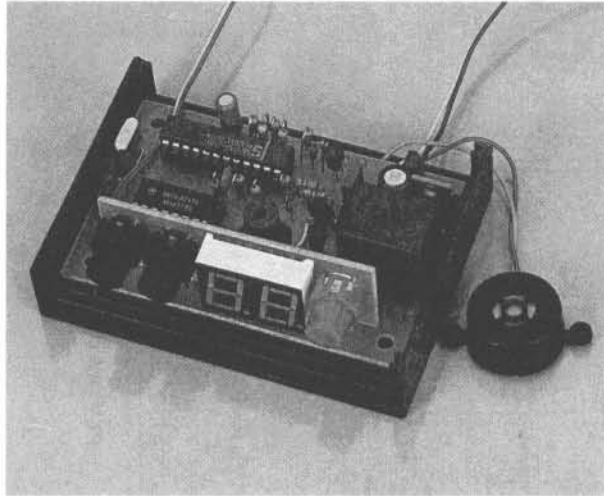


Czuwak - układ przeciwdziałający zaśnięciu za kierownicą

kit AVT-138

Niektórzy kierowcy, wybierając się w daleką podróż, decydują się na jazdę nocą. Mniejsza ilość pojazdów poruszających się po drogach pozwala na osiągnięcie większych prędkości jazdy, a więc szybsze dotarcie do celu. Pominąwszy dyskusję, czy rzeczywiście jazda nocą porą jest szybsza i bezpieczniejsza, na pewno mamy tu do czynienia z zakłóceniem naszego rytmu biologicznego i w nocy zawsze ogarnia nas senność. Co to oznacza dla kierowcy pojazdu, tego nie trzeba wyjaśniać. Czuwak, czyli układ chroniący przed zaśnięciem, dedykujemy wszystkim tym, którzy obawiają się zaśnięcia za kierownicą, a muszą kontynuować jazdę.



Zasada działania

Czuwaki są rozpowszechnione w niektórych środkach transportu. Pełnią rolę ciągłego kontrolera stanu czuwania kierującego, metodą świadomego potwierdzenia tego stanu. Po odezwaniu się sygnału dźwiękowego z brzęczyka, kierujący musi ten sygnał skasować przyciskiem. Brak reakcji prowadzącego po określonym czasie wymusza akcję hamowania ruchu pojazdu.

