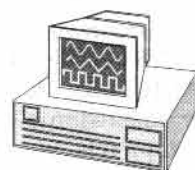


LABORATORIUM W PC-cie

Miernik częstotliwości i okresu - karta do PC



część 2

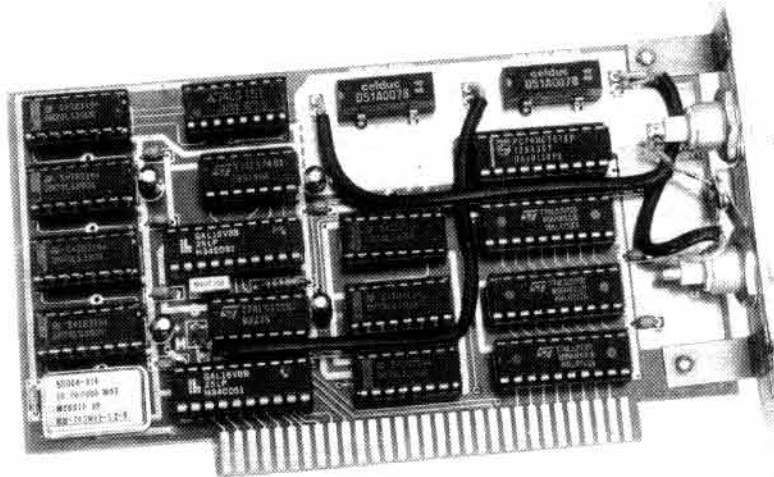
kit AVT-261

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.

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).



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

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). Pominięto 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

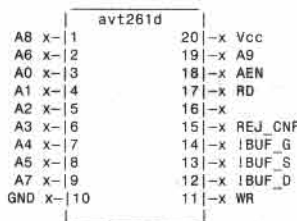
o częstotliwościach większych niż 25MHz może okazać się niezbędne zastosowanie w miejscu układu US13 szybszej wersji układu GAL16V8B. W tab.1 zamieszczamy zestawienie wszystkich wersji dostępnych w chwili obecnej na rynku (uwzględniono tylko układy oferowane przez firmę Lattice). Zmiana układu na szybszy 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 wewnątrz 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 lutowniczymi 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;

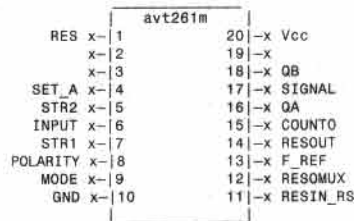
/* OUTPUTS */
pin 15 = REJ_CNF;
pin 14 = !BUF_G;
pin 13 = !BUF_S;
pin 12 = !BUF_D;

/* 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 = !COUNTO;
pin 17 = SIGNAL;
pin 16 = QA;
pin 18 = QB;

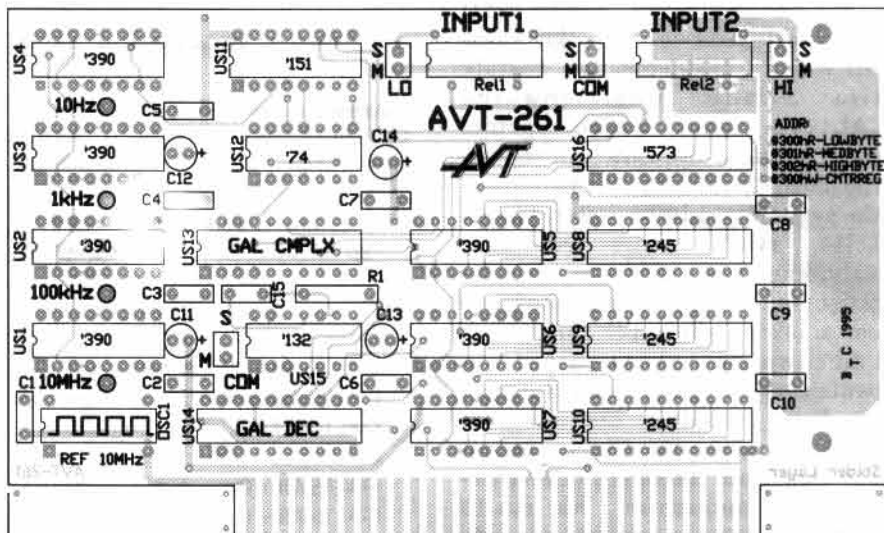
/* DECLARATIONS AND INTERMEDIATE VARIABLE
DEFINITIONS */
SIGNAL = POLARITY $ INPUT;
FIN = SIGNAL & STR1;
TIN = STR2 & F_REF;
RESOUT = !RES;

