcia wejściowego U_{IN MAX}. Taka właśnie wartość napięcia, podanego do wejścia (5) spowoduje uruchomienie na wyjściu układu pełnej 10-cio punktowej skali zobrazowania. Wzrost napięcia powyżej tej wartości nie jest oczywiście niebezpieczny dla układu, ale nie powoduje już żadnych zmian na wyjściu. Minimalną wartość zakresu przetwarzania wynoszącą 1,2V uzyskamy łącząc bezpośrednio wyprowadzenia (7) i (6) razem, a z tego punktu do masy rezystor decydujący o intensywności świecenia LED oraz wyprowadzenie (8) bezpośrednio do masy. Odpowiada to wariantowi aplikacji podstawowej LM3915, kiedy element programujący napięcie odniesienia R2 osiąga ekstremalnie niską wartość równą 0 ohm. Wzrost wartości rezystancji R2 powoduje rozszerzenie zakresu przetwarzania wskaźnika od 1,2V aż do 12V. Ustalenie zakresu pomiarowego oraz jasności świecenia LED zależy od wartości R1 oraz R2.

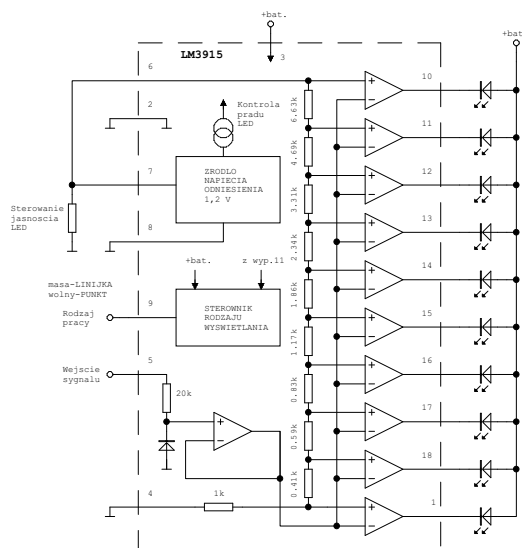
$$U_{IN MAX} (U_{REF OUT} = 1,25V[1-(R2/R1)] + (0,08 R2)$$

gdzie: R1, R2-[k]

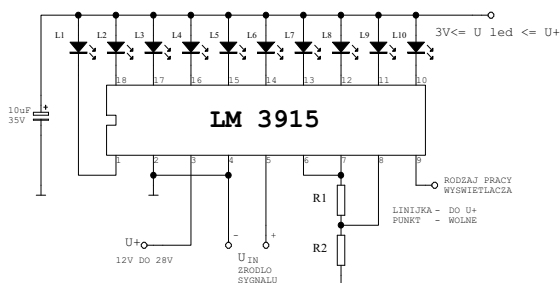
$$I_{LED} = (12,5V/R1) + (U_{REF}/2,2k)$$

Pomiędzy elementami R1 oraz R2 występuje związek polegający na jednoczesnym oddziaływaniu na dwa odrębne pod względem wymagań parametry jakościowe układu wskaźnikowego, jakimi są: zakres napięcia wejściowego oraz jaskrawość świecenia LED.

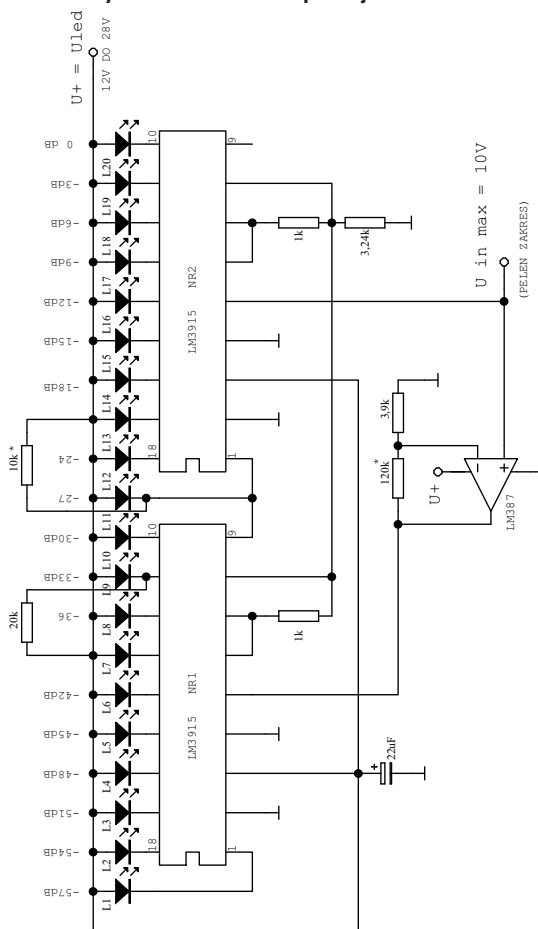
Jest to uciążliwe jedynie w trakcie uruchamiania nowej konstrukcji lub naprawy polegającej na zastosowaniu LED o innej jasności. Regulacja jasności przy zachowaniu czułości wejściowej może być jednak przydatna w przypadku sprzętu przenośnego, który pracuje w zmiennych warunkach oświetlenia. Prosta zmiana w aplikacji podstawowej polegająca na zastosowaniu dodatkowej gałęzi rezystancyjnej od wyprowa-



Rys. 1 Schemat blokowy EL3915 w otoczeniu uproszczonej aplikacji

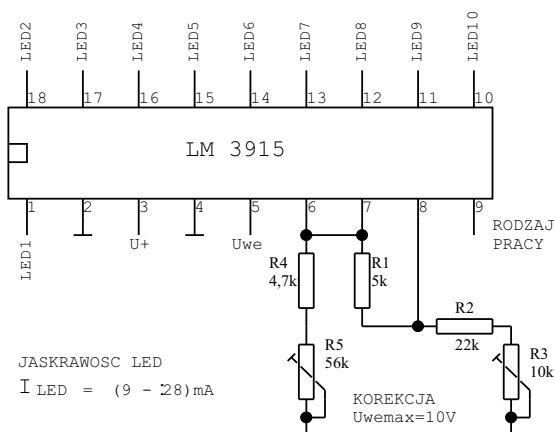


Rys. 2 Podstawowa aplikacja LM3915



Rys. 3 Schemat wskaźnika 60dB

Stopień
trudności
* *



Rys. 4 Schemat zmian w aplikacji podstawowej dla oddzielenia regulacji prądu LED i zakresu czułości wejściowej

dzeń (6 i 7) do masy, umożliwia niezależną od innych parametrów regulację prądu LED w granicach 70%.

Ustalonemu zakresowi analogowego napięcia wejściowego U_{IN} odpowiada ustalona wewnątrz struktury LM3915 procedura przetwarzania na 10 dyskretnych wartości. Każdy z tych poziomów odpowiada za wysterowanie jednego z 10 punktów zobrazowania. W przypadku układu LM3914 poziomy wysterowania 10 wyjść są rozłożone liniowo w stosunku do zakresu napięcia wejściowego. Oznacza to, że $U_{IN\ MAX}$ zostaje podzielona na 10 jednakowych odcinków. Przyrost U_{IN} o 1/10 wartości maksymalnej powoduje zaświecenie kolejnej LED na wyjściu.

W przypadku LM3915 proces przetwarzania $U_{IN\ MAX}$ na dyskretny poziomy wyjściowy odbywa się według zależności logarytmicznej napięciowej:

$$K_u [dB] = 20 \log (U_{IN2}/U_{IN1})$$

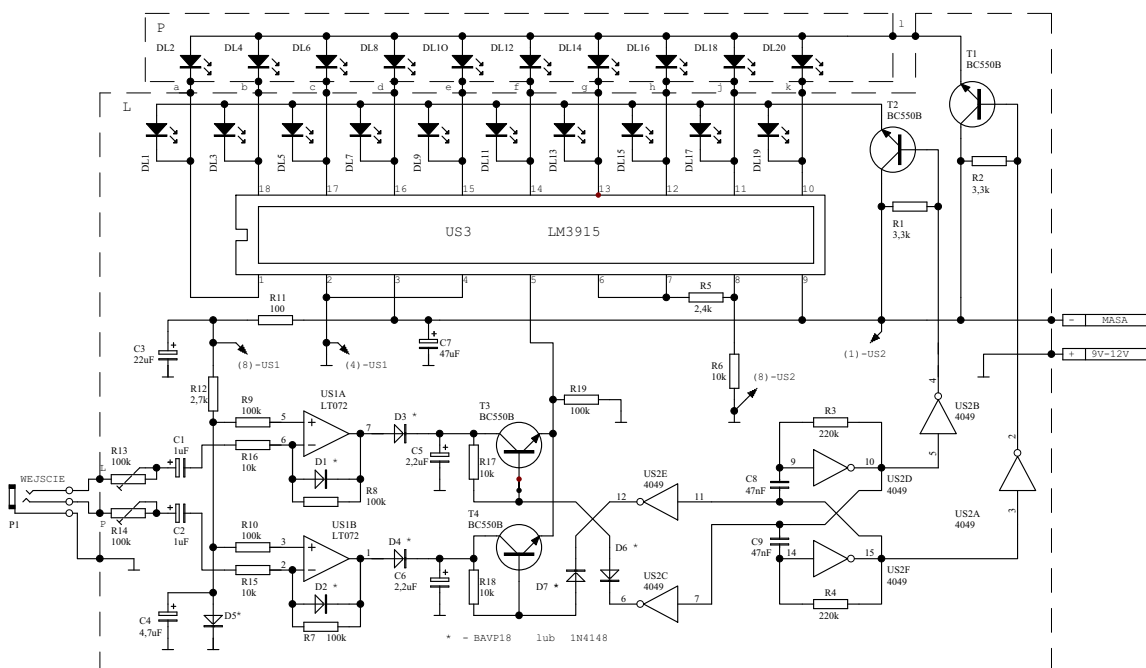
przy założeniu: $U_{IN2} > U_{IN1}$

Układ LM3915 steruje kolejnymi wyjściami w odstępie 3dB. Cały zakres prezentacji pojedynczego układu wynosi 30dB. Pierwsza LED dołączona do wyprowadzenia (1) powinna zaświecić, kiedy napięcie U_{IN} osiągnie -27dB wartości maksymalnej.

Konstrukcja i działanie wskaźnika

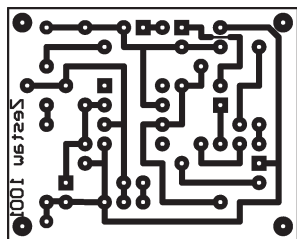
W prezentowanym urządzeniu przeznaczonym do wizualizacji poziomu amplitud dwóch sygnałów małej częstotliwości jednocześnie, zastosowano metodę multipleksowego sterowania i wykorzystania jednego tylko układu LM3915 do obsługi dwóch 10-punktowych „linijek” LED. Każdy kanał jest obsługiwany przez układ wskaźnikowy przez 50% czasu. Częstotliwość przełączania wynosi około 600 Hz. Ten typ rozwiązania obniżył koszty urządzenia o 30% nieznacznie komplikując konstrukcję całości układu elektronicznego. Poprawna praca tego układu dowodzi, że możliwe jest obsługiwanie przez jeden LM3915 więcej niż dwóch kanałów. Istnieją sprawdzone układy obsługujące nawet 8 kanałów, co pozwala obniżyć koszty nawet o 70%, a przede wszystkim uprościć konstrukcję wyświetlacza. Przy obsłudze dwóch kanałów ani oszczędności, ani też inne cechy pracy z podziałem czasowym nie są imponujące w porównaniu z klasycznym zastosowaniem jednego LM3915 na każdy kanał. Z pewnością doświadczenia zdobyte przy uruchomieniu tego urządzenia będą niezastąpione, zwłaszcza że w układzie wykorzystane są współpracujące ze sobą układy analogowe i cyfrowe, a to wymaga zarówno innych metod przy uruchamianiu i regulacji oraz innego oprzyrządowania. Cd w następnym numerze.

Sławomir Nieczu

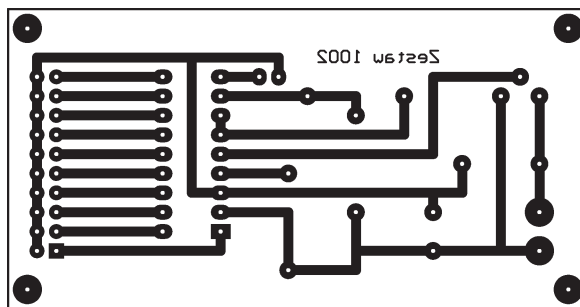


Rys. 5 Schemat dwukanałowego wskaźnika poziomu napięcia m.cz.

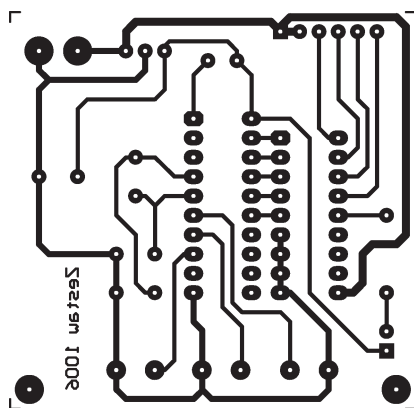
**Lustrzane odbicia matryc służące do wykonania płytek
drukowanych z użyciem emulsji światłoczułej**



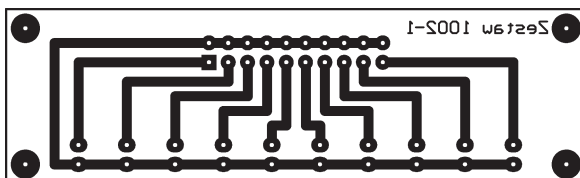
(1001) Minisyntezator
efektów dźwiękowych



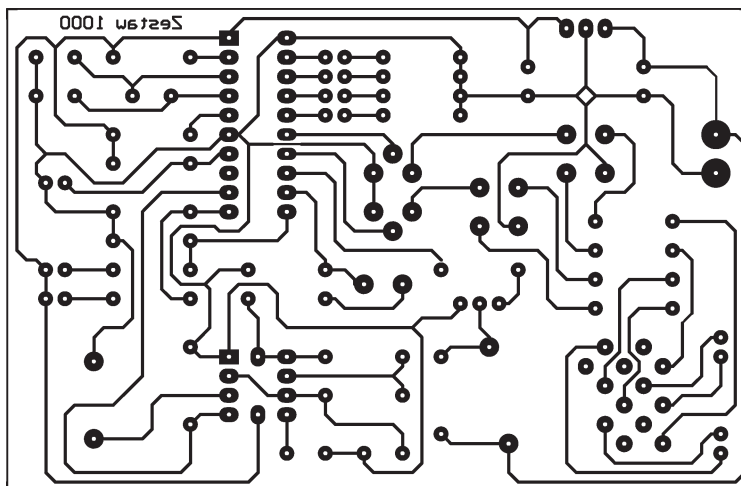
(1002) Woltomierz LED do samochodu



(1006) Laserowy wąż

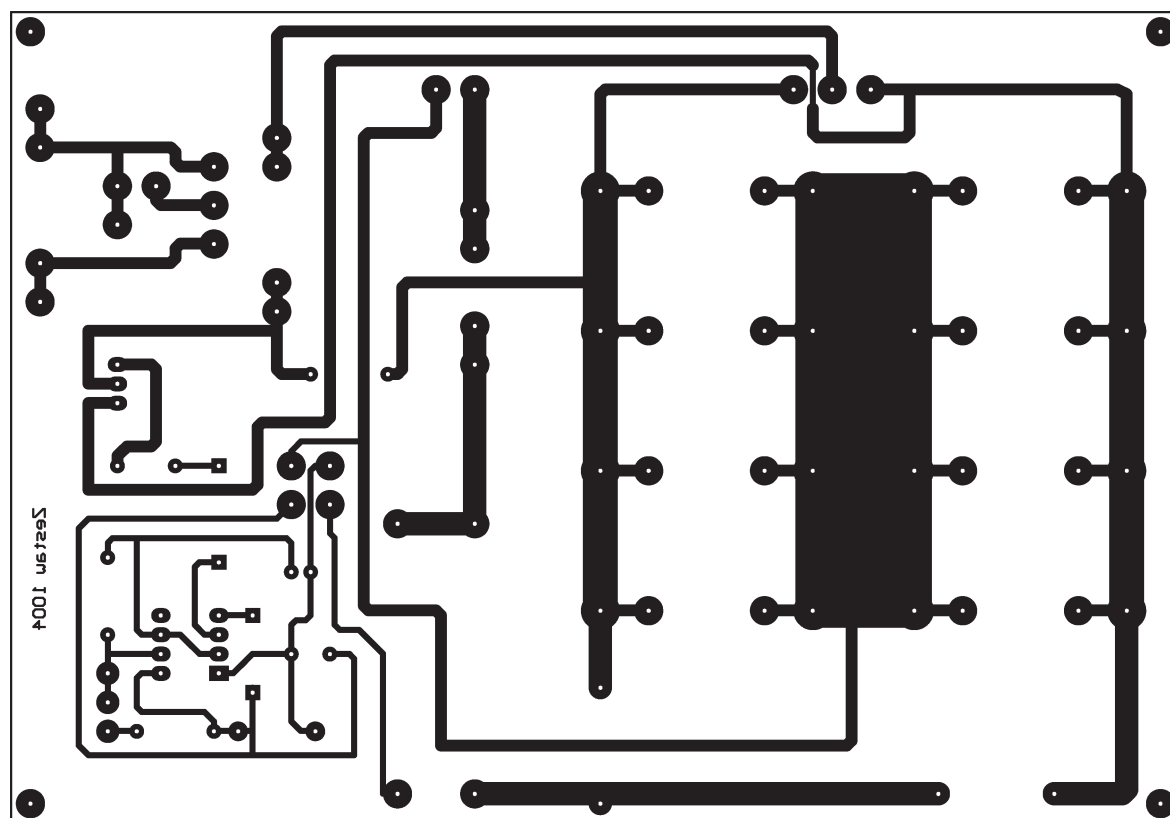


(1002-1) Woltomierz LED do samochodu

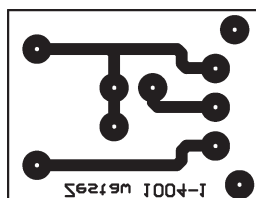


(1000) Alarm telefoniczny

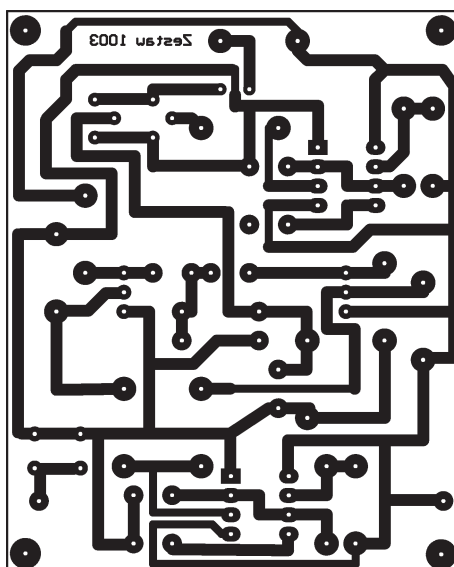
Lustrzane odbicia matryc służące do wykonania płytek drukowanych z użyciem emulsji światłoczułej



(1004) Stroboskop 120J



(1004-1) Stroboskop 120J
płytką palnika



(1003) Prostý tester tranzystorów
bipolarnych

Lustrzane odbicia matryc służące do wykonania płytek drukowanych z użyciem emulsji światłoczułej

**Lustrzane odbicia matryc służące do wykonania płytek
drukowanych z użyciem emulsji światłoczułej**

Elementy i układy elektroniczne - wprowadzenie 1

Stopień
trudności
*

Rozpoczynamy cykl artykułów poświęcony elementom i układom elektronicznym. Celem naszym jest zapoznanie Czytelnika z zasadą działania podzespołów, ich parametrami oraz wyjaśnienie zjawisk zachodzących w podstawowych układach elektronicznych. Będziemy starali się czynić to systematycznie, a używane pojęcia i terminy definiować oraz ilustrować przykładami. O ile to tylko możliwe, ograniczymy opis matematyczny zagadnienia do niezbędnego minimum tak, aby tekst był zrozumiały dla każdego Czytelnika, jednakże bez nadmiernej trywializacji.

Zacniemy od określenia co to jest sygnał elektryczny, podzespół, układ elektroniczny i funkcja układowa. Opiszemy obowiązujący układ jednostek wielkości fizycznych. Następnie przedstawimy najczęściej spotykane podzespoły elektroniczne: rezystor, kondensator, cewkę, transformator, diodę, tranzystor oraz elementy optoelektroniczne, nie zapominając o podaniu ich parametrów i przykładowych charakterystyk. W trakcie opisu wyjaśnimy elementarne prawa fizyczne istotne z punktu widzenia omawianego podzespołu.

Znając podstawowe elementy składowe, zapoznamy się z rodzajami sprzężeń zwrotnych i będziemy mogli przejść do omawiania prostych tranzystorowych układów elektronicznych – wzmacniacza, źródła prądowego i napięciowego, stabilizatora, generatora drgań sinusoidalnych, przerzutnika, modulatora i demodulatora oraz układu przełączającego. Nieco miejsca poświęcimy zastosowaniu tranzystorów w układach scalonych, omawiając wzmacniacz operacyjny i przetwornik analogowo – cyfrowy i cyfrowo – analogowy oraz ich proste aplikacje.

Jest zrozumiałe, iż dysponując takim zasobem wiedzy, chcielibyśmy zobaczyć jak to wszystko wygląda w praktyce. Możemy

osiągnąć to na dwa sposoby. Pierwszy polega na montażu układu z rzeczywistych podzespołów. Należy wtedy zakupić elementy, zmontować je przy pomocy lutownicy i uruchomić wykorzystując jakieś przyrządy pomiarowe. Musimy mieć miernik uniwersalny, zasilacz napięcia oraz często jakieś źródło sygnału (generator), a w celu wizualizacji przebiegów elektrycznych bardzo wskazane byłoby posiadanie oscyloskopu elektronicznego. Dla części z Czytelników wymieniony sprzęt może być dostępny, lecz przypuszczamy, że dla znacznej rzeszy osób może stanowić to problem. Szczęśliwych posiadaczy przyrządów pomiarowych zachęcamy do rozpoczęcia przygody z lutownicą w rękę. Innym proponujemy drugie rozwiązanie. W dzisiejszych czasach w większości domów gdzieś na biurku stoi komputer. Wykorzystywany jest tak do zabawy, jak i do pracy. Okazuje się, że może być przydatny także dla naszych celów. Istnieją programy służące do analizy układów elektronicznych, umożliwiające symulację rzeczywistości. Symulację bardzo dokładną na tyle, na ile jesteśmy w stanie opisać elementy wchodzące w skład analizowanego układu. W związku z powyższym zapoznamy Czytelników z popularnym programem do analizy układów elektronicznych, z dostępnymi modelami podzespołów elektronicznych, a całość zilustrujemy przykładami. A teraz uwaga skierowana do zwolenników lutownicy. Aby samodzielnie zaprojektować i uruchomić (z sukcesem !!) jakiegokolwiek układu elektronicznego, musimy doskonale zdawać sobie sprawę z tego, co chcemy osiągnąć, jakimi sposobami możemy tego dokonać oraz jaki będzie wpływ wartości elementów na jego funkcję. Współcześni projektanci zanim zabiorą się do "fizycznego" układu, długie dni i godziny spędzają przy komputerze symulując rozmaite koncepcje osiągnięcia

celu. Dopiero takie podejście daje duże prawdopodobieństwo, że zmontowany układ będzie zachowywał się zgodnie z naszymi oczekiwaniami. Z wymienionych powodów zapraszamy wszystkich Czytelników do uważnej lektury artykułów poświęconych analizie komputerowej układów elektronicznych.