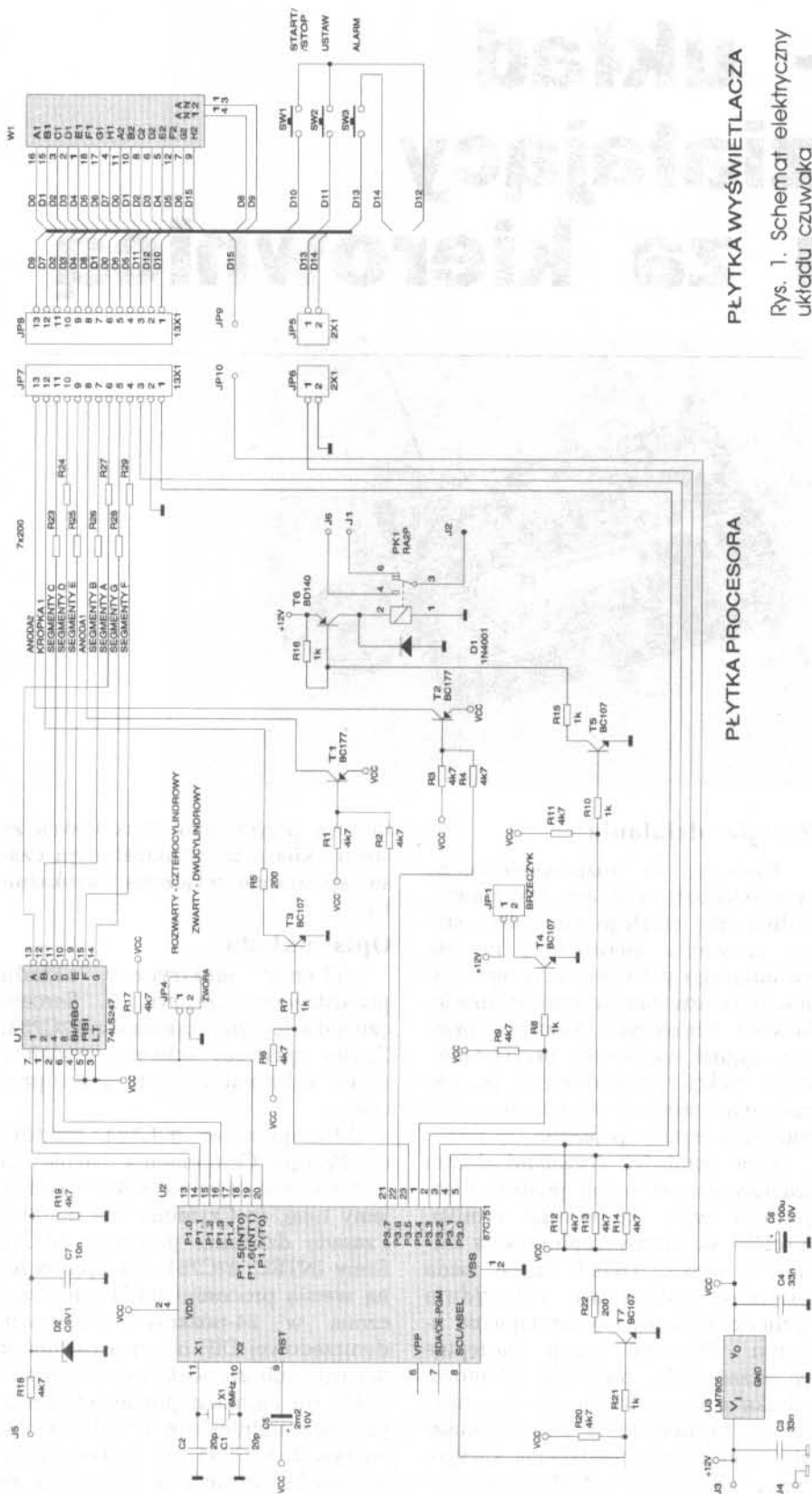
Czas pomiędzy sygnałami alarmu uzależniono od zmian prędkości obrotowej wału korbowego silnika, a ściślej od liczby zapłonów w jednostce czasu. Układ ciągle bada prędkość obrotową i decyduje o zliczaniu czasu do wystąpienia alarmu. Zliczanie czasu następuje wówczas, gdy prędkość obrotowa silnika z pewną tolerancją nie zmienia się. Oznacza to, że pojazd porusza się z jednakową prędkością korygowaną tylko przez pofałdowanie terenu. Z własnej praktyki wiemy, że wtedy w samochodzie panują doskonałe warunki do zaśnięcia - jednostajny szum silnika i pusta droga przed nami. Po odliczeniu ustawionego wcześniej przez kierowcę czasu „do alarmu”, brzęczyk zaczyna piszczeć i powinien zostać wyłączony wyróż-

nionym przyciskiem. Brak reakcji ze strony kierowcy w określonym czasie spowoduje włączenie przełącznika.

Opis układu

Schemat elektryczny układu przedstawiono na **rys. 1**. Sercem czuwaka jest mikroprocesor 87C751. Zanim opiszemy schemat, podajmy nieco informacji o tym mikroprocesorze.

Mikroprocesor 87C751 produkcji Philips Components bazuje na architekturze układu 80C51. Przyjmujemy tutaj, że Czytelnik zna budowę i zasadę działania procesora 80C51 firmy INTEL. 87C751 jest uproszczoną wersją procesora 80C51, umieszczoną w 24-nóżkowej obudowie dwurzędowej DIP o rozstawie nóżek 0,3 cala lub 28-nóżkowej obudowie PLCC do montażu powierzchniowego. Jego architekturę przedstawiono na **rys. 2**. 87C751 jest wykonywany w dwóch wersjach: z okienkiem ze szkła kwarcowego do wielokrotnego programowania oraz, znacznie tańszej, bez tego okienka, do programowania jednokrotnego. Pierwsza wersja ma zastosowanie w procesie uruchamiania programu, zaś w drugiej zapisuje się docelowy program użytkowy. 87C751 ma 2kB pamięci



PLYTKA WYŚWIETLACZA

PLYTKA PROCESORA

Rys. 1. Schemat elektryczny układu czuwaka

wbudowano dwa inne tryby obniżające pobór mocy:

