

**AVT
5260**



Obrotomierz

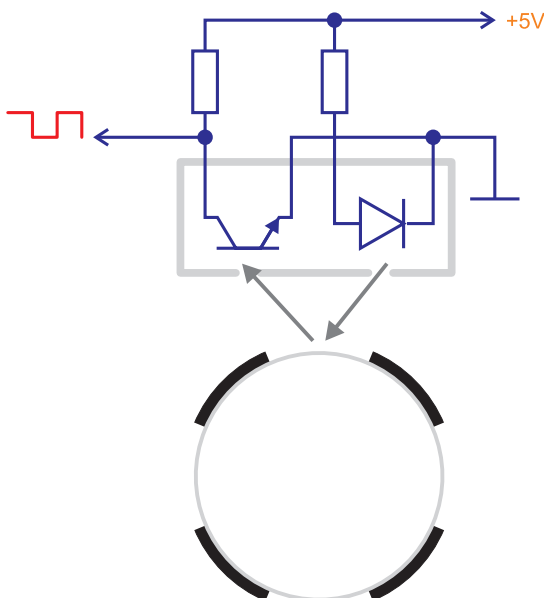
Prezentowany obrotomierz jest wyposażony w czujnik refleksyjny, co pozwala na bezdotkowy pomiar prędkości wirowania obiektów oraz wyświetlacz cyfrowy, umożliwiający łatwy i precyzyjny odczyt zmierzonej wartości.

Rekomendacje: przyrząd przyda się zarówno w warsztacie elektronika jak i mechanika.

Pomiar prędkości obrotowej najłatwiej jest zrealizować z użyciem czujnika refleksyjnego, złożonego ze źródła światła i fototranzystora. Wybrano czujnik refleksyjny QRD1114 produkowany przez Fairchild Semiconductor. Należy go umieścić możliwie najbliżej wirującego wału, a ten okleić paskiem

papieru z naniesionymi na przemian czarnymi i jasnymi polami. Podczas obracania się wału do fototranzystora, zintegrowanego w układzie czujnika QRD1114, trafia modulowana w amplitudzie wiązka światła odbitego od białych a pochłoniętego przez czarne pola naniesione na wspomniany pasek papieru.

Zasadę tej metody pomiaru prędkości obrotowej zilustrowano na **rysunku 1**. Należy zauważyć, że liczba czarnych pól naniesionych na pasek białego papieru, którym jest oklejany wał napędowy, ma podstawowe znaczenie dla osiągnięcia odpowiedniej rozdzielczości pomiaru. Jest oczywiste, że przy niewielkich prędkościach obrotowych powinno ich być dużo. Dla ilustracji założmy, iż wał obraca się z rzeczywistą prędkością równą 50 obrotów na minutę, a okres pomiaru prędkości wynosi 1 sekunda. W tym czasie wał ten wykona obrót o kąt równy 300° (5/6 obrotu na sekundę). W zależności od liczby czarnych pól naniesionych na wał napędowy, otrzymamy różną liczbę wygenerowanych impulsów, która przełoży się na obliczoną wartość obrotów zgodni z wzorem:



Rysunek 1. Zasada pomiaru prędkości obrotowej z użyciem czujnika odbiciowego QRD1114

AVT-5260 w ofercie AVT:
AVT-5260A – płytka drukowana
AVT-5260B – płytka drukowana + elementy

- Podstawowe informacje:**
- Napięcie zasilania: 8...12 VDC
 - Średni prąd obciążenia: 40 mA
 - Czas pomiaru: 1 sekunda
 - Zakres pomiarowy: 0...9999 obr/min
 - Ustawienia ważniejszych FUSE BIT'ów: CKSEL3...0=1101, SUT1...0=11, EESAVE=1, CKDIV8=1

- Dodatkowe materiały na CD i FTP:**
<ftp://ep.com.pl>, user: 16719, pass: 8b13241g
- wzory płytek PCB
 - karty katalogowe i noty aplikacyjne elementów oznaczonych w **wykazie elementów** kolorem czerwonym

