

LABORATORIUM W PC-cie

Miernik częstotliwości i okresu - karta do PC

część 1

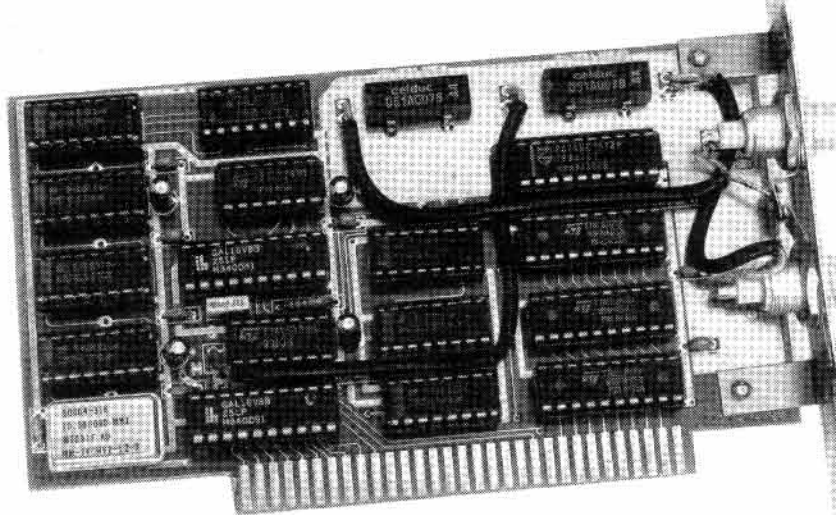
kit AVT-261

Przyrządy pomiarowe, a wśród nich także częstościomierze, stanowią niezbędny fragment pracowni każdego elektronika.

Największą popularnością cieszyły się dotychczas przyrządy stacjonarne, wyposażone w zasilacz, własny wyświetlacz, przełączniki, rozbudowane układy wejściowe oraz specjalnie przygotowaną obudowę. Chcemy zachęcić Czytelników do nieco innego spojrzenia na wyposażenie

swojego laboratorium - zastosowanie komputera do pomiarów, przetwarzania wyników i wyświetlania wskazań może obniżyć koszt wykonania przyrządu, zwiększyć komfort obsługi i znacznie ją uprościć.

Budowę „Laboratorium w PC-cie” rozpoczynamy od przyrządu umożliwiającego pomiar częstotliwości i okresu sygnału prostokątnego, a po dodaniu prostych przystawek także sinusoidalnego.

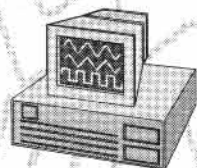


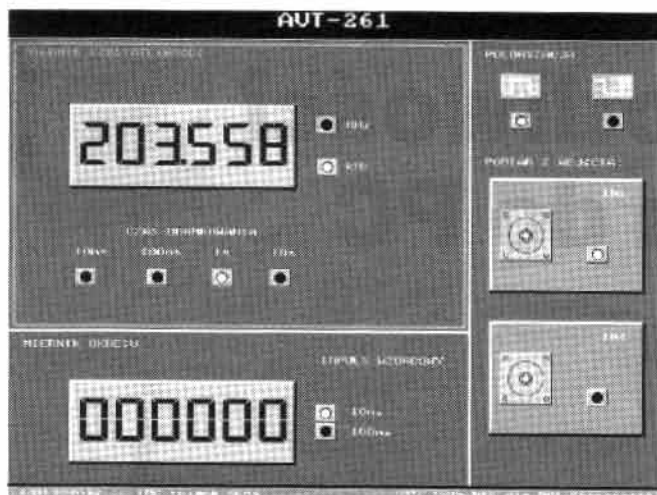
Typowe laboratorium elektroniczne powinno być wyposażone w szereg przyrządów - najczęściej są to: miernik uniwersalny, zasilacz, generator funkcyjny, oscyloskop oraz miernik częstotliwości. Zakup takich przyrządów wymaga z reguły sporego wysiłku finansowego, na co większość miłośników elektroniki nie może sobie pozwolić. Znaczne obniżenie kosztów wyposażenia laboratorium można osiągnąć poprzez zmianę podejścia do sprzętu pomiarowego - przecież w większości wypadków wykonywanie pomiarów oraz obróbkę danych można zlecić komputerowi, dzięki czemu możemy skupić się na realizacji samego „rdzenia” urządzenia pomiarowego, a pominąć zasilanie, obudowę oraz panel wskaźnikowy. Ten ostatni element jest szczególnie podatny na plastyczną obróbkę utalentowanego programisty. Możliwości współczesnych kompilatorów języków C++ oraz Pascala pozwalają na niemal dowolne operowanie grafiką. Mamy nadzieję, że wygląd panelu

sterującego programem obsługującym kartę (na **rysunku 1** oraz **rysunku 2**) spodoba się naszym Czytelnikom.

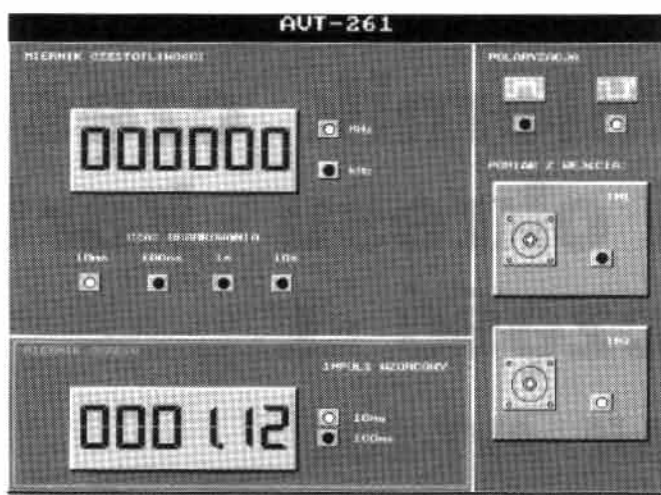
Podczas opracowywania projektu autor kierował się następującymi założeniami:

- konstrukcja powinna się opierać o ogólnie dostępne i tanie układy TTL serii LS lub HCT oraz układy programowalne GAL16V8. Zastosowanie GALi pozwoliło na wydatne obniżenie ilości układów - jeden z nich spełnia rolę dekodera adresowego (dekoduje adresy wszystkich portów zajętych przez kartę), drugi zastępuje funkcjonalnie co najmniej 4 standardowe układy TTL, co przy stosunkowo niskiej cenie układu PLD przeważało na jego korzyść;
- obok „sprzętu” w komplecie powinno znaleźć się proste w obsłudze i jednocześnie w pełni funkcjonalne oprogramowanie umożliwiające wykorzystanie wszystkich możliwości pomiarowych karty (rys. 1 oraz rys. 2);