Co to są sygnały elektryczne, podzespół, układ elektroniczny i funkcja układowa

Sygnały elektryczne

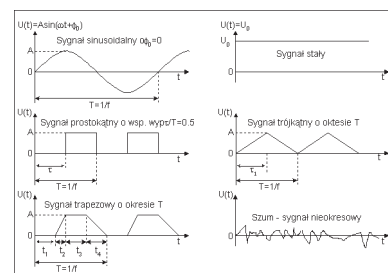
Sygnały elektryczne są to różne napięcia i prądy w układzie elektronicznym, są funkcjami czasu związanymi zbiorem równań wynikającym z praw fizycznych. Do najczęściej spotykanych sygnałów elektrycznych zaliczamy sygnał stały, harmoniczny (sinusoidalny), prostokątny, trójkątny, trapezowy. Podstawowymi parametrami sygnałów są amplituda A , częstotliwość f , faza początkowa F_0 , współczynnik wypełnienia t . Poniżej przedstawiamy wyjaśnienia tych pojęć. **Amplituda** jest to największa wartość sygnału zmieniającego się okresowo (bez składowej stałej). Amplituda napięcia podawana jest w woltach, prądu w amperach.

Częstotliwość sygnału określamy jako liczbę jego zmian w jednostce czasu. Jako jednostkę czasu przyjmuje się sekundę, wtedy częstotliwość podawana jest w Hercach. W tym miejscu warto wspomnieć o okresie trwania sygnału, który jest odwrotnością częstotliwości. Jeśli mówimy, że sygnał zmienia się 50 razy na sekundę, czyli ma częstotliwość 50 Hz, znaczy to, że trwa 1/50 sekundy czyli 20 milisekund (mili oznacza 1/1000 część całości). Często używane jest pojęcie pulsacji bądź częstotliwości kołowej $\omega = 2\pi f$, gdzie 2π jest miarą kąta pełnego (360°).

Faza początkowa F_0 (kąt fazowy początkowy) jest to parametr charakteryzujący sinusoidalną funkcję czasu t opisaną wzorem: $u(t) = A \sin(\omega t + F_0)$, określający przesunięcie punktu przejścia sygnału przez zero w stosunku do chwili $t=0$. Wartość $\omega t + F_0$ jest kątem fazowym sygnału sinusoidalnego, czyli fazą sygnału w danej chwili t .

Współczynnik wypełnienia t , ważny dla impulsów prostokątnych, określa stosunek czasu trwania impulsu (gdy impuls ma wartość niezerową) do jego okresu.

Na poniższym rysunku przedstawiamy wymienione sygnały wraz z ich podstawowymi parametrami.



Rys. 1 Najczęściej spotykane sygnały elektryczne

Podzespół elektroniczny

Podzespół elektroniczny jest najprostszym elementem umożliwiającym powstawanie zjawisk związanych z przepływem prądów elektrycznych. Jako przykład zjawisk można podać powstawanie napięcia na rezystorze pod wpływem przepływającego prądu, wytwarzanie pola magnetycznego w cewce, pola elektrycznego w kondensatorze, ciepła w rezystorze, itp.

Do podstawowych elementów elektronicznych zaliczamy: rezystory, kondensatory, cewki, dławiki, transformatory, rozmaite diody (Zenera, pojemnościowe, prostownicze, itd.), różne rodzaje tranzystorów bipolarnych i unipolarnych oraz elementy optoelektroniczne. Będą one omówione w kolejnych artykułach.

Elementy możemy podzielić, najogólniej rzecz biorąc, na pasywne i aktywne. Element pasywny jest to podzespół mający zdolność do akumulacji i rozpraszania energii. Do chwili doprowadzenia napięcia do końcówek takiego elementu prąd w nim nie płynie oraz na odwrót, na jego zaciskach nie ma napięcia przed doprowadzeniem prądu. Do podzespołów pasywnych zaliczamy rezystor, kondensator, cewkę, dławik, diodę prostowniczą. Nie są one zdolne do wytwarzania energii elektrycznej. Element, który nie spełnia warunków wyżej wymienionych jest nazywany aktywnym. Podzespół aktywny, którego cechą dominującą jest dostarczanie energii nazywamy elementem aktywnym źródłowym (źródłem). Źródła mogą być niesterowane i sterowane. Pojęcia te zostaną dokładniej wyjaśnione w następnych artykułach, przy okazji omawiania podstawowych układów elektronicznych. Istnieje szeroka gama elementów aktywnych nieźródłowych. Zaliczamy do nich tranzystor bipolarny i unipolarny, diodę tunelową (ponieważ posiada rezystancję ujemną), tyrystor, triak, diak, wzmacniacz operacyjny, itp.

Należy zauważyć, że element zbudowany do realizacji konkretnego zjawiska powoduje powstawanie innych zjawisk. Na przykład na rezystorze powstaje napięcie pod wpływem przepływającego prądu, a także wydziela się ciepło. Cewka promieniuje pole magnetyczne indukujące się w sąsiednich

elementach oraz posiada pewną rezystancję i pojemność.

Projektując układ elektroniczny należy zdawać sobie sprawę ze zjawisk zachodzących w jego elementach składowych, dlatego tak ważne jest zrozumienie co to są parametry podzespołu, skąd się one wzięły i do czego są potrzebne. Z parametrami związany jest tak zwany schemat zastępczy elementu, który będzie omawiany przy okazji prezentacji kolejnych podzespołów.

Parametry podane są przez producenta w odpowiednim katalogu, który ma formę książki, dyskietki, płyty CD lub miejsca na stronie internetowej. Będziemy starali się podawać adresy internetowe najbardziej znanych producentów i dystrybutorów podzespołów elektronicznych. Podzespoły elektroniczne przyjęto oznaczać graficznie na schematach ideowych w znormalizowany sposób. Poniżej przedstawiamy tabelę z najczęściej spotykanymi symbolami podzespołów elektronicznych.

	masa		tranzystor npn
	zasilanie		tranzystor pnp
	bezpiecznik		tranzystor n-MOS
	rezystor		tranzystor p-MOS
	rezystor o zmiennej rezystancji		przełącznik bistabilny
	kondensator		przełącznik monostabilny
	kondensator o zmiennej poj.		rezonator kwarcowy
	cewka		wzmacniacz operacyjny
	głośnik		transformator z rdzeniem
	mikrofon		źródło napięciowe
	akumulator		źródło prądowe
	źródło napięcia zmiennego		woltomierz
	żarówka		amperomierz
	dioda		silnik
	dioda pojemnościowa		filtr - symbol ogólny
	dioda tunelowa		filtr dolnoprzepustowy
	dioda Zenera		filtr górnoprzepustowy
	diak		filtr środkowoprzepustowy
	triak		filtr wysokoprzepustowy
	dioda luminescencyjna		połączenie elektryczne
	fotodiody		
	fotorezystor		
	fotogniwo		
	fototranzystor		

Tabela 1 - Symbole najczęściej spotykanych elementów elektronicznych

Układ elektroniczny, funkcja układowa i charakterystyki układu

Układ elektroniczny jest zbiorem odpowiednio połączonych podzespołów i źródeł zasilających, spełniającym pewną funkcję układową. Pod pojęciem funkcji układowej rozumiemy zdolność do przetwarzania sygnałów elektrycznych, ich wytwarzanie lub wzmacnianie. Podstawowymi układami elektronicznymi są:

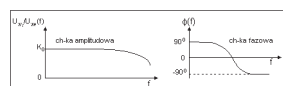
- ✦ wzmacniacz – służy do wzmacniania przebiegów napięcia, prądu bądź mocy
- ✦ stabilizatory napięcia i prądu – typowe układy zasilające, utrzymujące na swoim wyjściu napięcie lub prąd o stałej wartości
- ✦ generator drgań sinusoidalnych – wytwarza przebieg harmoniczny o określonej częstotliwości
- ✦ przerzutnik – układ mający na wyjściu dwa stany równowagi trwałej, przejście z jednego stanu do drugiego może nastą-

pić tylko pod wpływem zewnętrznego sygnału wyzwalającego

- ✦ multiwibrator – układ generacyjny charakteryzujący się brakiem stanu równowagi trwałej na wyjściu
- ✦ modulator – urządzenie przeznaczone do przemieszczania informacji zawartej w sygnale elektrycznym do amplitudy, częstotliwości bądź fazy innego sygnału
- ✦ demodulator – urządzenie realizujące proces odwrotny do modulacji, odtwarzające sygnał modulowany z przebiegu zmodulowanego
- ✦ układ przełączający – urządzenie służące do przekazywania sygnałów z wejścia na wyjście w określony przez nas sposób

Przykłady można mnożyć, my ograniczymy się do wyżej wymienionych i opiszemy je w kolejnych odcinkach.

Każdy układ elektroniczny cechuje się charakterystyką amplitudową i fazową. Charakterystyka amplitudowa opisuje zachowanie amplitudy sygnału w funkcji częstotliwości po przejściu przez układ elektroniczny. Analogicznie, charakterystyka fazowa określa fazę sygnału w funkcji częstotliwości na wyjściu układu. W elektroakustyce często mówi się o charakterystykach częstotliwościowych dla wzmacniaczy, korektorów graficznych, itp. W tym przypadku mówi się o stosunku napięcia wyjściowego do wejściowego w funkcji częstotliwości. Przykładową charakterystykę amplitudową i fazową układu elektronicznego przedstawiono na rysunku 2.



Rys. 2 - Przykładowe charakterystyki amplitudowa i fazowa układu elektronicznego

Układ elektroniczny można przedstawić przy pomocy schematu blokowego i ideowego. Na schemacie blokowym przedstawia się ogólną ideę zasady działania układu przy pomocy symboli wyższego rzędu - tak zwanych bloków. Blokiem jest przykładowo wzmacniacz, filtr dolnoprzepustowy, zasilacz, modulator, układ próbkująco - pamiętający, itp. Ze schematu blokowego można zorientować się jak dany układ działa, bez wdawania się w szczegóły. Schemat ideowy dokładnie odzwierciedla budowę układu, z dokładnością do pojedynczego elementu. Do rysowania schematów ideowych oraz blokowych używa się znormalizowanych symboli elementów ujętych w tablicy 1. W następnym odcinku tego cyklu zajmiemy się opisem rezystora, jego parametrami oraz prawami fizycznymi związanymi z tym elementem.

Dariusz April

Laserowy wąż

Zestaw 1006

W latach osiemdziesiątych i jeszcze na początku lat dziewięćdziesiątych głównym wyposażeniem świetlnym dyskotek były węż światłne. Sam wąż składał się z parudziesięciu lub nawet paruset żarówek połączonych szeregowo w czterech lub w ośmiu niezależnych kanałach. Przepalenie jednej z żarówek objawiało się wygaszeniem całego kanału. My proponujemy wąż świetlny na miarę XXI wieku.

Na pierwszy rzut oka wydaje się, że laserowy wąż to proste urządzenie, które można wykonać w parę minut. Nic bardziej mylnego. Proponowany wąż jest konstrukcją elektroniczno-mechaniczną. A jak na pewno wszyscy wiemy z własnego doświadczenia wykonanie układu elektronicznego jest zazwyczaj dużo prostsze i mniej czasochłonne niż najprostszego urządzenia mechanicznego. Aby nasz wąż zaczął działać musimy sobie zarezerwować na jego wykonanie co najmniej dwa dni. Jeden dzień na zmontowanie układu elektronicznego i ewentualne wykonanie układu luster, a drugi dzień na zmontowanie wszystkiego razem.

Jednak na początek proponuję zapoznanie się z działaniem silnika krokowego. Niektórzy z czytelników na pewno zetknęli się z silnikiem krokowym. Praca silnika krokowego jest zdecydowanie różną od zwykłych silników, jakie możemy spotkać na każdym kroku (domowy mikser, odkurzacz, suszarka do włosów itd.). Wirnik silnika krokowego obraca się o zadaną liczbę kroków. Wielkość kroku uzależniona jest od typu silnika, sposobu sterowania i zazwyczaj waha się od $1,8^\circ$ do 30° . Silniki krokowe możemy w zależności od sterowania podzielić na dwie grupy. Pierwsza to silniki unipolarne. W sterowaniu unipolarnym przepływ prądu w danym uzwojeniu jest tylko w jednym kierunku. Druga grupa to silniki bipolarne. Tutaj przepływ prądu odbywa się w dwu kierunkach. Do sterowania tego typu silnikami najlepiej wykorzystać specjalizowane układy scalone. My ze względu na koszty i skomplikowanie układu zdecydowaliśmy się na rozwiązanie pierwsze. Aby lepiej zrozumieć zasadę sterowania popatrzmy na rys. 1, 2, 3. Na rys. 1 sterowanie polega na podaniu zasilania na kolejne uzwojenia silnika. W praktyce sterowanie takie jest rzadko wykorzystywane. Silnik charakteryzuje się dużym skokiem i małą siłą. Na rys. 2 zasilane są dwa uzwojenia jednocześnie. Silnik pracuje z maksymalną siłą, ale jego skok jest również duży. Na rys. 3 zasilane są również dwa uzwojenia, ale nieco inaczej. Oto sposób podawania zasilania:

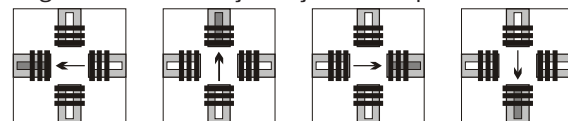
- zasilanie uzwojenia pierwszego
- zasilanie uzwojenia drugiego

- zdjęcie zasilania z uzwojenia pierwszego
- podanie zasilania na uzwojenie trzecie
- zdjęcie zasilania z uzwojenia drugiego
- podanie zasilania na uzwojenie czwarte
- itd.

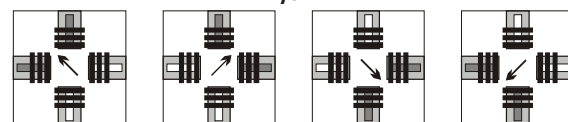
Takie zasilanie silnika daje mały skok i dużą siłę. Na rys 4 został zamieszczony schemat prostego sterownika silnika krokowego. Dwukrotne naciśnięcie przełącznika S1 spowoduje obrót silnika o jeden krok. Po dołączeniu do wyprowadzenia 8 US1 prostego generatora impulsów zbudowanego np. na układzie 555 mamy najprostszy układ regulacji obrotów dla silnika krokowego.

Zasada działania

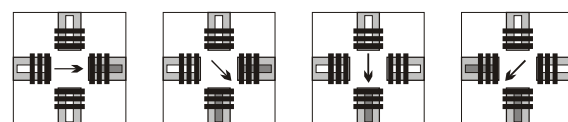
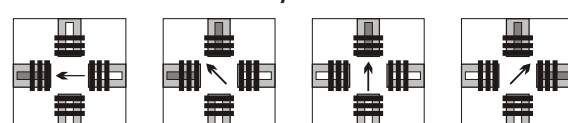
Schemat sterownika został przedstawiony na rys. 7. Do budowy sterownika został wykorzystany mikroprocesor 89C2051. Oprócz mikroprocesora zostały wykorzystane dwa łatwo dostępne układy US2 ULN2803 i US3 7805. US2 jest siedmiokrotnym układem stopni wyjściowych typu Darlington. Inaczej mówiąc wewnątrz układu znajduje się siedem niezależnych par tranzystorów pracujących w układzie Darlingtona. Schemat jednej z takich par został za-



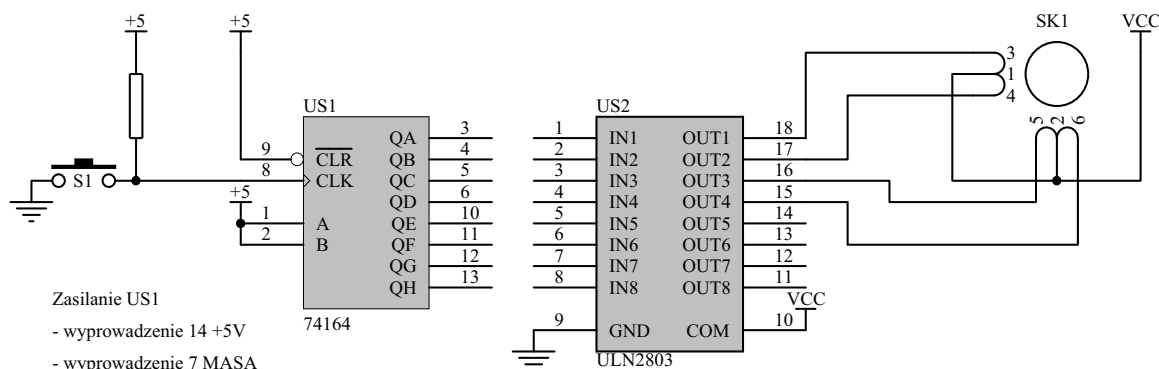
Rys. 1



Rys. 2

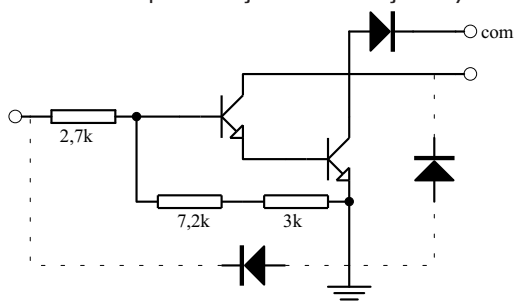


Rys. 3



Rys. 4 Ręczne sterowanie silnikiem krokowym

mieszczony na rys. 5. US3 jest typowym stabilizatorem napięcia +5V. Moduł laserowy to zwykły wskaźnik laserowy jaki można kupić prawie we wszystkich sklepach z częściami elektronicznymi. Silnik krokowy SK1 może być dowolny o napięciu zasilania od 6V do 24V i o sześciu wyprowadzeniach. W modelowym układzie zastosowano silnik produkcji niemieckiej firmy Robo-



Rys. 5 Schemat jednej z siedmiu par tranzystorów w ULN2803

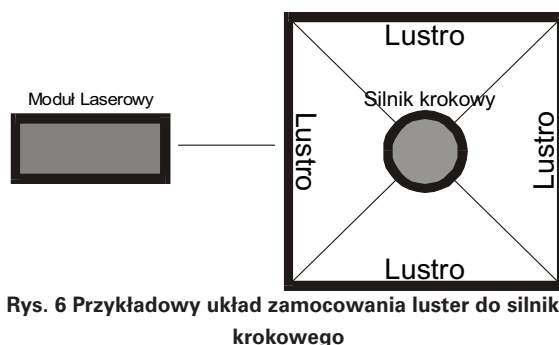
tron o symbolu SPA62/50-5689. Przy wyborze silnika musimy zwrócić uwagę na jego pobór prądu, który nie może być większy niż 0,5A. Ograniczenie to wymusza układ ULN2803, w którym prąd kolektora każdej z siedmiu par tranzystorów nie może być większy niż 0,5A. Zasada działania układu jest bardzo prosta. Całością steruje zaprogramowany mikroprocesor 89C2051. Sygnały z P1.3 - P1.7 sterują poprzez US2 silnikiem krokowym i modułem laserowym. W procesorze znajduje się 25 programów, które można kolejno wybierać przy pomocy mikroprzełącznika S3. Natomiast prędkość przesuwu węża można zwiększyć lub zmniejszyć mikroprzełącznikami S1 i S2.

Rezystor R1, którego zadaniem jest ograniczenie prądu pobieranego przez moduł laserowy należy dobrać do posiadanego lasera. Jego wartość powinna być tak dobrana, aby prąd pobierany przez moduł laserowy nie przekraczał 50mA. Większy prąd może spowodować uszkodzenie całego modułu i narazić nas na nowy wydatek od 20zł do 50zł.

Mechanika

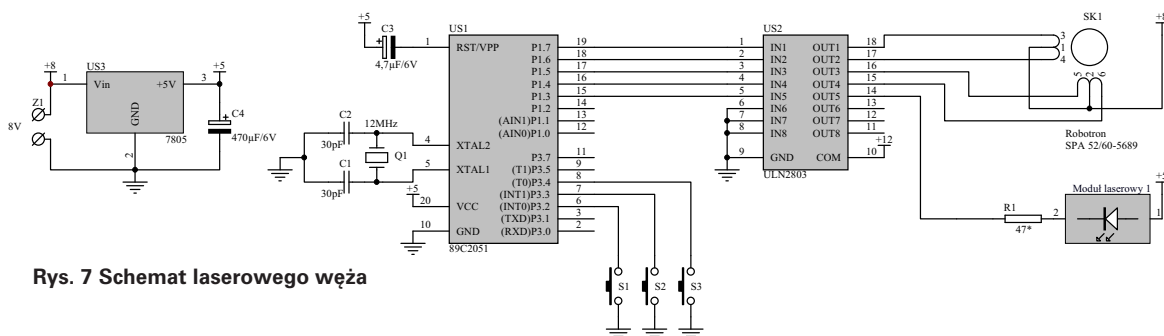
Prace mechaniczne rozpoczynamy od przy-

gotowania modułu laserowego. Czynność ta polega na wyjęciu diody laserowej z układem sterującym z metalowej obudowy wskaźnika. Należy wykonać to bardzo ostrożnie. Zbyt „siłowe” wyjmowanie diody doprowadzi do uszkodzenia układu sterowania lub samej diody. Po wyjęciu diody z układu sterowania wylutowujemy miniaturowy przełącznik, a w jego miejsce wstawiamy mostek. Następnie do wyprowadzeń zasilania czyli w miejsce, gdzie były doprowadzone bieguny z baterii przylutowujemy dwa miękkie przewody. Czerwony w miejsce plusa i czarny w miejsce minusa. Na tym kończymy pracę z modułem laserowym. Teraz możemy zająć się docięciem lusterka i zamocowaniem go na wirniku silnika. Docięcie lusterka najlepiej zrobić samemu, bo w zakładzie szklarskim raczej nie zechcą tego zrobić. W modelowym układzie zostało wykorzystane lusterko o wymiarach 4cm x 1cm. Przy docinaniu należy uważać, aby się nie skaleczyć. Gdy mamy już odpowiednio docięte lusterko, musimy je zamocować pod kątem około 45° na wirniku silnika. Najlepiej zrobić to przy pomocy silikonu. Również przy pomocy silikonu przyklejamy do obudowy silnika jeden koniec płytki laminatu o wymiarach 8cm x 4cm. Na drugim końcu płytki przyklejamy wcześniej przygotowany moduł laserowy. Kąt przyklejenia modułu laserowego musimy dobrać doświadczalnie. Należy przy tym pamiętać, że kąt odbicia światła z lasera jest równy kątowi padania. Dla tych, którzy chcieliby aby ich wąż świetlny pracował bez przerw, proponuję wykonanie układu luster jak na rys. 6. Na zakończenie chciałbym dodać, że



Rys. 6 Przykładowy układ zamocowania luster do silnika krokowego

Stopień
trudności



Rys. 7 Schemat laserowego węża

czynności związane z wyjęciem lasera, zamocowaniem lusterka (lusterek) są dość czasochłonne i wymagają dużo cierpliwości. Rys. 9 przedstawia zdjęcie całego układu mechanicznego.

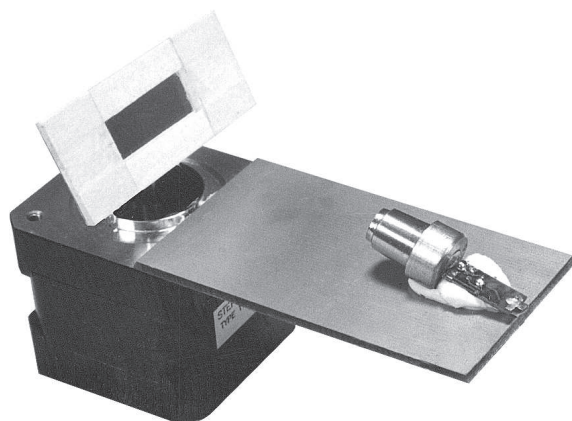
Montaż i uruchomienie

Po zgromadzeniu wszystkich potrzebnych podzespołów i wykonaniu części mechanicznej możemy przystąpić do montażu układu sterującego pracą lasera i silnika. Zaczynamy od sprawdzenia płytki drukowanej, czy podczas trawienia nie została przerwana któraś ze ścieżek lub nie pozostały czasem obszary niedotrawione, które mogą powodować zwarcie ścieżek. Jeżeli płytka jest wykonana poprawnie, to zabieramy się za jej montaż. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej zostało przedstawione na rys. 8.