COUNTO = !MODE & TIN
# MODE & FIN;

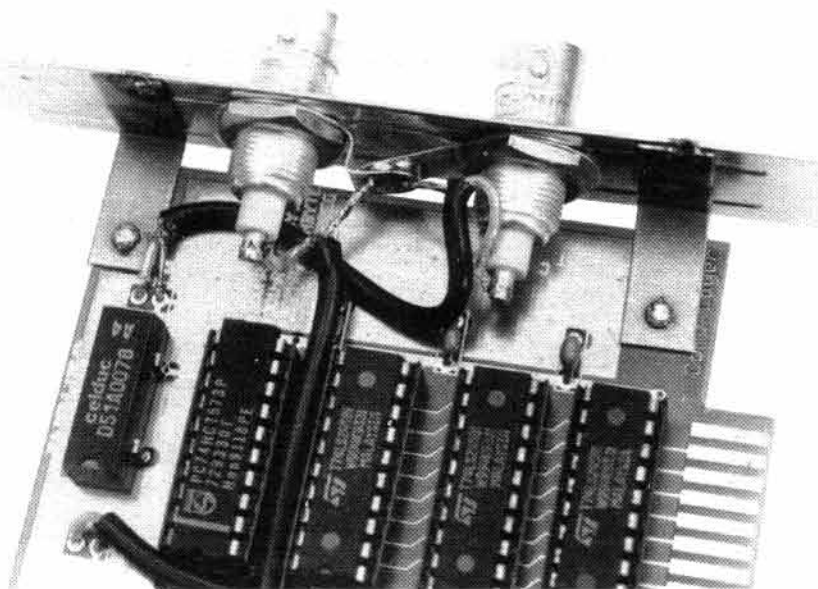
RESOMUX = !MODE & STR2
# MODE & STR1;

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 płytce 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

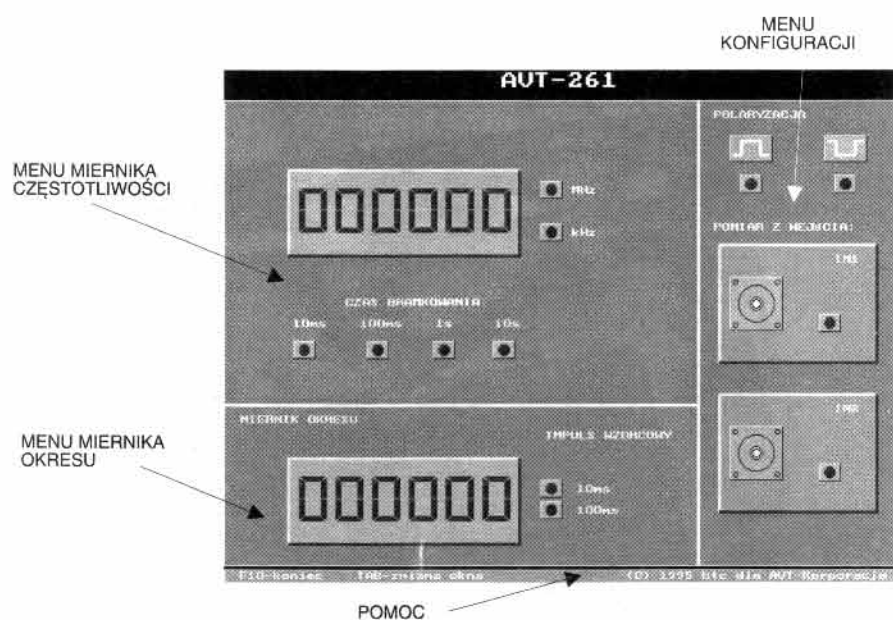
300H (sygnał RESET) „0“ logicznego, co umożliwi pracę wszystkich liczników. Praktyka pokazała, że znacznym ułatwieniem jest monitorowanie linii kasującej przy pomocy diody LED (nie wolno zapomnieć o rezystorze ograniczającym prąd płynący przez diodę!). Ostatnim etapem będzie kontrola poprawności pracy 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 zawartość po zwarciu odpowiadającego mu przewodu do masy zasilania, co powinno dać odczyt wartości 0H, a następnie do +5V, co powinno dać odczyt zawartości portu 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 przekaźników 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 opisałismy 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 rozwiązań 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) koszty 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 scalony 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 zbrocza (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 konfigurującego. 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