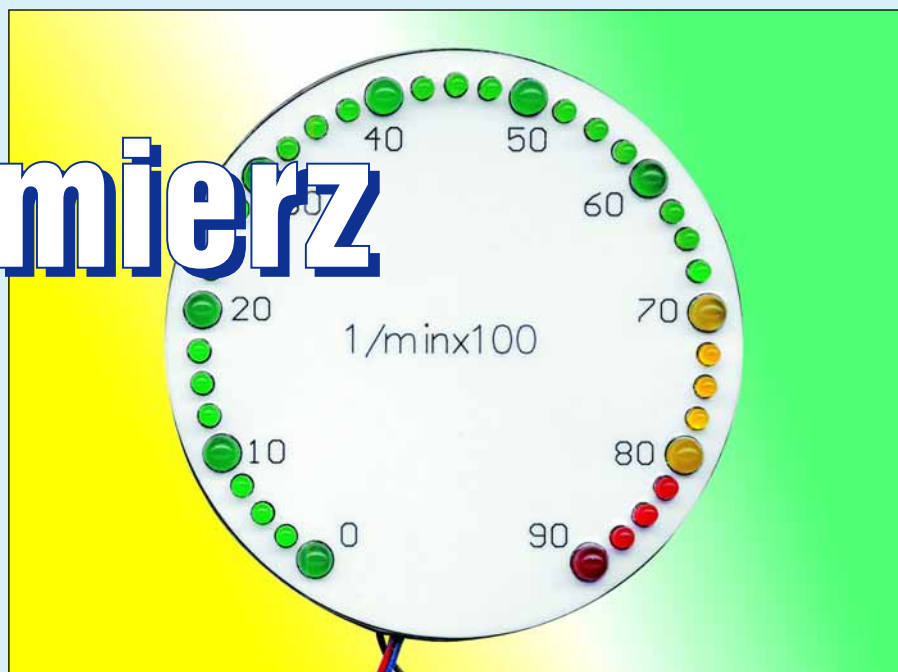




Obrotomierz



W samochodach z wytłumionymi silnikami jazda i przełączanie biegów na słuch stają się coraz trudniejsze, zwłaszcza przy braku stosownego obrotomierza. Jazda przy odpowiednim zakresie obrotów silnika sprzyja zmniejszeniu zużycia paliwa, oszczędza silnik oraz ogranicza zanieczyszczenie środowiska. Należy pamiętać, że maksymalne obroty nie zawsze prowadzą do osiągnięcia najwyższej mocy.

Opisany obrotomierz może znaleźć zastosowanie także jako dodatkowy, niepowtarzalny gadżet w samochodach, które mają fabryczne obrotomierze.

Układ został tak zaprojektowany, by była możliwa współpraca z silnikami dwu- lub czterocyndrowymi. Dzięki zastosowaniu techniki mikroprocesorowej jest łatwy w wykonaniu oraz nie wymaga kalibracji. Proste jest także podłączenie w dowolnym samochodzie, gdyż wykorzystywane są impulsy

z przerywacza cewki zapłonowej. Obrotomierz charakteryzuje maksymalny pomiar obrotów do 9000 [obr./min] oraz rozdzielczość 250 [obr./min], która z pewnością wystarczy.