Zaczynamy od wlutowania podstawki pod US1. Następnie wlutowujemy trzy mikroprzełączniki US1-US3. Kolejnym krokiem jest wlutowanie czterech kondensatorów i jednego rezystora. Następnie wlutowujemy dwa układy scalone US2 i US3. Przy lutowaniu US3 należy zwrócić uwagę, aby zbyt długo go nie przegrzewać. Może to spowodować jego uszkodzenie. Na zakończenie pozostało nam wlutowanie rezonatora kwarcowego i włożenie w podstawkę US1. Gdy płytka sterownika jest już gotowa, możemy przylutować wyprowadzenia silnika i lasera do odpowiednich punktów lutowniczych na płytce. Należy pamiętać, aby nie pomylić wyprowadzeń silnika i lasera. Pomyłka w przylutowaniu wy-

prowadzeń silnika może spowodować jego dziwne działanie (np. trzy kroki do przodu i jeden do tyłu), natomiast zamiana wyprowadzeń lasera może spowodować jego uszkodzenie. Uruchomienie układu sprowadza się do podłączenia napięcia zasilania. Napięcie to uzależnione jest od typu silnika krokowego, jaki został zastosowany w naszym układzie i może się wahać od 6V do 24V. Przy napięciu zasilania większym niż 12V do US3 należy przykręcić mały radiator. Zapobiegnie to przegrzaniu układu, a w konsekwencji jego uszkodzeniu.

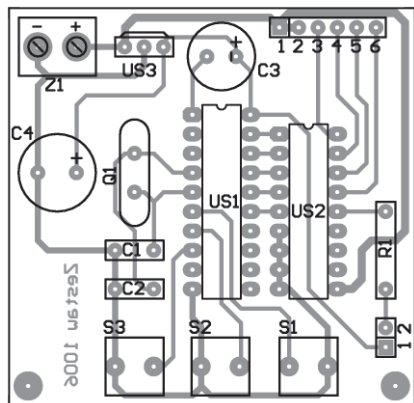
Zbigniew Hoffman



Rys. 9 Zdjęcie silnika z zamontowanym modulem laserowym

UWAGA!!!

Do prawidłowej pracy układu wymagany jest za-programowany mikroprocesor 89C2051. (Patrz oferta specjalna na stronie 59). Przy zakupie 89C2051 z oferty specjalnej Elektronika Hobby program i programowanie mikroprocesora za darmo.



Rys. 8 Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej (skala 1:1)

Spis elementów:

Rezystory:

R1 - 47* patrz tekst

Kondensatory:

C1 - 30pF, C2 - 30pF, C3 - 4,7μF/6V,

C4 - 470μF/6V

Układy scalone:

US1 - 89C2051, US2 - ULN2803, US3 - 7805

Inne:

Q1 - 12MHz, S1, S2, S3 - mikroprzełącznik

SK1 - np. SPA62/50-5689, Z1 - złącze

Moduł laserowy

Układy cyfrowe – wprowadzenie 1

Stopień
trudności
*

Rozpoczynamy cykl artykułów poświęcony układom cyfrowym. Szczególny nacisk będziemy kładli na tak zwane układy CMOS – wykorzystujące komplementarne pary tranzystorów MOS o przewodnictwie typu n oraz p. Pojęcia „komplementarne”, „przewodnictwo typu n”, „tranzystor MOS”, itp. nie muszą Wam być znane, gdyż celem naszym jest, między innymi zapoznanie Czytelnika z pojęciami podstawowymi, zasadą działania układów cyfrowych i ich parametrami. Na początek uznaliśmy za konieczne wprowadzenie podstaw teorii układów cyfrowych w zakresie niezbędnym do zrozumienia omawianych tematów. Następnie poznamy podstawowe elementy logiczne – bramki i przerzutniki oraz ich symbole. Sporo miejsca poświęcimy parametrom cyfrowych układów scalonych CMOS. Dalej przejdziemy do opisu układów CMOS serii 4000 oraz ich zastosowań. Dysponując już całkiem pokaźnym zasobem informacji dowiemy się, jak łączyć układy CMOS z elementami analogowymi, TTL i innymi. Następnie zapoznamy się z ważną klasą układów zwanych pamięciami. Dalej przedstawimy układy cyfrowe programowalne przez użytkownika na przykładzie produktów firm LATTICE i ALTERA. Nie zapomnimy o oprogramowaniu służącym do projektowania takich układów. Na zakończenie opiszemy mikroprocesory jednoukładowe rodziny INTEL 8051, ich architekturę i listę instrukcji oraz podamy przykład zastosowania.

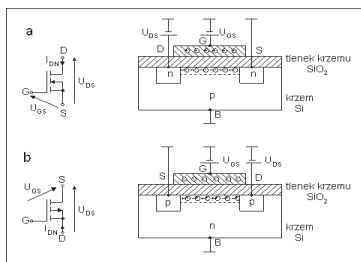
W trakcie lektury niniejszego cyklu artykułów Czytelnik może spróbować swych sił montując układy i próbując je uruchomić. Prócz lutownicy, w tym celu przyda się zasilacz +5V o obciążalności około 2A, źródło sygnału zegarowego (może to być generator samodzielnie zbudowany z kilku bramek) oraz oscyloskop. Jeśli mamy dostępny komputer PC ze stosownym oprogramowaniem, to możemy dokonać symulacji wymyślonych przez siebie układów i ocenić, czy są zgodne z oczekiwaniami. Wyniki symulacji zależą od jakości modeli elementów zastosowanych w programie. Do dokładnego opisu układów cyfrowych stosuje się specjalne języki, np. VHDL. Istnieją także proste symulatory, uwzględniające tylko funkcję logiczną układu, niekiedy nawet one mogą być pomocne przy uruchamianiu projektu. Symulacja układów cyfrowych wykracza poza zakres tematów tu omawianych.

Co to jest układ scalony i co ma w środku?

Układ scalony jest to obwód elektroniczny realizujący pewną określoną funkcję, wytworzony w

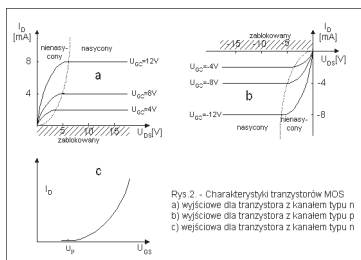
podłożu monolitycznym lub na jego powierzchni. Elementy obwodu są nierozłączne z podłożem i tworzą jedną całość. Układ scalony składa się z tranzystorów, diod, rezystorów i niewielkiej liczby kondensatorów. Wszystkie te elementy wytwarzane są na półprzewodnikowej (najczęściej krzemowej) płytce podłożowej w szeregu procesów fizykochemicznych. Okazuje się, że tranzystor jest elementem, który można najtaniej wytworzyć w strukturze podłoża. Dzieje się tak ze względu na to, iż zajmuje na płytce krzemowej zdecydowanie mniej miejsca niż rezystor lub kondensator. Projektanci układów scalonych starają się tak je projektować, aby zawierały jak najwięcej tranzystorów, a jak najmniej rezystorów i kondensatorów. Dlatego można powiedzieć, że tranzystor jest najważniejszym elementem składowym układu scalonego. Tranzystor unipolarny posiada trzy elektrody – źródło S (ang. source), dren D i bramkę G (ang. gate), której małe napięcie steruje dużym napięciem pomiędzy drenem i źródłem.

Układy scalone CMOS są zbudowane z tranzystorów unipolarnych z izolowaną bramką (MOSFET). W zależności od rodzaju przewodnictwa rozróżniamy dwa typy takich tranzystorów – z kanałem typu n oraz z kanałem typu p. Para tranzystorów, z których jeden ma kanał typu n a drugi typu p, wykonana na tym samym podłożu półprzewodnikowym, nazywana jest komplementarną. Kanał jest to obszar półprzewodnika, w którym odbywa się ruch nośników prądu – elektronów (kanał typu n) lub dziur (kanał typu p). Dziura jest to niewypełnione elektronem wiązanie w sieci krystalicznej półprzewodnika, kojarzone z ładunkiem dodatnim. Wykonując na jednym podłożu parę komplementarną tranzystorów MOSFET otrzymujemy inwerter CMOS – układ „odwracający” napięcie wejściowe. Na poniższym rysunku przedstawiamy symbole obydwu tranzystorów, sposób ich zasilania, budowę i pokazujemy powstawanie przewodzącego kanału typu n oraz p tranzystora z kanałem wzbogacającym stosowanym w układach CMOS. Najprościej rzecz ujmując, o tranzystorze z kanałem wzbogacającym mówimy wtedy, gdy znajduje się on w stanie zatkania (prąd drenu nie płynie) przy $U_{GS}=0$. Prąd drenu pojawia się w nich dopiero po spolaryzowaniu bramki pewnym napięciem dodatnim większym od napięcia odcięcia kanału (U_p). Na rysunku 1a przedstawiamy sposób zasilania tranzystorów MOS z kanałem typu n oraz pokazujemy powstawanie kanału typu n.



Po przyłożeniu dodatniego napięcia pomiędzy drenem, a źródłem ($U_{DS} > 0$) w obszarach p-n powstają dwie przeciwnie połączone diody, z których jedna jest spolaryzowana w kierunku zaporowym. Przy zerowym napięciu bramki ($U_{GS} = 0$) prąd drenu I_D ma także wartość zerową. Gdy napięcie bramka - źródło jest większe od zera ($U_{GS} > 0$), powstaje kondensator, którego jedną okładkę stanowi powierzchnia bramki gromadząca ładunek dodatni, a drugą cienka warstwa podłoża kumulująca ładunek ujemny. Powstaje kanał typu n umożliwiający przemieszczanie się elektronów pomiędzy źródłem a drenem. W obwodzie bramka - źródło nie ma przepływu prądu. W analogiczny sposób możemy wyjaśnić działanie tranzystora z kanałem typu p. W tym przypadku nośnikami ładunku elektrycznego (powodującymi przepływ prądu) są dziury. Zostało to pokazane na rysunku 1b.

Poniżej, na rysunku 2 przedstawiamy rodzinę charakterystyk prądu drenu w funkcji napięcia dren - źródło ($I_D = f(U_{DS})$) dla kilku napięć bramki - źródło (U_{GS}), dla tranzystora z kanałem typu n (rys.2.a) oraz z kanałem typu p (rys.2.b) i pokazujemy przykładową charakterystykę wejściową tranzystora z kanałem typu n z zaznaczonym napięciem odcięcia kanału U_p (rys.2.c).



W jednym układzie scalonym może znajdować się bardzo dużo tranzystorów MOS. Ich liczba może przekraczać nawet kilka milionów. W procesie produkcyjnym są wykonywane połączenia pomiędzy poszczególnymi elementami układu, określające jego sposób działania - czyli innymi słowy funkcję realizowaną przez układ scalony. Możemy wyróżnić pewne elementarne konfiguracje układowe, których odpowiednie połączenie pozwala nam zrealizować inne złożone układy. Zaliczamy do nich inwerter, bramkę NAND, NOR i bramkę transmisyjną. Zanim przystąpimy do omawiania tych pojęć, musimy zapoznać Czytelnika z podstawowymi prawami i funkcjami logicznymi.

W jaki sposób można zapisać liczbę - systemy liczbowe

W otaczającym nas świecie najważniejszym systemem liczbowym jest system dziesiętny. Każdy z nas z łatwością potrafi wykonywać w tym systemie rozmaite operacje matematyczne: dodawać, odejmować, mnożyć, dzielić czy pierwiastkować. W układach cyfrowych natomiast jest nieco inaczej. "Najprostszym" z możliwych systemów liczbowych jest system dwójkowy, w którym używa się jedynie dwóch cyfr - zera i jedynki. Można w ten sposób zapisać dowolną, interesującą nas liczbę. Układ elektroniczny cyfrowy ma naturę dwójkową, znaczy to, że najłatwiej "rozpoznać" i przyjmuje dwa stany - pierwszy utożsamiany z zerem logicznym i drugi - z jedynką logiczną. Jak w praktyce wyglądają poziomy logiczne opiszemy w kolejnym artykule. Na razie wystarczy nam informacja, że dowolną liczbę zapisaną w pewnym systemie liczbowym możemy przedstawić w innym systemie liczbowym. Podstawą systemu dwójkowego jest liczba 2, ósemkowego - 8, dziesiętnego - 10, szesnastkowego - 16, itp. W systemie liczbowym o podstawie p są używane cyfry a_i z zakresu od 0 (zera) do p-1. W poniższej tabelce przedstawiamy cyfry używane w najważniejszych systemach liczbowych. Zauważmy, że przykładowo, w systemie dwójkowym nie istnieją (nie mają sensu) cyfry 2, 3, 4 czy większe.

Podstawa p	System liczbowy	Cyfry używane w tym systemie liczbowym
2	Dwójkowy (binarny)	0,1
8	Ósemkowy (oktalny)	0,1,2,3,4,5,6,7
10	Dziesiętny (decymalny)	0,1,2,3,4,5,6,7,8,9
16	Szesnastkowy (heksadecymalny)	0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,A,B,C,D,E,F

Przyglądając się cyfrom używanym w systemie szesnastkowym widzimy, że znajdują się tam jakieś literki! Literki jako liczby? Czy nie jest to pomyłka? Okazuje się, że nie jest. Musimy przecież w jakiś sposób oznaczyć te elementy podstawowego zbioru cyfr, które są większe niż 9. Moglibyśmy zrobić to w inny sposób, jakimś specjalnymi znakami, lecz przyjęto, że stosuje się w tym wypadku pierwsze litery alfabetu. Cyfra A odpowiada dziesiętnej liczbie 10, B - dziesiętnej liczbie 11, C - dziesiętnej liczbie 12, D - dziesiętnej liczbie 13, E - dziesiętnej liczbie 14, F - dziesiętnej liczbie 15. Przejdźmy teraz do omówienia sposobu zapisu liczby w innych systemach liczbowych.

Każdą n-cyfrową liczbę całkowitą możemy przedstawić przy pomocy następującej sumy:

$$N = a_{n-1}p^{n-1} + a_{n-2}p^{n-2} + \dots + a_2p^2 + a_1p^1 + a_0p^0$$

lub w skróconej postaci:

$$[a_{n-1}a_{n-2}a_2a_1a_0]_p$$

gdzie p jest podstawą systemu, zaś a_i są cyframi używanymi w tym systemie.

Proszę, nie zniechęcajcie się tym, że przedstawiliśmy wam jakiś straszny wzór, za chwilę, po przeanalizowaniu kilku przykładów wszystko będzie jasne.

Każdy potrafi zinterpretować następujący zapis: 234. Jest to trzycyfrowa ($n=3$), dziesiętna liczba dwieście trzydzieści cztery. Podstawą systemu, w którym ją zapisano jest liczba 10. Możemy to przedstawić w następujący sposób:

$$[234]_{10} = 2 \cdot 10^2 + 3 \cdot 10^1 + 4 \cdot 10^0$$

Porównując powyższą równość ze "strasznym" wzorem widzimy, że $a_0=4$, $a_1=3$, $a_2=2$, $p=10$. Przykład ten jest może mało interesujący, lecz dobrze pokazuje skąd tak naprawdę bierze się zapis liczby w systemie dziesiętnym, do którego przywykliśmy. Spróbujmy zapisać liczbę 234 w systemie dwójkowym – o podstawie 2. Pamiętajmy, że dowolna liczba podniesiona do potęgi zerowej daje w wyniku jeden ($0^0 = 1$: zero do potęgi zerowej to też jeden!).

$$[234]_{10} = 1 \cdot 2^7 + 1 \cdot 2^6 + 1 \cdot 2^5 + 0 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0 = [11101010]_2$$

W tym przypadku $a_0=0$, $a_1=1$, $a_2=0$, $a_3=1$, $a_4=0$, $a_5=1$, $a_6=1$, $a_7=1$, $p=2$

Przedstawmy dziesiętną liczbę 234 w jeszcze innych systemach liczbowych: trójkowym, ósemkowym i szesnastkowym.

$$[234]_{10} = 2 \cdot 3^4 + 2 \cdot 3^3 + 2 \cdot 3^2 + 0 \cdot 3^1 + 0 \cdot 3^0 = [22200]_3$$

Dla tego przypadku $a_0=0$, $a_1=0$, $a_2=0$, $a_3=2$, $a_4=2$, $p=3$

$$[234]_{10} = 3 \cdot 8^2 + 5 \cdot 8^1 + 2 \cdot 8^0 = [352]_8$$

Dla tej liczby $a_0=2$, $a_1=5$, $a_2=3$, $p=8$

$$[234]_{10} = E \cdot 16^1 + A \cdot 16^0 = [EA]_{16}$$

Teraz zaś $a_0=A$, $a_1=E$, $p=16$

Mamy nadzieję, że po uważnym przeczytaniu powyższych przykładów nie będzie problemów z zapisem dowolnej liczby dziesiętnej w innym systemie liczbowym i odwrotnie, z zamianą liczby przedstawionej w innym systemie na zapis dziesiętny. W układach cyfrowych często spotykamy się z następującymi pojęciami:

1. Liczba przedstawiona w zapisie znak-moduł
2. Liczba przedstawiona w zapisie "uzupełnienie do 2 dwójkowej liczby N".

Wyjaśnijmy co oznaczają te pojęcia. W pierwszym przypadku, aby odróżnić liczby dodatnie od ujemnych, wprowadza się dodatkową cyfrę (bit) znaku.

Najbardziej rozpowszechnione kody spotykane w układach cyfrowych

W celu automatyzacji procesów przetwarzania informacji, znaki graficzne (np. litery) zastępowane są określonymi kodami. W układach cyfrowych znajdują zastosowanie kody zbudowane z symboli dwuwartościowych, które przyjmują wartości cyfrowe 0 lub 1. Te dwuwartościowe symbole nazywają się bitami. Kody zbudowane z bitów noszą nazwę kodów dwójkowych. Znaki przedstawiane są w postaci ciągów bitów, nazywanych słowami kodowymi. Przyjmuje się, że słowa kodowe są ciągami bitów o jednakowej, jak najmniejszej długości. W przypadku, gdy każdy bit kodu ma określo-

ną, stałą wagę liczbową (2^i), to kod taki jest nazywany wagowym. W przeciwnym przypadku mówimy o kodach niewagowych.

Najprostszym dwójkowym kodem wagowym jest naturalny kod binarny (NKB). Wagi tego kodu wynoszą 2^i , gdzie $i=0, 1, 2, 3, \dots, 2^n-1$ a liczba n określa ilość pozycji kodu. Innymi słowy, wagi tego kodu są kolejnymi potęgami cyfry 2. Liczbę przedstawia się w sposób identyczny, jak w systemie dwójkowym.

Innym popularnym kodem jest tzw. kod dwójkowo-dziesiętny BCD 8421. Poszczególne cyfry liczby dziesiętnej są przedstawione w systemie dwójkowym. zilustrujemy to przykładem. Dziesiętną liczbę 234 zapiszemy w kodzie BCD 8421.

setki	dziesiątki	jedności
2 - 0010	3 - 0011	4 - 0100

Dziesiętna liczba 234 w kodzie BCD 8421 ma następującą postać: 0010 0011 0100

Zauważmy, że do zakodowania jednej cyfry dziesiętnej potrzeba czterech bitów.

Przykładami niewagowych kodów dwójkowych mogą być: kod Graya, w którym sąsiednie słowa kodowe różnią się między sobą jedynie wartością na jednym bicie lub kod cyfrowych wskaźników siedmiosegmentowych. W poniższej tabeli przedstawiamy przykłady zapisu liczb w wymienionych kodach.

[liczba] ₁₀	liczba w NKB	liczba w BCD 8421	liczba Graya	wskaźników 7-seg.
0	0000	0000 0000	0000	0111111
1	0001	0000 0001	0001	0000110
2	0010	0000 0010	0011	1011011
3	0011	0000 0011	0010	1001111
4	0100	0000 0100	0110	1100110
5	0101	0000 0101	0111	1101101
6	0110	0000 0110	0101	1111100
7	0111	0000 0111	0100	0000111
8	1000	0000 1000	1100	1111111
9	1001	0000 1001	1101	1100111
10	1010	0001 0000	1111	
11	1011	0001 0001	1110	
12	1100	0001 0010	1010	
13	1101	0001 0011	1011	
14	1110	0001 0100	1001	
15	1111	0001 0101	1000	

Kody służące do przedstawiania liter, cyfr oraz znaków specjalnych nazywamy kodami alfanumerycznymi. Przy pomocy takiego kodu możemy zapisać 26 małych i 26 dużych liter, 10 cyfr oraz znaki specjalne takie jak \$, %, +, -, *, @, ~, (,), [,], przecinek i znaki o specjalnym znaczeniu np. NUL, EOF, ACK mogące służyć do sterowania drukarką. Najbardziej rozpowszechnionym kodem alfanumerycznym jest tak zwany kod ASCII (American Standard Code for Information Interchange), często używany do przesyłania informacji pomiędzy komputerem a urządzeniami zewnętrznymi.

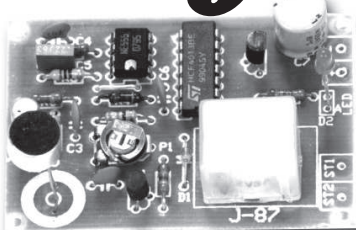
W następnym odcinku zajmiemy się podstawowymi prawami i funkcjami logicznymi oraz minimalizacją funkcji logicznej.

Dariusz April

Stopień trudności

*

J-87 Przełącznik akustyczny

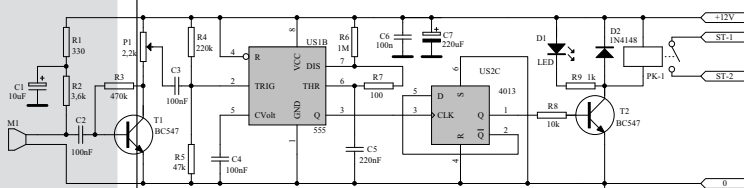


Przełącznik akustyczny służy do włączania i wyłączania różnych urządzeń przy pomocy dźwięku, np. kląśnięcia w dłoń.

Na wejściu układu znajduje się czuły mikrofon elektretowy. Odebrany sygnał dźwiękowy wzmacniany jest przez tranzystor T1 i podawany na wejście wyzwalające układu NE555.

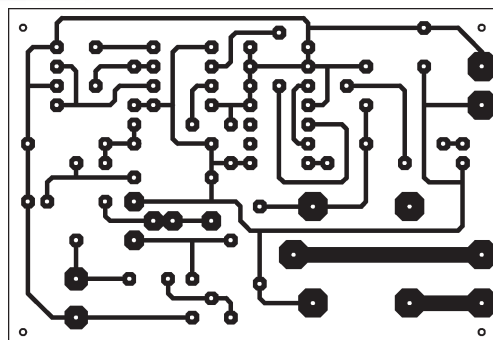
Układ NE555 pracuje w układzie multiwibratora monostabilnego. Pierwszy impuls wejściowy powoduje zmianę stanu wewnętrznego przerzutnika. Rozpoczyna się ładowanie kondensatora C5. W tym czasie układ jest nieczuły na kolejne impulsy wyzwalające. Gdy napięcie na kondensatorze C2 przekroczy wartość $\frac{2}{3}$ Uzas. wewnętrzny komparator przełączy przerzutnik i na wyjściu pojawi się niski poziom napięcia. Czas trwania impulsu wyjściowego określają wartości elementów R6 i C2. Impuls wyjściowy steruje pracą układu US2 4013. Jest nim przerzutnik typu D. Każdy impuls wejściowy powoduje zmianę stanu na wyjściu Q na przeciwny. W czasie kiedy na wyjściu przerzutnika jest stan wysoki przełącznik PK-1 jest w stanie załączonym. Dioda LED D1 sygnalizuje jego pracę. Układ wymaga zasilania napięciem 12V. Pobór prądu w czasie pracy nie przekracza 35mA (przy włączonym przełączniku). Regulacja układu polega na takim ustawieniu potencjometru P1, aby każdorazowe kląśnięcie w dłoń powodowało pewne załączenie przełącznika, a kolejne jego wyłączenie.

Montaż należy rozpocząć od wlutowania zwor. W następnej kolejności wlutowujemy rezystory, kondensatory i elementy półprzewodnikowe. Należy zwrócić uwagę na prawidłowy montaż mikrofonu. Jego obudowa połączona jest z minusem zasilania. Mikrofon należy umieścić poza płytką ze względu na to, iż dźwięk przełącznika może powodować przełączenie urządzenia.

