

Miernik częstotliwości,

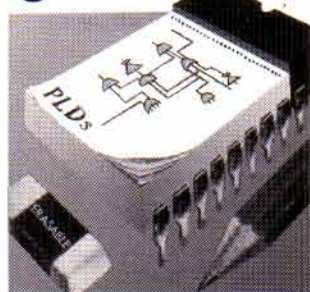
część 1

kit AVT-267

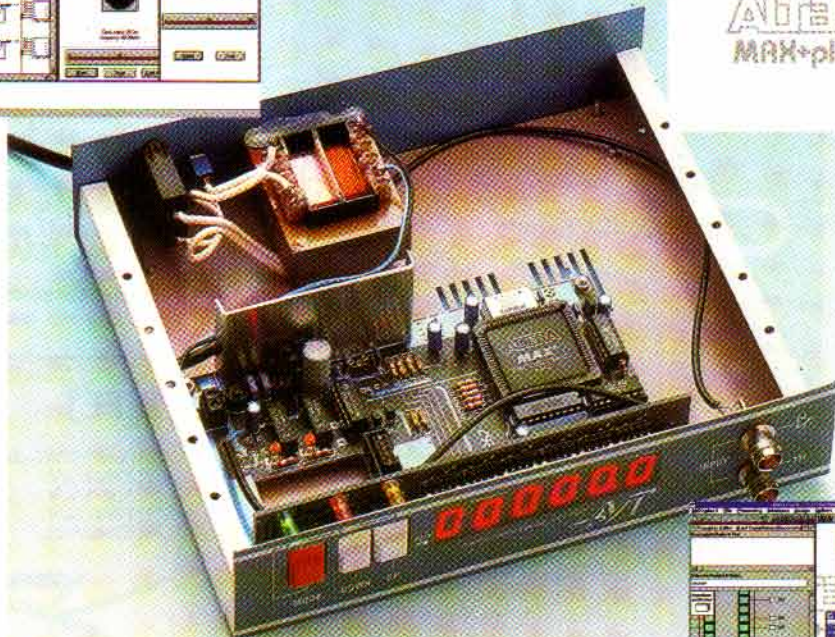
PROJEKT
Z OKŁADKI

ALTERA
MAX+plus II

Co Potrafia



PLD?



W ramach cyklu „Co potrafią PLD“ przedstawiamy Czytelnikom konstrukcję niezwykle praktycznego miernika, przy pomocy którego można zmierzyć częstotliwość badanego sygnału, a także jego okres i czas trwania poziomu logicznego. Jest to więc konstrukcja dość funkcjonalna, a jednocześnie prosta w wykonaniu - jej „sercem“ jest bardzo nowoczesny układ programowalny firmy Altera, w którego wnętrzu udało nam się ukryć wszystkie moduły niezbędne do poprawnej pracy miernika.

W jednym z najbliższych numerów EP opublikujemy opis wzmacniacza wejściowego o pasmie pomiarowym do ok. 100MHz, a w niedalekiej przyszłości moduł preskalera, który umożliwi pomiary sygnałów o częstotliwościach rzędu 1GHz.

Wielu Czytelników ucieszy z pewnością wiadomość, że do opisanego w artykule kitu można zakupić folię maskującą na przód obudowy.

Celem jaki sobie postawiliśmy podczas opracowywania tej konstrukcji było zbudowanie prostego w wykonaniu i jednocześnie funkcjonalnego przyrządu, który w domowym warsztacie umożliwi prowadzenie pomiaru częstotliwości, czasu i okresu. Kolejnym, nie mniej istotnym założeniem, było maksymalne uproszczenie konstrukcji przyrządu, co wymusiło konieczność zastosowania układu specjalizowanego. Na rynku są dostępne układy firmy Harris ICM7226, które doskonale nadają się do tego celu, okazało się jednak, że ich cena czyni znacznie bardziej atrakcyjne zastosowanie nowoczesnego układu PLD. Analiza możliwości, oferowanych na naszym rynku układów PLD o średniej gęstości upakowa-

nia, spowodowała wybór jednego z najnowocześniejszych układów firmy Altera - EPM7128. Jest to układ zbudowany z 8 LAB'ów, w skład których wchodzi po 16 makrocel. Szczegółowy opis architektury układów rodziny MAX7000 można znaleźć w EP3/96. Jako ciekawostkę podamy tylko, że układ EPM7128 wykonany jest w technologii CMOS 0.8µm i stanowi odpowiednik 2500 bramek przeliczeniowych.