Opis układu

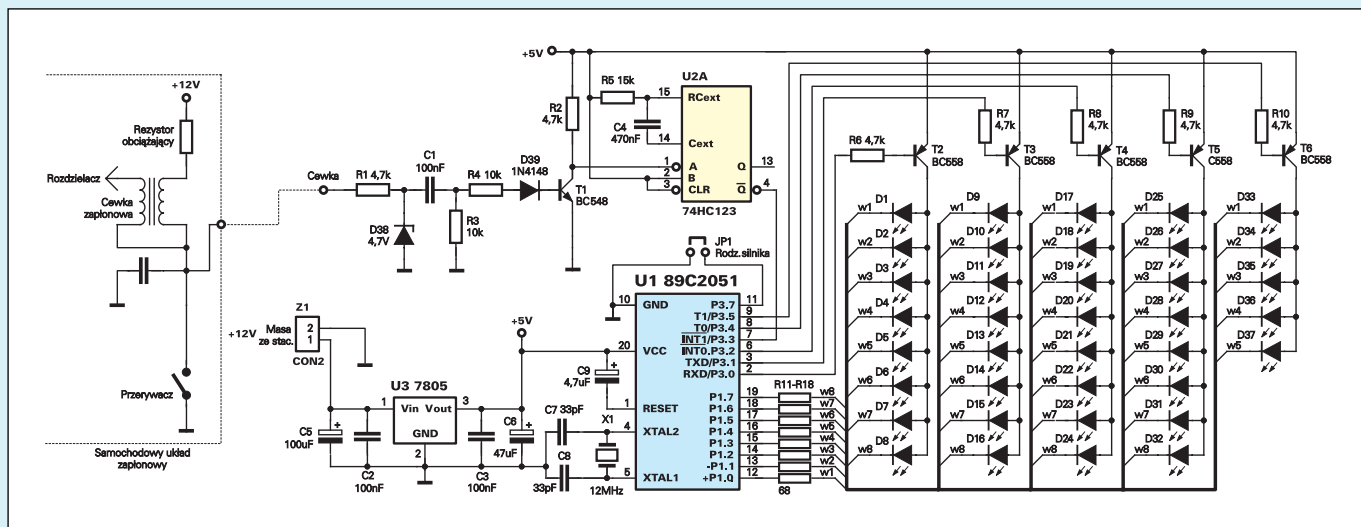
Na rysunku 1 przestawiony został schemat ideowy obrotomierza. Odbierane impulsy z przerywacza cewki zapłonowej zostają uformowane w układzie złożonym z elementów R1, R2, R3, R4, D38, D39, C1 oraz T1. Na kolektorze T1 uzyskuje się ujemne impulsy w takt pracy przerywacza. Impulsy te wyzwalają przerzutnik monostabilny U2A o stałej czasowej ok. 3ms. Ponieważ styki przerywacza skłonne są do drgań tak jak normalny przycisk, potrzebne okazało się wytłumienie tych drgań, gdyż impulsy z przerywacza wywołują przerwania INT1. Przy braku filtracji drgań styku przerywacza, przerwanie

byłoby wywoływane kilkakrotnie, co prowadziłoby do fałszywych pomiarów prędkości obrotowej. Tak więc dodatkowy przerzutnik U2A likwiduje wspomniane drgania, z którego wyjścia (Q) czysty impuls wywołuje przerwanie INT1. Stała czasowa tego przerzutnika nie może być zbyt duża, gdyż ograniczy to pomiar maksymalnych wartości obrotów i wynosi około 3ms, co umożliwia pomiar prędkości do 9000 [obr./min]. Pomiar prędkości obrotowej polega na pomiarze czasu pomiędzy impulsami na wejściu przerwanienia INT1 zgodnie ze wzorem:

$$\text{Obr [obr./min]} = [60 * (\text{częstotliwość kwarcu}/12)] / \text{ilość zliczonych impulsów}$$

Liczba zliczonych impulsów to wartość, którą zliczy wewnętrzny licznik pomiędzy dwoma impulsami na wejściu INT1. Zworka JP1 umożliwia wybór rodzaju silnika. Występują silniki, w których na jeden obrót wału

Rys. 1 Schemat ideowy



Listing 1

```

Do 'pętla główna programu
  If Pom_zak = 1 Then
    Disable Timer0
    Temp = Counter0
    Zm_pom = Zm_pom + Temp
    If Jp = 0 Then
      Temp = Temp / 2
    End If
    Wynik = Temp
    Reset Pom_zak
    Set Zez_pom
    Zm_pom = 0
    Licz_czas = 0
    Enable Timer0
  Else
    If Wynik > 0 And Br_syg = 65 Then
      Nop
      nop
      Decr Wynik
    End If
  End If
Loop
End