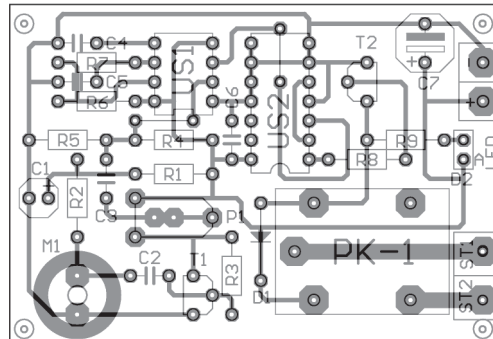


Rys. 1 Schemat przełącznika akustycznego

Rys. 2 Widok płytki drukowanej skala (1:1)



Rys. 3 Rozmieszczenie elementów na płycie drukowanej



Wykaz elementów zestawu:

Układy scalone:

US1 - NE555, US2 - 4013

Półprzewodniki:

T1 - BC547, T2 - BC547, D1 - LED, D2 - 1N4148

C1 - 10μF, C2 - 100nF, C3 - 100nF, C4 - 100nF,

C5 - 220nF, C6 - 100nF, C7 - 220μF

Rezystory:

R1 - 330, R2 - 3,6k, R3 - 470k, R4 - 220k, R6 - 1M,

R7 - 100, R8 - 10k, R9 - 1k, P1 - 2,2k

Inne:

M1 - Mikrofon elektretowy

PK-1 - Przełącznik 12V/3A

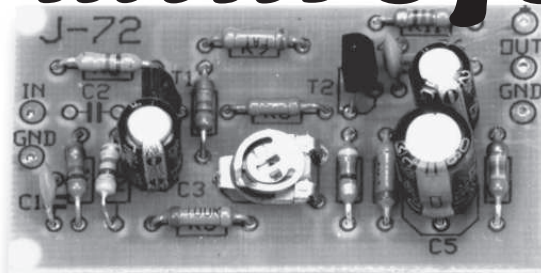
Zestaw opracowała i produkuje firma Jabel:



PPHU Jabel
ul. Słupska 3
76-270 USTKA
tel. 059 814-71-93

J-72

Przedwzmacniacz do mikrofonu

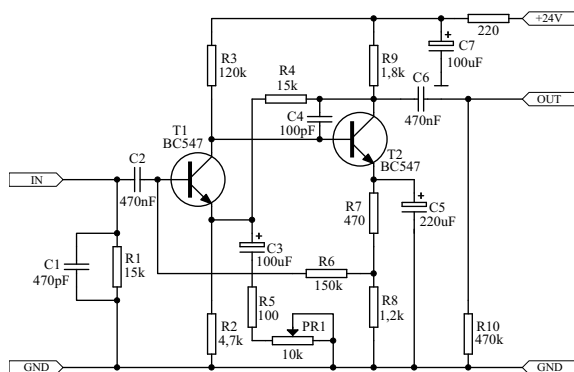


Przedwzmacniacz mikrofonowy przystosowany jest do współpracy z mikrofonami dynamicznymi o impedancji od kilkuset ohm do kilku kohm. Układ cechuje niski poziom zniekształceń i duża wartość zakresu dynamiki.

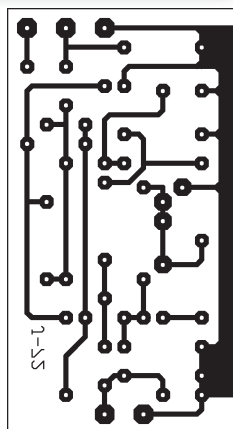
Przedwzmacniacz jest układem dwutranzystorowym o galwanicznym sprzężeniu między stopniami. Posiada dwa ujemne sprzężenia dla prądu stałego, dzięki czemu osiągnięto dobrą stabilizację punktów pracy. Od głębokości sprzężenia pomiędzy kolektorem tranzystora T2 a emiterem tranzystora T1 zależy wzmacnienie układu. Można je regulować przy pomocy potencjometru montażowego PR1 w zakresie 13...40dB. Cały układ zmontowany jest na płytce o wymiarach 11x5,5cm. W związku z jego dużą czułością należy go zaekranować, a ekran połączyć z masą układu w jednym punkcie. Zaekranowane powinny być także gniazda wejściowe i wyjściowe. Do zasilania przedwzmacniacza należy stosować zasilacz o dobrze odfiltrowanym napięciu wyjściowym.

Parametry przedwzmacniacza:

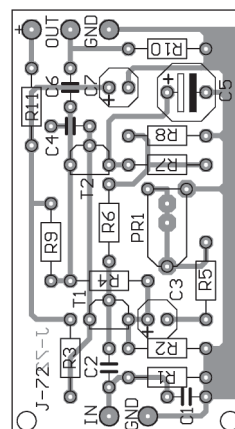
- napięcie zasilania 18-24V
- impedancja wejściowa >100k
- pasmo przenoszenia (-3dB) 20Hz-20kHz
- wzmacnienie napięciowe 13...40dB



Rys. 1 Schemat przedwzmacniacza



Rys. 2 Widok płytki drukowanej (skala 1:1)



Rys. 3 Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej

Wykaz elementów układu:

Półprzewodniki:

T1 - BC547,548, T2 - BC547,548

Kondensatory:

C1 - 470pF,
C2 - 470nF, C6 - 470nF
C3 - 100μF, C7 - 100μF
C4 - 100pF
C5 - 220μF

Rezystory:

R1 - 15k, R4 - 15k, R2 - 4,7k, R3 - 120k, R5 - 100
R6 - 150k, R7 - 470, R8 - 1,2k, R9 - 1,8k
R10 - 470k, R11 - 220, PR1 - 10k (montażowy)

Zestaw opracowała i produkuje firma Jabel:

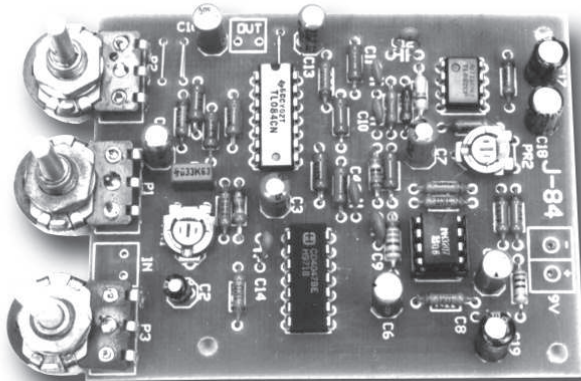


PPHU Jabel
ul. Słupska 3
76-270 USTKA
tel. 059 814-71-93

Zestaw firmy Jabel

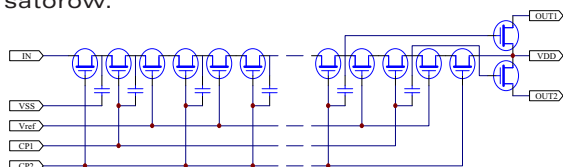
J-84

Echo i pogłos elektroniczny



Prezentowany układ służy do elektronicznego otrzymywania efektu echa i pogłosu. Może mieć zastosowanie w domowym studiu nagrań, do wzbogacenia dźwięku elektronicznych instrumentów muzycznych, a także wśród entuzjastów CB.

Do budowy urządzenia wykorzystano analogową linię opóźniającą MN3207. Składa się ona z 1026 tranzystorów MOSFET i kondensatorów.



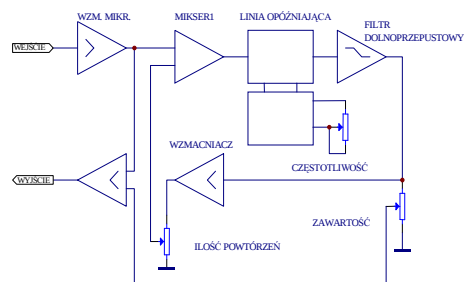
Rys. 1 Analogowa linia opóźniająca

Sygnal na wejściu linii zostaje zapamiętany w postaci napięcia na kondensatorze. Napięcie to zostaje przeładowywane na kolejne kondensatory w skutek naprzemiennego włączania i wyłączania tranzystorów sterowanych sygnałami zegarowymi. Sygnały zegarowe mają tę samą częstotliwość lecz są przesunięte w fazie o 180° . W opisywanej linii czas przejścia sygnału przy f zegara 10kHz wynosi ok. 52ms, a przy 200kHz ok. 2,5ms.

Sygnal z mikrofonu zostaje wzmacniony we wzmacniaczu zbudowanym przy użyciu 1/4 układu TL084. Potencjometr montażowy PR1 umożliwia regulację wzmacnienia tego toru, dla różnych typów mikrofonów. Wzmocniony sygnał trafia do pierwszego miksera C (1/4 US1), a następnie do wejścia linii opóźniającej. Sygnal wyjściowy z linii podawany jest na filtr dolnoprzepustowy (1/2 US3) o często-

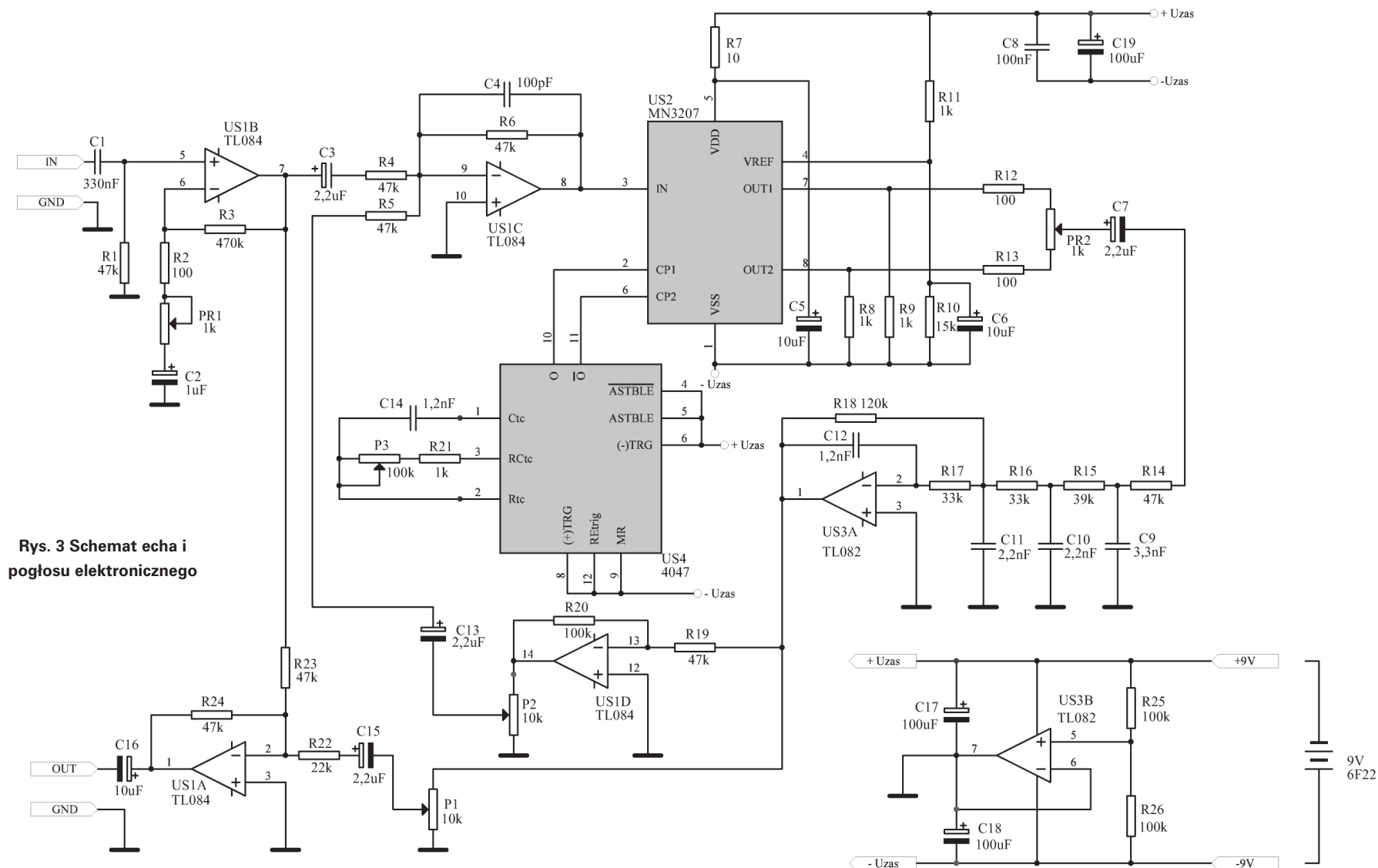
ściowości granicznej 2kHz, gdzie zostają silnie stłumione wyższe harmoniczne sygnału wraz z sygnałem zegara. Kolejnemu wzmacnieniu sygnał podlega we wzmacniaczu D (1/4 US1), skąd ponownie trafia do miksera C. Potencjometr P2 służy do regulacji ilości powtórzeń echa. Część sygnału z filtra dolnoprzepustowego podawana jest do wejścia drugiego miksera, gdzie sygnał opóźniony zostaje nałożony na bezpośredni sygnał wejściowy. Stosunek tych sygnałów można regulować przy pomocy potencjometru P1. Generator taktujący zbudowany jest przy użyciu układu 4047. Potencjometr P3 umożliwia regulację jego częstotliwości w zakresie 10...200kHz.

1/2 układu US3 (TL082) została użyta do budowy „sztucznej masy”, co umożliwił zasilenie modułu z pojedynczego napięcia zasilania. Napięcie referencyjne, niezbędne do poprawnej pracy układu MN3207, pobierane jest z dzielnika R10-R11. Powinno one wynosić ok. 93% napięcia zasilającego. Montaż rozpoczynamy tradycyjnie od wlutowania wszystkich zwor z cienkiej srebrzanki. Następnie montu-



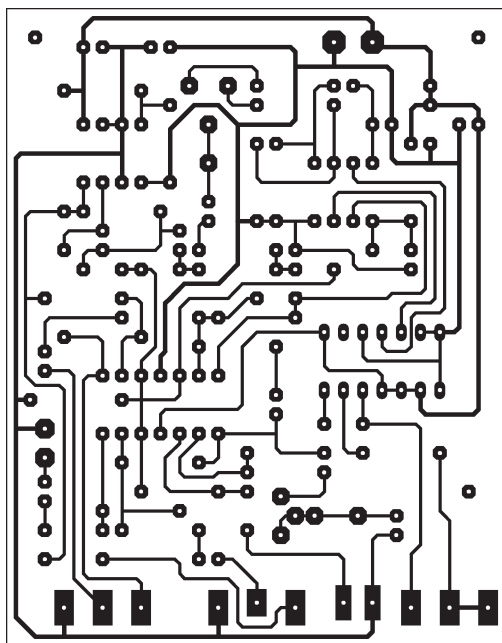
Rys. 2 Schemat blokowy

Zestaw firmy Jabel

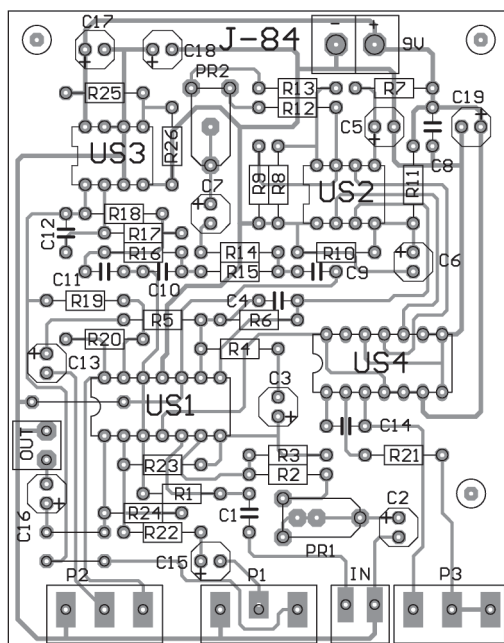


Rys. 3 Schemat echa i
pogłosu elektronicznego

jemy rezystory, kondensatory, układy scalone. Pod układ MN3207 wlutowujemy podstawkę. Potencjometry najwygodniej przylutować bezpośrednio do płytki przy pomocy krótkich odinków grubszego drutu. Po starannym sprawdzeniu połączeń i ewentualnym usunięciu zwarc przystępujemy do uruchomienia zestawu. Do wejścia modułu podłączamy mikrofon dynamiczny. (Próby przeprowadzane były z wykorzystaniem mikrofonu o impedancji 600ohm). Wyjście przystawki łączymy z wejściem dowolnego wzmacniacza. Chwilowo nie wkładamy w podstawkę układu US2. Podłączamy zasilanie. Ze względu na pobór prądu nie przekraczający 20mA można użyć baterii 9V - 6F22.



Ry. 4 Widok płytki drukowanej (skala 1:1)



Rys. 5 Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej (skala 1:1)

Mówiąc do mikrofonu, z głośników powinniśmy usłyszeć czysty, niezniekształcony sygnał. Ewentualnej korekcji wzmacnienia przedwzmacniacza dokonujemy potencjometrem montażowym PR1. Po wyłączeniu zasilania umieszczamy w podstawce układ MN3207. Potencjometry P1, P2 i P3 ustawiamy w prawych, skrajnych położeniach. Po ponownym załączeniu zasilania, w głośnikach powinniśmy usłyszeć sygnał pochodzący od generatora przebiegu taktującego. Delikatnie pokręcając potencjometrem montażowym PR2 doprowadzamy do jego zaniku. Mówiąc teraz do mikrofonu, w tle czystego sygnału powinno być słyszalne wielokrotne echo. Sprawdzamy działanie pozostałych potencjometrów: P2 ilość powtórzeń echa, P1 poziom sygnału opóźnionego oraz P3 czas opóźnienia.

Po prawidłowym zmontowaniu układ nie powinien sprawiać żadnych kłopotów z uruchomieniem. Można przeprowadzać eksperymenty w celu uzyskania innej barwy dźwięku, zmieniając wartości elementów wchodzących w skład filtra dolnoprzepustowego (R14...R17, C9...C11). Należy jednak pamiętać iż zbyt duże podniesienie częstotliwości granicznej filtra spowoduje metaliczny, nienaturalny odgłos echa. Może również sprawić kłopoty z eliminacją sygnału zegarowego.

Chcąc podłączyć do wejścia układu przetwornik dający wyższy poziom sygnału, należy kilkakrotnie zmniejszyć wartość rezystora R3.

Wykaz elementów zestawu:

Układy scalone:

US1 - TL084, US2 - MN3207, US3 - TL082, US4 - 4047

Kondensatory:

C1 - 330nF, C2 - 1μF, C3 - 2,2μF, C4 - 100pF, C5 - 10μF, C6 - 10μF, C7 - 2,2μF, C8 - 100nF, C9 - 3,3nF, C10 - 2,2nF, C11 - 2,2nF, C12 - 1,2nF, C13 - 2,2μF, C14 - 1,2nF, C15 - 2,2μF, C16 - 10μF, C17 - 100μF, C18 - 100μF, C19 - 100μF

Rezystory:

R1 - 47k, R2 - 100, R3 - 470k, R4 - 47k, R5 - 47k, R6 - 47k, R7 - 10, R8 - 1k, R9 - 1k, R10 - 15k, R11 - 1k, R12 - 100, R13 - 100, R14 - 47k, R15 - 39k, R16 - 33k, R17 - 33k, R18 - 120k, R19 - 47k, R20 - 100k, R21 - 1k, R22 - 22k, R23 - 47k, R24 - 47k, R25 - 100k, R26 - 100k, PR1 - 1k, PR2 - 1k, P1 - 10k, P2 - 10k, P3 - 100k

Zestaw opracowała i produkuje firma Jabel:



PPHU Jabel
ul. Słupska 3
76-270 USTKA
tel. 059 814-71-93

Układy scalone - wprowadzenie 1

Stopień
trudności
* *

Niniejszy artykuł jest wstępem do wielo-
odcinkowego cyklu, dotyczącego amatorskich
zastosowań licznych osiągnięć współczesnej
elektroniki, ze szczególnym uwzględnieniem
układów scalonych. Chcemy pokazać, że aby
budować i projektować samodzielnie cieka-
we urządzenia, niekoniecznie od razu trzeba
opanować wiedzę teoretyczną, przekracza-
jącą zakres programu nauki szkoły średniej.

Główny nacisk zostanie położony na
wzmacniacze operacyjne i układy specjalo-
wane. W cyklu podane zostaną podstawo-
we wiadomości o budowie, układach pracy i
możliwościach zastosowania wzmacniaczy
operacyjnych (np. filtry, wzmacniacze napię-
ciowe, komparatory). W każdym z odcinków
oprócz opisu zasady działania układów znaj-
dą się proste schematy, według których moż-
na zmontować działające układy, aby w prak-
tyce poznać omawiane zagadnienia.

Konstrukcje amatorskie

Współczesna elektronika amatorska roz-
wija się dwoma torami, które niekiedy krzy-
żują się ze sobą. Pierwszy z nich sprowadza
działalność amatora do montażu urządzeń
przy wykorzystaniu gotowego zestawu z do-
starczonych przez producenta elementów
i prefabrykatów, na wzór składanki z kloc-
ków, drugi - każe szukać satysfakcji nie tylko
w sprawnym działaniu urządzenia, ale także
w umiejętnym wykorzystaniu myśli technicz-
nej przy opracowywaniu układu, co wyma-
ga jednak dobrej znajomości zasad pracy po-
szczególnych elementów i obwodów. Każdy
z tych sposobów na elektronikę amatorską
jest dobry: wynika z chęci zaspakajania in-
dywidualnych potrzeb lub ambicji zajmują-
cych się nią ludzi. Nie ma co ukrywać - do-
kładny opis pozwala zbudować i uruchomić
nawet dość skomplikowane urządzenie radio-
elektroniczne przy pobieżnej tylko wiedzy o
działaniu i przeznaczeniu poszczególnych
obwodów. Już dawno wpadli na to produ-
cenci kompletnych zestawów materiałowych
do budowy różnych urządzeń radioelektro-
nicznych i oferują szeroką gamę zestawów.
Są to właściwie konstrukcje standardowe,
o określonych jednoznacznie cechach i para-
metrach technicznych. Kłopoty pojawiają się
dopiero wtedy, gdy trzeba zmienić zakres

działania lub właściwości układu. Dobrze się
dzieje, gdy amator-elektronik nie poprzesta-
nie na uruchamianiu gotowych zestawów i
zajmie się ich adaptacją lub rozbudową,
a jeszcze lepiej gdy zbuduje prostsze, tańsze
i sprawniejsze od fabrycznego "kitu" urzą-
dzenie.

Samodzielna twórczość radioamatorska
wymaga nie tylko znajomości elektroniki, lecz
również technologii materiałów i obróbki me-
chanicznej. Bardzo przydatna jest umiejęt-
ność zamiany materiałów i części, których nie
możemy dostać, przez inne - dostępne lub
będące właśnie pod ręką. Dlatego właśnie
podstawą twórczej działalności elektronika -
amatora jest nie tylko eksperyment, ale rów-
nież wiedza, zdobyta w samokształceniu i do-
świadczeniu. Ale trzeba jeszcze umieć to co
się ma zmusić do poprawnej pracy w budo-
wanym urządzeniu.

Eksperymentatorowi nie wystarcza sama
umiejętność czytania schematów. Niezbęd-
na jest jeszcze będąca charakterystyczną
cechą każdego dobrego konstruktora zdol-
ność stworzenia w swej wyobraźni wizji
działającego układu jako całości, z uwzględ-
nieniem potrzeb i warunków określonych w
chwili, gdy zrodziła się konieczność skonstru-
owania danego urządzenia; schemat jest
wtedy wynikiem tej pracy myślowej. Przycho-
dzi to z czasem samo, ale tylko w wyniku
praktycznej działalności radioamatorskiej. Do
tego niezbędny jest również pewien zasób
wiadomości teoretycznych.

Początkujący elektronicy-amatorzy powin-
ni zaczynać od budowy prostych urządzeń
szczegółowo opisanych w literaturze tech-
nicznej. Ci o średnim przygotowaniu mogą
poza tym pracować nad ulepszeniem urzą-
dzeń znanych z literatury technicznej, przede
wszystkim nad adaptacją i uproszczeniem
układów. Zapał w tym działaniu skutecznie
studzi bezsporny fakt, że najlepszy amator
może w najlepszym przypadku zbudować
urządzenie zaledwie nie ustępujące produk-
towi fabrycznemu. Można tu wysnuć logicz-
ny wniosek: amatorska budowa urządzeń
produkowanych seryjnie przez przemysł ra-
dioelektroniczny nie ma dzisiaj żadnego,
zwłaszcza ekonomicznego uzasadnienia. No-
woczesność elementów użytych do produk-

cji, konieczność spełnienia surowych warunków i norm technicznych wynikająca z konkurencji na rynku, a nawet kreowanie określonej mody - to czynniki, z którymi żaden amator nie potrafi konkurować. Dlatego dziedziną działalności amatorskiej są dzisiaj marginesy przemysłu radioelektronicznego: budowa urządzeń unikalnych i prototypów wszelkiego rodzaju. Po chwili zastanowienia zauważamy jednak, że marginesy te są na tyle szerokie, że mieści się tam praktycznie wszystko, co wnosi jakąś nową myśl twórczą, a nie ogranicza się do powielania wzorów masowej produkcji fabrycznej.

