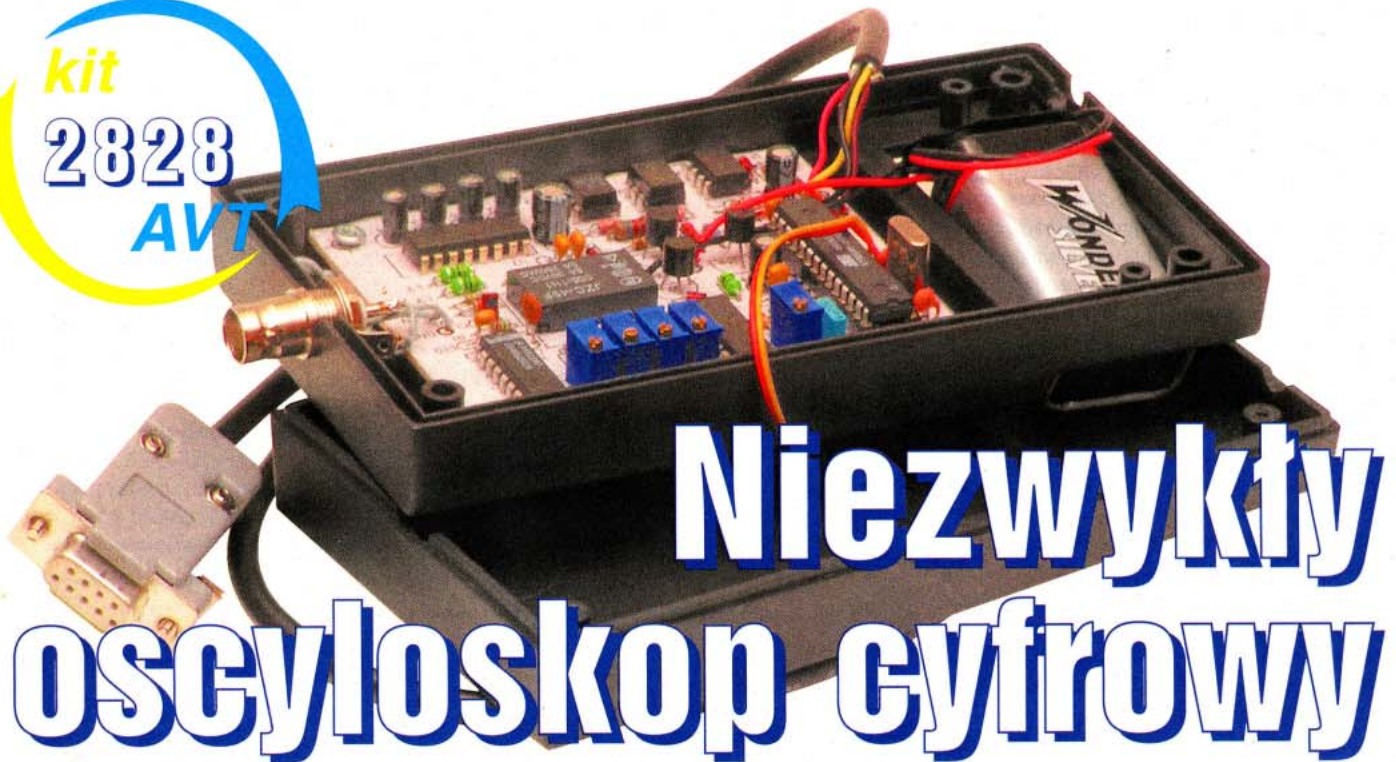


kit  
2828  
AVT



Wśród wielu elektroników strona japońskiego konstruktora <http://elm-chan.org/>, kryjącego się pod tym samym pseudonimem, jest uważana za źródło ciekawych rozwiązań. Jednym z takich opracowań jest przystawka oscyloskopowa do komputera PC o nazwie Wave Captor SAKURA. Pomimo że parametry tej przystawki nie są rewelacyjne w porównaniu z komercyjnymi rozwiązaniami, to chyba niski koszt elementów i pełna dokumentacja będą zachętą do wykonania tego układu, a poniższy tekst w EdW stanie się jedynie pierwszym krokiem do własnych, lepszych konstrukcji.