- Projekty pokrewne na CD i FTP:**
(wymienione artykuły są w całości dostępne na CD)
- AVT-2799 Mikroprocesorowy obrotomierz stroboskopowy (EdW 9/2006)
 - AVT-434 Komputer samochodowy (EP 9-10/2005)
 - AVT-2711 Obrotomierz (EdW 2/2004)
 - AVT-482 Obrotomierz z czujnikiem optycznym (EP 1/1999)
 - Projekt 117 Wskaźnik optymalnych obrotów silnika samochodowego (EP 3/2004)
 - Projekt 116 Cyfrowy obrotomierz/prędkościomierz samochodowy (EP 2/2004)
 - Obrotomierz cyfrowo-analogowy (EdW 6/2010)

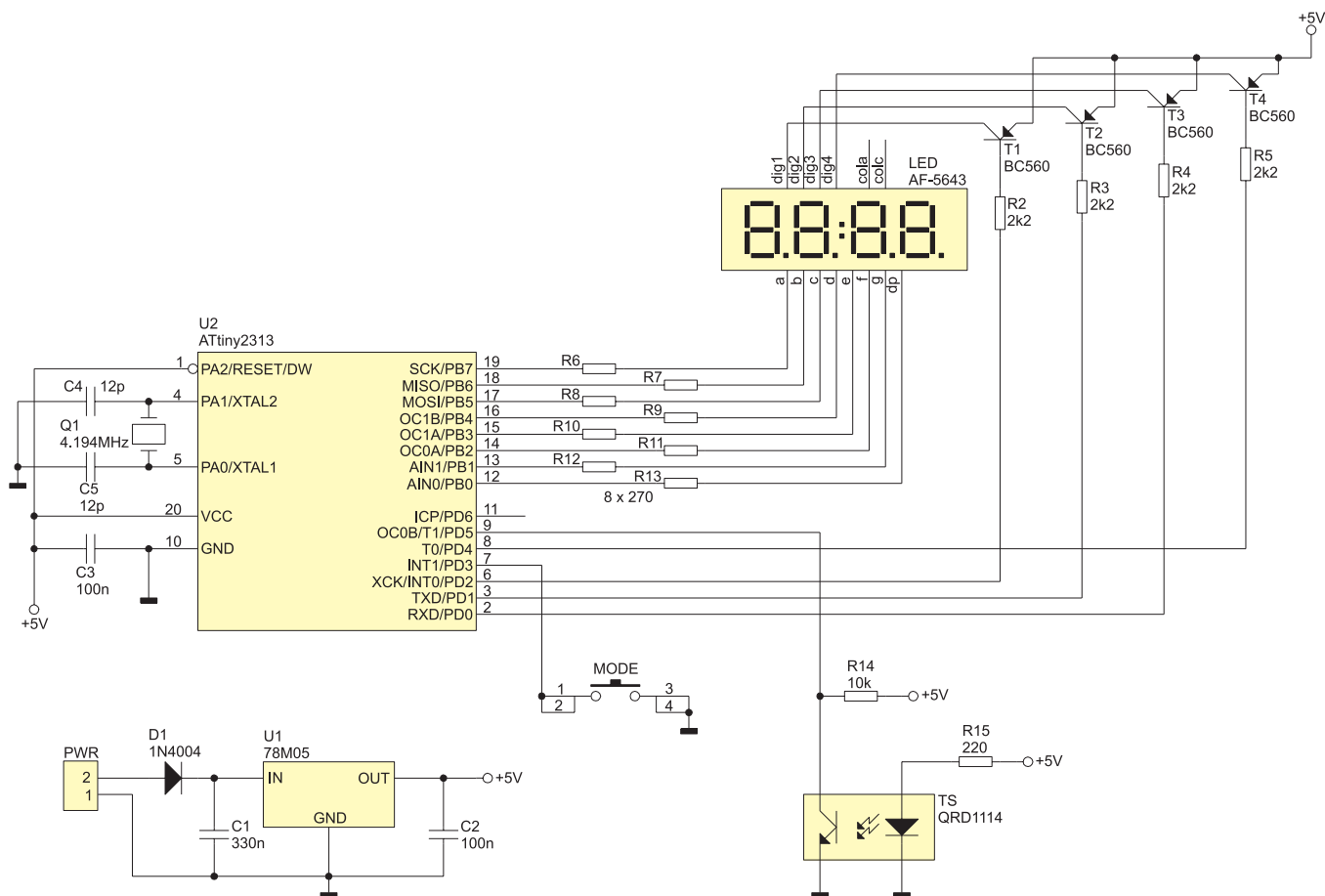
$$V_{obl} = \frac{l_{imp} \cdot 60}{n} \left[\frac{obr}{min} \right]$$

gdzie:

- l_{imp} : zliczona liczba impulsów w czasie 1 sekundy,
- n : liczba czarnych pasków na wale napędowym

Zestawienie wyników pomiarów zależnie od liczby ciemnych pól na wale napędowym, pokazano w **tabeli 1**.