Zalecamy wszystkim, aby przy opracowywaniu urządzeń amatorskich w miarę możliwości jak najszerszej korzystali z gotowych, typowych podzespołów produkcji fabrycznej, poczynając od transformatorów i cewek, a kończąc na kompletnych zasilaczach lub wzmacniaczach. Przyspiesza to i znacznie ułatwia budowę i regulację danego urządzenia, a także powielenie udanej konstrukcji lub jej ewentualną naprawę.

Bardzo dobrze, gdy przed podjęciem prac konstrukcyjnych dotyczących danego urządzenia jego przydatność została przemyślana, realnie oceniliśmy nasze możliwości wykonawcze, materiałowe i finansowe. Decydowanie się na rozpoczęcie budowy bez pewności zdobycia wszystkich potrzebnych materiałów i części doprowadza zwykle do powstania niepotrzebnych strat finansowych i zniechęcenia. Należy oczywiście podejmować się budowy takich urządzeń, których zasady działania są nam dobrze znane i zrozumiałe. Dlatego też nie należy unikać korzystania z literatury uzupełniającej na interesujący nas temat. A przede wszystkim nie sięgać od razu po urządzenia zbyt skomplikowane.

Nie powinno być zaskoczeniem, że nawet niezbyt skomplikowany układ nie chce działać od razu zgodnie z oczekiwaniami twórcy. Urządzenie trzeba więc nie tylko złożyć, ale sprawdzić, uruchomić i wyregulować. Trzeba sobie zdawać sprawę, że czynności te bez pomocy choćby najprostszego miernika uniwersalnego są prawie niemożliwe. Posiadanie takiego miernika jest warunkiem do osiągnięcia pewności w stosunku do parametrów wszystkich fragmentów urządzenia. Trzeba sobie jasno powiedzieć, że miernictwo nie jest uzupełnieniem, lecz nieodłączną częścią wszelkich działań elektronika-eksperymentatora.

Zadaniem konstruktora jest stworzenie sprawnego urządzenia spełniającego określone założenia lub - jak kto woli - warunki techniczne. Nie zawsze się to w pełni udaje; przy-

czyną jest nieznajomość lub pominięcie podczas budowy podstawowych zasad konstrukcyjnych, czasem niecierpliwość, wynikająca z chęci jak najszybszego sprawdzenia prawidłowości koncepcji danej konstrukcji. Opanowanie i rozważa ułatwia proces projektowania i konstruowania, mający na celu stworzenie urządzenia dopracowanego pod każdym względem i niezawodnego. A satysfakcji z udanej, działającej konstrukcji nie da się przecenić.

Rozwój technologii

Minęło już (czy dopiero?) pół wieku od wynalezienia tranzystora, półprzewodnikowego elementu wzmacniającego prąd elektryczny. Dało to początek niezwyklej postępowi technicznemu i technologicznemu w elektronice i radiotechnice. Stosunkowo duże, ciężkie i wymagające sporo energii - zamiennie zresztą przede wszystkim w ciepło - lampy elektronowe musiały ustąpić coraz powszechniej stosowanym tranzystorom i diodom półprzewodnikowym. Początkowo ich technologia oparta była na strukturach wykonanych z odpowiednio przygotowanego kryształu germanu, wypartego wkrótce przez bardziej wytrzymały i niezawodny krzem. Niewielkie wymiary tych elementów, brak żarzenia, małe napięcia i moce zasilania sprawiły, że miniaturyzacja układów elektronicznych, niezwykle trudna w okresie gdy lampa była jedynym przyrządem wzmacniającym, mogła być wreszcie uwieńczona sukcesem.

Pierwsze osiągnięcia uzyskane w miniaturyzacji układów elektronicznych polegały na opracowaniu metody optymalizacji gęstości pakowania klasycznych elementów, takich jak rezystory, kondensatory, cewki, diody półprzewodnikowe i tranzystory. Zwykle stosowano elementy standardowe, o rozmiarach zewnętrznych zależnych od obciążenia elektrycznego. Aby uzyskać maksymalne "upakowanie" elementów w danej objętości. Opracowano między innymi zmyślną technikę "pakietową" charakteryzującą się tym, że elementy obwodu umieszczane były między równoległymi płytkami z nadrukowanymi połączeniami, a następnie łączone ze sobą odpowiednio za pomocą sieci połączeń. Utworzone w ten sposób podzespoły elektroniczne o określonym przeznaczeniu mogły być hermetyzowane przez zalanie ich tworzywem utwardzalnym, np. żywicą epoksydową. Na zewnątrz takiego minimodułu są wyprowadzone jedynie końcówki wejścia, wyjścia i zasilania.

Równolegle z rewolucją dotyczącą półprzewodnikowych elementów aktywnych trwał postęp technologiczny, mający na celu

miniaturyzację elementów R, L, i C, tj. rezystorów, cewek indukcyjnych i kondensatorów. Ich kształty opracowywano mając na uwadze dostosowanie ich do techniki zmniejszania wymiarów bardziej złożonych układów. W efekcie powstały między innymi pierwsze układy hybrydowe, składające się z wszystkich typów wymienionych elementów, umieszczonych na wspólnym podłożu (n.. p. ceramicznym), na którym napyłono ścieżki przewodzące, pola lutownicze a często także rezystory. Odpowiednio opracowany, po zmontowaniu i zabezpieczeniu specjalnymi pokryciami, chroniącymi przed czynnikami zewnętrznymi podzespół taki stanowił konstrukcję o dość stabilnych parametrach.

Układy scalone

Dużym skokiem naprzód w dziedzinie dalszego zmniejszania rozmiarów układów elektronicznych, a także - wobec pojawiania się coraz to nowych dziedzin ich stosowania uzyskanie możliwości ich masowej produkcji - stało się wprowadzenie techniki układów scalonych. Układem scalonym nazywa się potocznie mikrostrukturę, spełniającą określoną funkcję układową, w której pewna liczba elementów układu jest nierozłącznie związana ze sobą konstrukcyjnie. Układ scalony jest więc niepodzielnym elementem, w którym części składowe układu są związane ze sobą wewnątrz wspólnego podłoża lub na jego powierzchni. Układu wykonanego w ten sposób nie można demontować bez uszkodzenia ani naprawiać, nie można również zmieniać połączeń między jego wewnętrznymi elementami. Na marginesie ostatniego stwierdzenia trzeba wspomnieć, że są już układy scalone, które pozwalają przy pomocy odpowiedniego sprzętu (zwykle komputera oraz odpowiedniego oprogramowania) przekształcać skomplikowaną wewnętrzną strukturę półprzewodnikową cyfrowych układów scalonych, dopasowując ją do swoich potrzeb. Warto o tym wiedzieć, choć na razie elektronikom - amatorom nie jest łatwo uzyskać dostęp do tak zaawansowanej technologii.

Projekt układu scalonego i on sam powstaje w dość długim i skomplikowanym procesie technologicznym, ale szczegółowe omawianie go nie jest celem naszego cyklu. Za interesowani na pewno odnajdą odpowiednie wydawnictwa i opracowania dotyczące tych zagadnień. Omówimy tylko pokrótce ogólną budowę układu półprzewodnikowego, zwanego umownie scalonym. Na zewnątrz widoczne są właściwie tylko wyprowadzenia elektryczne, wystające z mniej lub

bardziej interesującej obudowy. Wewnątrz kryje się zasadnicza konstrukcja, której podstawową częścią jest podłoże. Rozróżnia się podłoża bierne i czynne. Podłoże bierne stanowi izolacyjną podstawę konstrukcyjną warstw i struktur cienko- i grubowarstwowych oraz elementów dyskretnych, wchodzących w skład układu scalonego. Podłoże czynne stanowi zamknięty obszar półprzewodnika krzemowego, wewnątrz którego drogą kolejnych dyfuzji domieszek są wytwarzane strefy o różnym rodzaju przewodnictwa. Strefom tym odpowiadają elementy obwodu elektrycznego w postaci diod, tranzystorów, rezystorów, kondensatorów. Na podłożu półprzewodnikowym nanoszone są również metodami techniki próżniowej ścieżki przewodzące, warstwy rezystancyjne itp. Układy scalone klasyfikuje się ze względu na technologię wytwarzania lub uzyskany stopień scalenia (integracji) elementów składowych. Biorąc pod uwagę technologię wytwarzania, układy scalone można podzielić na półprzewodnikowe cienkowarstwowe i grubowarstwowe.

Półprzewodnikowe układy scalone monolityczne charakteryzują się tym, że wszystkie elementy układu elektrycznego są scalone wewnątrz podłoża lub na jego powierzchni w czasie trwania jednego cyklu technologicznego. Układy te zapewniają uzyskanie maksymalnego na obecnym etapie rozwoju stopnia scalenia. Wytwarzanie układów scalonych monolitycznych opiera się na dwu podstawowych metodach technologicznych: dyfuzji domieszek i osadzaniu warstw techniką próżniową.

Układy cyfrowe i analogowe

Układy scalone, podobnie jak wszystkie układy elektroniczne dzielą się na dwie grupy: układy cyfrowe i układy analogowe. Podstawą układów cyfrowych są układy logiczne zwane bramkami oraz układy przełączające, mogące przyjmować dwa stany (włączenia i wyłączenia) bez możliwości przyjmowania stanów pośrednich. W układach analogowych dowolnej wartości sygnału wejściowego ograniczonego w pewnym przedziale odpowiada określona wartość sygnału wyjściowego. Zależność między tymi wartościami jest przeważnie funkcją liniową.

Cechą charakterystyczną układów analogowych jest praca z sygnałami ciągłymi w czasie i amplitudzie. Z tego też względu układy scalone pracujące w zakresie nieliniowej części charakterystyk jak modulatory, wzmacniacze logarytmiczne i generatory funkcji nieliniowych - ze względu na swój ciągły charakter pracy należą również do gru-

py analogowych układów scalonych. Produkowane są setki różnego typu specjalistycznych układów o konkretnym przeznaczeniu, na przykład do budowy odbiorników radiowych, telewizyjnych, magnetofonów, aparatów fotograficznych, sprzętu komputerowego... Amatorska elektronika raczej nie skorzysta z tych osiągnięć, ograniczając się do grupy układów, pozwalających na elastyczne modelowanie konstruowanych układów. Wykorzystują więc stabilizatory, wzmacniacze operacyjne i mocy, układy sterujące i wiele innych, których nie da się wymienić jednym tchem.

Układy cyfrowe mogą znajdować się w jednym z dwóch stanów reprezentowanych na ich wyjściach przez dwie wartości prądu lub napięcia, odpowiednio na poziomie niskim lub wysokim, którym przyporządkowane są wartości logiczne 0 lub 1. Symbole „zero” i „jeden” są nazywane cyframi binarnymi i związane z określonym stanem układu; przy czym stanom 0 i 1 odpowiadają różne wartości napięcia.

System dwójkowy

W systemie dwójkowym stan włączenia oznaczony jest symbolem 1, a stan wyłączenia – symbolem 0.

W systemie dziesiętnym rejestracja kolejnej jedynek, po uprzednim zliczeniu dziewięciu jedynek, powoduje wystąpienie cyfry 0 na pozycji jedności i cyfry 1 na pozycji dziesiątek. Uzyskanie 10 oznacza jednokrotne zliczenie dziesięciu jedynek.

Analogiczny proces zachodzi w przypadku liczenia w systemie dwójkowym (binarnym) przy ograniczeniu zbioru cyfr do dwóch (0 i 1). Przejście do następnej pozycji zachodzi podczas rejestracji kolejnej jedynek i sygnalizuje zliczenie dwóch jedynek.

Jeśli proces zliczania rozpoczniemy dodając kolejne pozycje (bity) okaże się, że pozwala on na przedstawienie w postaci binarnej dowolnej liczby. Kolejne pozycje przyjmują wartość dwukrotnie większą od poprzedniej, „młodszej”, jak w przykładzie:

01	=	1
10	=	2
11	=	3
100	=	4
111	=	7
1000	=	8

Konwencja dwójkowego zapisu liczb jest podstawą dla elektronicznego przetwarzania danych.

Układy logiczne

Cyfrowe układy elektryczne i elektroniczne poddające podane na ich wejścia stany zero-jedynkowe obróbce arytmetycznej nazy-

wamy potocznie układami logicznymi.

Zasadniczymi układami logicznymi spełniającymi trzy podstawowe funkcje logiczne są NOT, AND oraz OR, zwane również „nie”, „i” oraz „lub”. Funkcje te określone są związkami wiążącymi zmienne wejściowe z wyjściowymi dla danej operacji. Układ logiczny NOT, zwany negacją, wprowadza tzw. inwersję (odwrocenie) wartości logicznej podanej na wejście układu.

Układ logiczny spełnia funkcję AND, tzn. na jego wyjściu pojawi się wartość logiczna 1 tylko wtedy, gdy na jego wszystkich wejściach istnieje wartość logiczna 1. Funkcja ta zwana jest również iloczynem logicznym lub koincydencją.

Układ logiczny spełnia funkcję OR, jeżeli na dowolnym jego wejściu istnieje wartość logiczna 1. Funkcja OR zwana jest również sumą logiczną lub alternatywą.

Najbardziej rozpowszechnione są układy logiczne realizujące kombinatoryczne funkcje logiczne, a mianowicie połączenie funkcji „nie-i” (NOT-AND) zwane NAND oraz połączenie funkcji „nie-lub” (NOT-OR), zwane NOR.

Do niedawna do najpopularniejszych układów cyfrowych należały układy logiczne realizowane w technice tranzystorowo-tranzystorowej (TTL). Obecnie najszersze zastosowanie mają układy logiczne wykonywane w technologii MOS.

W układach logicznych bardzo często są wykorzystywane jako elementy pamięciowe urządzenia; charakteryzujące się dwoma stanami stabilnymi. Dwustabilne układy elektroniczne zwane są przerzutnikami. Elementy te stanowią podstawę różnego rodzaju liczników cyfrowych, w których najistotniejszymi procesami są: zapamiętywanie i dodawanie:

Najprostszym z wykorzystywanych w technice cyfrowej układów pamięciowych jest przerzutnik statyczny typu R-S. Właściwości przerzutnika umożliwiają realizację układów zliczających impulsy elektryczne. W celu uzyskania układów zliczających o dużej pojemności przerzutniki łączy się szeregowo w układy bardziej złożone. Otrzymuje się wówczas objęte sprzężeniami układy zliczające o wielu stanach stabilnych. Rola liczników nie ogranicza się wyłącznie do zliczania. Liczniki znajdują zastosowanie także przy wykonywaniu innych zadań, takich jak podział częstotliwości, operacje arytmetyczne itp.

W następnym odcinku rozpoczniemy omawianie budowy i właściwości scalonych wzmacniaczy operacyjnych.

Witold Wrotek

Oferta Handlowa Hobby Elektronik

ważna do ukazania się następnego numeru HE

Wszystkie układy z oferty można zamawiać listownie, telefonicznie, pocztą elektroniczną (e-mail) lub faxem.

Do przesyłek doliczany jest koszt opłaty pocztowej 7zł.

Podane ceny zawierają 22% podatek VAT.

2101	23.99	74HC368	2.40	74S4160UCY	1.80	A281	2.40	AY-3-8210	28.80
2102	6.41	74HC373	2.40	74S424UCY	1.92	A283	8.40	AY-3-8765	12.80
2114	6.40	74HC374	2.40	74S428UCY	1.80	A289	1.80	AY-3-8765	12.80
24C01	7.20	74HC4066	2.17	74S428UCY	3.60	A295	3.60	AY-5-9156	12.00
24C04	6.50	74HC4373SN	3.00	74S448UCY	7.69	A3301	12.00	BA12003	4.27
24C05	6.40	74HC574	3.60	74S486UCY	4.80	A3320	3.60	BA12003	5.33
24C08	8.40	74HC590-MBR	6.00	74S74	1.20	AD565	31.20	BA1320	7.12
24C10	6.40	74S686	1.17	74S86	1.17	AD566	2.56	BA1320(1)	5.14
24C32	14.41	74HC75	2.40	7517-UCY	1.80	AD833JN	57.59	BA1332(1)	7.20
24C64	18.01	74HC96	1.80	75110	1.02	AD854JN	43.20	BA1332L	6.41
24C108	6.60	74HC1005N	1.80	75451	1.08	AD847JN	45.60	BA1332L	6.00
24C116	12.00	74HC1025N-MBR	1.61	75451	1.08	ADC0804LNC	14.40	BA152	0.34
24C120	45.00	74HC1045N-MBR	1.61	7809-MC	1.80	ADC0808	18.00	BA152	3.12
253510-GTX	31.20	74HC1085N	2.17	7806-ST	1.92	ADC0809	23.99	BA15218N	0.12
253518-GTX	43.20	74HC1085N	1.80	7806-ST	1.92	ADC2300	28.80	BA158	0.23
253518-GTX	31.20	74HC1085N	1.80	7806-ST	1.92	ADC2301	45.60	BA159	0.29
256410-GPH	32.40	74HC11332SN	1.80	7810-ST	2.40	ADC2311	45.60	BA182	0.23
259310-GNO	18.01	74HC11365N	1.80	7810-ST	2.40	ADC2311	3.60	BA282	0.60
259310-GNO	18.01	74HC11365N	1.80	7812-TQ3	1.80	ADL-CP1-4SR	1.20	BA3038(2)	0.23
27C020-120	31.20	74HC1145N-MBR	2.40	7815(3)	3.00	ADP670	1.60	BA3038	4.80
27C030-120	40.80	74HC1157SN	1.80	7815-ML	1.17	AN103	7.69	BA3038(1)	8.40
27C030-120	36.40	74HC1157SN(1)	1.73	7815-TI	1.80	AN115	1.80	BA3312	6.00
27C100-250	15.61	74HC1161SN-MBR	2.88	7818-ST	2.03	AN1431	3.60	BA3316	8.40
27C100-250	15.61	74HC1161SN-MBR	2.88	7818-ST	2.03	AN1431	16.81	BA3400	5.14
27C1001-15	19.21	74HC1165-MBR	2.37	7824-ST	2.17	AN315	22.78	BA3402	8.55
27C1001-15-P	12.82	74HC1174	2.40	7824P	2.17	AN3215K	13.13	BA3406	2.60
27C210-15-DIL40	22.41	74HC120	1.80	7824P	2.17	AN3231K	34.41	BA3410BL	2.60
27C210-15-DIL40	22.41	74HC120	1.80	7824P	2.17	AN3236K	38.40	BA3422S	23.99
2854	18.01	74HC1241SN	2.40	7824P	2.17	AN3466-SMD	46.80	BA3505F	8.40
28C16A-15	23.99	74HC1241SN(1)	2.88	7824P	2.17	AN3477	26.40	BA3505F	8.40
28C16C-200	23.99	74HC1245SN	2.88	7824P	2.17	AN3488	52.81	BA3515F	9.15
28C256P	23.99	74HC1245SN	2.88	7824P	2.17	AN3513	13.88	BA3518F	9.15
28C64-150-EVEL	23.99	74HC1273	2.78	7824P	2.17	AN3513	16.81	BA3520	8.40
28C64-50-MBR	38.40	74HC1273SN-MBR	1.73	7824P	2.17	AN3513	26.40	BA3520F	21.59
28C64P	16.81	74HC1305N-MBR	1.43	7824P	2.17	AN3513	27.33	BA3528FP	6.00
28C64P	36.00	74HC1305N-MBR	1.43	7824P	2.17	AN3513	27.33	BA3528FP	6.00
28C64P	45.60	74HC1367SN	1.80	7824P	2.17	AN3513	27.33	BA3528FP	6.00
2A07	0.23	74HC1368SN	2.40	7824P	2.17	AN3513	27.33	BA3528FP	6.00
41256-08	7.20	74HC1373SN	2.40	7824P	2.17	AN3513	27.33	BA3528FP	6.00
41256-10	6.00	74HC1373SN	2.40	7824P	2.17	AN3513	27.33	BA3528FP	6.00
41256-10	6.00	74HC1373SN	2.40	7824P	2.17	AN3513	27.33	BA3528FP	6.00
41256-10	6.00	74HC1373SN	2.40	7824P	2.17	AN3513	27.33	BA3528FP	6.00
41256-10	6.00	74HC1373SN	2.40	7824P	2.17	AN3513	27.33	BA3528FP	6.00
41256-10	6.00	74HC1373SN	2.40	7824P	2.17	AN3513	27.33	BA3528FP	6.00
41256-10	6.00	74HC1373SN	2.40	7824P	2.17	AN3513	27.33	BA3528FP	6.00
41256-10	6.00	74HC1373SN	2.40	7824P	2.17	AN3513	27.33	BA3528FP	6.00
41256-10	6.00	74HC1373SN	2.40	7824P	2.17	AN3513	27.33	BA3528FP	6.00
41256-10	6.00	74HC1373SN	2.40	7824P	2.17	AN3513	27.33	BA3528FP	6.00
41256-10	6.00	74HC1373SN	2.40	7824P	2.17	AN3513	27.33	BA3528FP	6.00
41256-10	6.00	74HC1373SN	2.40	7824P	2.17	AN3513	27.33	BA3528FP	6.00
41256-10	6.00	74HC1373SN	2.40	7824P	2.17	AN3513	27.33	BA3528FP	6.00
41256-10	6.00	74HC1373SN	2.40	7824P	2.17	AN3513	27.33	BA3528FP	6.00
41256-10	6.00	74HC1373SN	2.40	7824P	2.17	AN3513	27.33	BA3528FP	6.00
41256-10	6.00	74HC1373SN	2.40	7824P	2.17	AN3513	27.33	BA3528FP	6.00
41256-10	6.00	74HC1373SN	2.40	7824P	2.17	AN3513	27.33	BA3528FP	6.00
41256-10	6.00	74HC1373SN	2.40	7824P	2.17	AN3513	27.33	BA3528FP	6.00
41256-10	6.00	74HC1373SN	2.40	7824P	2.17	AN3513	27.33	BA3528FP	6.00
41256-10	6.00	74HC1373SN	2.40	7824P	2.17	AN3513	27.33	BA3528FP	6.00
41256-10	6.00	74HC1373SN	2.40	7824P	2.17	AN3513	27.33	BA3528FP	6.00
41256-10	6.00	74HC1373SN	2.40	7824P	2.17	AN3513	27.33	BA3528FP	6.00
41256-10	6.00	74HC1373SN	2.40	7824P	2.17	AN3513	27.33	BA3528FP	6.00
41256-10	6.00	74HC1373SN	2.40	7824P	2.17	AN3513	27.33	BA3528FP	6.00
41256-10	6.00	74HC1373SN	2.40	7824P	2.17	AN3513	27.33	BA3528FP	6.00
41256-10	6.00	74HC1373SN	2.40	7824P	2.17	AN3513	27.33	BA3528FP	6.00
41256-10	6.00	74HC1373SN	2.40	7824P	2.17	AN3513	27.33	BA3528FP	6.00
41256-10	6.00	74HC1373SN	2.40	7824P	2.17	AN3513	27.33	BA3528FP	6.00
41256-10	6.00	74HC1373SN	2.40	7824P	2.17	AN3513	27.33	BA3528FP	6.00
41256-10	6.00	74HC1373SN	2.40	7824P	2.17	AN3513	27.33	BA3528FP	6.00
41256-10	6.00	74HC1373SN	2.40	7824P	2.17	AN3513	27.33	BA3528FP	6.00
41256-10	6.00	74HC1373SN	2.40	7824P	2.17	AN3513	27.33	BA3528FP	6.00
41256-10	6.00	74HC1373SN	2.40	7824P	2.17	AN3513	27.33	BA3528FP	6.00
41256-10	6.00	74HC1373SN	2.40	7824P	2.17	AN3513	27.33	BA3528FP	6.00
41256-10	6.00	74HC1373SN	2.40	7824P	2.17	AN3513	27.33	BA3528FP	6.00
41256-10	6.00	74HC1373SN	2.40	7824P	2.17	AN3513	27.33	BA3528FP	6.00
41256-10	6.00	74HC1373SN	2.40	7824P	2.17	AN3513	27.33	BA3528FP	6.00
41256-10	6.00	74HC1373SN	2.40	7824P	2.17	AN3513	27.33	BA3528FP	6.00
41256-10	6.00	74HC1373SN	2.40	7824P	2.17	AN3513	27.33	BA3528FP	6.00
41256-10	6.00	74HC1373SN	2.40	7824P	2.17	AN3513	27.33	BA3528FP	6.00
41256-10	6.00	74HC1373SN	2.40	7824P	2.17	AN			