W oryginalnej wersji wykorzystano dosyć „egzotyczny”, 4-bitowy procesor firmy Toshiba typu TMP47P242VN, dlatego koniecznością było przystosowanie tego projektu do jednego z bardziej popularnych procesorów dostępnych na naszym rynku. W związku z tym, że miał to być maksymalnie uproszczony układ, wybór padł na procesor typu ATmega8, który ma wewnętrzny przetwornik AD oraz układ do transmisji szeregową RS-232. Pierwotna modyfikacja miała polegać tylko na zastąpieniu procesora firmy Toshiba procesorem firmy Atmel. Jednak do celów niniejszego artykułu przystawka została wyposażona w optoizolację, zapewniającą komunikację dwustronną z prędkością 115kbps. Wprawdzie korzystanie z oscyloskopu pod WindowsXP jest nieco dziwne (z dyskietki), jednak jest to jak najbardziej pożyteczny przyrząd.

Jak niezbędnym przyrządem dla każdego elektronika jest oscyloskop, nie trzeba tego tłumaczyć. Nawet najprostszy może nam zaoszczędzić kilka godzin podczas uruchamiania lub naprawy różnych urządzeń. Wiele

parametrów elektrycznych można zmierzyć różnymi miernikami, lecz aby zobaczyć kształt sygnału, niezbędny staje się oscyloskop. Jeżeli chodzi o technikę cyfrową, to w większości przypadków prosta sonda logiczna może go zastąpić, jednak w technice analogowej jest to praktycznie podstawowy przyrząd kontrolno-pomiarowy.

### Jak to działa?

Schemat ideowy przedstawiony został na rysunku 1. Projekt przystawki oscyloskopowej można podzielić na kilka modułów:

- wejście (dzielnik napięcia R21, R2-R1, wtórnik emiterowy U5D),
- wzmacniacz o programowalnym wzmacnieniu (U1, U5C),
- moduł realizujący offset napięcia (U5B),
- procesor (U2),
- separacja galwaniczna (ISO1-ISO3),
- stabilizator z dzielnikiem rezystancyjnym do pomiaru napięcia baterii (U4, R19-R11),
- przetwornica napięcia +5V / ±10V (U3).

### Tor analogowy

Wejściowy sygnał zostaje zmniejszony 10-krotnie na dzielniku rezystorowym i podany na wtórnik emiterowy, zrealizowany na wzmacniaczu operacyjnym U5D. Wejście tego wzmacniacza jest dodatkowo chronione dwiema diodami D1 oraz D2, ograniczającymi maksymalne napięcie wejściowe do poziomu około ±10V. Dodatkowo rezystory R21 i R2 są zbocznikowane przełącznikiem K1, który jest włączany, jeżeli realizujemy pomiar z zakresem 100mV/dz. oraz 25mV/dz.

Zmiana zakresów pomiarowych realizowana jest za pomocą układu typu PGA

[Programmable Gain Amplifier]. Procesor, zmieniając wejście multiplexera analogowego, zmienia jednocześnie współczynnik wzmacnienia wzmacniacza operacyjnego U5C. Dla zakresu 10V/dz. mamy współczynnik  $K \sim 0,6$  (P1, R3) i odpowiednio dla zakresu 2,5V/dz.  $K \sim 2$  (P2, R4), 1V/dz.  $K \sim 6$  (P3, R5), 250mV/dz.  $K \sim 20$  (P4, R6). Pozostałe zakresy 100mV/dz. oraz 25mV/dz. są realizowane na wcześniejszych zakresach 1V/dz i 250mV/dz. z dodatkowo włączonym przełącznikiem K1, który zwiera wejściowy dzielnik napięcia. Dzięki temu uzyskujemy dodatkowe dziesięciokrotne wzmacnienie.

Ponieważ napięcie wejściowe przystawki może być bipolarne, a wejście przetwornika A/D w procesorze U2 jest unipolarne (0...+5V), należy zastosować układ, który wprowadzi tzw. offset napięcia. W wyniku takiego zabiegu uzyskamy poziom 0V z wejścia przesunięty na wartość 2,5V. Napięcia z zakresu od 0V do 2,5V będą interpretowane jako ujemne, a powyżej 2,5V – jako dodatnie.

Do zasilania toru analogowego napięciem bipolarnym ±10V wykorzystano przetwornicę wewnętrznej układu interfejsu do transmisji szeregową MAX232. Z jego końcówek 2 i 6 pobrano odpowiednie napięcia do zasilania wzmacniaczy i multiplexera.