Z drugiej strony, zbyt duża liczba czarnych pasków naniesionych na obwodzie



Rysunek 2. Schemat ideowy obrotomierza

wałku może uniemożliwić generowanie prawidłowego przebiegu prostokątnego na wyjściu czujnika QRD1114 zwłaszcza wtedy, gdy ma on małą średnicę i trudno jest optymalnie ustawić czujnik.

Budowa obrotomierza

Na rysunku 2 pokazano schemat ideowy obrotomierza. Jest to stosunkowo prosty system mikroprocesorowy zbudowany przy użyciu taniego mikrokontrolera ATtiny2313, zintegrowanego 4-cyfrowego wyświetlacza LED ze wspólną anodą, tranzystorów PNP sterujących jego pracą i czujnika odbiciowego QRD1114. Zastosowanie zintegrowanego wyświetlacza LED podyktowane było chęcią uproszczenia obwodu drukowanego, ponieważ ma on mniejszą liczbę wyprowadzeń niż cztery pojedyncze wyświetlacze. Sterowanie pracą wyświetlacza odbywa się z wykorzystaniem multipleksowania realizowanego w pętli głównej programu obsługi obrotomierza – bez użycia Timera, gdyż nie jest wymagana duża precyzja czasów przełączania, a poza tym program główny aplikacji reali-

zuje niewiele zdań. Poza tym nie ma innego wyjścia, gdyż zastosowany mikrokontroler ATtiny2313 dysponuje jedynie dwoma układami czasowo-licznikowymi, które są niezbędne do realizacji innych zadań. Wspólne anody poszczególnych wyświetlaczy sterowane są za pomocą kluczy tranzystorowych T1...T4, załączanych po podaniu logicznego „0”. Katody przyłączone są do portu PORTB mikrokontrolera przez rezystory R6...R13 ograniczające prąd segmentów.

Do taktowania mikrokontrolera zastosowano oscylator z rezonatorem kwarcowym o częstotliwości 4,194304 MHz, co wynika przede wszystkim z potrzeby odmierzenia dokładnie 1-sekundowych odcinków, w których są zliczane impulsy z fototranzystora za pomocą 8-bitowego układu czasowo-licznikowego Timer1. Mikrokontroler jest taktowany sygnałem o częstotliwości 16-krotnie niższej (262144 Hz), otrzymanym w wyniku podziału częstotliwości oscylatora kwarcowego przez wewnętrzny preskaler (wartość nastawy zawiera rejestr CLKPR).

Zmiana wartości preskalera jest możliwa po wcześniejszym ustawieniu bitu CLKPCE (bit 7) w CLKPR, po czym w ciągu najbliższych 4 cykli zegarowych należy wpisać nową wartość preskalera. Powyższe operacje wykonywane są na początku programu obsługi. Zmniejszenie częstotliwości sygnału taktującego mikrokontroler ma na celu przede wszystkim umożliwienie generowa-

nia przerwania po przepełnieniu układu Timer0 dokładnie co 1 sekundę.