CD4007	1,68	HR5703	102,00	HR7068	124,81	HR7643	100,80	IX2091CEZZ	189,60
CD4008	1,80	HR5705	100,80	HR7070	134,40	HR7644	117,60	IXSH40N80A	270,01
CD4008U-MBR	2,40	HR5706	95,99	HR7072	117,60	HR7645	153,60	KA2101	4,80
CD40102-MBR	4,08	HR5707	93,59	HR7077	106,80	HR7646	108,00	KA2102	4,80
CD40103	1,80	HR5709	91,21	HR7103	102,71	HR7648	116,40	KA2131	6,00
CD40106-MOT	1,80	HR5711	131,99	HR7105	105,60	HR7652	111,39	KA2138	14,41
CD40107-MBR	2,40	HR5712	126,01	HR7113	105,60	HR7653	186,00	KA2139	31,20
CD4011-HAR	0,37	HR5713	95,99	HR7114	105,60	HR7657	126,01	KA2151	26,40
CD4012	1,80	HR5715	126,01	HR7116	114,00	HR7658	192,00	KA2154	19,19
CD4013-TOS	2,17	HR5800	216,00	HR7118	144,00	HR7660	91,21	KA2161	5,00
CD4014	1,80	HR6003	115,20	HR7122	101,53	HR7666	102,00	KA2186	6,41
CD4015	1,68	HR6004	98,40	HR7126	100,80	HR7668	95,99	KA2201	2,40
CD4016-MBR	1,39	HR6005	76,80	HR7127	102,00	HR7669	144,00	KA2202	3,60
CD4017	2,03	HR6006	93,59	HR7128	102,00	HR7671	108,00	KA2206	12,00
CD40174	2,17	HR6011	216,00	HR7130	108,00	HR7674	108,00	KA2208	12,00
CD40175-MBR	2,28	HR6012	146,40	HR7131	108,00	HR7675	108,00	KA2208B	4,20
CD4018-MBR	1,80	HR6018	122,41	HR7133	108,00	HR7679	94,00	KA2208N	4,20
CD4019	1,20	HR6020	102,00	HR7136	108,00	HR7680	134,40	KA2210	3,24
CD40192-MBR	3,60	HR6023	102,00	HR7138	108,00	HR7686	174,00	KA22102	16,81
CD40193-MBR	3,37	HR6024	90,01	HR7139	108,00	HR7688	108,00	KA22103	16,81
CD4020-MBR	1,92	HR6030	159,61	HR7140	90,01	HR7691	105,60	KA2212(1)	5,12
CD4021-MBR	1,80	HR6031	141,60	HR7141	98,40	HR7693	186,00	KA2213	5,04
CD4022-MBR	3,00	HR6032	102,00	HR7144	115,20	HR7694	165,59	KA2220STM(1)	3,80
CD4023	1,57	HR6036	108,00	HR7145	115,20	HR7698	192,00	KA2221(1)	3,00
CD4024	1,80	HR6040	112,80	HR7146	108,00	HR7703	148,00	KA2223	4,80
CD4025	1,20	HR6041	124,81	HR7150	100,36	HR7709	162,01	KA2223(1)	9,60
CD4025-MBR	4,80	HR6042	131,99	HR7152	115,20	HR7711	126,01	KA2224(1)	3,09
CD4027	1,43	HR6043	144,00	HR7158	104,40	HR7713	100,80	KA2226(1)	3,60
CD4028-MCY	1,20	HR6050	98,94	HR7163	108,00	HR7714	174,00	KA2227	1,20
CD4029	2,40	HR6055	92,09	HR7169	111,80	HR7727	102,00	KA2228(1)	3,60
CD4030-MCY	0,92	HR6058	112,80	HR7173	101,53	HR7728	108,00	KA22427	4,32
CD4030-TOS	1,20	HR6059	160,81	HR7175	108,00	HR7729	108,00	KA2247	3,60
CD4033-MBR	6,00	HR6060	79,20	HR7176	108,00	HR7730	126,01	KA22471	3,60
CD4034-MBR	3,69	HR6062	95,99	HR7187	108,00	HR7731	99,89	KA22471	3,60
CD4035(1)	2,28	HR6063	91,21	HR7188	103,20	HR7737	108,00	KA2248	4,27
CD4038-MBR	2,40	HR6065	100,36	HR7191	160,81	HR7751	164,41	KA2263	3,00
CD4040-PHI	2,40	HR6067	84,00	HR7192	115,20	HR7753	105,60	KA2264	3,60
CD4041-U-MBR	2,40	HR6068	110,40	HR7193	156,00	HR7756	134,40	KA2271	19,21
CD4042-MBR	1,80	HR6072	115,20	HR7195	144,00	HR7758	117,60	KA2281	4,80
CD4043-MBR	2,30	HR6073	100,36	HR7196	150,00	HR7759	127,21	KA2282(1)	3,60
CD4044	1,80	HR6074	98,40	HR7197	108,00	HR7761	134,40	KA2295Q	30,00
CD4046-PH	2,64	HR6075	108,00	HR7213	144,00	HR7762	156,00	KA2297	12,00
CD4048-MBR	2,40	HR6076	144,00	HR7214	144,00	HR7768	203,99	KA2329	3,60
CD4049	1,57	HR6080	134,40	HR7217	108,00	HR7769	150,00	KA2401	3,60
CD4050	1,80	HR6081	118,80	HR7218	105,60	HR7770	126,01	KA2402	3,60
CD4051	1,80	HR6088	117,60	HR7219	138,00	HR7772	104,40	KA2418	2,40
CD4052-MOT	1,92	HR6089	92,39	HR7223	81,60	HR7774	112,80	KA2437N	12,00
CD4053	1,80	HR6094	156,00	HR7225	108,00	HR7778	117,60	KA2437N	12,00
CD4053-RCA	1,92	HR6096	124,81	HR7227	92,19	HR7791	131,99	KA243A	14,41
CD4055-MBR	21,59	HR6099	95,99	HR7233	108,00	HR7792	201,59	KA2434	13,21
CD4060	2,40	HR6102	110,40	HR7234	108,00	HR7796	144,00	KA2435	12,00
CD4063	3,60	HR6113	95,99	HR7239	134,40	HR7797	117,60	KA2436	9,60
CD4066	1,20	HR6114	95,99	HR7243	114,00	HR7798	117,60	KA2436	9,60
CD4067	7,80	HR6119	110,40	HR7245	117,60	HR7810	131,99	KA2437	12,00
CD4068-MBR	1,80	HR6120	92,39	HR7246	117,60	HR7813	144,00	KA2438	5,64
CD4069	1,20	HR6121	108,00	HR7253	105,60	HR7833	114,00	KA2439	12,00
CD4070	1,43	HR6123	100,36	HR7261	114,00	HR7840	117,60	KA2440	8,40
CD4072-MBR	1,20	HR6124	117,60	HR7262	177,60	HR7862	180,00	KA2442(1)	28,80
CD4073	1,88	HR6128	93,59	HR7263	177,60	HR7880	180,00	KA2443	7,20
CD4075-MBR	1,43	HR6131	100,36	HR7264	153,60	HR7881	192,00	KA2444	14,41
CD4076	1,80	HR6134	110,40	HR7265	167,99	HR7882	192,00	KA2445	21,59
CD4077-MBR	1,80	HR6140	93,59	HR7268	167,99	HR7906	144,00	KA2451	62,40
CD4081	1,43	HR6141	98,40	HR7269	127,21	HR7918	131,99	KA2451	62,40
CD4082-MBR	1,57	HR6143	117,60	HR7271	127,21	HR7933	81,60	KA2452	64,80
CD4085	1,80	HR6144	100,41	HR7274	110,40	HR9455	70,80	KA2453	74,40
CD4094	1,43	HR6145	110,18	HR7277	84,00	HR9456	70,80	KA2454	6,00
CD4096-MCY	2,03	HR6147	112,80	HR7278	156,00	HR9462	85,20	KA2455	6,00
CD4098-MBR	3,00	HR6150	99,60	HR7279	95,99	HR9463	78,00	KA2456	21,59
CD4099-MBR	1,80	HR6152	89,93	HR7285	108,00	HR9464	82,35	KA2457	31,20
CD4502	2,40	HR6158	102,00	HR7296	105,60	HR9465	58,79	KA2458	31,20
CD4503	2,40	HR6159	93,59	HR7302	81,60	HR9466	58,79	KA2459	10,80
CD4508-MBR	6,00	HR6160	87,61	HR7303	83,81	HR9467	59,99	KA2460	16,81
CD4510-MBR	2,40	HR6162	114,00	HR7306	84,00	HR9468	62,40	KA2461	4,10
CD4511	1,80	HR6163	117,60	HR7307	95,99	HR9469	62,40	KA2462	10,69
CD4512-MBR	6,80	HR6167	108,00	HR7308	95,99	HR9470	62,40	KA2463	4,80
CD4513-MOT	4,80	HR6169	95,99	HR7309	84,00	HR9471	74,40	KA2464	4,80
CD4514-MBR	4,80	HR6170	92,39	HR7311	88,81	HR9472	74,40	KA2465	3,59
CD4516-MBR	3,37	HR6174	117,60	HR7312	82,80	HR9473	72,00	KA2466	18,01
CD4518	1,92	HR6175	92,39	HR7313	110,40	HR9474	93,59	KA2467	3,60
CD4519	2,08	HR6176	105,60	HR7314	93,59	HR9475	90,01	KA2468	23,99
CD4521-MBR	3,60	HR6178	110,40	HR7315	104,40	HR9476	42,00	KA2469(1)	4,20
CD4522-MBR	3,00	HR6179	93,52	HR7316	104,40	HR9477	64,80	KA2470	12,00
CD4528-MOT	1,92	HR6182	100,80	HR7317	104,40	HR9478	75,60	KA2471	14,41
CD4532	2,40	HR6193	131,99	HR7318	104,40	HR9479	75,60	KA2472	15,01
CD4538	2,40	HR6195	129,59	HR7319	90,01	HR9480	75,60	KA2473	7,20
CD4539-MBR	3,00	HR6201-2	101,19	HR7320	108,00	HR9481	75,60	KA2474	14,41
CD4541	2,40	HR6203	117,60	HR7322	95,99	HR9482	75,60	KA2475	14,41
CD4543	2,40	HR6204	141,60	HR7323	102,00	HR9483	74,40	KA2476	8,55
CD4551-MBR	6,00	HR6205	102,00	HR7324	95,99	HR9484	72,00	KA2477	12,00
CD4553-MBR	14,41	HR6211	124,81	HR7325	98,40	HR9485	72,00	KA2478	6,00
CD4555-MBR	2,40	HR6212	114,00	HR7327	131,99	HR9486	84,00	KA2479	6,00
CD4556-MBR	2,94	HR6214	126,01	HR7340	156,00	HR9487	16,81	KA2480	3,60
CD4561	4,30	HR6216	138,00	HR7351	162,01	HR9488	16,81	KA2481	3,60
CD4568-MBR	17,79	HR6220	129,59	HR7377	162,01	HR9489	16,81	KA2482	12,00
CD4569-MBR	13,70	HR6221	129,59	HR7378	108,00	HR9490	16,81	KA2483	12,00
CD4584-MOT	1,68	HR6228	114,00	HR7401	105,60	HR9491	16,81	KA2484	16,81
CD4585-MBR	4,20	HR6230	110,40	HR7402	114,00	HR9492	16,81	KA2485	16,81
CD4724	2,40	HR6236	146,40	HR7403	114,00	HR9493	16,81	KA2486	16,81
CNV17-1	2,40	HR6237	141,60	HR7407	114,00	HR9494	16,81	KA2487	16,81
CNV17-2	1,80	HR6239	131,99	HR7408	114,00	HR9495	16,81	KA2488	16,81
CNV17-3	1,80	HR6244	114,00	HR7432	105,60	HR9496	16,81	KA2489	16,81
CNV17-4	2,17	HR6252	102,00	HR7433	105,60	HR9497	16,81	KA2490	16,81
CNV17-5	2,40	HR6253	124,81	HR7434	102,00	HR9498	16,81	KA2491	16,81
CNV17F-3	3,37	HR6256	108,00	HR7435	102,00	HR9499	16,81	KA2492	16,81
CNV21	12,00	HR6260	108,00	HR7437	81,60	HR9500	16,81	KA2493	16,81
CNV36	8,40	HR6267	126,01	HR7438	108,00	HR9501	16,81	KA2494	16,81
CNV65	8,40	HR6271	124,81	HR7439	108,00	HR9502	16,81	KA2495	16,81
CNV70	6,78	HR6272	115,20	HR7441	124,81	HR9503	16,81	KA2496	16,81
CNV74-4	7,20	HR6276	186,00	HR7444	93,59	HR9504	16,81	KA2497	16,81
CNV75	3,60	HR6278	129,59	HR7445	93,59	HR9505	16,81	KA2498	16,81
CNV780N	1,92	HR6283	98,31	HR7446	93,59	HR9506	16,81	KA2499	16,81
I3202	166,65	HR6284	100,80	HR7450	93,59	HR9507	16,81	KA2500	16,81
HN6A60	28,80	HR6286	112,80	HR7452	79,20	HR9508	16,81	KA2501	16,81
HA11215A	16,78	HR6288	108,00	HR7456	66,00	HR9509	16,81	KA2502	16,81
HA11219	15,91	HR6290	144,00	HR7457	98,40	HR9510	16,81	KA2503	16,81
HA11225	9,24	HR6293	106,96	HR7458					

LA3226	7.20	LB1274	8.40	LM392N	4.80	MAB8461-PW196	126.01	MN6030B	38.40
LA3246	8.40	LB1288(1)	10.20	LM393	2.03	MAB8461-PW197	45.60	MN6168	33.60
LA3301	8.40	LB1403	3.90	LM393-T	2.03	MAB8461-PW203	81.60	MN6250	112.80
LA3365	2.46	LB1409	12.00	LM393-T	2.03	MAB8461-PW207	81.60	MN6300	23.99
LA3370	6.00	LB1416	8.40	LM6402	60.17	MAC156	32.81	MN6740VCK	156.00
LA3375	8.40	LB1615	33.60	LM7001	9.00	MAC2000	90.01	MN6740VCKT	184.80
LA3376	7.38	LB1622	23.99	LM709-8	7.20	MAK400	20.00	MN67481AIA	43.20
LA3400	9.60	LB1639	10.80	LM723CH-TO99	4.55	MAR6	14.41	MN67481YMB	43.20
LA3401	9.60	LB1640	9.60	LM725-DIL8	2.56	MAR8	16.81	MOC3020	3.60
LA3410	8.55	LB1641	5.40	LM748	8.40	MAS560	4.10	MOC3021	4.08
LA3430	10.20	LB1642	12.00	LM833N-MBR	3.60	MAX232	8.40	MOC3022	3.60
LA3600	5.33	LB1643	9.60	LM8560	9.60	MAX232-SMD	12.00	MOC3030	4.80
LA3605	7.20	LB1644	12.00	LM8560N	10.69	MAX480	12.82	MOC3041	4.80
LA4100	6.41	LB1649	23.99	LOEPLAMP	372.00	MAX663CPA	26.69	MOC3060	3.60
LA4101	6.95	LB1684	33.60	LOEPLAMP-CLG	43.20	MAX693CPT	26.69	MOC3062	4.20
LA4102	6.00	LB1688	18.60	LS1200A-ST	6.15	MR-TRANS	40.80	MOC3063	4.80
LA4108	10.80	LB1689 SMD	26.40	LS1200B	16.81	MB104/4/B	1.92	MOC3081	7.20
LA4112(1)	8.01	LB1731	26.40	LS1288P	6.00	MB104/6	1.92	MOC3082	8.40
LA4138	7.47	LB1807	50.41	LS288P	31.20	MB104/6	1.92	MOC8050	4.80
LA4140	3.37	LB1851M	31.20	LS776CB	8.40	MB3722	26.69	MOT130600	8.40
LA4160	3.60	LB350(1)	8.40	LSP-010	0.83	MB3722(1)	26.69	MOT155	16.81
LA4162	16.01	LC7020	26.40	LSP-020	1.43	MB3759	19.01	MOT212	16.81
LA4165M	6.00	LC7021	33.60	LSP-050LC	2.98	MB3759	21.35	MOT218	16.81
LA4180	9.60	LC7130	12.00	LSP-051LC	4.80	MB8301-AFP-SMD	28.80	MOT400	26.40
LA4182	7.20	LC7131	23.99	LSP-052LC	6.00	MB8303	190.80	MOT401	26.40
LA4183	7.20	LC7132	16.81	LSP-053LC	7.20	MB8336-110L	190.80	MOT402	28.80
LA4190	7.20	LC7185	30.00	LT1023	9.60	MB8536-122L	98.40	MOT409	16.81
LA4192	7.20	LC7207	19.19	LT1070CT	78.00	MB8536-122L	3.09	MOT419	16.81
LA4260	9.00	LC7215	10.80	LT1080CT	3.23	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA4261	9.60	LC7216M	58.79	LT1080CT	3.23	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA4270	10.80	LC7217	10.80	LT1080CT	3.23	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA4280	15.61	LC7218	14.41	LTA-1000G	4.80	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA4282	12.00	LC7218	14.41	LTA-1000G	4.80	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA4422	6.00	LC7230-8221	38.40	LTE4206	1.80	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA4425	9.60	LC7230-8263	38.40	LTE4206	1.80	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA4430	10.80	LC7230-8330	57.59	LTE4206	1.80	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA4445	7.80	LC7232-8821	43.77	LTE4206	1.80	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA4446	12.00	LC7267	33.60	LT5670R	170.39	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA4460	26.80	LC7413	34.80	M1016	170.39	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA4460	9.60	LC7413	34.80	M108B1	25.65	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA4461	8.40	LC7416-8080	117.60	M108B1	25.65	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA4465	12.00	LC7416-8096	117.60	M108B1	25.65	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA4466	14.41	LC7522	18.01	M108B1	25.65	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA4470	40.80	LC7522	18.01	M108B1	25.65	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA4471	21.59	LC7533	14.41	M108B1	25.65	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA4475	16.01	LC7533	14.41	M108B1	25.65	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA4476	45.60	LC7533	14.41	M108B1	25.65	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA4480	48.00	LC7537N	33.60	M108B1	25.65	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA4485	14.41	LC7560	36.19	M108B1	25.65	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA4495	15.61	LC7582	20.39	M108B1	25.65	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA4498	18.01	LC7818	15.61	M108B1	25.65	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA4498	18.01	LC7818	15.61	M108B1	25.65	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA4500	12.00	LC7821N	21.59	M108B1	25.65	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA4505	10.80	LC7822N	14.41	M108B1	25.65	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA4508	12.00	LC7860KA	30.00	M108B1	25.65	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA4510(1)	4.80	LC7881	14.41	M108B1	25.65	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA4520(1)	6.00	LC7881M	14.41	M108B1	25.65	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA4530M	10.80	LC8992	9.60	M108B1	25.65	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA4550	6.00	LC8992S	23.99	M108B1	25.65	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA4555	4.40	LF156	1.60	M108B1	25.65	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA4557	7.20	LF198H	23.99	M108B1	25.65	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA4558	7.20	LF353N	4.20	M108B1	25.65	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA4570	4.80	LF355-TO99	2.56	M108B1	25.65	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA4570M	9.60	LF356-TESLA	2.05	M108B1	25.65	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA4571	13.21	LF356N-TSL	2.17	M108B1	25.65	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA4575	9.60	LF357	4.80	M108B1	25.65	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA4580	14.41	LF357H	6.00	M108B1	25.65	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA4582M	26.80	LF411	4.63	M108B1	25.65	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA4597	10.80	LG8334-11D	134.40	M108B1	25.65	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA4598	10.80	LG8334-11D	134.40	M108B1	25.65	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA4620	21.59	LM1011	12.00	M108B1	25.65	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA4630	19.19	LM1035	30.00	M108B1	25.65	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA4700	5.59	LM1035	30.00	M108B1	25.65	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA4705	21.59	LM1040N	54.01	M108B1	25.65	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA5005	4.27	LM1111N-L8	15.19	M108B1	25.65	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA512B	3.19	LM1111N	8.40	M108B1	25.65	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA5522	3.00	LM1112	8.40	M108B1	25.65	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA5523	3.00	LM1112CN	7.47	M108B1	25.65	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA5524	4.80	LM1113CN-N5C	12.00	M108B1	25.65	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA5527	4.80	LM1201	18.01	M108B1	25.65	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA5530	4.80	LM1203	14.41	M108B1	25.65	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA5533	4.80	LM1205	21.59	M108B1	25.65	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA5537N	3.60	LM1207N	28.80	M108B1	25.65	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA5601	9.20	LM1281	21.59	M108B1	25.65	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA5617	19.19	LM1283	42.00	M108B1	25.65	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA5667	20.39	LM1360N	52.81	M108B1	25.65	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA5668	10.20	LM13700N	8.40	M108B1	25.65	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA5682	4.20	LM1391(1)	7.20	M108B1	25.65	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA6339	3.00	LM1455NS	1.68	M108B1	25.65	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA6358D	2.68	LM158	4.80	M108B1	25.65	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA6358D-W	2.40	LM1830	21.59	M108B1	25.65	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA6358S	3.00	LM1871	9.60	M108B1	25.65	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA6358(1)	4.20	LM1872	14.41	M108B1	25.65	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA6462D	8.55	LM1875-N5C	18.01	M108B1	25.65	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA6510	8.40	LM1881N-N5C	20.39	M108B1	25.65	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA6515	9.60	LM1886-N5C	19.19	M108B1	25.65	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA6520	10.80	LM1889	36.00	M108B1	25.65	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA6524	12.00	LM1894N	10.80	M108B1	25.65	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA6530	14.41	LM1897	21.35	M108B1	25.65	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA6531	14.41	LM201ADP	2.68	M108B1	25.65	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA6532N	27.60	LM208	2.40	M108B1	25.65	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA7016	3.00	LM208K	4.10	M108B1	25.65	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA7042	21.35	LM211H	2.64	M108B1	25.65	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA705	8.01	LM224N	4.80	M108B1	25.65	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA7053	9.60	LM2405T	36.00	M108B1	25.65	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA7054	10.80	LM2406T	30.00	M108B1	25.65	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA7054Z	12.00	LM2416CT	18.01	M108B1	25.65	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA7096	18.01	LM2418T	51.61	M108B1	25.65	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA7110	28.80	LM2427	79.20	M108B1	25.65	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA7113	1.58	LM2575T-05	28.80	M108B1	25.65	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA7116	8.40	LM2575T-12	28.80	M108B1	25.65	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA7117	36.00	LM2575T-15	31.20	M108B1	25.65	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA7181	102.00	LM2575T-ADJ	40.80	M108B1	25.65	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA7210	6.41	LM2575T-ADJ	40.80	M108B1	25.65	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA7220	8.40	LM2575T-ADJ	40.80	M108B1	25.65	MB8536-122L	3.09	MOT51	16.81
LA7220-W	4.20	LM2901N	2.77						