- tryb uśpienia (ang. idle mode)
- jednostka centralna jest wyłączona, wykonywanie przez nią rozkazów jest wstrzymane, zawartość wewnętrznej pamięci RAM jest zachowana i układy czasowe pracują, opuszczenie tego trybu i przejście do trybu pracy normalnej zachodzi po wystąpieniu dowolnego, acz aktywnego przerwania albo restartu procesora;
- tryb mocy minimalnej (ang. power-down mode) - zegar procesora jest zatrzymany, podtrzymuje się tylko zawartość wewnętrznej pamięci RAM oraz portów, jedynie restart procesora powoduje zakończenie tego trybu pracy.

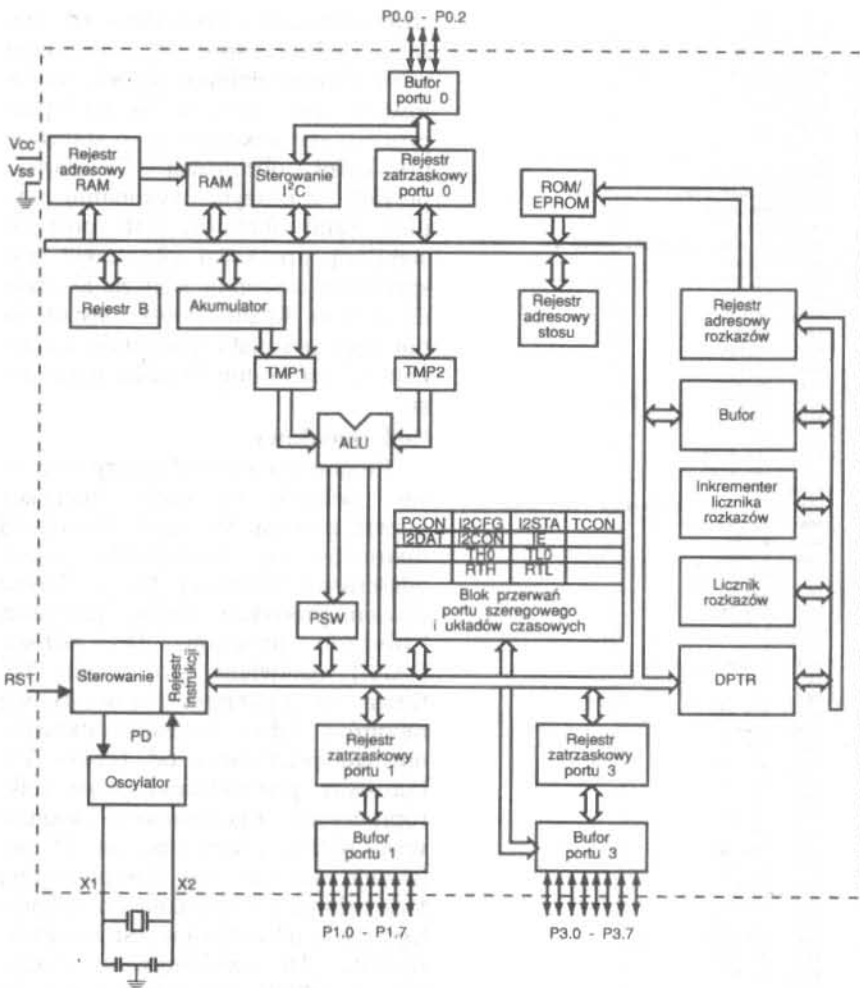
Zakres stosowanych częstotliwości pracy zegara jest szeroki: od 0,5MHz do 16MHz. Pobór prądu jest silnie zależny od częstotliwości zegara, co pokazano na rys. 3. Procesor 87C751 ma wbudowany interfejs I2C, zapewniający mu komunikację w prostej sieci układów posiadających ten interfejs. 16-bitowy licznik/zegar z możliwością autoładowania oraz 12-bitowy zegar (dostępny, gdy interfejs I2C jest nieaktywny) pozwalają odmierzać czas, mierzyć szerokość impulsu lub częstotliwość. Układ przerwań jest priorytetowy, przerwania pochodzą z pięciu źródeł: T0, T1, I2C, INT0, INT1. Liczba linii wejścia-wyjścia jest ograniczona do 19, z zachowaniem nazw z procesora 80C51, większość z nich ma zdublowane funkcje.