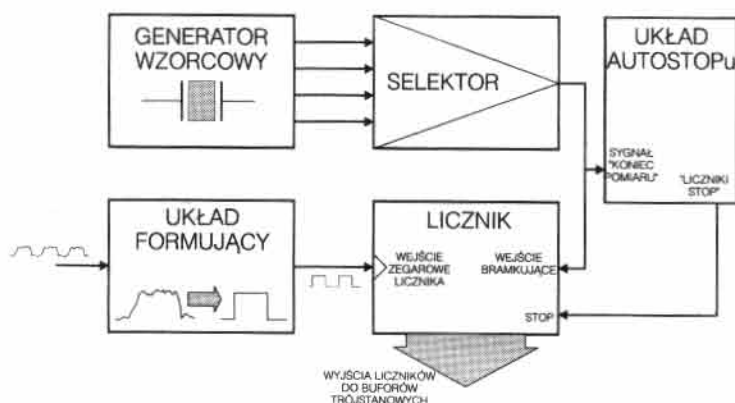




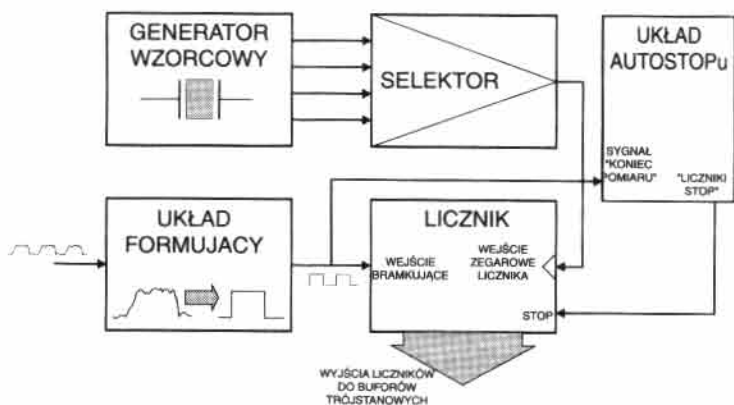
Rys. 1. Widok ekranu monitora podczas pomiaru częstotliwości



Rys. 2. Widok ekranu monitora podczas pomiaru okresu



Rys. 3. Schemat blokowy przyrządu podczas pomiaru częstotliwości



Rys. 4. Schemat blokowy przyrządu podczas pomiaru okresu

- przy pomocy karty można będzie mierzyć okres i częstotliwość sygnałów prostokątnych TTL, układy dopasowujące i przekształcające przebiegi o innych kształtach dołączane są z zewnątrz;
- zliczanie impulsów odbywa się w kodzie BCD (w każdym bajcie

dwie cyfry), dzięki czemu stosunkowo łatwe jest napisanie własnej wersji programu obsługującego kartę;

- karta nie będzie wykorzystywała przerwań sprzętowych w złączu ISA, ponieważ prawdopodobne jest wystąpienie konfliktu

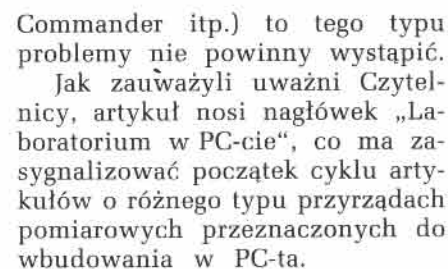
w przypadku złego skonfigurowania;

- karta może pracować na dowolnym komputerze PC wyposażonym w standardowe, 8-bitowe złącze ISA.

Wymagania stawiane przez oprogramowanie sterujące miernikiem komputerowi są niewielkie:

- karta VGA (można wykorzystać monitor monochromatyczny) z min. 256kB RAM. Program nie będzie pracował poprawnie na karcie graficznej Hercules, EGA nawet z programami emulującymi tryb VGA;
- dowolny procesor kompatybilny z 8086 (sprawdzono, karta pracuje także z XT);
- co najmniej 256kB wolnej pamięci RAM w komputerze.

Ponieważ program wykorzystuje przerwania programowe do zliczania czasu odniesienia, dla odczytania wyniku pomiaru należy unikać korzystania z programów mogących zmieniać czas zliczania. Wszystkie standardowe programy, jeżeli dokonują zmian w obsłudze przerwań, to po zakończeniu swojej pracy odtwarzają stan początkowy. W przypadku posługiwania się programami nie-licencjonowanymi lub shareware (pisanymi przez programistów - amatorów) istnieje prawdopodobieństwo wystąpienia kłopotów z poprawnością odczytu danych. Oczywiście, jeżeli częstotściomierz będziemy wykorzystywać od razu po uruchomieniu komputera (program obsługujący kartę pomiarową będzie pierwszym uruchamianym programem, oprócz typowych nakładek - XTree, Norton



Niezależnie od zastosowanego

Na **rysunku 5** przedstawiono schemat elektryczny karty pomiarowej. Moduł generatora wzorcowego, generujący wszystkie wzorce czasu i częstotliwości niezbędne do pomiarów, składa się z oscylatora kwarcowego OSC1 oraz połączonych szeregowo licz-

Elektronika Praktyczna 7/95

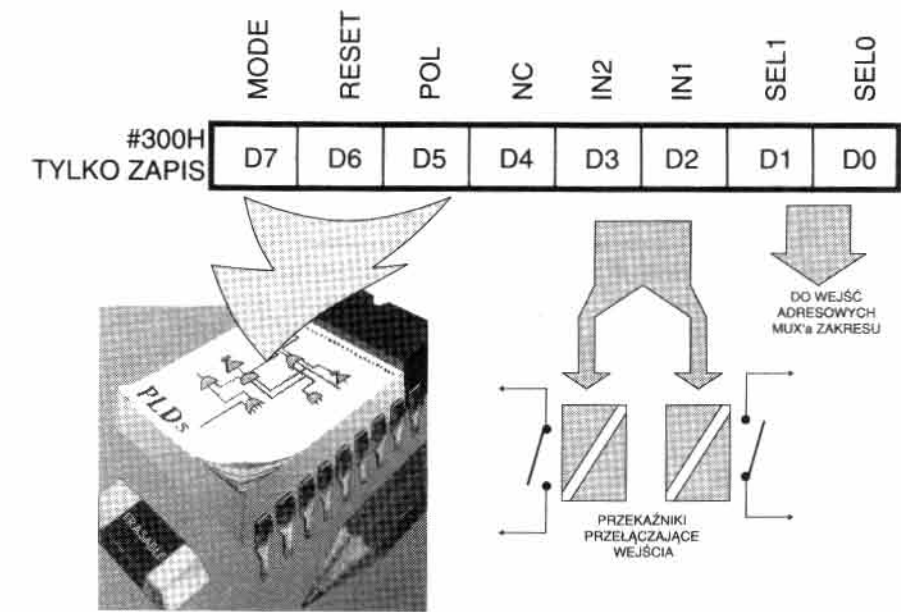
ników US1..4. Jako wzorce dla pomiarów wykorzystane są sygnały wyjściowe ze stopni liczników o podziałach:

- 1:100000 ($f=100\text{Hz}$, $t=10\text{ms}$),
- 1:1000000 ($f=10\text{Hz}$, $t=100\text{ms}$),
- 1:10000000 ($f=1\text{Hz}$, $t=1\text{s}$),
- 1:100000000 ($f=0.1\text{Hz}$, $t=10\text{s}$).