### Tor cyfrowy

Napięcie wejściowe przystawki jest zamieniane w procesorze na postać cyfrową. Komunikacja pomiędzy komputerem PC a oscyloskopem realizowana jest za pomocą układu transmisji szeregową RS232. W oryginalnym rozwiązaniu transmisja szeregową realizowana była z przełączaniem prędkości (z nieznanym



przyczyn). Nadawanie do PC było przy 115kbps, a odbiór przy 9600bps. W celu uproszczenia oprogramowania zastosowano jedną prędkość 115kbps w obydwu kierunkach. Pierwsza wersja projektu została wykonana bez separacji galwanicznej, przy wykorzystaniu układu MAX232 jako przetwornicy napięcia oraz interfejsu transmisji szeregowej. Ponieważ przystawka komunikuje się z komputerem PC za pomocą trzech sygnałów sterujących, konieczne było zastosowanie takiej samej liczby transoptorów. Tor odbiorczy przystawki zrealizowany został na szybkim transoptorze typu 6N137, jednocześnie linia RXD poprzez diodę (D5) wytwarza napięcie ujemne na kondensatorze (C6). Natomiast tor nadawczy na popularnym układzie CNY-17 III, podczas przełączania wykorzystuje bipolarne napięcie, wytworzone z linii RXD (ujemne) oraz linii RTS (dodatnie). Ostatni transoptor służy jedynie do sterownia włączeniem zasilania. Dodatkowo układ posiada sygnalizację stanu baterii zasilającej, zrealizowaną na dwukolorowej diodzie. Napięcie baterii zasilającej jest podawane na odpowiednio dobrany dzielnik napięciowy i następnie podłączone jest na wejście wewnętrznego komparatora w procesorze. Drugie wejście komparatora jest programowo podłączone z wewnętrznym źródłem napięcia referencyjnego o wartości 1,23V. Jeżeli napięcie baterii jest powyżej 5,5V, zielona dioda LED sygnalizuje poprawność zasilania, poniżej – świeci się dioda czerwona. W układzie zastosowano stabilizator liniowy typu LOW DROP (U4), któremu do poprawnej pracy wystarczy niewielki nadatek napięcia wejściowego ok. 0,6V.

### Listing 1

```

SIGNAL (SIG_OVERFLOW) // procedura obsługi Timer0 z f=10.8kHz
{
    byte tmp;

    TCNT0 = 255; // 10.8kHz/10kHz=1 -> zliczanie od 255 do 256 = 1

    // obsługa w przerwanu przetwornika AD
    sbi(ADCSR, ADIF);
    sbi(ADCSR, ADSC);
    while(bit_is_set(ADCSR, ADSC));

    tmp = ADCL;
    tmp = ADCH;

    /* ponieważ podział częstotliwości kwarcu nie zapewnia dokładnej wartości
    10kHz a jedynie 10.8kHz -> zastosowano korekcję polegającą na odrzuceniu,
    co 14 wyniku pomiaru, co daje nam częstotliwość ok. 10.03kHz */

    licznik++;
    if (licznik >= 13)
    {
        licznik = 0;
        return;
    }

    while(!(UCSRA & _BV(UDRE))); // oczekiwanie na opróżnienie bufora nadawczego
    UDR = tmp; // wysłanie zawartości bufora przez UART
    while(!TXC); // oczekiwanie na opróżnienie rejestru przesuwowego

    wdt_reset(); // kasowanie watchdog'a
}
    
```