Procesor 87C751 można zaliczyć do klasy tzw. procesorów insektywnych, małych „pchełek“, przeznaczonych do nieskomplikowanych sterowników w sprzęcie powszechnego użytku i w zastosowaniach przemysłowych.

Do portów mikroprocesora podłączono układy komunikacji z otoczeniem. Linie P1.0 do P1.3 sterują transkoderem 74LS247 kodu BCD na kod wskaźnika siedmiosegmentowego. W układzie zrealizowano wyświetlanie sekwencyjne dwucyfrowego wskaźnika. Linie P3.7 i P3.6, poprzez bufony zbudowane na tranzystorach T1 i T2, kontrolują wyświetlanie odpowiednio lewej i prawej cyfry wskaźnika. Linia P1.7 pełni tu rolę wejścia T0 timera T0 znanego z procesora 8051, zliczającego impulsy zapłonowe w jednostce czasu. Linia P3.4 steruje brzęczykiem, zaś sygnał na linii

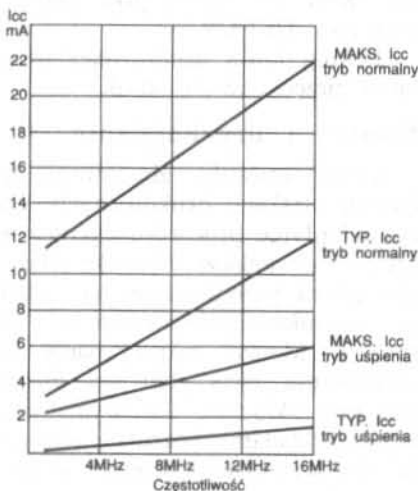
EPROM, jego odmiana oznaczona 83C751 - 2kB ROM, programowane maską. Rejestry specjalne (ang. SFR - special function register) są fragmentem 64-bajtowej wewnętrznej pamięci RAM użytkownika. Jak wszystkie procesory wykonane w tech-

nologii CMOS (litera C w oznaczeniu), tak i ten procesor cechuje się niskim poborem prądu: mniej niż 11mA przy częstotliwości zegara 12MHz dla normalnego trybu pracy. Oprócz normalnego trybu pracy, oznaczającego pełną aktywność architektury,



Rys. 2. Architektura procesora 87C751

P3.3 przełącza przełącznik w sytuacji, gdy nie ma reakcji ze strony kierowcy na włączony alarm. Zastosowany przełącznik RA2P może być zastąpiony innym z serii RA2, zależnie od potrzeb. Proponujemy włączanie nim świateł awaryjnych, ewentualnie sygnału dźwiękowego,



Rys. 3. Zależność poboru prądu zasilania od częstotliwości zegara

można też jednocześnie wyłączać zapłon. Na płycie czołowej, oprócz wyświetlacza, zgrupowano trzy przyciski sterujące:

- „START/STOP” - włącza/wyłącza aktywny tryb czuwaka,
- „USTAW” - ustawia czas „do alarmu”,
- „ALARM” - wyłącza alarm.

Przyciski te są podłączone odpowiednio do linii P3.2, P3.1, P3.0. Linia P3.5 steruje kropką lewego wyświetlacza, zaś linia SCL/ASEL/P0.0 kropką prawego wyświetlacza.

Po naszych drogach jeżdżą przeważnie samochody dwu- i czterocyldrowe, które różnią się liczbą zapłonów przypadających na jeden obót wału korbowego. Na linię P1.6 podaje się zatem informację o rodzaju silnika, z którym układ czuwaka będzie współpracował. Program uwzględnia to podczas obliczania prędkości obrotowej.

Generalnie przyjęto zasadę, że stanem aktywnym na wyjściach procesora jest stan niski. Występujący częściej stan nieaktywny powi-

nien być stanem, kiedy pobór prądu jest niższy, a taką sytuację zapewnia stan wysoki.

Program

Program zawarty w wewnętrznej pamięci EPROM procesora realizuje następujące funkcje:

- wyświetlanie aktualnej prędkości obrotowej silnika,
- ustawianie czasu „do alarmu”,
- włączanie brzęczyka i wyłączenie alarmu,
- włączanie i wyłączenie aktywnego trybu czuwaka,
- przełączanie przełącznika po zażnięciu kierowcy.