Selekcji odpowiedniego sygnału wzorcowego dokonuje się za pomocą multipleksera US11, adresowanego za pomocą bitów SELO oraz SEL1. Obydwa bity selekcyjne są zatraskiwane w rejestrze sterującym pracą karty - US16. Na **rysunku 6** przedstawiono mapę bitową tego rejestru. Jak widać, oprócz dwóch bitów selekcji zakresu (są to dwa najmłodsze bity D0, D1) do rejestru wpisywane są także inne bity, przy pomocy których konfiguruje się tryb pracy karty (D7, MODE - pomiar częstotliwości lub okresu), aktywne wejście (IN1, IN2 - D2, D3), polaryzację sygnału mierzonego (POL - D5) oraz inicjuje kartę (RESET - D6). Tak więc poprzez wpisywanie odpowiednich danych do rejestru sterującego możemy dowolnie sterować pracą karty - jest to jedyny rejestr, do którego możemy wpisywać dane. Pozostałe trzy porty są tylko do odczytu.

Pod adresem 300_{H} możemy odczytać dwie najmłodsze cyfry wyniku pomiaru (w kodzie BCD) i kolejno pod adresem 301_{H} dwie środkowe cyfry, a pod adresem 302_{H} dwie najbardziej znaczące cyfry. Jak widać, w sumie na karcie znajdują się cztery porty wymagające obsługi, co sugeruje konieczność wykorzystania czterech adresów w przestrzeni I/O. Ze względu na fakt, iż każdy z portów jest jednokierunkowy (tzn. tylko do odczytu lub tylko do zapisu), możliwe było umieszczenie pod adresem 300_{H} obok portu najmłodszych cyfr także port sterujący. W konsekwencji takiego rozwiązania bajtowa mapa obszaru I/O w okolicy interesujących nas adresów wygląda jak na **rysunku 7**.

Dekodowaniem adresów i odpowiednim sterowaniem buforami zajmuje się układ programowalny US14. Zastosowanie w miejscu dekodera GALa znacznie upraszcza konstrukcję urządzenia, a w konsekwencji jego montaż i uruchomienie. Możliwe jest także dowolne przekonfigurowanie dekodera (dowolne zmiany adresów portów odbywają się poprzez niewielkie modyfikacje programu), co w klasycznych rozwiązaniach jest niezwykle skomplikowane. Listing programu napisanego w języku CUPL dla dekodera zamieścimy w drugiej części artykułu.

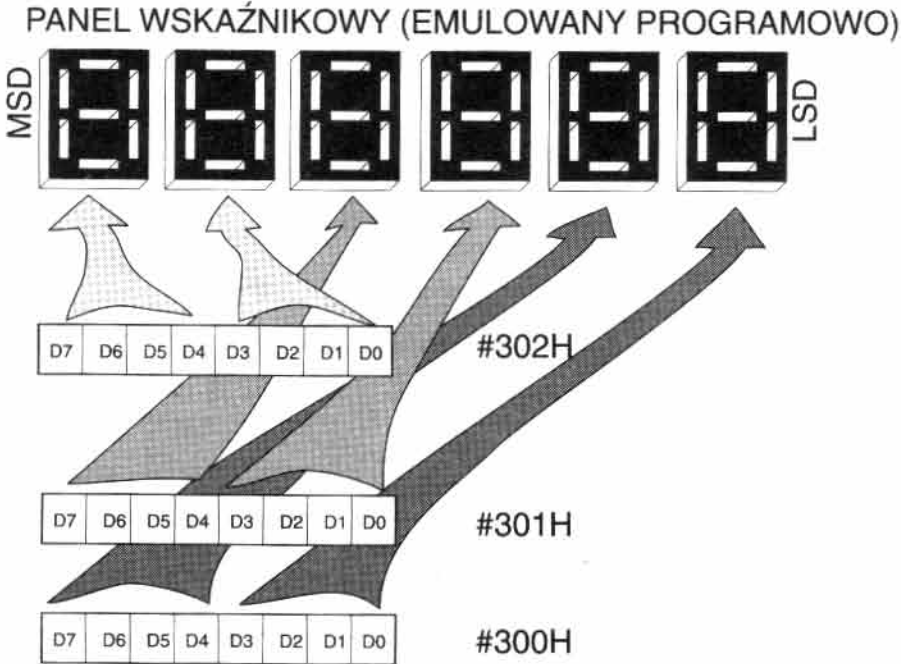


Rys. 6. Mapa bitowa rejestru konfiguracyjnego

mienie. Możliwe jest także dowolne przekonfigurowanie dekodera (dowolne zmiany adresów portów odbywają się poprzez niewielkie modyfikacje programu), co w klasycznych rozwiązaniach jest niezwykle skomplikowane. Listing programu napisanego w języku CUPL dla dekodera zamieścimy w drugiej części artykułu.

Inicjacja każdego pomiaru rozpoczyna się poprzez wpisanie sekwencji „1,0” na bit D6 portu 300_{H} , który jest oznaczony jako RESET. W czasie trwania „1” logicznej wszystkie liczniki karty,

przerzutniki US12A/B oraz przerzutnik RS1 (wewnątrz US13) są kasowane, dzięki czemu od razu po wpisaniu na bit RESET „0” logicznego może rozpocząć się pomiar. W przypadku pomiaru okresu sygnału wyjściowego wewnętrzna konfiguracja układu US13 wygląda tak, jak to przedstawiono na **rysunku 8**. Sygnał wzorcowy z wyjścia Y multipleksera US11 steruje wejście bramki NAND B1 zintegrowanej w układzie US13 i dalej zasila wejście zegarowe licznika pomiarowego US5B (poprzez wyjście COUNT0



Rys. 7. Mapa obszaru I/O zajętego przez liczniki karty



Nieco inaczej wygląda konfiguracja układu pomiarowego podczas pomiaru częstotliwości. Schemat elektryczny tego układu przedstawia **rysunek 9**. Sygnał wzorcowy ulega podziałowi przez 2 dzięki zastosowaniu przerzutnika US12B. Do wyjścia Q (p. 9 US12) dołączone są: wejście bramki B3 (US13) oraz układ US15C/D, R1, C15. Bramka B3 przepuszcza impulsy wejściowe, formowane w przerzu-

tniku Schmitta US15A, na wejście licznika US5B przez czas dobrany odpowiednio do zakresu pomiarowego. Po minięciu czasu wzorcowego stan wyjścia przerzutnika US12B zmienia się na „0” logiczne, co powoduje skasowanie przerzutnika RS1 (US13) i zatrzymanie cyklu pomiarowego aż do ponownej inicjacji. Powtarza się więc procedura „autostopu”, podobnie jak podczas pomiaru okresu.