RC146	69.60	SA11025	19.19	SGSF313	16.81	STR1096	31.20	TA7666P	9.60
RC147	72.00	SA11057	14.41	SGSF313X1	16.81	STR11006-SAMSUNG	31.20	TA7668(1)	4.80
RC148	72.00	SA11060	41.41	SGSF344	13.21	STR11006-SKN	31.20	TA7673P	7.19
RC149	72.00	SA11061	14.41	SGSF444	26.40	STR16006	36.00	TA7676P	26.40
RC150	72.00	SA11075-PHI	23.99	SGSF445	26.40	STR17006	36.00	TA7680	9.00
RC151	72.00	SA11076	28.80	SGSF445	26.40	STR20013	39.60	TA7681	19.19
RC152	72.00	SA11077	36.31	SN16861	14.41	STR2012	27.76	TA7688AP	19.19
RC153	72.00	SA11075	34.80	SN16862	36.00	STR2013	30.00	TA7699AP	50.41
RC154	72.00	SA11082	19.21	SN16869P	9.60	STR30125	22.79	TA7699AP	50.41
RC155	72.00	SA11094-2	9.60	SN2032	3.60	STR3125	45.60	TA8105	9.00
RC156	72.00	SA11121	67.20	SN20654	15.61	STR40090	45.60	TA7719	12.00
RC157	72.00	SA11124	13.21	SN20764	9.24	STR40115	36.00	TA7736	23.99
RC158	72.00	SA11130	15.61	SN29773BN	8.17	STR4090	30.00	TA7750P	13.21
RC159	72.00	SA11200	15.61	SN740915	33.60	STR41090	21.59	TA7752P	2.40
RC160	72.00	SA11250	16.81	SN740915	33.60	STR4211	30.00	TA7769	4.80
RC161	72.00	SA11250-RA	7.40	SN74C922-NSC	38.40	STR44115	38.40	TA7772P	10.80
RC162	95.99	SA11251	45.60	SN74C926-NSC	39.60	STR451	21.59	TA7772P	10.80
RC163	72.00	SA11251-RA	10.80	SN75106	1.84	STR45111	45.60	TA7784	6.00
RC164	72.00	SA11272A	10.26	SN75106	1.84	STR455	52.81	TA8102	12.00
RC165	72.00	SA11274	36.31	SN75106	1.84	STR456	39.60	TA8108AP	9.24
RC166	72.00	SA11276	21.51	SN75110	2.59	STR50020	45.60	TA8110AP	9.24
RC167	72.00	SA11280	63.80	SN75110 CEMI	1.54	STR50103	20.39	TA8111AP	9.24
RC168	72.00	SA11283-R706	117.60	SN75154	3.60	STR50115B	30.00	TA8119P	6.60
RC169	72.00	SA11283D-R601	134.40	SN75176	8.40	STR50300	36.00	TA8122AN	7.20
RC170	72.00	SA11283E-R617	129.59	SN75188	2.40	STR50330	33.60	TA8125(1)	6.15
RC171	72.00	SA11293-03	21.59	SN75189	8.40	STR51424	45.60	TA8127	6.60
RC172	72.00	SA11293-03-TT	36.00	SN75450	2.40	STR54041	21.59	TA8132	8.40
RC173	72.00	SA11293A-03-TSL	21.59	SN75451 CEMI	1.20	STR5412	18.01	TA8162	9.60
RC174	72.00	SA11293A-06	42.00	SN75452 CEMI	1.20	STR55041	33.60	TA8164P	9.60
RC175	72.00	SA11294	54.01	SN76360	9.60	STR56041	36.00	TA8167	15.61
RC176	72.00	SA11310	15.61	SN76360	9.60	STR58041-SKN	20.39	TA8169P	10.80
RC177	72.00	SA11805	25.46	SN76544	16.81	STR58041-SKN	20.39	TA8201	16.81
RC178	72.00	SA11805	25.46	SN76544	16.81	STR6020	26.40	TA8205AH	16.81
RC179	72.00	SA11805	25.46	ST-0007	0.42	STR61001	36.00	TA8207	8.40
RC180	72.00	SA11805	25.46	ST-0012	0.42	STR61045	45.60	TA8208H	21.59
RC181	72.00	SA11805	25.46	ST-0031	0.48	STR61145	45.60	TA8210AH	16.81
RC182	72.00	SA11805	25.46	ST-0102	0.48	STR6120	36.00	TA8211AH	22.79
RC183	72.00	SA11805	25.46	ST-0103	0.48	STR6120(1)	36.00	TA8212P	30.00
RC184	72.00	SA11805	25.46	ST-0104	0.48	STR61806	28.80	TA8213P	15.61
RC185	72.00	SA11805	25.46	ST-0105	0.48	STR62012	36.00	TA8215H	19.19
RC186	72.00	SA11805	25.46	ST-0106	0.48	STR62012	36.00	TA8216H	14.41
RC187	72.00	SA11805	25.46	ST-0107	0.48	STR62012	36.00	TA8217	5.40
RC188	72.00	SA11805	25.46	ST-0108	0.48	STR62012	36.00	TA8220	26.40
RC189	72.00	SA11805	25.46	ST-0109	0.48	STR62012	36.00	TA8221AH	30.00
RC190	72.00	SA11805	25.46	ST-0110	0.48	STR62012	36.00	TA8222IAL	28.80
RC191	72.00	SA11805	25.46	ST-0111	0.48	STR62012	36.00	TA8223H	25.20
RC192	72.00	SA11805	25.46	ST-0112	0.48	STR62012	36.00	TA8224H	25.20
RC193	72.00	SA11805	25.46	ST-0113	0.48	STR62012	36.00	TA8225H	25.20
RC194	72.00	SA11805	25.46	ST-0114	0.48	STR62012	36.00	TA8226H	25.20
RC195	72.00	SA11805	25.46	ST-0115	0.48	STR62012	36.00	TA8227H	25.20
RC196	72.00	SA11805	25.46	ST-0116	0.48	STR62012	36.00	TA8228H	25.20
RC197	72.00	SA11805	25.46	ST-0117	0.48	STR62012	36.00	TA8229H	25.20
RC198	72.00	SA11805	25.46	ST-0118	0.48	STR62012	36.00	TA8230H	25.20
RC199	72.00	SA11805	25.46	ST-0119	0.48	STR62012	36.00	TA8231H	25.20
RC200	72.00	SA11805	25.46	ST-0120	0.48	STR62012	36.00	TA8232H	25.20
RC201	72.00	SA11805	25.46	ST-0121	0.48	STR62012	36.00	TA8233H	25.20
RC202	72.00	SA11805	25.46	ST-0122	0.48	STR62012	36.00	TA8234H	25.20
RC203	72.00	SA11805	25.46	ST-0123	0.48	STR62012	36.00	TA8235H	25.20
RC204	72.00	SA11805	25.46	ST-0124	0.48	STR62012	36.00	TA8236H	25.20
RC205	72.00	SA11805	25.46	ST-0125	0.48	STR62012	36.00	TA8237H	25.20
RC206	72.00	SA11805	25.46	ST-0126	0.48	STR62012	36.00	TA8238H	25.20
RC207	72.00	SA11805	25.46	ST-0127	0.48	STR62012	36.00	TA8239H	25.20
RC208	72.00	SA11805	25.46	ST-0128	0.48	STR62012	36.00	TA8240H	25.20
RC209	72.00	SA11805	25.46	ST-0129	0.48	STR62012	36.00	TA8241H	25.20
RC210	72.00	SA11805	25.46	ST-0130	0.48	STR62012	36.00	TA8242H	25.20
RC211	72.00	SA11805	25.46	ST-0131	0.48	STR62012	36.00	TA8243H	25.20
RC212	72.00	SA11805	25.46	ST-0132	0.48	STR62012	36.00	TA8244H	25.20
RC213	72.00	SA11805	25.46	ST-0133	0.48	STR62012	36.00	TA8245H	25.20
RC214	72.00	SA11805	25.46	ST-0134	0.48	STR62012	36.00	TA8246H	25.20
RC215	72.00	SA11805	25.46	ST-0135	0.48	STR62012	36.00	TA8247H	25.20
RC216	72.00	SA11805	25.46	ST-0136	0.48	STR62012	36.00	TA8248H	25.20
RC217	72.00	SA11805	25.46	ST-0137	0.48	STR62012	36.00	TA8249H	25.20
RC218	72.00	SA11805	25.46	ST-0138	0.48	STR62012	36.00	TA8250H	25.20
RC219	72.00	SA11805	25.46	ST-0139	0.48	STR62012	36.00	TA8251H	25.20
RC220	72.00	SA11805	25.46	ST-0140	0.48	STR62012	36.00	TA8252H	25.20
RC221	72.00	SA11805	25.46	ST-0141	0.48	STR62012	36.00	TA8253H	25.20
RC222	72.00	SA11805	25.46	ST-0142	0.48	STR62012	36.00	TA8254H	25.20
RC223	72.00	SA11805	25.46	ST-0143	0.48	STR62012	36.00	TA8255H	25.20
RC224	72.00	SA11805	25.46	ST-0144	0.48	STR62012	36.00	TA8256H	25.20
RC225	72.00	SA11805	25.46	ST-0145	0.48	STR62012	36.00	TA8257H	25.20
RC226	72.00	SA11805	25.46	ST-0146	0.48	STR62012	36.00	TA8258H	25.20
RC227	72.00	SA11805	25.46	ST-0147	0.48	STR62012	36.00	TA8259H	25.20
RC228	72.00	SA11805	25.46	ST-0148	0.48	STR62012	36.00	TA8260H	25.20
RC229	72.00	SA11805	25.46	ST-0149	0.48	STR62012	36.00	TA8261H	25.20
RC230	72.00	SA11805	25.46	ST-0150	0.48	STR62012	36.00	TA8262H	25.20
RC231	72.00	SA11805	25.46	ST-0151	0.48	STR62012	36.00	TA8263H	25.20
RC232	72.00	SA11805	25.46	ST-0152	0.48	STR62012	36.00	TA8264H	25.20
RC233	72.00	SA11805	25.46	ST-0153	0.48	STR62012	36.00	TA8265H	25.20
RC234	72.00	SA11805	25.46	ST-0154	0.48	STR62012	36.00	TA8266H	25.20
RC235	72.00	SA11805	25.46	ST-0155	0.48	STR62012	36.00	TA8267H	25.20
RC236	72.00	SA11805	25.46	ST-0156	0.48	STR62012	36.00	TA8268H	25.20
RC237	72.00	SA11805	25.46	ST-0157	0.48	STR62012	36.00	TA8269H	25.20
RC238	72.00	SA11805	25.46	ST-0158	0.48	STR62012	36.00	TA8270H	25.20
RC239	72.00	SA11805	25.46	ST-0159	0.48	STR62012	36.00	TA8271H	25.20
RC240	72.00	SA11805	25.46	ST-0160	0.48	STR62012	36.00	TA8272H	25.20
RC241	72.00	SA11805	25.46	ST-0161	0.48	STR62012	36.00	TA8273H	25.20
RC242	72.00	SA11805	25.46	ST-0162	0.48	STR62012	36.00	TA8274H	25.20
RC243	72.00	SA11805	25.46	ST-0163	0.48	STR62012	36.00	TA8275H	25.20
RC244	72.00	SA11805	25.46	ST-0164	0.48	STR62012	36.00	TA8276H	25.20
RC245	72.00	SA11805	25.46	ST-0165	0.48	STR62012	36.00	TA8277H	25.20
RC246	72.00	SA11805	25.46	ST-0166	0.48	STR62012	36.00	TA8278H	25.20
RC247	72.00	SA11805	25.46	ST-0167	0.48	STR62012	36.00	TA8279H	25.20
RC248	72.00	SA11805	25.46	ST-0168	0.48	STR62012	36.00	TA8280H	25.20
RC249	72.00	SA11805	25.46	ST-0169	0.48	STR62012	36.00	TA8281H	25.20
RC250	72.00	SA11805	25.46	ST-0170	0.48	STR62012	36.00	TA8282H	25.20
RC251	72.00	SA11805	25.46	ST-0171	0.48	STR62012	36.00	TA8283H	25.20
RC252	72.00	SA11805	25.46	ST-0172	0.48	STR62012	36.00	TA8284H	25.20
RC253	72.00	SA11805	25.46	ST-0173	0.48	STR62012	36.00	TA8285H	25.20
RC254	72.00	SA11805	25.46	ST-0174	0.48	STR62012	36.00	TA8286H	25.20
RC255	72.00	SA11805	25.46	ST-0175	0.48	STR62012	36.00	TA8287H	25.20
RC256	72.00	SA11805	25.46	ST-0176	0.48	STR62012	36.00	TA8288H	25.20
RC257	72.00	SA11805	25.46	ST-0177	0.48	STR62012	36.00	TA8289H	25.20
RC258	72.00	SA11805	25.46	ST-0178	0.48	STR62012	36.00	TA8290H	25.20
RC259	72.00	SA11805	25.46	ST-0179	0.48	STR62012	36.00	TA8291H	25.20
RC260	72.00	SA11805	25.46	ST-0180	0.48	STR62012	36.00	TA8292H	25.20
RC261	72.00								

TC4511	9,60	TD41905	5,40	TD43950A	30,00	TD46160-2X	36,00	TD48362EN5	66,00
TC45500	19,19	TD41908A-ST	30,00	TD44050	8,40	TD46200	144,00	TD48362N2	36,00
TC4600B	4,80	TD41910	15,01	TD44050-2	15,01	TD46600-2-SIE	36,00	TD48362N3	36,00
TC4700	36,00	TD41940-TFK	33,60	TD44060	9,60	TD46610-2	39,60	TD48362N4-PHI	63,60
TC4730	5,14	TD42000	6,00	TD44100	7,19	TD46611	45,60	TD48362N5-PH	36,00
TC4740A	7,20	TD42003	3,60	TD44100-DIV	4,10	TD46612-2-SIE	45,60	TD48366PH	87,61
TC4740A-RFT	2,40	TD42004	6,00	TD44100-2	12,00	TD46612-2-SIE	45,60	TD48366N3-PH	87,61
TC4785	2,40	TD42006	6,00	TD44100-2	12,00	TD46612-2-SIE	45,60	TD48366T-SMD	234,01
TC4800Q	23,99	TD42007	7,20	TD44200	14,41	TD46612-2-SIE	45,60	TD48370	78,00
TC4810	20,28	TD42007(1)	16,81	TD44201	23,99	TD46612-2-SIE	45,60	TD48372A-PHI	150,00
TC4830S	6,41	TD42009	9,60	TD44201	12,00	TD46612-2-SIE	45,60	TD48374	74,40
TC4871	21,59	TD42009A	9,60	TD44202	23,99	TD46612-2-SIE	45,60	TD48374A	79,20
TC4900	4,80	TD42010	6,00	TD44203	34,80	TD46612-2-SIE	45,60	TD48375A	76,80
TC4910	7,20	TD42010A	9,60	TD44204	21,59	TD46612-2-SIE	45,60	TD48375N3	15,00
TC4965S-SIE	33,60	TD42030-RFT	4,80	TD44205	30,00	TD46612-2-SIE	45,60	TD48376	86,41
TC5107	12,52	TD42030V-ST	6,00	TD44206	3,60	TD46612-2-SIE	45,60	TD48376A	102,00
TC511000	7,80	TD42040V-ST	8,40	TD44207	23,99	TD46612-2-SIE	45,60	TD48380	9,60
TD3F800R	39,60	TD42048	19,19	TD44208	3,63	TD46612-2-SIE	45,60	TD48380A	12,00
TD5104P	8,21	TD42050-ST	10,80	TD44209	13,21	TD46612-2-SIE	45,60	TD48382	42,00
TD62003	3,00	TD42051V	23,99	TD44210	18,01	TD46612-2-SIE	45,60	TD48382A	73,20
TD62004	4,27	TD42052V	15,61	TD44211	12,00	TD46612-2-SIE	45,60	TD48383	43,20
TD62083	8,40	TD42107	21,59	TD44212	23,99	TD46612-2-SIE	45,60	TD48384	43,20
TD62783AP	10,80	TD42108	44,40	TD44213	12,00	TD46612-2-SIE	45,60	TD48385-PHI	15,61
TD6316P	28,80	TD42170-KIT	45,60	TD44214	8,40	TD46612-2-SIE	45,60	TD48385-PHI	15,61
TD6358N	25,40	TD42270	38,40	TD44215	12,00	TD46612-2-SIE	45,60	TD48386-PHI	34,80
TD6358P	13,21	TD42320	4,80	TD44216	43,20	TD46612-2-SIE	45,60	TD48387	28,80
TD6359N	15,19	TD42460-2	13,21	TD44217	15,61	TD46612-2-SIE	45,60	TD48388	23,99
TD6359P	26,40	TD42530	31,20	TD44218	10,80	TD46612-2-SIE	45,60	TD48389	23,99
TD6360N	54,01	TD42532	3,60	TD44219	10,80	TD46612-2-SIE	45,60	TD48390	23,99
TD6360N-02	52,81	TD42540	21,59	TD44220	11,40	TD46612-2-SIE	45,60	TD48391	23,99
TD6365N-A4	93,59	TD42541-ST	6,00	TD44221	13,21	TD46612-2-SIE	45,60	TD48392	23,99
TD41001A	12,00	TD42543	11,96	TD44222	14,41	TD46612-2-SIE	45,60	TD48393	23,99
TD41001B	12,00	TD42544-PHI	11,96	TD44223	14,41	TD46612-2-SIE	45,60	TD48394	23,99
TD41002	6,00	TD42546A	15,61	TD44224	14,41	TD46612-2-SIE	45,60	TD48395	23,99
TD41002-DIV	6,00	TD42547	15,61	TD44225	14,41	TD46612-2-SIE	45,60	TD48396	23,99
TD41003	6,37	TD42549	15,61	TD44226	14,41	TD46612-2-SIE	45,60	TD48397	23,99
TD41005	16,81	TD42555	13,21	TD44227	14,41	TD46612-2-SIE	45,60	TD48398	23,99
TD41010A-PHI	6,00	TD42556	13,21	TD44228	14,41	TD46612-2-SIE	45,60	TD48399	23,99
TD41011	6,00	TD42557	10,80	TD44229	14,41	TD46612-2-SIE	45,60	TD48400	23,99
TD41011A	6,00	TD42558	27,60	TD44230	14,41	TD46612-2-SIE	45,60	TD48401	23,99
TD41013A	6,00	TD42559	4,44	TD44231	14,41	TD46612-2-SIE	45,60	TD48402	23,99
TD41013B	6,00	TD42577A	36,00	TD44232	14,41	TD46612-2-SIE	45,60	TD48403	23,99
TD41015-PHI	6,00	TD42578A-PHI	16,81	TD44233	14,41	TD46612-2-SIE	45,60	TD48404	23,99
TD41020	8,40	TD42579	16,81	TD44234	14,41	TD46612-2-SIE	45,60	TD48405	23,99
TD41022	23,99	TD42579A	16,81	TD44235	14,41	TD46612-2-SIE	45,60	TD48406	23,99
TD41023	12,00	TD42579B	16,81	TD44236	14,41	TD46612-2-SIE	45,60	TD48407	23,99
TD41024-PHI	9,60	TD42581-DIV	9,60	TD44237	14,41	TD46612-2-SIE	45,60	TD48408	23,99
TD41028	10,66	TD42582	16,81	TD44238	14,41	TD46612-2-SIE	45,60	TD48409	23,99
TD41029	10,66	TD42582-DIV	9,60	TD44239	14,41	TD46612-2-SIE	45,60	TD48410	23,99
TD41044-DIV	7,69	TD42591	6,60	TD44240	14,41	TD46612-2-SIE	45,60	TD48411	23,99
TD41046-DIV	8,40	TD42593	3,60	TD44241	14,41	TD46612-2-SIE	45,60	TD48412	23,99
TD41047	5,64	TD42594	32,81	TD44242	14,41	TD46612-2-SIE	45,60	TD48413	23,99
TD41059	4,27	TD42595	12,00	TD44243	14,41	TD46612-2-SIE	45,60	TD48414	23,99
TD41060-DIV	9,60	TD42611-ALPHI	7,20	TD44244	14,41	TD46612-2-SIE	45,60	TD48415	23,99
TD41060-PH	14,41	TD42613-PHI	6,60	TD44245	14,41	TD46612-2-SIE	45,60	TD48416	23,99
TD41062	7,20	TD42614	9,60	TD44246	14,41	TD46612-2-SIE	45,60	TD48417	23,99
TD41072	9,60	TD42615	14,41	TD44247	14,41	TD46612-2-SIE	45,60	TD48418	23,99
TD41074	17,08	TD42616	14,41	TD44248	14,41	TD46612-2-SIE	45,60	TD48419	23,99
TD41082	19,19	TD42640-PH	28,80	TD44249	14,41	TD46612-2-SIE	45,60	TD48420	23,99
TD41083	4,80	TD42650-DIL16	69,00	TD44250	14,41	TD46612-2-SIE	45,60	TD48421	23,99
TD41085A	14,41	TD42653-MODUL	57,59	TD44251	14,41	TD46612-2-SIE	45,60	TD48422	23,99
TD41085C-MOT	14,41	TD42653A-PHI	26,40	TD44252	14,41	TD46612-2-SIE	45,60	TD48423	23,99
TD41103	28,80	TD42655-KIT	27,59	TD44253	14,41	TD46612-2-SIE	45,60	TD48424	23,99
TD41151	4,80	TD42656	27,59	TD44254	14,41	TD46612-2-SIE	45,60	TD48425	23,99
TD41154	2,40	TD42657	24,42	TD44255	14,41	TD46612-2-SIE	45,60	TD48426	23,99
TD41170N	6,60	TD42791*	19,68	TD44256	14,41	TD46612-2-SIE	45,60	TD48427	23,99
TD41170N-ST	14,41	TD42820M	6,60	TD44257	14,41	TD46612-2-SIE	45,60	TD48428	23,99
TD41170S	6,90	TD42822M	6,60	TD44258	14,41	TD46612-2-SIE	45,60	TD48429	23,99
TD41170S-WNP	4,20	TD42822S	6,00	TD44259	14,41	TD46612-2-SIE	45,60	TD48430	23,99
TD41175	14,41	TD42824-ST	15,61	TD44260	14,41	TD46612-2-SIE	45,60	TD48431	23,99
TD41175P-ST	12,00	TD42825-ST	9,60	TD44261	14,41	TD46612-2-SIE	45,60	TD48432	23,99
TD41180P-ST	12,00	TD42840	15,08	TD44262	14,41	TD46612-2-SIE	45,60	TD48433	23,99
TD411902	12,00	TD43017	9,60	TD44263	14,41	TD46612-2-SIE	45,60	TD48434	23,99
TD41200	6,15	TD43047	9,60	TD44264	14,41	TD46612-2-SIE	45,60	TD48435	23,99
TD41220B(1)	3,84	TD43048	8,55	TD44265	14,41	TD46612-2-SIE	45,60	TD48436	23,99
TD41236	19,01	TD43190-ST	25,20	TD44266	14,41	TD46612-2-SIE	45,60	TD48437	23,99
TD41270Q-DIV	14,41	TD43300B	14,40	TD44267	14,41	TD46612-2-SIE	45,60	TD48438	23,99
TD41301T	18,01	TD43301	79,20	TD44268	14,41	TD46612-2-SIE	45,60	TD48439	23,99
TD41308	10,20	TD43303	79,20	TD44269	14,41	TD46612-2-SIE	45,60	TD48440	23,99
TD41412	3,09	TD43303	79,20	TD44270	14,41	TD46612-2-SIE	45,60	TD48441	23,99
TD41506	28,80	TD43420	9,60	TD44271	14,41	TD46612-2-SIE	45,60	TD48442	23,99
TD41510AQ-PHI	14,41	TD43500	31,20	TD44272	14,41	TD46612-2-SIE	45,60	TD48443	23,99
TD41512A	14,41	TD43501	12,00	TD44273	14,41	TD46612-2-SIE	45,60	TD48444	23,99
TD41514	21,59	TD43504	14,41	TD44274	14,41	TD46612-2-SIE	45,60	TD48445	23,99
TD41515AQ	10,80	TD43505-PH	8,40	TD44275	14,41	TD46612-2-SIE	45,60	TD48446	23,99
TD41515BQ	10,80	TD43505G	9,60	TD44276	14,41	TD46612-2-SIE	45,60	TD48447	23,99
TD41516BQ-PH	10,80	TD43506-PHI	15,61	TD44277	14,41	TD46612-2-SIE	45,60	TD48448	23,99
TD41517	8,40	TD43507	27,60	TD44278	14,41	TD46612-2-SIE	45,60	TD48449	23,99
TD41518Q	10,80	TD43508	50,41	TD44279	14,41	TD46612-2-SIE	45,60	TD48450	23,99
TD41519A	12,00	TD43510	15,61	TD44280	14,41	TD46612-2-SIE	45,60	TD48451	23,99
TD41519B	12,00	TD43520	3,60	TD44281	14,41	TD46612-2-SIE	45,60	TD48452	23,99
TD41520A	36,31	TD43530	4,80	TD44282	14,41	TD46612-2-SIE	45,60	TD48453	23,99
TD41520B-PHI	33,60	TD43541	10,80	TD44283	14,41	TD46612-2-SIE	45,60	TD48454	23,99
TD41521-PHI	12,00	TD43560-MBR	18,01	TD44284	14,41	TD46612-2-SIE	45,60	TD48455	23,99
TD41521A-PHI	12,00	TD43561	18,01	TD44285	14,41	TD46612-2-SIE	45,60	TD48456	23,99
TD41522	8,40	TD43562A	26,40	TD44286	14,41	TD46612-2-SIE	45,60	TD48457	23,99
TD41524	12,00	TD43565	13,21	TD44287	14,41	TD46612-2-SIE	45,60	TD48458	23,99
TD41533	15,61	TD43565-W	8,40	TD44288	14,41	TD46612-2-SIE	45,60	TD48459	23,99
TD41543-PHI	12,00	TD43566	33,60	TD44289	14,41	TD46612-2-SIE	45,60	TD48460	23,99
TD41543A-PHI	14,41	TD43566A	33,60	TD44290	14,41	TD46612-2-SIE	45,60	TD48461	23,99
TD41552Q-PHI	19,19	TD43576B	62,40	TD44291	14,41	TD46612-2-SIE	45,60	TD48462	23,99
TD41553CQ	18,01	TD43590A	10,80	TD44292	14,41	TD46612-2-SIE	45,60	TD48463	23,99
TD41554Q-PHI	19,19	TD43592	38,40	TD44293	14,41	TD46612-2-SIE	45,60	TD48464	23,99
TD41555Q	23,99	TD43601Q	33,60	TD44294	14,41	TD46612-2-SIE	45,60	TD48465	23,99
TD41556Q	26,40	TD43602-PH	18,01	TD44295	14,41	TD46612-2-SIE	45,60	TD48466	23,99
TD41557	19,19	TD43603P	15,61	TD44296	14,41	TD46612-2-SIE	45,60	TD48467	23,99
TD41558Q-PHI	19,19	TD43611	23,99	TD44297	14,41	TD46612-2-SIE	45,60	TD48468	23,99
TD41560Q-PH	43,20	TD43640-PH							