Po włączeniu zasilania urządzenie automatycznie mierzy prędkość obrotową silnika i tryb czuwania jest nieaktywny. Po naciśnięciu przycisku START/STOP aktywny tryb czuwania jest włączony. Na wyświetlaczu świeci się wtedy kropka dzielona prawej cyfry. Program od tej chwili bada obroty silnika pod kątem ich niezmienności i jeśli spełniony jest warunek stabilnej prędkości z zadaną tolerancją zaczyna odliczać uprzednio ustawiony czas do alarmu. Czas ten jest zmieniany skokowo przyciskiem USTAW. Na wyświetlaczu pojawia się jego wielkość wyrażona w minutach. W tej wersji programu czas do alarmu zmienia się w zakresie od jednej do pięciu minut ze skokiem co minutę. Po odliczeniu czasu do alarmu następuje włączenie brzęczyka. Teraz jest odliczany czas do włączenia przełącznika. Wstępnie jest on ustawiony na jedną minutę. Jeżeli do tego czasu alarm nie zostanie skasowany przyciskiem ALARM, nastąpi włączenie przełącznika. Wyłączenie przełącznika jest jednak nadal możliwe poprzez skasowanie alarmu.

Prędkość obrotowa jest mierzona w czasie 0,6s i za ten czas jest uśredniona, stąd wynik prezentowany na wyświetlaczu jest wyrażony w setkach obrotów na minutę. Wydłużenie czasu pomiaru w przypadku występującej tu niestacjonarności wielkości pomiarowej nie ma sensu, gdyż tak zmierzona wartość średnia niedokładnie odda nam faktyczną wartość chwilową prędkości obrotowej silnika. Jednak taki wynik pomiaru uznany tu za wartość chwilową prędkości obrotowej jest za mało dokładny, aby poprawnie wnioskować, kiedy włączyć proces odliczania czasu do alarmu. Wartość

```

.....
* program sterownika czuwaka *
* wartości zmiennych dla częstotliwości *
* zegara 6MHz *
.....
org 00h
setb 0abh ;odblokowanie przerwania od T1
setb 0afh ;oblokowanie systemu przerwań
nop ;te wektory przerwań są puste
nop
nop
nop
nop
nop
nop
nop
nop
nop
nop
nop
nop
nop
nop
nop
nop
nop
nop
nop
nop
dal00: ajmp t1 ;obsługa przerwania układu T1
        setb 0abh
        setb 0dch
        setb 0afh
        setb 8eh
        setb 8ch
        clr p3.3
        clr p3.4
        clr p0.0
        mov 15h,#00h
        mov 16h,#00h
        mov 20h,#00h
        mov 22h,#00h
        mov 21h,#0ah
        mov 2ah,#0f1h ;1 minuta
        mov 2ch,#00h
        mov 10h,#0f0h
        mov 11h,#0f0h
dal01: acall obroty ;wyświetlanie obrotów
        jnb p3.2,dal02 ;bez alarmu
        ajmp dal01
dal02: acall czas
        jnb p3.2,dal02
        setb p0.0
        mov 2ch,#0fh ;włączenie obróbki
        mov 25h,#03h
dal01: mov 3ah,#0ffh
dal00: mov 2bh,#0ffh
dal04: acall czas ;wyświetlanie czasu na stałe
        jnb p3.1,dal03 ;obroty
        djnz 2bh,dal04
        djnz 3ah,dal0
        djnz 25h,dal01
        ajmp dal05
dal03: mov a,2ah ;ustawianie czasu
        cjne a,#0f5h,dal06
        mov 2ah,#0f1h
        mov 21h,#0ah
dal08: mov 2bh,#0ffh
        mov 3ah,#0ffh
        mov 25h,#03h
dal07: acall czas
        jnb p3.1,dal07
        acall czas
        ajmp dal04
dal6: inc 2ah
        mov a,21h
        add a,#0ah