```

'jeżeli pomiar zakończony to
'zablokuj timer0
'odczytaj wartość timera0
'dodaj ja do wartości zmiennej zm_pom Temp = 6000000 / Zm_pom
'oblicz prędkość ze wzoru 60*1MHz/zm_pom
'jeżeli zwora założona to podziel
'wynik przez 2, gdy na obrót przypadają dwa zapłony
'zapisz wynik do zmiennej wynik
'zeruj flagę zezwolenia na obliczenie prędkości
'ustaw flagę zezwalającą na pomiar
'wyzeruj zmienne
'w przeciwnym wypadku
'jeżeli wynik >0 oraz wartość br_syg=65 to
'gdzie br_syg określa czas braku sygnału wej -
'po którym zmienna wyniku jest zmniejszana d
'zmniejsz zmienna wyniku
'koniec pętli głównej programu

korbowego przypadku jeden zapłon (silniki dwucylindrowe np. maluch czy cinquecento). Jeżeli w samochodzie będzie silnik czterocylindrowy, to na każdy obrót wału korbowego będą przypadać dwa zapłony. Tak więc otrzymany wynik prędkości obrotowej będzie trzeba dodatkowo podzielić przez 2, co ma miejsce przy założonej zworce JP1. Pozostałe porty mikrokontrolera wykorzystane zostały do sterowania diodami tworzącymi wyświetlacz obrazujący skalę obrotomierza. Ponieważ wyświetlacz składa się z 37 diod LED, potrzebne okazało się jego multipleksowanie. Port P1 steruje wierszami wyświetlacza, natomiast linie P3.5, P3.4, P3.2, P3.1, P3.0 sterują poprzez tranzystory T2-T6 jego kolumnami. Rezystory R11-R18 ograniczają prąd płynący przez diody do bezpiecznej wartości. Porty mikrokontrolera mają sporą wydajność w stanie niskim, dlatego też możliwe było sterowanie wierszami wyświetlacza bezpośrednio z portu. Stabilizator U3 ogranicza napięcie zasilające do potrzebnej wartości 5V. Elementy X1, C7, C8 odpowiedzialne są za poprawne taktowanie mikrokontrolera, natomiast kondensator C9 za poprawne zerowanie mikrokontrolera po włączeniu zasilania.

Program

Program na mikrokontroler napisany został w Bascomie i można go ściągnąć ze strony internetowej EdW. Chciałbym przedstawić tylko tę jego część, która odpowiedzialna jest za pomiar i obliczenie

prędkości obrotowej, gdyż można ją będzie wykorzystywać także przy innych pomiarach. Na **listingu 1** przedstawiona została pętla główna programu. W tej pętli dokonywane są przeliczenia zliczonych impulsów - na prędkość obrotową. Po ustawieniu w przerwaniu INT1 flagi *Pom_zak* dokonywane są obliczenia zgodnie z powyżej zamieszczonym wzorem. Jeżeli zworka JP1 jest założona, dodatkowo wynik dzielony jest przez 2. Po dokonaniu przeliczeń zmierzona wartość obrotowa przechowywana jest w zmiennej *wynik*. Podczas braku impulsów (przy zgaśnięciu silnika) mogłoby się zdarzyć, że nie będzie wywoływane już przerwanie INT1 i w

zmiennej *wynik* zostanie wcześniej obliczona wartość. Wartość ta będzie wtedy wyświetlana, gdy silnik nie pracuje, co jest zachowaniem nieprawidłowym. Aby temu zapobiec, przy braku impulsów na wejściu INT1 przez kilkadziesiąt milisekund zmienna *wynik* jest stopniowo zmniejszana do zera. Będzie to powodować stopniowe wygaszanie wskazań obrotomierza. **Listing 2** przedstawia przerwanie od *timer0*, który zlicza impulsy pomiędzy przerwaniami INT1. Przerwanie to jest wywoływane po przepelnieniu 16-bitowego licznika, gdyż jako taki został skonfigurowany *timer0*. W przerwaniu tym dodawana jest wartość pojemności licznika do

Listing 2

```

Zw_licz_czasu:
  Zm_pom = Zm_pom + 65536
  Incr Licz_czas
  If Licz_czas = 10 Then
    Stop Timer0
    Set Zez_pom
    Br_syg = 0
  End If
Return