Zastosowanie półautomatycznego trybu zliczania ma kilka zalet - nie ma konieczności obsługiwania przerwań sprzętowych, co czasami może być kłopotliwe. Czas oczekiwania na odczyt wyniku pomiaru przez kartę może być dowolnie długi. Udało się także uniknąć stosowania dodatkowych rejestrów „latch” podtrzymujących wynik pomiaru - dane odczytywane są bezpośrednio z wyjść liczników poprzez bufor trójstanowe US8..11. Niestety, w takim trybie pracy występuje także jedna wada - program obsługujący kartę musi poczekać na odczyt wyniku pomiaru minimum ok. 120% czasu wzorcowego dla wybranego podzakresu, licząc od momentu rozpoczęcia pomiaru. Ważne jest więc aby żadne przetwarzanie licznikowe w komputerze nie były poddawane przekonfigurowaniu, ponieważ odczyt wyniku mógłby nastąpić w czasie trwania pomiaru, co oczywiście zafałszuje wyświetlane wyniki. Czas ten mo-

że być, jak zostało już zauważone wcześniej, znacznie dłuższy. Przedłużenie go nie spowoduje możliwości powstania fałszywych odczytów.

Licznik wyniku składa się z trzech podwójnych, połączonych szeregowo liczników BCD typu 74XX390. Uzyskujemy więc szesciocyfrowe pole odczytowe, zapisane bezpośrednio w kodzie BCD, przy czym kolejność bitów liczników odpowiada kolejności bitów portu wyjściowego (rys. 7). Wynik pomiaru odczytywany jest poprzez bufor trójstanowy US8..10, których wyjścia połączone są w jedną 8-bitową magistralę danych. Odczyt portów strobowany jest przy pomocy wejść !G układów buforujących. Stan logicznego „0” na wejściach DIR tych układów powoduje ustalenie wyjściowego kierunku transmisji, co uniemożliwia dokonanie jakiegokolwiek wpisu do tych portów.

Przełącznik wejściowy wykonano przy pomocy miniaturowych przełączników produkowanych przez firmę CELDUC, zasilanych napięciem 5V. Cewki przełączników zasilane są bezpośrednio z wyjścia rejestru US16, na co pozwala wysoka rezystancja cewki i fakt wbudowania w przełącznik diody zabezpieczającej wyjście sterujące przed przepięciem, które indukuje się w cewce w chwili wyłączenia zasilania cewki. Obudowa przełącznika odpowiada ga-

barytowo standardowej obudowie DIL 14, dzięki czemu przełącznik wejściowy nie zajmuje zbyt wiele miejsca i jednocześnie zapewnia osiągnięcie dość dobrych parametrów także dla sygnałów o wyższych częstotliwościach. Połączone ze sobą wyjścia przełączników podają wybrany sygnał mierzony na wejście inwertera i jednocześnie przerzutnika Schmitta US15A. W zależności od przewidywanej maksymalnej częstotliwości zliczania trzeba zastosować w to miejsce układ odpowiedniej serii. Standardowo w zestawie AVT-261 oferowane będą układy serii LS lub HCT. W przypadku konieczności pomiaru wyższych częstotliwości lepiej jest zastosować układy serii ACT lub F, przy czym należy pamiętać o tym, że nie wszyscy producenci oferują układ '132 w szybszych wersjach. Głównym zadaniem układu US15A jest uformowanie prawidłowego przebiegu prostokątnego z często mocno zakłóconego sygnału wejściowego. Podczas pomiaru okresu przebiegu prostokątnego duże znaczenie ma także stromość zboczy sygnału wejściowego, które także „poprawia” bramka US15A.

Piotr Zbysiński

Dokończenie w następnym numerze EP.

Tab.1. Parametry i właściwości karty pomiarowej:

- ✓ miernik częstotliwości wskazuje 6 cyfr znaczących i ma 4 podzakresy pomiarowe:

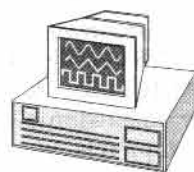
- z czasem bramkowania $t_B = 10\text{ms}$,	$f_{\text{zakr}} = 100\text{MHz}$ (99,9999MHz);
- z czasem bramkowania $t_B = 100\text{ms}$,	$f_{\text{zakr}} = 10\text{MHz}$ (9,99999MHz);
- z czasem bramkowania $t_B = 1\text{s}$,	$f_{\text{zakr}} = 1\text{MHz}$ (999,999kHz);
- z czasem bramkowania $t_B = 10\text{s}$,	$f_{\text{zakr}} = 100\text{kHz}$ (99,9999kHz);
- ✓ maksymalna częstotliwość zliczania wynosi ok. 30MHz. W przypadku zastosowania w miejsce układów US5..7 ich odpowiedników z rodziny F lub S można ją podnieść do ok. 50MHz. Dalsze podniesienie maksymalnej częstotliwości mierzonej wymaga wymiany układu US13 na szybszy (np. GAL16V8B-15/10/7 lub GAL16V8C), co podnosi nieco koszt całego układu;
- ✓ miernik okresu mierzy z dokładnością do 10ms lub 100ms, przy czym maksymalny okres mierzonego przebiegu nie powinien być dłuższy niż 15s;
- ✓ karta współpracuje z dowolnym komputerem rodziny PC;
- ✓ karta zajmuje trzy adresy w obszarze I/O przeznaczonym dla kart prototypowych;
- ✓ uproszczenie sterowania kartą uzyskano dzięki zastosowaniu tylko jednego uniwersalnego rejestru konfiguracyjnego pod adresem 300_H;
- ✓ zastosowanie dwóch prostych i tanich układów programowalnych GAL16V8B pozwoliło na znaczne uproszczenie konstrukcji karty;
- ✓ wzorzec częstotliwości znajduje się na karcie, dzięki czemu dokładność pomiaru nie zależy od konfiguracji komputera;
- ✓ karta wyposażona jest w dwa niezależne wejścia; założono, że do jednego z wejść zostanie podłączony zewnętrzny układ formujący (z własnym zasilaniem), a do drugiego sygnał prostokątny TTL. Należy podkreślić - wejścia nie są dedykowane dla konkretnych pomiarów ani przez program obsługujący, ani przez rozwiązania układowe;
- ✓ zasilanie: +5VDC/300mA (bezpośrednio z szyny ISA);
- ✓ częstotliwość dokonywania pomiarów: co ok. 1,2s dla zakresów 100MHz, 10MHz, 1MHz i co ok. 12s dla zakresu 100kHz;
- ✓ czas trwania pomiaru okresu jest niezależny od sygnału wejściowego i wynosi ok. 17s.