        mov 21h,a
        ajmp dal08
dal05: acall obroty ;cała obróbka
        jnb p3.2,dalx0
        jnb p3.0,dalx1
        ajmp dal05
dalx0: mov 15h,#00h ;wyłączenie funkcji alarm
        mov 16h,#00h
        mov 2ch,#00h
        mov 20h,#00h
        mov 22h,#00h
        clr p0.0
dalx2: acall obroty
        jnb p3.2,dalx2
        ajmp dal01
dalx1: clr p3.4 ;wyłączenie alarmu
        clr p3.3
dalx3: acall obroty
        jnb p3.0,dalx3
        ajmp dal05

; obsługa przerwania od układu czasowego T1
t1: setb 0ddh
     inc r5
     cjne r5,#02h,t10x
     mov r5,#00h
     inc r4
     cjne r4,#96h,t10x
     mov r4,#00h
     acall obob
     mov a,2ch
     cjne a,#0fh,t10

inc 20h
mov a,r7
add a,15h
mov 15h,a
jc sum1
ajmp sum2
t10x: ajmp t10
sum1: inc 16h
      clr c ;suma co 0.6s do 6s
sum2: mov a,20h
      cjne a,#0ah,t10
      mov 20h,#00h
      inc 22h
      mov r2,31h ;komparacja co 6s
      mov r3,30h
      mov r0,16h
      mov r1,15h
      acall dej0
      jc nsre
      mov r2,16h
      mov r3,15h
      mov r0,32h
      mov r1,33h
      acall dej0
      jc nsre
kret: mov 15h,#00h
      mov 16h,#00h
      ajmp t20
nsre: clr c ;obliczanie nowej średniej
      mov 22h,#00h
      mov a,15h
      subb a,#0ah
      jc odej1
      mov 33h,a
      mov 32h,16h
nsre1: mov a,15h
      clr c
      add a,#0ah
      jc dod1
      mov 30h,a
      mov 31h,16h
      ajmp kret
odej1: dec 16h
      mov 32h,16h
      mov 33h,a
      inc 16h
      ajmp nsre1
dod1: inc 16h
      mov 31h,16h
      mov 30h,a
      ajmp kret
t20: mov a,22h
      cjne a,21h,t10
      mov 22h,#00h
      jb p3.4,t21
      setb p3.4
      reti
t21: setb p3.3
t10: reti

; procedura obliczania liczby obrotów na minutę
obob: mov a,8ah ;w ACC młodszy bajt
      mov 8ah,#00h ;zerowanie układu
      ;zasobowego
      jb p1.6,ob1 ;silnik 274-cylindrowy
      ajmp ob2 ;silnik 4-cylindrowy
      rrc a ;silnik 2-cylindrowy
ob1: mov r6,#00h
ob2: mov r7,a
ob5: cjne a,#0ah,ob3
      inc r6
      mov a,#00h
      ajmp ob6
ob3: jnc ob4
ob6: orl a,#0f0h
      mov 11h,a
      mov a,r6
      orl a,#0f0h
      mov 10h,a
      ret
ob4: subb a,#0ah
      inc r6
      ajmp ob5
obroty: mov p1,10h
        clr p3.7
        setb p3.7
        mov p1,11h
        clr p3.6
        setb p3.6
        nop
        nop
        nop
        nop
        reti
dej0: mov a,r3
      subb a,r1
      mov r1,a ;R1:=R3-R1
      mov a,r2
      subb a,r0
      mov r0,a ;R0:=R2-R0
      reti
czas: mov p1,2ah
      clr p3.6
      nop
      setb p3.6
      nop
      nop
      reti

```

chwilowa jest wyświetlana na bieżąco i jednocześnie jest uśredniana przez ostatnie dziesięć próbek pomiarowych, po czym co 6s następuje proces wnioskowania o stabilnej prędkości obrotowej. Tolerancja przyjęta w naszym wykonaniu wynosi ± 200 obr/min. Jeśli postulat stabilnej prędkości obrotowej jest spełniony, następuje odliczanie czasu do alarmu. Każdorazowe niespełnienie tego postulatu powoduje zatrzymanie i zerowanie licznika tego czasu.