```

'przerwanie przepełnienia timera0
'dodaj wartość 65536 (licznik pracuje jako 16-bitowy)
'zwiększ zmienna licz_czas
'jeżeli wartość tej zmiennej osiągnie 10 to
'zatrzymaj timer0
'ustaw flagę zezwolenia na pomiar
'wyzeruj zmienna br_syg

Listing 3

```

Pomiar:
  If Zez_pom = 1 Then
    Counter0 = 0
    Start Timer0
    Reset Zez_pom
  Else
    Stop Timer0
    Set Pom_zak
  End If
  Br_syg = 0
Return

```

'przerwanie od wejścia int1
'jeżeli flaga zezwolenia pomiaru ustawiona to
'wyzeruj timer0
'start timer0
'wyzeruj flagę zezwolenia na pomiar
'w przeciwnym wypadku
'zatrzymaj timer0
'ustaw flagę pomiar zakończony

zmiennej przechowującej zmierzone impulsy pomiędzy przerwaniem. Dodatkowa zmienna *Licz_czas* zabezpiecza układ przed tylko jednym impulsem na wejściu INT1 (wyzwolenie pomiaru a brak jego zakończenia). Osiągnięcie wartości 10 przez tę zmienną automatycznie kończy pomiar. Na **listingu 3** widoczne jest przerwanie od INT1. Pierwsze wyzwolenie tego przerwania wyzwala pomiar (włączenie *timer0*), a następne wyłącza *timer0*, kończąc tym samym

pomiar. Po zakończeniu pomiaru ustawiana jest także flaga zezwolenia na obliczenie prędkości obrotowej. Dalsza część programu obrotomierza składa się z wyliczenia progów zapalenia diod LED oraz z obsługi multipleksowanego wyświetlacza, którego obsługa wyzwalana jest przerwaniem od *Timer1*.

Montaż i uruchomienie

Obrotomierz należy zmontować na dwustronnej płytce, która widoczna jest na **rysunku 2**. Montaż najlepiej rozpocząć od elementów najmniejszych, kończąc na diodach LED. Żeby prosto wlutować diody LED, należy w pierwszej kolejności wyciąć końcówce diod 5mm. Po ich odpowiednim ułożeniu można zalutować drugie końcówki. Następnie należy włożyć diody 3 mm i lutować w ten sam sposób.

Przy montażu elementów należy unikać pomyłek, gdyż ich późniejsze wylutowanie może być utrudnione ze

względem na dwustronną płytkę. Jeżeli montaż przebiegł prawidłowo, obrotomierz powinien działać od razu po włączeniu zasilania.

Montaż obrotomierza w samochodzie nie jest skomplikowany. Mierzone impulsy można pobrać wprost z cewki zapłonowej, natomiast zasilanie - z przewodu, na którym pojawia się napięcie po przekręceniu kluczyka. Umożliwi to działanie obrotomierza tylko po przekręceniu kluczyka. Choć, jak kto woli, można dołączyć obrotomierz wprost do zacisków akumulatora. Ze znalezieniem odpowiedniej obudowy oraz miejscem zainstalowania obrotomierza w samochodzie nie powinno być problemów.

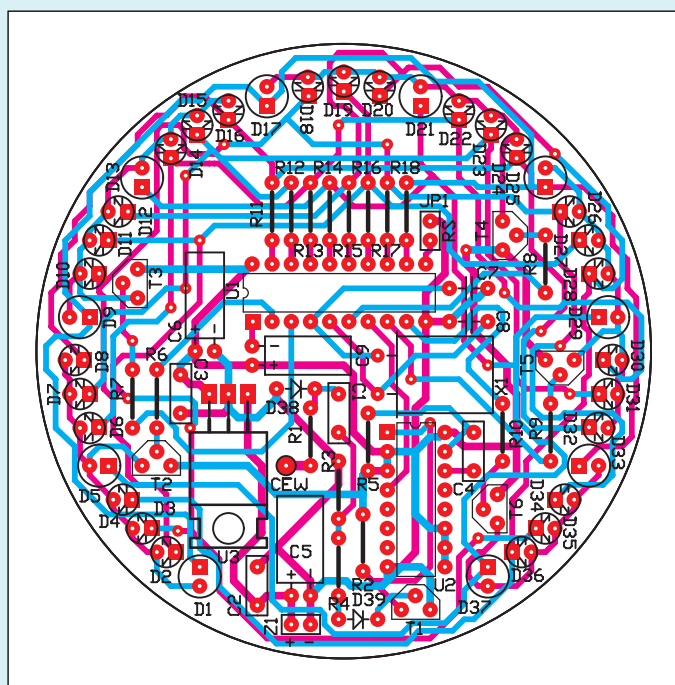
W stanie spoczynku, gdy brak jest impulsów z cewki zapłonowej samochodu, świecić powinna pierwsza dioda LED sygnalizująca brak obrotów.