Licznik 8-bitowy układu Timer0 zlicza impulsy przebiegu prostokątnego o częstotliwości 256 Hz, w związku z czym dokładnie co 1 sekundę następuje jego przepełnienie i zostaje wygenerowane żądanie obsługi przerwania (w programie obrotomierza procedura obsługi nosi nazwę *Sample*), które jest również odpowiedzialne za przechwytywanie zawartości licznika układu Timer1, pracującego w trybie licznika impulsów zewnętrznych na wyprowadzeniu T1 mikrokontrolera. Na tym wyprowadzeniu występuje przebieg generowany przez czujnik odbiciowy QRD1114. W ten sposób otrzymujemy układ umożliwiający zmierzenie

R E K L A M A

Tabela 1. Zależność wyniku pomiaru prędkości obrotowej od liczby ciemnych pól na wale			
n	I _{imp}	Prędkość rzeczywista	V _{obl}
4	3	50	45
10	8		48
20	17		51

Listing 1. Program obsługi obrotomierza

```

'Copyright Robert Wolgajew - 24.07.2010
$regfile = "Attiny2313.dat"
$crystal = 262144
prescaler=16
$hwstack = 40
$swstack = 32
$framesize = 32

Clkpr = &B10000000
Clkpr = &B00000100

,Konfiguracja portów I/O
Portb = &B11111111
Ddrb = &B11111111
Portd = &B00011111
,,"0"
Ddrd = &B11010111

,Aliaasy
Data_port Alias Portb
Digit1anode Alias Portd.2
Digit2anode Alias Portd.1
Digit3anode Alias Portd.0
Digit4anode Alias Portd.4
Mode_key Alias Pind.3

Config Timer1 = Counter , Edge = Falling

Config Timer0 = Timer , Prescale = 1024

On Ovff0 Sample

Enable Ovff0
Enable Interrupts

Dim Revolutions As Word
obsługi przerwania OVFF0
Dim Digit1 As Byte , Digit2 As Byte , Digit3 As Byte , Digit4 As Byte

Dim Wtemp1 As Word , Wtemp2 As Word
Dim Btemp As Byte
Dim Refresh As Bit
przerwania OVFF0
Dim Work_mode As Bit
Dim Index As Byte
Declare Sub Calculate_digits

Do

If Mode_key = 0 Then Incr Index Else Index = 0
If Index = 5 Then
Toggle Work_mode

Call Calculate_digits
End If

If Refresh = 1 Then
Call Calculate_digits
Refresh = 0
End If

Data_port = Digit1

Reset Digit1anode
Waitms 4
Set Digit1anode
Data_port = Digit2

Reset Digit2anode
Waitms 4
Set Digit2anode
Data_port = Digit3

```

Listing 1. c.d.

```

Reset Digit3anode
Waitms 4
Set Digit3anode
Data_port = Digit4

Reset Digit4anode
Waitms 4
Set Digit4anode
Loop

Sub Calculate_digits

If Work_mode = 0 Then Wtemp1 = Revolutions * 15
Digit1 = 255
Else Wtemp1 = Revolutions \ 4
If Wtemp1 > 999 Then
Btemp = Wtemp1 \ 1000
Digit1 = Lookup(btemp , Cyfra)
Wtemp2 = Btemp * 1000
Wtemp1 = Wtemp1 - Wtemp2
End If
Digit2 = 20
If Wtemp1 > 99 Then
Btemp = Wtemp1 \ 100
Digit2 = Lookup(btemp , Cyfra)
Wtemp2 = Btemp * 100
Wtemp1 = Wtemp1 - Wtemp2
End If

If Digit2 = 20 Then If Digit1 = 255 Then Digit2 = 255
Digit3 = 20
If Wtemp1 > 9 Then
Btemp = Wtemp1 \ 10
Digit3 = Lookup(btemp , Cyfra)
Wtemp2 = Btemp * 10
Wtemp1 = Wtemp1 - Wtemp2
End If

If Digit3 = 20 Then If Digit2 = 255 Then Digit3 = 255

Digit4 = Lookup(wtemp1 , Cyfra)

If Work_mode = 1 Then Reset Digit4.4
End Sub

Sample:
Stop Timer1
dostarczane na końcówkę T1
Revolutions = Timer1
Timer1 = 0
Start Timer1
Refresh = 1
Return

Cyfra:
Data 20 , 183 , 56 , 50 , 147 , 82 , 80 , 55 , 16 , 18 , 255

```

częstotliwości przebiegu występującego na wyprowadzeniu T1 mikrokontrolera, a zatem obliczenie prędkości obrotowej wału. Należy podkreślić, iż nie ma tu znaczenia fakt, że przy zastosowaniu do programowania języka Bascom jest odkładana zawartość 28 rejestrów zaraz po wywołaniu procedury obsługi przerwania i tym samym zmniejsza dokładność pomiaru czasu, gdyż zostaje wprowadzany błąd wynoszący kilka taktów zegara.