Kod źródłowy

Program w ogólnym zarysie daje się podzielić na część inicjującą i część główną. W części inicjującej dokonuje się ustawienia grupy właściwych przerwań. Część główna zawiera procedury obsługi przerwań i bieżący program. Do adresu DAL01 ustawiane są: licznik T0, timer T1 i parametry początkowe rejestrów. Adres T1 zapoczątkowuje obsługę przerwania od timera T1. Ponieważ przewidziano pracę mikroprocesora z generatorem zegarowym 6MHz, z przerwania od T1 pojawiają się co 2ms i w pierwszej fazie odlicza się czas 0.6s. Po upływie tego czasu odczytywana jest zawartość licznika T0 i wykonywany podprogram OBOB obliczający prędkość obrotową. Wynik działania tego podprogramu stanowi daną wejściową dla procedury OBROTY, która służy do sekwencyjnego wyświetlania aktualnej prędkości obrotowej silnika. Pod adresem 10H znajdują się tysiące, zaś pod 11H - setki obr/min. Program bieżący obsługuje klawiaturę. Podprogram CZAS jest wykonywany w procesie ustawiania czasu do alarmu przy pomocy przycisku USTAW.

Listing kodu źródłowego programu przedstawiono obok.

Montaż i uruchomienie

Układ czuwaka zbudowano na dwóch płytkach drukowanych: poziomej płytce procesora i pionowej płytce wyświetlacza. Mozaikę ścieżek obu płytek przedstawiono na wkładce, a rozmieszczenie elementów - na rys. 4. Montaż rozpoczynamy od wlotowania zwor, bowiem bieżą one pod układami scalonymi, następnie wkładamy pozostałe elementy. Nie wyrzucamy uciętych końcówek rezystorów, ponieważ mogą się przydać podczas uruchamiania. Pod układy scalone, szczególnie pod mik-

roprocesor, należy zastosować podstawki. Pojawić się może problem z zakupem 24-nóżkowej podstawki o rozstawie 0,3 cala, polecamy więc w jej miejsce włożenie trzech 8-nóżkowych (tak jak w modelu na zdjęciu), bądź kombinacji 16-nóżkowej z 8-nóżkową. Przy ich zakupie warto mieć ze sobą płytkę drukowaną procesora i na miejscu przymierzyć, czy wejdą bez szlifowania brzegów. Na płytce wyświetlacza przycisk „ALARM” jest wyróżniony kolorem czerwonym i umieszczony skrajnie z prawej strony. Sposób połączenia obu płytek drukowanych jest pokazany na fotografii oraz na rys. 5. Proponujemy najpierw włożyć wszystkie przewody złącza, łącznie z drutami wspornikowymi, ustawić płytki prostopadle do siebie, potem zalutować całość. Wyjątek stanowi para złącz JP9/JP10, którą prowadzimy miękkim przewodem z drugiego końca płytki procesora.

Jako transkoder kodu BCD na kod wskaźnika siedmiosegmentowego zastosowano układ 74LS247,

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

R1, R2, R3, R4, R6, R9, R11, R12, R13, R14, R17, R18, R19, R20: 4,7kΩ

R5, R22: 200Ω

R7, R8, R10, R15, R16, R21: 1kΩ

R23, R24, R25, R26, R27, R28, R29: 180Ω

Kondensatory

C1, C2: 20pF

C3, C4: 33nF

C5: 2,2μF/10V

C6: 100μ/10V

C7: 10nF

Półprzewodniki

D1: 1N4001

D2: C5V1

T1, T2: BC177

T3, T4, T5, T7: BC107

T6: BD140

U1: 74LS247

U2: 87C751

U3: LM7805

Różne

JP1: brzęczyk

JP4: zworca

JP5, JP6: 2x1

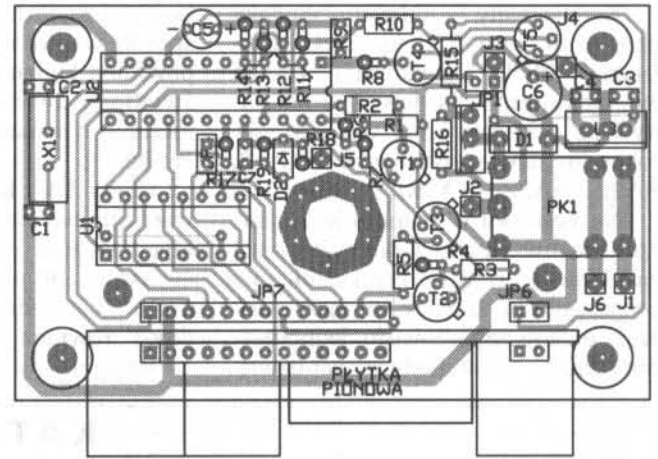
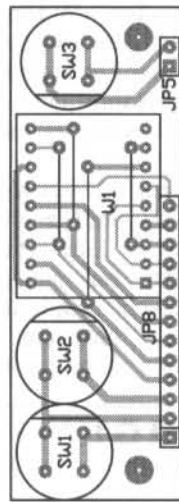
JP7, JP8: 13x1