Do opisywanego układu zaprojektowana została prosta płyta czołowa, która widoczna jest na **rysunku 3**. Rysunek ten, po przeniesieniu na papier samoprzylepny i wycięciu otworów, można nakleić na obudowę obrotomierza. Tak wykonaną płytkę czołową należy polakierować lub zabezpieczyć samoprzylepną bezbarwną folią. W zależności od rodzaju silnika należy nie zapomnieć o poprawnym ustawieniu obrotomierza zworką JP1.

Proponowany obrotomierz, po zmianie progów zapaleń diod oraz płyty czołowej, może znaleźć zastosowanie także w innych urządzeniach, w których potrzebny jest pomiar prędkości obrotowej.

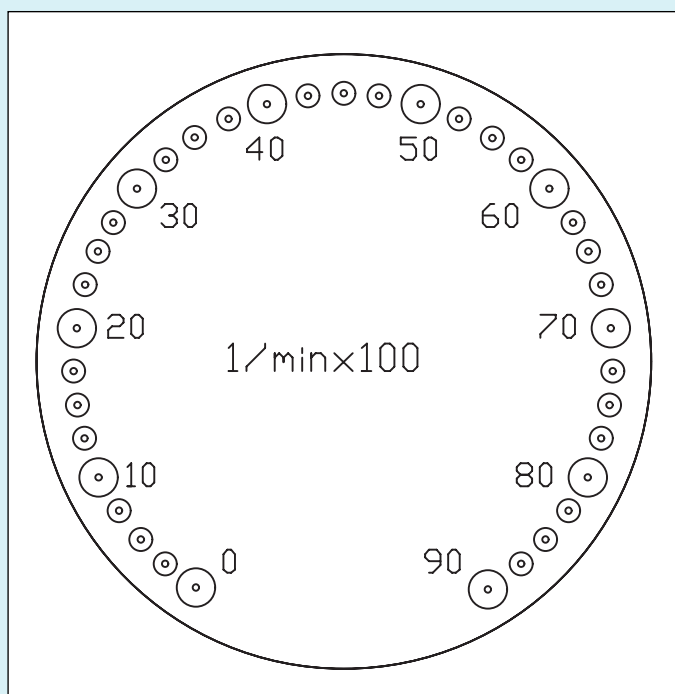
Marcin Wiązania

marcin.wiazania@edw.com.pl



Rys. 2 Schemat montażowy

Rys. 3 Rysunek płyty czołowej



Wykaz elementów

Rezystory	D21, D25	LED 5mm zielona		
R1, R2, R6-R10	4,7kΩ	D2-D4, D6-D8, D10-D12, D14-D16, D18-D20, D22-D24, D26-D28	LED 3mm zielona	
R3, R4	10kΩ	D29, D33	LED 5mm żółta	
R5	15kΩ	D30-D32	LED 3mm żółta	
R11-R18	68Ω	D37	LED 5mm czerwona	
		D34-D36	LED 3mm czerwona	
Kondensatory	C1	100nF	D38	dioda Zenera 4,7V
C2, C3	100nF	ceramiczne	D39	1N4148
C4	470nF		T1	BC547 lub BC548
C5	100μF/16V		T2-T6	BC557 lub BC558
C6	47μF/16V		U1	89C2051
C7, C8	33pF		U2	.74HCT123
C9	4,7μF/16V		U3	.7805
Półprzewodniki			Inne	
D1, D5, D9, D13, D17,			JP1	jumper ze zworką
			X1	kwarc 12MHz

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako kit szkolny AVT-2711