LABORATORIUM W PC-cie

Miernik częstotliwości i okresu - karta do PC

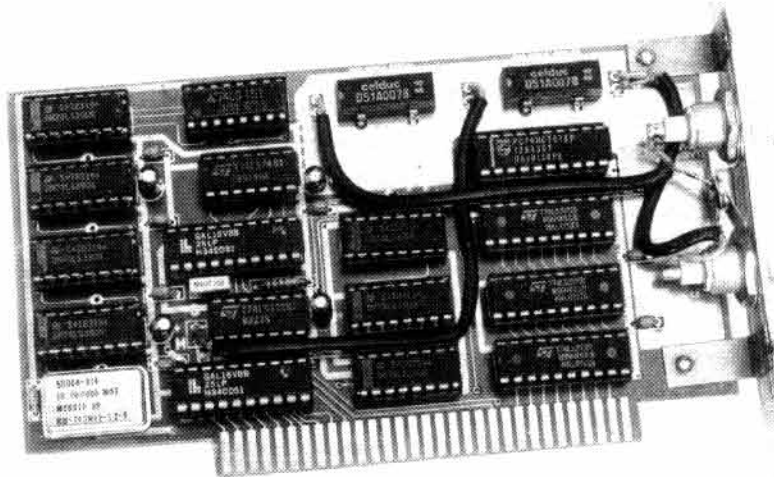
część 2

kit AVT-261



Druga część artykułu opisującego kartę do pomiaru częstotliwości poświęcona jest dokładnemu opisowi zastosowanych w urządzeniu układów PLD. Omówiono procedurę montażu i uruchomienia, przybliżony został także sposób posługiwania się programem sterującym.

Bardziej zaawansowanych Czytelników może zainteresować możliwość dokonywania pomiarów przebiegów o kształtach innych niż prostokątne, a także pomiar przebiegów o częstotliwościach rzędu MHz - niezbędne do tego celu przystawki omówiono w artykule.



Na list.2 przedstawiony został program opisujący strukturę układu przełączającego (US13 z rys.5). Na rys.11 znajduje się widok wyprowadzeń tego układu.

W projekcie zastosowano najtańsze wersje układów GAL16V8B o maksymalnym czasie propagacji rzędu 25 ns. Do prowadzenia

pomiarów w zakresie 25...30MHz szybkość pracy układu US13 jest w pełni wystarczająca (drugi z GALi nie bierze bezpośredniego udziału w procesie pomiaru, tak więc jego szybkość nie ma specjalnego znaczenia). Jeżeli okaże się konieczne wykonanie bezpośrednich pomiarów sygnałów

Układy programowalne

Jak wspomniano w pierwszej części artykułu w mierniku częstotliwości zastosowane zostały dwa układy programowalne GAL16V8. Jeden z nich spełnia rolę dekodera adresowego zapewniającego poprawne zdekodowanie sygnałów adresu i sterujących (US14, rys.5), drugi jest dość rozbudowanym układem przełączającym (dzięki niemu możliwa jest selekcja wielkości mierzonej) z możliwością wyboru zbrocza wyzwalającego sygnału wejściowego. Na list.1 znajduje się program napisany w języku CUPL, opisujący działanie dekodera adresowego karty pomiarowej. Na rys.10 przedstawiono wyprowadzenia układu dekodującego (US14 z rys.5).

Tab.1. Dostępne w chwili obecnej wersje układu GAL16V8

Uwaga! Nie uwzględniono układów o obniżonym poborze mocy (rodzina GAL16V8Z) oraz układów o zwiększonej obciążalności wyjść (rodzina GAL16VP8). Pominęto także układy w wersjach przemysłowych.

Typ układu	Czas propagacji (ns)	Maksymalna częstotliwość zegarowa (MHz)	Maksymalny pobór prądu (mA)
GAL16V8B-25L	25	41.6	90
GAL16V8B-25Q	25	50	55
GAL16V8B-15L	20	62.5	90
GAL16V8B-15Q	15	62.5	55
GAL16V8B-10L	10	62.5	115
GAL16V8B-7L	7	100	115
GAL16V8C-7L	7	100	130
GAL16V8C-5L	5	166	115

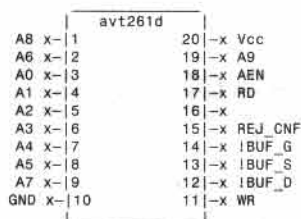
o częstotliwościach większych niż 25MHz może okazać się niezbędne zastosowanie w miejscu układu US13 szybszej wersji układu GAL16V8B. W tab.1 zamieszczamy zestawienie wszystkich wersji dostępnych w chwili obecnej na rynku (uwzględniono tylko układy oferowane przez firmę Lattice). Zmiana układu na szybszy nie wymaga żadnych przeróbek w programie zamieszczonym na listingu 2. Nie występują także problemy z algorytmami programowania w przypadku stosowania układów serii „B”. W przypadku starszych programatorów mogą wystąpić problemy z programowaniem układu GAL16V8C, który wymaga nieco innej procedury programującej. Przed ewentualnym „przyspieszeniem” miernika należy wziąć pod uwagę stosunkowo wysoki koszt szybkich wersji GALa. W wielu wypadkach znacznie korzystniejsze może okazać się zastosowanie prostego preskalera o stosunku podziału 1:1000. Propozycję takiego rozwiązania przedstawimy w dalszej części artykułu. Możliwe jest oczywiście zastosowanie preskalera o innym stopniu podziału, ale będzie to wymagać modyfikacji oprogramowania sterującego (przesunięcie przecinków w panelu wskaźnikowym lub wręcz przeliczenie wyświetlanego wyniku).

Montaż i uruchomienie

Układ miernika montujemy na dwustronnej płytce drukowanej przedstawionej na wkładce wewnętrznej numeru. Rozmieszczenie elementów przedstawiono na rys.12.

Przed rozpoczęciem montażu warto dokładnie sprawdzić płytkę drukowaną, co pozwoli uniknąć kłopotów podczas uruchamiania układu. Szczególną uwagę trzeba zwrócić na miejsca w których ścieżki przechodzą pomiędzy punktami lutowicznymi elementów. Zaawansowane technologie stosowane podczas produkcji oferowanych przez AVT płytek drukowanych wykluczają powstawanie przypadkowych zwarców lub przerw, ale jak uczy praktyka - kontroli nigdy dość.