### Oprogramowanie mikrokontrolera

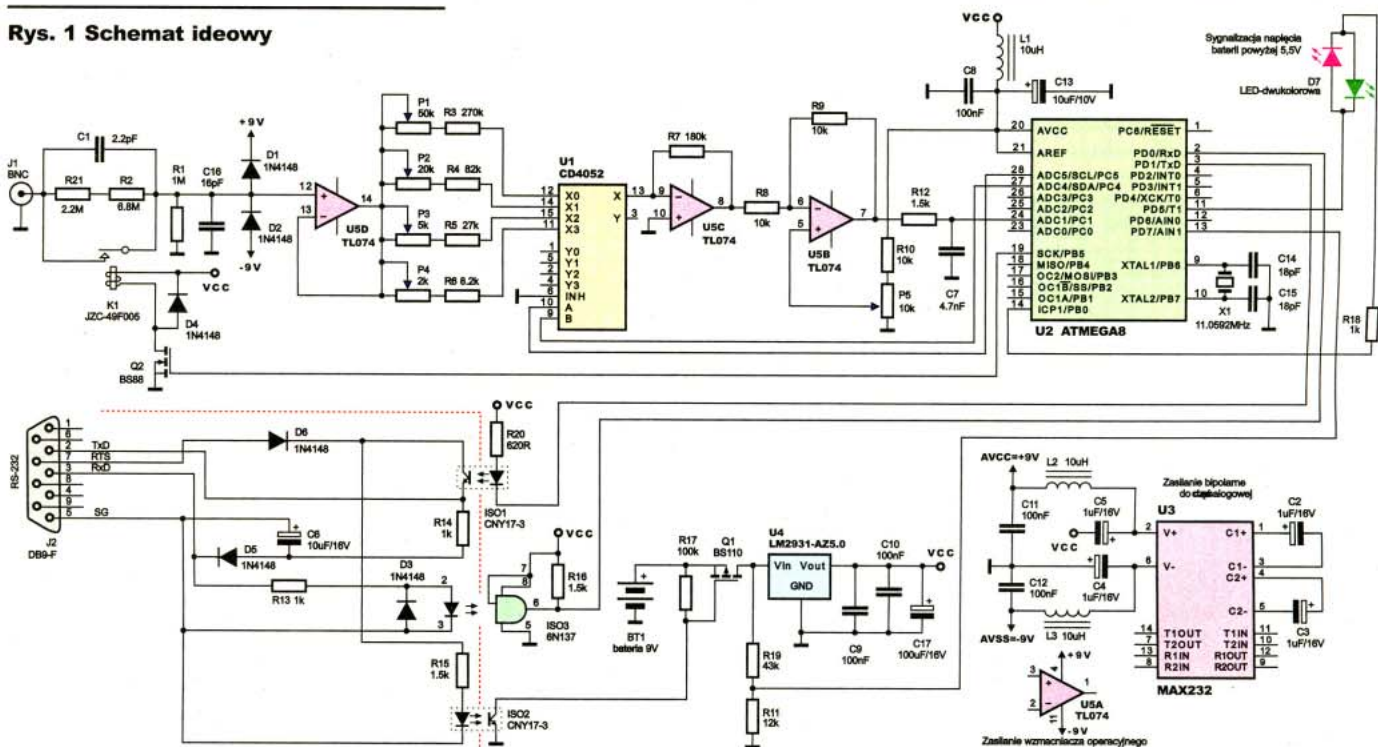
Program praktycznie składa się z dwóch procedur obsługi przerwań – jedna obsługuje przerwanie od timera, a druga od UART. Po resetce procesor konfiguruje licznik timer0 tak, aby uzyskać przerwanie z częstotliwością 10kHz. W układzie zastosowano kwarc o częstotliwości 11,0592MHz, która po podzieleniu przez 1024 (prescaler) daje nam przerwanie z  $f = 10800\text{Hz}$ . Aby zniwelować różnicę 800Hz, zastosowano korekcję polegającą na odrzuceniu co 14 wyniku pomiaru. W efekcie komputer PC odbiera w czasie 1 sekundy nie 10800 próbek, a jedynie 10028 i jest to błąd

na poziomie ~0,3%. Przy zastosowaniu kwarcu 14,7456MHz możemy uzyskać przerwanie timera1 z częstotliwością  $f = 10004\text{Hz}$ . Należy wtedy dostosować wszystkie dzielniki oraz usunąć fragment kodu odpowiedzialnego za korekcję.

Procedura przerwania timera0 prezentuje listing 1.

Procedurę obsługi odbioru danych przez UART procesor realizuje w przerwanu. Kiedy w buforze pojawi się dana, zostaje zgłoszone przerwanie i procesor zaczyna realizować obsługę tego zdarzenia. Ponieważ autor oryginalnego projektu ustalił dwubajtowy

Rys. 1 Schemat ideowy





format transmisji na [0x00, polecenie], to procedura w pierwszej kolejności bada, czy odebrany bajt to 0x00, co świadczyłoby, że jest to początek ramki transmisji. Jeżeli się zgadza, to ustawiamy tzw. flagę i oczekujemy na odbiór kolejnego bajtu, będącego numerem polecenia zgodnie z tym opisem:

0x50 = (wejście X3 multipleksera, załączony przełącznik) -> 25mV/dz.  
 0x51 = (wejście X2 multipleksera, załączony przełącznik) -> 100mV/dz.  
 0x58 = (wejście X3 multipleksera, wyłączony przełącznik) -> 250mV/dz.  
 0x59 = (wejście X2 multipleksera, wyłączony przełącznik) -> 1,0V/dz.  
 0x5A = (wejście X1 multipleksera, wyłączony przełącznik) -> 2,5V/dz.  
 0x5B = (wejście X0 multipleksera, wyłączony przełącznik) -> 10,0V/dz.

**Listing 2** przedstawia procedurę obsługi przerwania od UART.

W pętli głównej programu procesor jedynie sprawdza bit stanu wewnętrznego komparatora ACO w rejestrze ACSR, w celu okre-

ślenia stanu baterii. Cały kod źródłowy tego programu dostępny jest zarówno na stronie autora, jak i Elportalu.