TEA2164N-ST	36,00	TMP47C434N-3548	170,39	U807	14,41	UL7508L	3,00	UPC5121	52,81
TEA2164G-ST	36,00	TMP47C434N-3555	136,00	U819BS	8,40	UL7512L	3,00	UPC574	1,80
TEA2165	18,01	TMP47C434N-R214	69,60	U821B	8,40	UL7515L	3,00	UPC575	4,80
TEA2165A	26,40	TMP47C434N-R217	225,20	U823C	2,40	UL7523	3,00	UPC575H2	3,19
TEA2280-ST	20,39	TMP47C434N-R221	81,60	U891BS	10,80	UL75512G	3,60	UPC592	7,47
TEA2281	10,80	TMP47C434N-R231	95,99	U892FAFP	9,60	ULA6111	3,00	UPC592-2	14,01
TEA2282	15,61	TMP47C434N-R234	172,80	UA6527	28,80	ULA6512L	3,00	UPD1937	14,41
TEA3717	10,80	TMP47C434N-R221	81,60	UA6538	30,00	ULA6523	3,24	UPD1943G	23,99
TEA3717-W	6,00	TMP47C634-2664	87,23	UA709-DIL14	3,60	ULA6701	1,68	UPD75211-G001	10,80
TEA3718-W	6,00	TMP47C634N-2458	81,60	UA709-DIL8	7,20	ULA6855	2,64	UPD8121G001	10,80
TEA3718DP-ST	12,00	TMP47C634N-2465	90,01	UA709-T099	3,84	ULN2001AN	4,27	UPD8122-G001	15,40
TEA501D-ST	28,80	TMP47C634N-2475	131,99	UA710-MET	3,00	ULN2003	4,80	UPD8142C001	43,20
TEA5040-ST	66,00	TMP47C634N-2476	115,20	UA710-MET	2,85	ULN2003	3,00	UPD8144AC-001	26,69
TEA5040S	6,00	TMP47C634N-2675	225,60	UA715H	8,21	ULN2003-NS	6,00	UPD8450-CX002	33,60
TEA5101B-ST	10,80	TMP47C634N-2676	225,60	UA723	2,17	ULN2003-SMD	3,24	UPD75106CW-126	81,60
TEA5110	9,60	TMP47C634N-2691	90,01	UA723-SMD	3,60	ULN2004	2,88	UPD75208CW-139	122,41
TEA5114	12,00	TMP47C634N-2692	105,60	UA725-DIL8	9,60	ULN2004-SMD	3,60	UPD75238-090	153,60
TEA5115	23,99	TMP47C634N-R331	144,00	UA725-DIL8	9,60	ULN2064B	12,00	UPD75237GJ-023	186,00
TEA5116-ST	15,01	TMP47C634N-R365	117,60	UA725-MAA	4,27	ULN2204	5,33	UPD75238-090	96,40
TEA5170	10,80	TMP47C634N-R424	222,00	UA733-MEV	2,77	ULN2802A	7,20	UPD75238-091	96,40
TEA5500(I)	16,81	TMP47C634N-R467	146,40	UA739PC	3,09	ULN2803	6,00	UPD78134	177,60
TEA5501-PHI	14,41	TMP47C634N-R471	131,99	UA741	1,20	ULN2804A	7,20	X2494(1)	14,41
TEA5570	7,20	TMP47C634N-R494	129,59	UA741-8DIL-HIT	1,43	ULN2805A	9,60	XC401007P	84,00
TEA5580	14,41	TMP47C634N-R514	69,60	UA741-8DIL-ST	1,57	ULY7741	2,40	XC411718P	144,00
TEA5581	13,21	TMP47C634N-R572	102,00	UA741-MET	1,05	ULY7701	1,68	XC44130	0,00
TEA5591	14,41	TMP47C634N-R584	66,00	UA747	2,03	ULY7710	1,20	XC44131	45,60
TEA5620-ST	10,80	TMP47C634N-R602	117,60	UA774H-T099	3,12	ULY7721	1,20	XC86602	234,01
TEA5640	29,89	TMP47C634N-R021	122,41	UA774H-T099	3,12	ULY7722	2,40	XC86604P	144,00
TEA5701	28,83	TMP47C634N-R067	105,60	UA784-14	1,54	ULY7724	3,12	XC86619	144,00
TEA6100	15,01	TMP47C634N-R071	135,60	UA784B	10,80	ULY7741-MAA	1,05	XC86621	144,00
TEA6101	16,81	TMP47C634N-R132	100,56	UA758N	7,20	ULY7741-MAA	1,05	XC86622P	228,00
TEA6114	12,82	TMP47C634N-R133	96,50	UA796-HIT	1,80	ULY7855	1,20	XC86655P	174,00
TEA6200	33,60	TMP47C634N-R161	117,60	UA936ACP	4,80	UM3561A	2,37	XC84308P	31,20
TEA6300	31,20	TMP47C634N-R165	93,59	UA9636ARC	26,69	UM3758-120	9,60	XR2206CP	18,01
TEA6310T-PHI	20,39	TMP47C634N-R167	96,40	UAA1006-PHI	196,81	UM6117-07-UMC	23,99	XR2206CP-W	16,81
TEA6330T	33,60	TMP87PM3GN	264,00	UAA1008A-DC	54,01	UM66T08	3,19	XR2207CP	16,81
TEA6360T-SMD	43,20	TMS320C25FNL-PLCC68	42,72	UAA1008A-DP	32,40	UM66T19	3,12	XR2208CP	14,36
TEA6415B-ST	33,60	TMS320C25FNL-PLCC68	42,72	UAA1008A-DP	32,40	UM66T19	3,12	XR2211CP	14,41
TEA6415C-ST	21,59	TMS3450N	10,80	UAA145	13,21	TMS3450N	3,60	XRA6418	9,60
TEA6170	18,46	TMS3700	38,40	UAA145-TFK	39,60	UM91215A	8,40	XRA7252	18,46
TEA6172	16,02	TMS3735N	57,59	UAA190	12,72	UM91215C	8,40	Y0251	30,00
TEA8302	78,00	TMS3763ANL28	117,60	UAA190	12,72	UM9151-3BT	5,40	Z80A-CTC	5,14
TEA8302-KIT	66,00	TMS570114ADW-SMD	48,16	UAA201P	14,41	UM9156	10,69	Z80ADART	6,55
TL022	3,12	TVL106/2	72,00	UAA2022	36,00	UM91611	13,88	Z80ADART	6,55
TL032	3,00	TVL106/3	74,40	UAA2022	36,00	UM91611	13,88	Z80ADART	6,55
TL051	3,00	TVL108-2	72,00	UAA4006BDP	48,00	UM91611	13,88	Z80ADART	6,55
TL061	1,80	TVL108-4	62,40	UAA4006BDP	48,00	UM91611	13,88	Z80ADART	6,55
TL062ACP-TI	1,80	TVL108-5	62,40	UAA4006BDP	48,00	UM91611	13,88	Z80ADART	6,55
TL062CN	2,03	TVL11	72,00	UAA4006BDP	48,00	UM91611	13,88	Z80ADART	6,55
TL064	2,17	TVL115/02	72,00	UAA4006BDP	48,00	UM91611	13,88	Z80ADART	6,55
TL066-DIL8-RFT	2,40	TVL116	72,00	UAA4006BDP	48,00	UM91611	13,88	Z80ADART	6,55
TL071-SMD	2,68	TVL130	72,00	UAA4006BDP	48,00	UM91611	13,88	Z80ADART	6,55
TL071CN	2,77	TVL201	72,00	UAA4006BDP	48,00	UM91611	13,88	Z80ADART	6,55
TL072CN	2,40	TVL202	72,00	UAA4006BDP	48,00	UM91611	13,88	Z80ADART	6,55
TL074CN-MBR	3,60	TVL402	66,00	UAA4006BDP	48,00	UM91611	13,88	Z80ADART	6,55
TL080	3,00	TVL57/3	48,00	UAA4006BDP	48,00	UM91611	13,88	Z80ADART	6,55
TL081-ST	1,92	TVL81	39,60	UAA4006BDP	48,00	UM91611	13,88	Z80ADART	6,55
TL082(6)	1,92	TVL82	40,80	UAA4006BDP	48,00	UM91611	13,88	Z80ADART	6,55
TL082-SMD	3,00	TVL81	39,60	UAA4006BDP	48,00	UM91611	13,88	Z80ADART	6,55
TL082-ST	2,17	TVL82	40,80	UAA4006BDP	48,00	UM91611	13,88	Z80ADART	6,55
TL082CN	2,17	TVL96	54,01	UAA4006BDP	48,00	UM91611	13,88	Z80ADART	6,55
TL083-RFT	2,12	TVL96/2	51,61	UAA4006BDP	48,00	UM91611	13,88	Z80ADART	6,55
TL084	2,40	TVL96/3	51,61	UAA4006BDP	48,00	UM91611	13,88	Z80ADART	6,55
TL084(6)	1,80	U106BS	21,87	UAA4006BDP	48,00	UM91611	13,88	Z80ADART	6,55
TL084CL7641	1,54	U1115	11,54	UAA4006BDP	48,00	UM91611	13,88	Z80ADART	6,55
TL431	1,92	U117	9,60	UAA4006BDP	48,00	UM91611	13,88	Z80ADART	6,55
TL431-PANASONIC	1,92	U120M-TFK	6,41	UAA4006BDP	48,00	UM91611	13,88	Z80ADART	6,55
TL494	4,80	U1413	8,21	UAA4006BDP	48,00	UM91611	13,88	Z80ADART	6,55
TL497	9,60	U2008B	12,00	UAA4006BDP	48,00	UM91611	13,88	Z80ADART	6,55
TL705ACP-MBR	4,55	U2008B	12,00	UAA4006BDP	48,00	UM91611	13,88	Z80ADART	6,55
TL705BCP	4,55	U2008B	12,00	UAA4006BDP	48,00	UM91611	13,88	Z80ADART	6,55
TL783C	21,59	U210B	18,01	UAA4006BDP	48,00	UM91611	13,88	Z80ADART	6,55
TL819	16,02	U211B	12,00	UAA4006BDP	48,00	UM91611	13,88	Z80ADART	6,55
TL8271	4,80	U214D	2,56	UAA4006BDP	48,00	UM91611	13,88	Z80ADART	6,55
TL8272-SMD	4,27	U217B	9,00	UAA4006BDP	48,00	UM91611	13,88	Z80ADART	6,55
TL827CP	4,27	U234B	9,00	UAA4006BDP	48,00	UM91611	13,88	Z80ADART	6,55
TL8274	7,20	U2400	9,60	UAA4006BDP	48,00	UM91611	13,88	Z80ADART	6,55
TL827L2	3,60	U2401	14,41	UAA4006BDP	48,00	UM91611	13,88	Z80ADART	6,55
TL827M2	3,73	U2401B	14,41	UAA4006BDP	48,00	UM91611	13,88	Z80ADART	6,55
TL827M4	5,64	U2402B	21,59	UAA4006BDP	48,00	UM91611	13,88	Z80ADART	6,55
TL8555	1,68	U2438-TFK	7,20	UAA4006BDP	48,00	UM91611	13,88	Z80ADART	6,55
TL84201	36,00	U2510-TFK	12,00	UAA4006BDP	48,00	UM91611	13,88	Z80ADART	6,55
TL84201-A1	36,00	U257B	7,20	UAA4006BDP	48,00	UM91611	13,88	Z80ADART	6,55
TL84205	36,00	U257B	7,20	UAA4006BDP	48,00	UM91611	13,88	Z80ADART	6,55
TLF14567F/A	264,03	U2829B	12,00	UAA4006BDP	48,00	UM91611	13,88	Z80ADART	6,55
TLF14568F/A	272,25	U2831	10,80	UAA4006BDP	48,00	UM91611	13,88	Z80ADART	6,55
TLF14569F/A	286,40	U2840	10,80	UAA4006BDP	48,00	UM91611	13,88	Z80ADART	6,55
TLF15548F	384,90	U318M	18,01	UAA4006BDP	48,00	UM91611	13,88	Z80ADART	6,55
TLF70148A	222,00	U321	14,87	UAA4006BDP	48,00	UM91611	13,88	Z80ADART	6,55
TLF70152	186,00	U327M2	18,01	UAA4006BDP	48,00	UM91611	13,88	Z80ADART	6,55
TLF70161B	102,00	U329M-TFK	33,60	UAA4006BDP	48,00	UM91611	13,88	Z80ADART	6,55
TLF70162B	81,60	U334M-TFK	144,00	UAA4006BDP	48,00	UM91611	13,88	Z80ADART	6,55
TLF70236	222,00	U336M	57,59	UAA4006BDP	48,00	UM91611	13,88	Z80ADART	6,55
TLF9061	5,40	U353M-TFK	36,00	UAA4006BDP	48,00	UM91611	13,88	Z80ADART	6,55
TLF950	8,40	U3661M	14,41	UAA4006BDP	48,00	UM91611	13,88	Z80ADART	6,55
TLF980	27,86	U3870	79,20	UAA4006BDP	48,00	UM91611	13,88	Z80ADART	6,55
TLF981	23,99	U401B	13,00	UAA4006BDP	48,00	UM91611	13,88	Z80ADART	6,55
TLF982	4,20	U4030B	8,55	UAA4006BDP	48,00	UM91611	13,88	Z80ADART	6,55
TLF983	1,80	U4058B	12,82	UAA4006BDP	48,00	UM91611	13,88	Z80ADART	6,55
TLF984	14,41	U4076	8,21	UAA4006BDP	48,00	UM91611	13,88	Z80ADART	6,55
TLF985	1,80	U4080	12,00	UAA4006BDP	48,00	UM91611	13,88	Z80ADART	6,55
TLF986	1,80	U416B	3,60	UAA4006BDP	48,00	UM91611	13,88	Z80ADART	6,55
TLF987	1,80	U418	8,21	UAA4006BDP	48,00	UM91611	13,88	Z80ADART	6,55
TLF988	1,80	U420B	39,60	UAA4006BDP	48,00	UM91611	13,88	Z80ADART	6,55
TLF989	1,80	U427B	9,60	UAA4006BDP	48,00	UM91611	13,88	Z80ADART	6,55
TLF990	1,80	U4439	9,00	UAA4006BDP	48,00	UM91611	13,88	Z80ADART	6,55
TLF991	1,80	U4490	40,80	UAA4006BDP	48,00	UM91611	13,88	Z80ADART	6,55
TLF992	1,80	U4606B	57,59	UAA4006BDP	48,00	UM91611	13,88	Z80ADART	6,55
TLF993	1,80	U4646	57,59	UAA4006BDP	48,00	UM91611	13,88	Z80ADART	6,55
TLF994	1,80								

W prenumeracie taniej 3.95zł

Wkupując roczną prenumeratę miesięcznika ELEKTRONIK HOBBY płacisz 47.40zł. Za te same 12 kolejnych numerów w kiosku musisz zapłacić 66.00zł, a więc jako prenumeratę zaoszczędzisz 18.60zł, czyli trzy numery EH masz w prezencie.

Warunki prenumeraty

1. Proponujemy prenumeratę 12 kolejnych numerów miesięcznika ELEKTRONIK HOBBY. Prenumeratę można rozpocząć od dowolnego numeru.
2. Aby zamówić prenumeratę EH należy na zamieszczonym obok blankiecie dokonać wpłaty 47.40zł. na konto wydawnictwa (3.95zł x 12 = 47.40zł).
3. Wydawnictwo zapewnia dla prenumeratorów niezmienną cenę EH w przypadku wzrostu ceny pisma w sprzedaży kioskowej.
4. W cenę prenumeraty wliczony jest koszt wysyłki.
5. Zamieszczony obok blankiet należy wypełnić drukowanymi literami podając imię, nazwisko (nazwa firmy) i dokładny adres.
6. W celu otrzymania faktury VAT należy wypełnić odpowiednią rubrykę na odwrocie blankietu.
7. Każdy z prenumeratorów otrzymuje:
a) regularną dostawę EH pod wskazany adres
c) 20% zniżkę przy zakupie dowolnych płytek drukowanych i podzespołów ze specjalnej oferty handlowej EH

ELEKTRONIK

Odcinek dla poczty	Odcinek dla banku	Odcinek dla posiadacza rachunku	Odcinek dla wpłacającego
zł gr słownie złotych słownie groszy	zł gr słownie złotych słownie groszy	zł gr słownie złotych słownie groszy	zł gr słownie złotych słownie groszy
wpłacający..... dokładny..... adres	wpłacający..... dokładny..... adres	wpłacający..... dokładny..... adres	wpłacający..... dokładny..... adres
Na r-k ul. Junaków 2, 82-300 Elbląg	Na r-k ul. Junaków 2, 82-300 Elbląg	Na r-k ul. Junaków 2, 82-300 Elbląg	Na r-k ul. Junaków 2, 82-300 Elbląg
Nazwa banku PKO B.P. o/ Elbląg	Nazwa banku PKO B.P. o/ Elbląg	Nazwa banku PKO B.P. o/ Elbląg	Nazwa banku PKO B.P. o/ Elbląg
Nr r-ku 10201752-97781-270-1	Nr r-ku 10201752-97781-270-1	Nr r-ku 10201752-97781-270-1	Nr r-ku 10201752-97781-270-1
Datownik Pobrano opłatę zł	Datownik Pobrano opłatę zł	Datownik Pobrano opłatę zł	Datownik Pobrano opłatę zł
..... podpis przyjmującego	 podpis przyjmującego	 podpis przyjmującego	 podpis przyjmującego

Blankiet na przedpłatę	Blankiet na przedpłatę	Blankiet na przedpłatę	Blankiet na przedpłatę																																																																																
Prenumerata EH ☐ TAK 12nr x 3.95zł = 47.40zł ☐ NIE	Prenumerata EH ☐ TAK 12nr x 3.95zł = 47.40zł ☐ NIE	Prenumerata EH ☐ TAK 12nr x 3.95zł = 47.40zł ☐ NIE	Prenumerata EH ☐ TAK 12nr x 3.95zł = 47.40zł ☐ NIE																																																																																
Jesteśmy płatnikiem VAT - upoważnia- my PRESS-POLSKA do wystawienia faktury VAT bez naszego podpisu NIP <table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table> Podpis i pieczęć osoby upoważnionej																					Jesteśmy płatnikiem VAT - upoważnia- my PRESS-POLSKA do wystawienia faktury VAT bez naszego podpisu NIP <table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table> Podpis i pieczęć osoby upoważnionej																					Jesteśmy płatnikiem VAT - upoważnia- my PRESS-POLSKA do wystawienia faktury VAT bez naszego podpisu NIP <table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table> Podpis i pieczęć osoby upoważnionej																					Jesteśmy płatnikiem VAT - upoważnia- my PRESS-POLSKA do wystawienia faktury VAT bez naszego podpisu NIP <table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table> Podpis i pieczęć osoby upoważnionej																				

Przykład drugi!

Blankiet na przedpłatę	
Prenumerata EH 12nr x 3.95zł = 47.40zł	☒ TAK ☐ NIE
Jesteśmy płatnikiem VAT - upoważniamy PRESS-POLSKA do wystawienia faktury VAT bez naszego podpisu	
NIP	Podpis i pieczęć osoby upoważnionej

Blankiet na przedpłatę

Prenumerata EH

12nr x 3.95zł = 47.40zł

☐ TAK
 ☒ NIE

89C2051 x 1

= 24.00zł + program P1006

Płytki 1000 x 1

= 10.00zł

Płytki 1001 x 1

= 3.00zł

Program P1000 x 1 = 18.30zł

Razem:

55.30zł

Jesteśmy płatnikiem VAT - upoważnia-
my PRESS-POLSKA do wystawienia
faktury VAT bez naszego podpisu

NIP

Podpis i pieczęć
osoby upoważnionej

Płytki drukowane za darmo

ELEKTRONIK HOBBY podobnie jak **Nowy Elektronik** oferuje dla swoich Czytelników **ZA DARMO** dowolnie wybraną płytkę drukowaną, której projekt zamieszczony jest na stronie 30,31. Na stronach tych zamieszczone są projekty płytek drukowanych do większości układów opublikowanych na łamach EH.

Aby otrzymać wybraną płytkę drukowaną należy wysłać na adres redakcji EH zamówienie ze strony 55 z naklejonym kuponem z ostatniej strony okładki. Dołączyć zaadresowaną kopertę zwrotną z naklejonym znaczkiem pocztowym o nominale 1zł.

ELEKTRONIK HOBBY, ul. Junaków 2, 82-300 Elbląg

Oferta Specjalna Elektronik Hobby

Pozycje z specjalnej oferty handlowej można zamawiać na dwa sposoby:

SPOSÓB PIERWSZY Listownie, telefonicznie, e-mail. Do wysyłanych przesyłki doliczany jest koszt pobrania pocztowego 7zł.

SPOSÓB DRUGI. Przedpłata- wypisać na odwrocie blankietu dla prenumeratorów zamawiane pozycje i przekazać za pośrednictwem banku lub poczty wyliczona kwota pieniężna na konto wydawnictwa. Minimalne zamówienie nie może być niższe niż 15zł. Tak zamówione elementy wysyłane są na koszty wydawnictwa.

Podane ceny zawierają podatek VAT.

A - symbol elementu, B - nr Elektronik Hobby, C - cena detaliczna, D - Cena dla prenumeratorów

Mikroprocesory			
A	B	C	D
89C51	1/2000	28.00	22.40
89C52	1/2000	29.00	23.20
89C2051	1/2000	24.00	19.20
ST62T10	1/2000	24.00	19.20
Programy do procesorów			
P1000	1/2000	18.30	14.64
P1006	1/2000	18.30	14.64

Płytki drukowane			
1000	1/2000	10.00	8.00
1001	1/2000	3.00	2.40
1002	1/2000	5.00	4.00
1002-1	1/2000	3.00	2.40
1003	1/2000	8.00	6.40
1004	1/2000	10.00	8.00
1004-1	1/2000	3.00	2.40
1006	1/2000	10.00	8.00

Najlepszy magazyn dla elektroników

6 **ELEKTRONIK**
NOWY Magazyn elektroników
ISSN 1653-7427 IND.3432-0
grudzień/styczeń • dwumiesięcznik • 8,50zł

Płytki drukowane za DARMO
szczegóły na str. 54

Laserowe Efekty Światłne

Automatyczna sekretarka telefoniczna
Automatyczny miernik napięcia stałego
Elektroniczna choinka
„Branża” przez zamknięte drzwi
Tania sonda napięciowa 0-19,9V
Układ kontroli pracy wentylatora CPU



KUPON
1/2000