Podczas montażu elektrycznego należy przestrzegać podstawowych zasad bezpieczeństwa - układy scalone warto zamontować



Rys.10. Wyprowadzenia układu dekodera adresowego (GAL16V8)

```

NAME avt261d;
REV 1.0;
DATE 25/03/95;
DESIGNER PZ;
COMPANY B T C;
ASSEMBLY N/A;
LOCATION N/N;
DEVICE G16V8;

/* *****
/*      Dekoder adresowy
/*      karty pomiarowej
/*      AVT-261
/* *****

/* INPUTS */
pin 1 = A8;
pin 2 = A6;
pin [3..8,9] = [A0..A5,A7];
pin 19 = A9;
pin 18 = AEN;
pin 17 = RD;
pin 11 = WR;

/* OUTPUTS */
pin 15 = REJ_CNF;
pin 14 = !BUF_G;
pin 13 = !BUF_S;
pin 12 = !BUF_D;

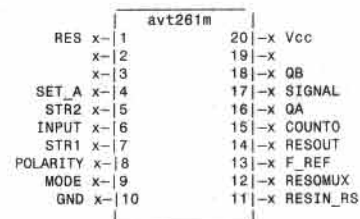
/* DECLARATIONS AND INTERMEDIATE VARIABLE
DEFINITIONS */
field ADRES = [A0..A9];
field STEROW = [WR,RD,AEN];

ZAPIS = STEROW'b'010;
ODCZYT = STEROW'b'100;
DATA0 = ADRES'h'300;
DATA1 = ADRES'h'301;
DATA2 = ADRES'h'302;

/*LOGIC EQUATIONS*/
BUF_G = DATA0 & ODCZYT;
BUF_S = DATA1 & ODCZYT;
BUF_D = DATA2 & ODCZYT;
REJ_CNF = DATA0 & ZAPIS;

```

Listing 1. Program opisujący budowę układu dekodera



Rys.11. Wyprowadzenia układu przełączającego CMLX (GAL16V8)

```

NAME avt261m;
REV 1.0;
DATE 25/03/95;
DESIGNER PZ;
COMPANY B T C;
ASSEMBLY N/A;
LOCATION N/N;
DEVICE G16V8;

/* *****
/*      Układ przełączająco-sterujący
/*      karty pomiarowej AVT-261
/* *****

/* INPUTS */
pin 1 = RES;
pin 4 = SET_A;
pin 7 = STR1;
pin 13 = F_REF;
pin 5 = STR2;
pin 6 = INPUT;
pin 8 = POLARITY;
pin 9 = MODE;
pin 11 = RESIN_RS;

/* OUTPUTS */
pin 12 = RESOMUX;
pin 14 = RESOUT;
pin 15 = !COUNT0;
pin 17 = SIGNAL;
pin 16 = QA;
pin 18 = QB;

/* DECLARATIONS AND INTERMEDIATE VARIABLE
DEFINITIONS */
SIGNAL = POLARITY & INPUT;
FIN = SIGNAL & STR1;
TIN = STR2 & F_REF;
RESOUT = !RES;

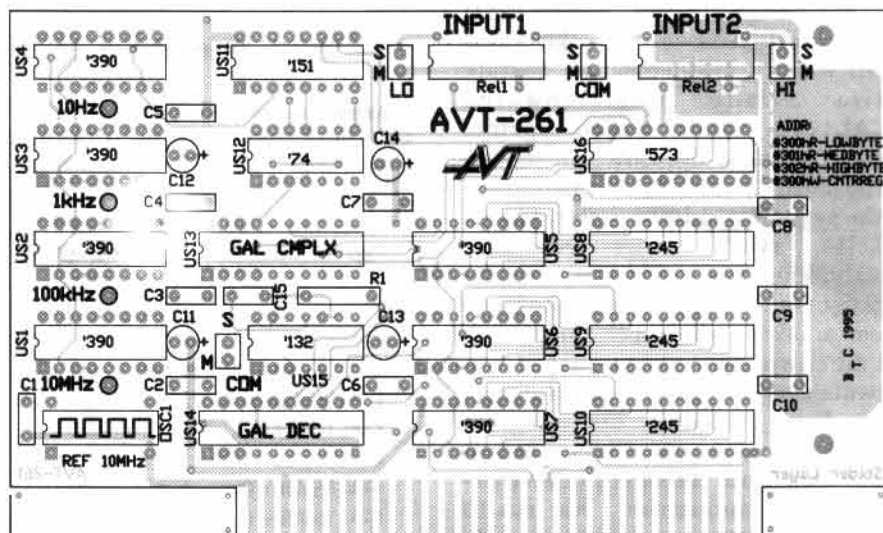
COUNT0 = !MODE & TIN
# MODE & FIN;

RESOMUX = !MODE & STR2
# MODE & STR1;

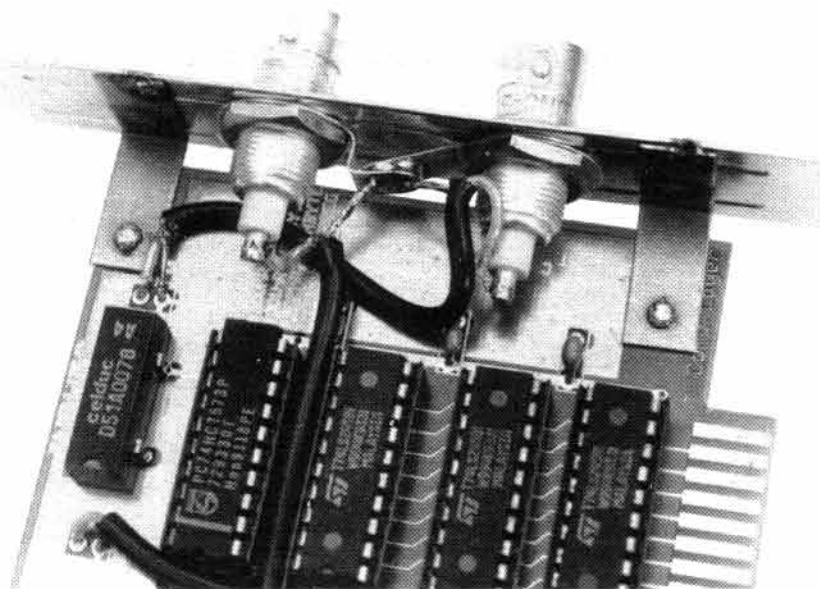
QA = !SET_A # (RESIN_RS & QA);
QB = !RESIN_RS # (SET_A & QB);

```

Listing 2. Program opisujący budowę układu (CMLX)



Rys. 12. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej (rysunek zmniejszony o ok. 15%)



Fot. 1. sposób zamontowania złącz BNC do wspornika karty oraz podłączenie przewodów do końcówek złącz

w podstawkach, co znacznie ułatwi wszelkiego typu prace serwisowe. Bezpośrednio w płytkę drukowaną należy zamontować przełączniki Rel1 oraz Rel2, a także oscylator kwarcowy OSC1. Czas lutowania nie powinien przekraczać 5...15 sek, ponieważ elementy te są bardzo czułe na temperaturę. Po wlutowaniu podstawek i elementów biernych układy scalone wkładamy w odpowiadające im miejsca (schemat montażowy z rys.12 niezbędny!) i przechodzimy do kolejnego etapu - montażu mechanicznego.