### Oprogramowanie wizualizacyjne na PC

Do obsługi przystawki służy program „elmscope.exe”, który jest dostępny pod tymi samymi

adresami, co oprogramowanie mikroprocesora.

*Uwaga: oryginalne oprogramowanie „wcs.com” ze strony <http://elm-chan.org> nie współpracuje z tą zmodyfikowaną przystawką, ze względu na zmiany protokołu transmisji szeregowej.*

Program stworzony przez japońskiego konstruktora może działać na komputerach z zainstalowanym systemem operacyjnym DOS lub Windows 9x. Do uruchamiania oprogramowania pod systemem operacyjnym Windows 95 lub 98 first edition wystarczy tylko utworzyć ikonę skrótu.

System Windows 98 second edition będzie wymagał od nas wcześniejszej konfiguracji. Jest to związane z problemem obsługi portów COM. Problem ten wraz z rozwiązaniami jest opisany na stronie <http://support.microsoft.com/kb/252184/pl>. Można skorzystać z zaleceń proponowanych przez Microsoft, jednak prostszym sposobem jest zastosowanie gotowego pliku *start.bat*, zawartego w dokumentacji w Elportalu.

W tym przypadku wystarczy jedynie do tego pliku utworzyć skrót uruchamiający program.

Na komputerach z zainstalowanym systemem Windows XP oprogramowanie wizualizacyjne poprawnie odbiera tylko transmisję RS, lecz błędnie działa wysyłanie danych, czyli zmiana wzmocnienia przystawki. Program ten był stworzony pod koniec lat 90. i autor zapewne nie przewidywał wtedy wersji XP, jednak użytkownicy tego systemu nie są skazani na niezytkowanie. Można zwykłą dyskietkę 1,44Mb sformatować z opcją „Kopiuje pliki systemowe”, a następnie na tę dyskietkę dograć dwa pliki programu wizualizacyjnego, mianowicie: *elmscope.exe* oraz *wcs.ini*. Teraz wystarczy tylko zrestartować komputer i uruchomić system z dyskietki. Następnie po znaku zachęty wpisać *elmscope*.

### Montaż i uruchomienie

Schemat montażowy przedstawiony jest na **rysunku 2**. Montaż układu rozpoczynamy od zworek, rezystorów i kondensatorów, a kończymy na układach scalonych. Dwukolorową diodę led (D7) należy wlotować tak, aby przy dobrym zasilaniu świecił się kolor zielony. W miejsce procesora zaleca się zastosowanie podstawki. Niestety, ze względu na miejsce w układzie, nie zastosowano złącza do programowania ISP. W związku z tym, korzystając z gotowego pliku hex dostępnego na stronie, w katalogu [www.alres.pl/pub/](http://www.alres.pl/pub/) lub na stronie Elportalu, należy za pomocą programatora zewnętrznego lub innego układu wyposażonego w złącze ISP wgrać ten program. Ustawienie tzw. fuse\_bit'ów pokazano na **rysunku 3**. Jest to zrzut ekranu z popularnego programu ISP Programmer.

Ostatnią czynnością montażową jest podłączenie przewodu do wtyczki RS, gniazda BNC oraz baterii typu 6F22. Na płycie oznaczono miejsca na podłączenie ww. gniazd. BNC jest oznaczone dwoma polami lutowniczymi (IN, GND), a przyłącze baterii (+ BAT -) obok tranzystorów (Q1 i Q2).

Czterozżyłowy przewód do RS z jednej strony należy wlotować w punkty lutownicze

#### Listing 2

```
SIGNAL(SIG_UART_RECV)
{
  byte data;

  data = UDR; // 'data' odebrany bajt

  switch (data)
  {
    case 0x00:
      if (!flaga_poczatek) // początek ramki transmisji
      {
        flaga_poczatek = TRUE; // ustawienie flagi początku odbioru
        TIMSK = 0x00; // zablokowanie Timer0 na czas odbioru ramki transmisji
        return; // przerwanie wykonywania procedury
      }
    case 0x50:
      if (flaga_poczatek)
      {
        SET_A; // ustawienie wejść multipleksera A=1, B=1
        SET_B;
        SET_PK; // włączenie przełącznika
      }
      break;
    case 0x51:
      if (flaga_poczatek)
      {
        CLR_A;
        SET_B;
        SET_PK;
      }
      break;
    case 0x58:
      if (flaga_poczatek)
      {
        SET_A;
        SET_B;
        CLR_PK; // wyłączenie przełącznika
      }
      break;
    case 0x59:
      if (flaga_poczatek)
      {
        CLR_A;
        SET_B;
        CLR_PK;
      }
      break;
    case 0x5A:
      if (flaga_poczatek)
      {
        SET_A;
        CLR_B;
        CLR_PK;
      }
      break;
    case 0x5B:
      if (flaga_poczatek)
      {
        CLR_A;
        CLR_B;
        CLR_PK;
      }
      break;
  }
  TCNT0 = 0; // tymczasowa wartość aby procesor odczekał chwilę
  TIMSK = 0x01; // ponowne włączenie przerwania Timer0
  flaga_poczatek = FALSE;
}
```