Po naciśnięciu przycisku MODE obrotomierz można wybrać jednostkę wyniku pomiaru, w której jest on prezentowany. Dostępne jednostki to: obr/min (domyślna) i obr/sek. Włączenie ostatniej opcji sygnalizowane jest za pomocą kropki dziesiętnej najmniej znaczącej cyfry jednostek.

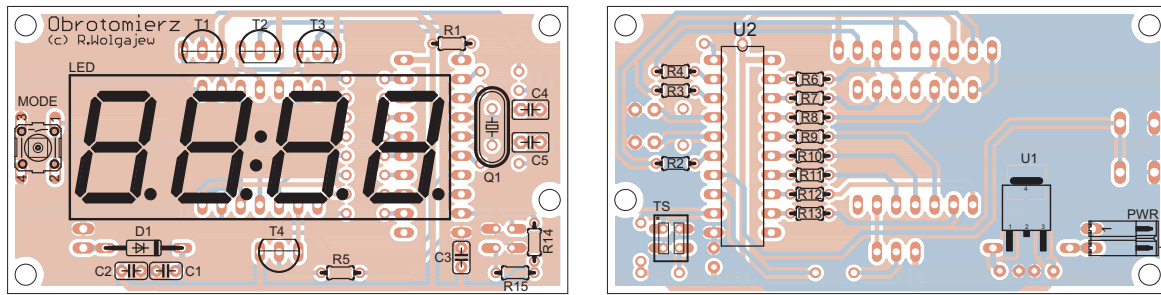
Na **listingu 1** zamieszczono kompletny program obsługi obrotomierza napisany w języku Bascom AVR. Opatrzono go licznymi komentarzami, co pozwoli na łatwe zrozumienie sposobu działania.

Montaż

Na **rysunku 3** pokazano schemat montażowy obrotomierza. Jest on zmontowany na płycie dwuwarstwowej, przy czym elementy montowane są po obu stronach płytki. Montaż należy rozpocząć od wlutowania wszystkich elementów po stronie wyprowadzeń (umownie BOTTOM) czyli: stabilizatora U1, mikrokontrolera U2, rezystorów R2...R4, R6...R13, złącza PWR i czujnika odbiciowego TS. Elementy te najlepiej jest lutować od strony BOTTOM ucinając wystające od stro-

ny TOP końcówki. Następnie lutujemy pozostałe elementy po stronie TOP, a na końcu

R E K L A M A



Rysunek 3. Schemat montażowy obrotomierza

sprawdzamy dokładnie jakość wykonanych lutów.

Poprawnie zmontowany układ powinien działać bezpośrednio po uruchomieniu pod warunkiem poprawnej instalacji czujnika pomiarowego. Powinien on być skierowany na wał napędowy, oklejony paskiem pomiarowym. Opcjonalnie, czujnik QRD1114 może być podłączony do płytki urządzenia za pomocą taśmy 3-przewodowej, co umożliwi dowolne umiejscowienie samego wyświetlacza LED.

Robert Wołgajew, EP
 robert.wolgajew@ep.com.pl

Wykaz elementów

Rezystory:

- R1: 22 kΩ
- R2...R5: 2,2 kΩ
- R6...R13: 270 Ω*
- R14: 10 kΩ
- R15: 220 Ω

Kondensatory:

- C1: ceram. 330 nF
- C2, C3: ceram. 100 nF
- C4, C5 – ceram. 12 pF

Półprzewodniki:

- U1: 78M05
- U2: ATtiny2313 (DIL20)
- D1: 1N4004

T1...T4: BC560

TS: QRD1114

LED: LED-AF-5643FY (żółty), LED-AF-5643FG (zielony) lub LED-AF-5643FB (niebieski)

Inne:

- PWR: gniazdo męskie kątowe 90° 2pin (NSL25-2W)
- MODE: microswitch
- Q1: kwarc 4,194 MHz

* – dobrać w zależności od koloru zastosowanego wyświetlacza LED dla uzyskania prądu obciążenia pojedynczego segmentu rzędu 10 mA

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