Wymaga on niestety nieco wprawy i posiadania podstawowych narzędzi do obróbki mechanicznej - wiertarki z wiertłem do metalu o średnicy ok. 12 mm, okrągłego pilnika igłaka (lub innego do metalu) oraz wkrętaka. W skład kitu AVT-261 wchodzi wspornik (często określany mianem „śledzia”) z dogrzanymi kątownikami, w których wykonane są otwory o średnicy 2.5mm, ułatwiające poprawne przymocowanie go do płytki drukowanej. Przed przymocowaniem wspornika należy wykonać w nim dwa dodatkowe otwory służące do przykręcenia gniazd pomiarowych BNC. Otwory pod gniazda należy dokładnie opiłować przy pomocy pilnika. Po przykręceniu gniazd lutujemy do nich odcinki przewodów koncentrycznych o długo-

ściach dobranych w sposób umożliwiający późniejsze wlutowanie końcówek kabla w odpowiednie miejsca na płytce drukowanej. W egzemplarzu modelowym przewody miały długość 6 cm, a drugi 11 cm. Zastosowano standardowy kabel ekranowany 50Ω wykorzystywany w większości przyrządów pomiarowych.

Kolejnym etapem montażu jest przykręcenie wspornika do płytki przy pomocy dwóch śrub o długości ok. 5mm i średnicy 2.5mm. Otwory przez które przechodzą śruby są wewnątrz metalizowane, dzięki czemu zapewniony jest bardzo dobry kontakt wspornika z potencjałem masy zasilania komputera. Potencjał ten jest jednocześnie potencjałem odniesienia dla sygnału mierzonego - należy więc pamiętać o tym, aby nie dokonywać bezpośrednich pomiarów w układach nie izolowanych od sieci energetycznej.

Na fot.1 przedstawiono dokładnie sposób zamontowania złącz BNC do wspornika karty oraz podłączenie przewodów do ich końcówek.

Uruchomienie układu nie jest zbyt skomplikowane, ale wymaga sporego doświadczenia z dziedziny techniki cyfrowej. Zastosowanie dwóch układów programowalnych znacznie upraszcza uruchomienie karty. Dużą pomocą podczas uruchomienia jest dołączany

na dyskietce program testowy PTEST.EXE. Zastosowanie tego programu pozwala na niezależne testowanie każdego bitu w portach wejściowych i wyjściowych. Szczegółowy opis procedury uruchomienia zająłby bardzo dużo miejsca, dlatego opiszemy skrótowo metodykę jaką warto stosować podczas korzystania z programu PTEST.EXE. Do dokładnego przetestowania pracy karty niezbędne będzie posiadanie kilku przyrządów, m.in. oscyloskopu, dokładnego miernika czasu i okresu. W większości wypadków można poradzić sobie przy pomocy prostego multimetra i kilku diod świecących z rezystorami.

Pierwszym krokiem jest kontrola pracy dekodera adresowego oraz rejestru konfiguracyjnego US16. Do wyjść US16 (piny 12...19) dołączamy anody diod LED z rezystorami ograniczającymi prąd (ok. 500 ..1k). Katody diod łączymy do masy. Instalujemy kartę w komputerze, uruchamiamy program testowy PTEST.EXE i przy jego pomocy wpisujemy pod adres 300H, kolejno na każdy bit „0” i „1”, co powinno powodować zapalenie i gaszenie odpowiednich diod. Przy pomocy miernika uniwersalnego lub testera zwarcie można skontrolować pracę przełączników Rel1 oraz Rel2. Cewki przełączników sterowane są wyjściami Q3 (bit D2) i Q4 (bit D3) rejestru o adresie 300H. Wpisanie na te bity „1” logicznej powinno spowodować zwarcie styków odpowiedniego przełącznika.

Kolejnym etapem uruchomienia jest kontrola poprawności pracy oscylatora wzorcowego i przełącznika zakresu (US11). Na powierzchni płytki, pomiędzy licznikami US1...4 wyróżniono punkty w których występują przebiegi prostokątne o ściśle określonej częstotliwości. Należy sprawdzić przy pomocy oscyloskopu, miernika częstotliwości lub nawet diody LED czy sygnały te występują. Przełącznik zakresu testujemy podobnie - na jego wyjściu (pin 5 US11) powinien pojawiać się przebieg prostokątny o częstotliwości ustalonej przy pomocy bitów D0 (sygnał SEL0) i D1 (sygnał SEL1) portu 300H. Rozpoczęcie procedury testującej należy rozpocząć od wpisania na bit D6 portu

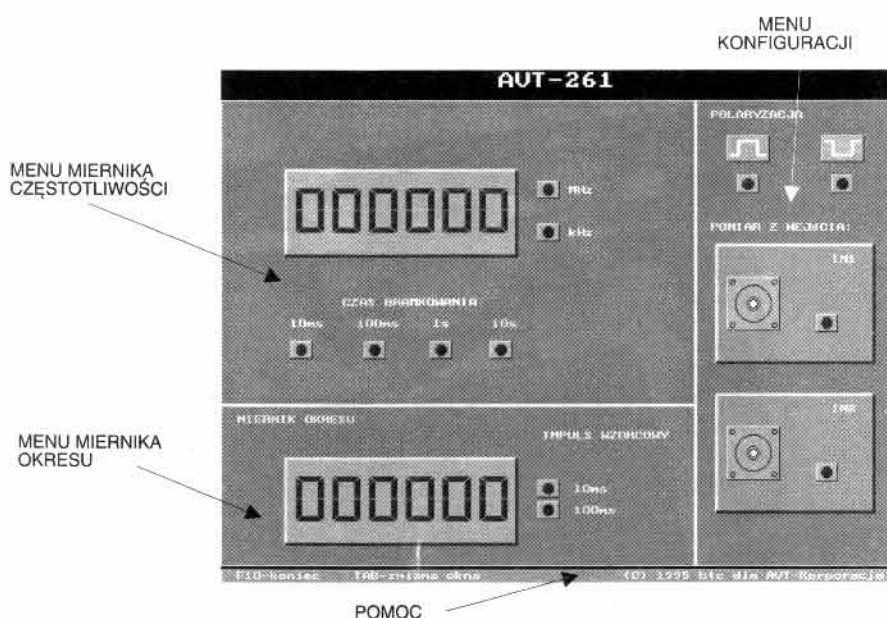
300H (sygnał RESET) „0“ logicznego, co umożliwi pracę wszystkich liczników. Praktyka pokazała, że znacznym ułatwieniem jest monitorowanie linii kasującej przy pomocy diody LED (nie wolno zapomnieć o rezystorze ograniczającym prąd płynący przez diodę!). Ostatnim etapem będzie kontrola poprawności pracy buforów US8...10 oraz linii sterujących dekodera adresowego. Przed rozpoczęciem tego etapu należy wymontować z podstawek układy licznikowe US5..7 i zewrzeć ze sobą wejścia B1...8 układów US8...10. Do zwartych wejść dołączamy przewody z odizolowanym końcem. Montujemy kartę w slotcie, uruchamiamy komputer i następnie program PTEST.EXE. Ustalamy adres portu odczytywanego na 300H i odczytujemy jego wartość po zwarcii odpowiadającego mu przewodu do masy zasilania, co powinno dać odczyt wartości 0H, a następnie do +5V, co powinno dać odczyt wartości 0FFH. Procedurę powtarzamy kolejno dla wszystkich portów, pamiętając o zmianie adresu, kolejno na 301H i 302H.