(w pobliżu transoptorów), a z drugiej strony do odpowiednich końcówek wtyczki DB-9. Oznaczenie na płytce punktu lutowniczego nr 2 odpowiada pinowi 2 na wtyczce DB-9, odpowiednio pozostałe przewody.



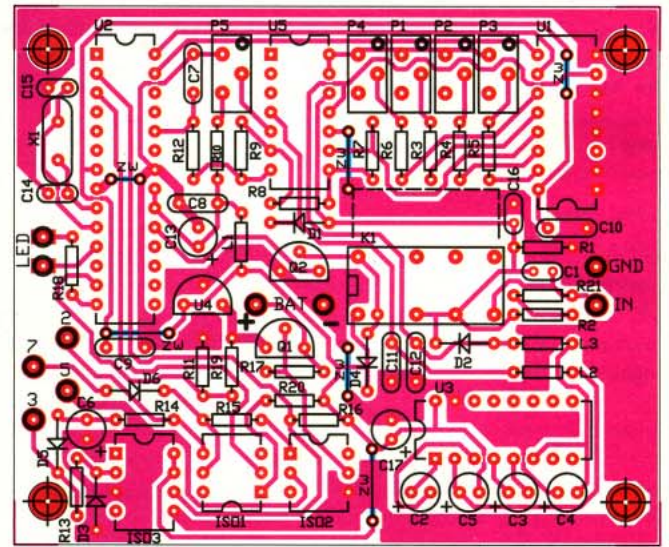
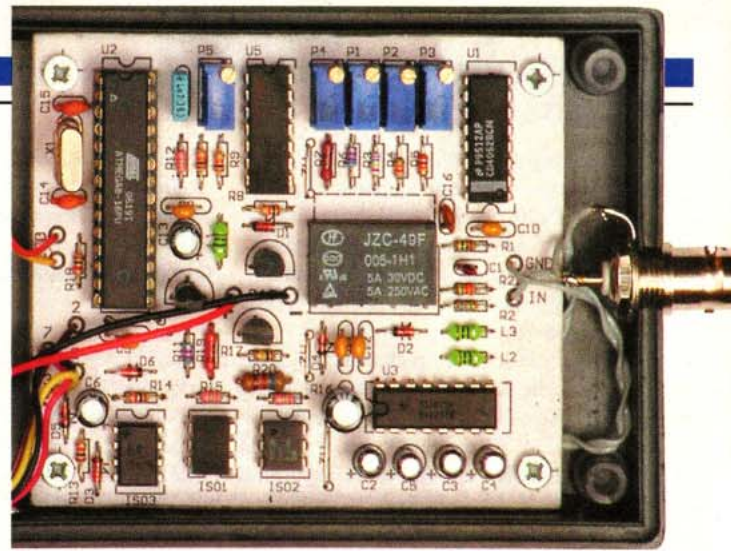
**Rys. 3 Ustawienie fuse bitów**

Po montażu i sprawdzeniu należy przeprowadzić kontrolę komunikacji RS z komputerem. Przy tej prędkości transmisji ważny jest odpowiedni dobór transoptorów. Tor odbiorczy przystawki został wyposażony w szybki układ serii 6N137. Układ ten zapewnia poprawną transmisję z prędkością 115kbps przy niewielkim prądzie zasilania, dostarczanym przez linię RTS. W torze nadawczym zastosowano popularny transoptor CNY-17. Ważne jest, aby był to układ z tzw. grupy III lub II. Wyższe grupy mają współczynnik CTR większy, ale tzw. *Response Time Rise* oraz *Response Time Fall* mają nawet dwukrotnie gorszy. Wartości elementów tego toru (R20, R14) zostały tak dobrane, aby przy poprawnej transmisji z prędkością 115kbps układ pobierał możliwie najmniej prądu, wytwarzając najmniej własnych zakłóceń zasilania. Układ ten z takimi wartościami elementów (R20, R14) oraz z kilkoma różnymi układami CNY-17 III został sprawdzony na kilku komputerach stacjonarnych, także na komputerze typu Laptop. Ponieważ wśród producentów, a nawet w obrębie tego samego wytwórcy, poszczególne egzemplarze mają rozrzut parametrów, niezbędne może się okazać skorygowanie wartości rezystorów. Na czas uruchamiania można w miejsca ww. rezystorów wlotować na krótkich przewodach dwa potencjometry typu helipot o wartościach po 2kΩ. Należy ostrożnie zmieniać wartość, aby nie przekroczyć zakresu zmian (R14 = 510Ω-1,5kΩ) oraz (R20 = 470Ω-1kΩ).