PK1: RA2P

SW1, SW2, SW3: switch

W1: LTD6740

X1: 6MHz

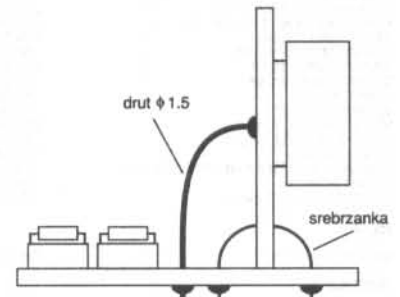


Rys. 4. Rozmieszczenie elementów na płytce czuwaka

pobór prądu egzemplarza na fotografii nie przekroczył wówczas 40mA. Zamiennie w jego miejsce można użyć 7447, ale trzeba liczyć się z podwojeniem wartości poboru prądu (w naszym urządzeniu wyniosła ona 86mA) oraz z charakterystycznym dla tego układu zmniejszeniem cyfr „6” i „9”. Układ stabilizatora U3 należy wtedy umieścić na niewielkim aluminiowym lub miedzianym, radiatorze. Jego brak może spowodować włączenie termicznego zabezpieczenia stabilizatora, czyli cykliczną pracę zasilania urządzenia.

Uruchomienie urządzenia zaczyna się od sprawdzenia poprawności montażu. Wlutowane podstawki ułatwią nam teraz uruchomienie, bowiem nie trzeba będzie obracać płytki, ażeby podłączyć się do badanego węzła. Ucięte końcówki rezystorów mogą stanowić końcówki sond, przez które podamy sygnały testowe.

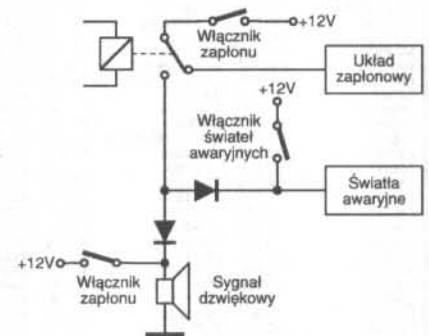
Przed włączeniem zasilania układy scalone powinny być wyjęte. Włączamy zasilanie i badamy wartość napięcia na nóżkach zasilających układy scalone. Jego brak oznacza zwarcie z masą lub uszkodzony układ U3, zbyt wysokie napięcie na jego wyjściu też oznacza uszkodzenie. Badamy poprawność wyświetlania na wyświetlaczach. W tym celu bazę tranzystora T1 (T2 w przypadku lewej cyfry) zwieramy do masy, podobnie do masy będziemy zwierać poszczególne katody segmentów na podstawie U1. Nie należy zbyt długo zapalać jednego segmentu z uwagi na sekwencyjny sposób sterowania wyświetlacza, wartości rezystancji rezystorów R23-R29 ograniczających prąd są bowiem mniejsze



Rys. 5. Sposób połączenia płytek

niż wartości rezystancji, jakie byłyby potrzebne do sterowania segmentów prądem stałym. Zwarcie do masy nóżek 8 lub 23 podstawki procesora powinno spowodować zaświecenie odpowiednich kropek diodowych. Podobnie sprawdzamy przełączanie przekaźnika - nóżka 2 do masy.

W pierwszej wersji układu czuwaka nie przewidziano rezystorów ograniczających R23-R29 i tę wersję widać na fotografii, natomiast publikowany projekt płytki drukowanej i schemat już je zawiera. Program jest napisany dla przypadku, gdy nie ma tych rezystorów, wystarczyło przyjąć odpowiednio krótki czas wyświetlania jednej cyfry.



Rys. 6. Przykładowe rozwiązanie układu sygnalizacji zaśnięcia kierowcy