Na tym można zakończyć wstępne uruchomienie karty, które w większości wypadków zapewnia poprawną jej pracę. Dostarczane w ramach zestawu układy programowalne US13 i US14 są po zaprogramowaniu testowane, nie ma więc konieczności szczegółowego weryfikowania ich pracy.

Po wykonaniu omówionych wyżej czynności można ponownie obsadzić kartę układami (i koniecznie usunąć wprowadzone w ostatnim etapie modyfikacje), zainstalować kartę w slotcie i uruchomić program obsługujący.

Wejściowy układ formujący

Karta wyposażona jest w dwa niezależne wejścia pomiarowe przełączane przy pomocy przełączników Rel1 i Rel2. Obydwa przystosowane są do standardu TTL, tak więc mierzenie sygnałów o amplitudach nie mieszczących się granicach zadanych normami bezpośrednio nie jest możliwe. W przypadku pomiaru sygnałów o niewielkich amplitudach i częstotliwościach nie wykraczających poza możliwości pomiarowe karty wystarczy zastosowanie prostego



Rys. 13. Widok ekranu pracującego programu

wzmacniacza z wyjściowym układem formującym. Idealnie do tego celu nadaje się wzmacniacz AVT-23 wykonany w oparciu o odbornik linii ECL MC10116. Układ ten doskonale pracuje z sygnałami o częstotliwościach z zakresu 0.1Hz aż do ok. 100MHz, zapewniając dobrej jakości przebieg TTL na wyjściu. W przypadku prowadzenia pomiarów sygnałów o częstotliwościach większych od ok. 30MHz trzeba wziąć pod uwagę konieczność dokonania pewnych modyfikacji układu, które opisaliśmy na początku tej części artykułu.

W przypadku konieczności dokonywania pomiarów o częstotliwościach wyższych niż gwarantują to parametry karty warto pokusić się o wykonanie preskalera o współczynniku podziału np. 1:1000. Opisy tego typu rozwiązania publikowane były w EP (nr 11/93, 7/94).

Możliwe są oczywiście dowolne realizacje preskalera. Zastosowanie w prezentowanym układzie scalonego preskalera firmy Philips wynika ze stosunkowo niewielkiej ceny tego układu na krajowym rynku. Podobne (funkcjonalnie) kostki oferuje wielu producentów, m.in. Telefunken, Plessey, Texas Instruments. W ofercie AVT dostępne są gotowe moduły preskalerów 1:1000, oznaczone AVT-122. Wykonane są w oparciu o bardzo popularny układ dzielący U664B lub U664BS. Przy pomocy tego zestawu możliwe jest mierzenie

sygnałów o częstotliwościach 30MHz..1.2GHz i amplitudzie rzędu 20mV. Zestawy AVT-121 oraz

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

R1: 1kΩ

Rel1, Rel2: CELDUC D51A0078

Kondensatory

C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9, C10: 100nF

C11, C12, C13, C14: 10μF/10V

C15: 4.7nF

Półprzewodniki

U12: 74LS74

US1, US2, US3, US4, US5, US6: 74LS390

US7, US8, US9, US10: 74LS245

US11: 74LS151

US13, US14: GAL16V8B-25

zaprogramowane (w przypadku wykorzystania licznika do pomiaru wyższych częstotliwości należy zastosować układ GAL16V8B-10, -7 lub GAL16V8C - uwaga ta dotyczy tylko układu US13)

US15: 74LS132

US16: 74LS573

UWAGA! W miejsce układów TTL serii LS można zastosować układy rodzin HCT, FCT, F itp.

Różne

OSC1: Oscylator skalony 10MHz
Gn1, Gn2: BNC50

śledź, podstawki, przewód współosiowy

Dyskietka z oprogramowaniem

- program sterujący FMETR.EXE

- program testowy PTEST.EXE

AVT-123 są preskalarami o stosunku podziału 1:10 oraz 1:100, co wymusza stosowanie specjalnego przelicznika podczas odczytu częstotliwości sygnału z "wyświetlaczy" na ekranie komputera, ale w pewnych sytuacjach może poprawić walory użytkowe miernika.

Oprogramowanie

Jak zostało to zasygnalizowane w pierwszej części artykułu w skład zestawu AVT-261 wchodzi także oprogramowanie sterujące pracą karty. Umożliwia ono wykonanie pomiaru częstotliwości sygnału podanego na wybrane wejście, pomiaru okresu przebiegu badanego, selekcję zbocza (narastającego lub opadającego) które taktuje liczniki pomiarowe oraz wybór wejścia z którego mierzony jest sygnał. Na **rys.13** znajduje się widok ekranu pracującego programu. Wyraźnie widać podział wyświetlanego panelu na trzy części - pomiaru częstotliwości, okresu i konfiguracyjnego. Tylko jeden

z paneli może być w danej chwili aktywny. Wybiera się go za pomocą klawisza tabulacji. Na ekranie panel aktywny wyróżniony jest za pomocą czerwonej obwódki wokół obrysu. Wybór zakresu pomiarowego możliwy jest przy pomocy klawiszy sterujących kursorami, tylko w panelu aktywnym. Odczyt wyniku pomiaru możliwy jest dzięki programowej emulacji sześciopozycyjnego wyświetlacza siedmiosegmentowego. Sterowanie przecinkami jest automatyczne. Zakończenie każdego pomiaru sygnalizowane jest krótkim sygnałem akustycznym.

Program dostarczany jest na dyskietce, ale korzystanie z niego w tej postaci jest nieco kłopotliwe. Znacznie przyjemniej pracuje się z programem zainstalowanym na dysku twardym. Nie jest wymagana specjalna instalacja, wystarczy proste skopiowanie pliku EXE do dowolnego katalogu na dysku twardym.

Program został napisany w ję-

zyku C z zastosowaniem kilku prostych procedur w assemblerze. Procedury graficzne optymalizowano pod kątem stosunkowo wolnych komputerów typu AT286, a nawet XT86. Jedynym warunkiem poprawnej pracy oprogramowania jest zastosowanie karty graficznej VGA. Kolory wyświetlane na ekranie wybrano w taki sposób, aby były dobrze czytelne także na monitorze monochromatycznym. Nie przewidziano możliwości pracy programu z kartami graficznymi innego typu.

W program wbudowano procedurę detekcji obecności karty w komputerze, co zapobiega powstawaniu fałszywych odczytów „z powietrza”. Nie ma więc możliwości uruchomienia programu bez zainstalowania karty.

Program obsługujący kartę dostępny jest tylko w wersji wykonywalnej EXE. Nie przewiduje się możliwości sprzedaży źródłowej wersji oprogramowania.

Piotr Zbysiński, AVT