Po testach komunikacji RS można przystąpić do kalibracji przystawki. Do tego celu najlepiej jest zastosować regulowany zasilacz z miernikiem napięcia. Pierwszą czynnością będzie ustawienie napięcia offsetu. W tym celu zwieramy wejście przystawki, a w oprogramowaniu wybieramy maksimum i minimum wzmocnienie, czyli zakres 25mV/dz. Teraz zmieniając rezystancję potencjometru P5, staramy się, aby linia napięcia pokryła się z osią X ekranu wizualizacyjnego, czyli 0V napięcia. Można teraz przystąpić do kalibracji wzmocnienia poszczególnych torów. Wtedy niezbędny będzie, przygotowany wcześniej, regulowany zasilacz. Nie musi to być bardzo precyzyjne ustawienie, gdyż zadaniem przystawki nie jest dokładny pomiar napięcia, a jedynie wizualizacja jego przebiegu. Włączamy oprogramowanie. Do wejścia podłączamy źródło napięcia np. 20V. Teraz programem wybieramy zakres 10V/dz. i tak regulujemy potencjometrem P1, aby linia sygnału pokryła się z tą wartością na wykresie.

*Zasilacz powinien być stabilizowany, aby linia na wykresie była jak najbardziej płaska. Najlepiej jest jednak zastosować kilka baterii lub akumulatorków połączonych w pakiety o odpowiednich wartościach napięcia.*

Podobnie postępujemy z pozostałymi trzema zakresami, tzn. 2,5V/dz., 1V/dz. oraz 250mV/dz., podłączając do wejścia odpowiednie napięcia. Pozostałych zakresów 100mV/dz. oraz 25mV/dz. nie kalibrujemy, gdyż korzystają z wcześniejszych ustawień. W przypadku problemów z zakresem regulacji, co może być związane z rozrzutem parametrów elementów elektronicznych, należy skorygować wartość poszczególnych rezystorów



**Rys. 2 Rozmieszczenie elementów na płytce**

(R3-R6) lub wspólnego do wszystkich kanałów R7. Jeżeli wszystkie zakresy zostały poprawnie skalibrowane, sprawdzamy, jak wyglądają przebiegi o zmiennym napięciu. W tym celu najlepiej użyć małego transformatora sieciowego, np. typowego dzwonkowego o małym napięciu wyjściowym. Po podłączeniu uzwojenia wtórnego do wejścia przystawki na ekranie powinniśmy zobaczyć ładny przebieg sinusoidalny.

Tak uruchomiony i skalibrowany układ montujemy w obudowie. Gabaryty płytki zostały dobrane do obudowy typu Z-48 firmy Kradex.

Na rysunku 4 przedstawiony został przykładowy przebieg (sinus 50Hz).

Z parametrami elektrycznymi przystawki oscyloskopowej można się zapoznać na stronie oryginalnego projektu. Zaletą tej przystawki



**SD12N**  
**Płytki stykowe o 840 polach stykowych umożliwiające szybkie tworzenie projektów bez lutowania.**  
 cena: **24 zł**  
[www.sklep.avt.pl](http://www.sklep.avt.pl)  
 tel. 022 568 99 52



## Wykaz elementów

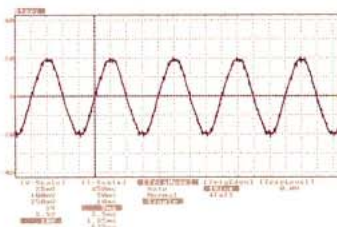
Rezystory	C16	16pF	
R1	1M $\Omega$	C17	100 $\mu$ F/16V
R2	6,8M $\Omega$	Półprzewodniki	
R3	270k $\Omega$	D1-D6	1N4148
R4	82k $\Omega$	D7	LED dwukolorowa
R5	27k $\Omega$	Q1	BS110
R6	8,2k $\Omega$	Q2	BS88
R7	180k $\Omega$	U1	4052
R8-R10	10k $\Omega$	U2	ATMEGA8
R11	12k $\Omega$	U3	MAX232
R12, R15, R16	1,5k $\Omega$	U4	LM2931-5
R13, R14, R18	1k $\Omega$	U5	TL074
R17	100k $\Omega$	ISO1,2	CNY17-III
R19	43k $\Omega$	ISO3	6N137
R20	680 $\Omega$	Pozostałe	
R21	2,2M $\Omega$	L1-L3	10 $\mu$ H dławik
P1	50k $\Omega$ helipot 3/8'	X1	11,0592MHz
P2	20k $\Omega$ helipot 3/8'	K1	JZC-49F005
P3	5k $\Omega$ helipot 3/8'	(przełącznik o jak	
P4	2k $\Omega$ helipot 3/8'	najmniejszej mocy)	
P5	10k $\Omega$ helipot 3/8'	J1	gniazdo BNC
Kondensatory		J2	DB9-F
C1	2,2pF	(gniazdo + obudowa)	
C2-C5, C13	1 $\mu$ F/16V	Gniazdo do baterii 9V	
C6	10 $\mu$ F/16V	Podstawka DIP28	
C7	4,7nF	Przewód 4-żyłowy	
C8-C12	100nF	do RS-1mb	
C14, C15	18pF	Obudowa Z-48	

Komplet podzespołów z płytą jest dostępny w sieci handlowej AVT jako kit szkolny AVT-2828.

jest zapewne możliwość oglądania przebiegów napięć bipolarnych o maksymalnej amplitudzie  $\pm 40V$ . Pomimo słabych parametrów częstotliwościowych, w wielu wypadkach jest to wystarczające przy pracy z układami elektrycznymi.

Jeżeli ktoś chce jeszcze bardziej uprościć konstrukcję, może zrezygnować z optoizolacji.

Rys. 4 Przebieg sinus 50Hz



cji. Trzeba wtedy zrezygnować z wlotowywania następujących elementów (\*\*): (R13, R14, R16, R20, D3, D5, C6, ISO1, ISO3). Na płycie musimy dokonać przewodami kilku połączeń: (ISO3 pin3 z pin5), (ISO3 pin6 z U3 pin9), (ISO1 pin2 z U3 pin10), (ISO1 pin4 z U3 pin7) oraz (katoda D5 z U3 pin8). Oczywiście rezygnując z optoizolacji, należy mieć świadomość, że port szeregowy komputera PC będzie narażony na ewentualne uszkodzenie.

W przypadku tego opracowania chodzi przede wszystkim o walory edukacyjne, które będą stanowiły dobry początek do kolejnych modyfikacji i ulepszeń, realizowanych przez Czytelników.

Jarosław Sawicki  
www.alres.pl

REKLAMA

**PPS10  
OSCYLOSKOP  
KIESZONKOWY  
10 MHz**

**670 zł**

[www.sklep.avt.pl](http://www.sklep.avt.pl)  
tel 022 568 99 52

# Elektronik 2007

W dniu 24 kwietnia br. w Zespole Szkół Technicznych w Ostrowie Wielkopolskim odbyła się VIII edycja konkursu o tytuł „Elektronika 2007” pod hasłem „Europa potrzebuje dobrych elektroników”. W konkursie wzięło udział kilkudziesięciu uczniów z klas od pierwszej do czwartej, którzy przez kilka miesięcy przygotowywali swe prace. Komisji konkursowej zaprezentowano 48 prac indywidualnych i zbiorowych.

## Nagrodę główną i tytuł „Elektronika roku 2007”

za pracę

„Akustyczny lampowy wzmacniacz mocy” otrzymali:

**Łukasz Remisz, Jarosław Zawidzki i Przemysław Kaliński.**

**I miejsce** za pracę „Projektor multimedialny” zajęli:

**Jakub Smardz i Michał Rzekiecki.**

**II miejsce** za pracę „Centralka alarmowa” zajęli:

**Karol Radziszewski i Wojciech Konrady,**

oraz za pracę „Gra komputerowa BRICKS”: **Radosław Wrzalski.**

**III miejsce** za pracę „Makieta elektrowni wiatrowej” zajęli:

**Łukasz Więcek i Mateusz Nowak**

oraz za pracę „Sterownik świateł”: **Bartosz Bogacz.**

Nagrody specjalne (prenumeraty EdW) ufundowane przez Redakcję EdW, otrzymali:

**Wojciech Gąsiorek, Łukasz Remisz i Szymon Kędziora.**