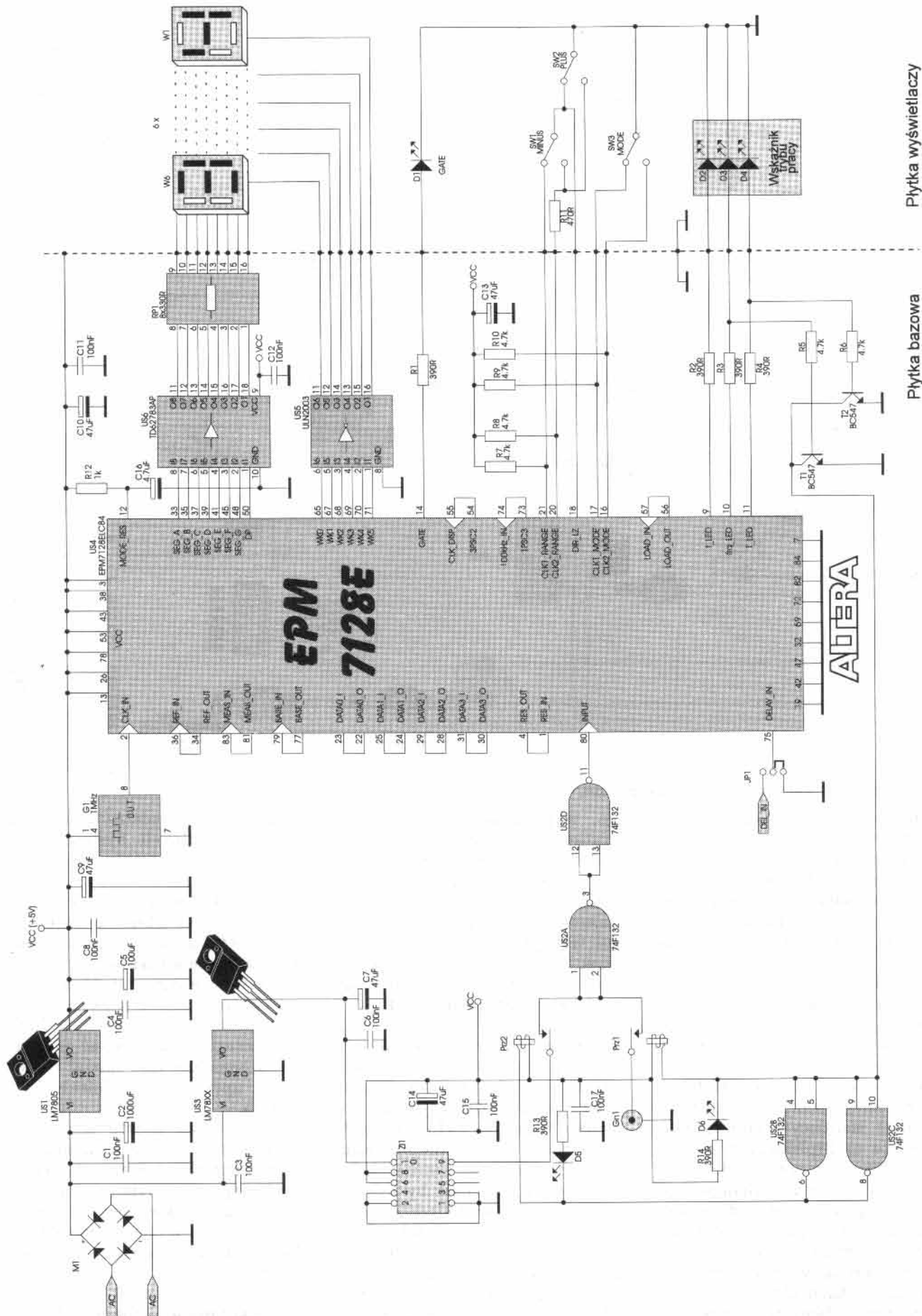
Projekt opracowano przy pomocy systemu projektowego Max+PlusII ver. 5.4, którego starszą wersję pokrótce przedstawiliśmy w EP11/95.

Opis układu

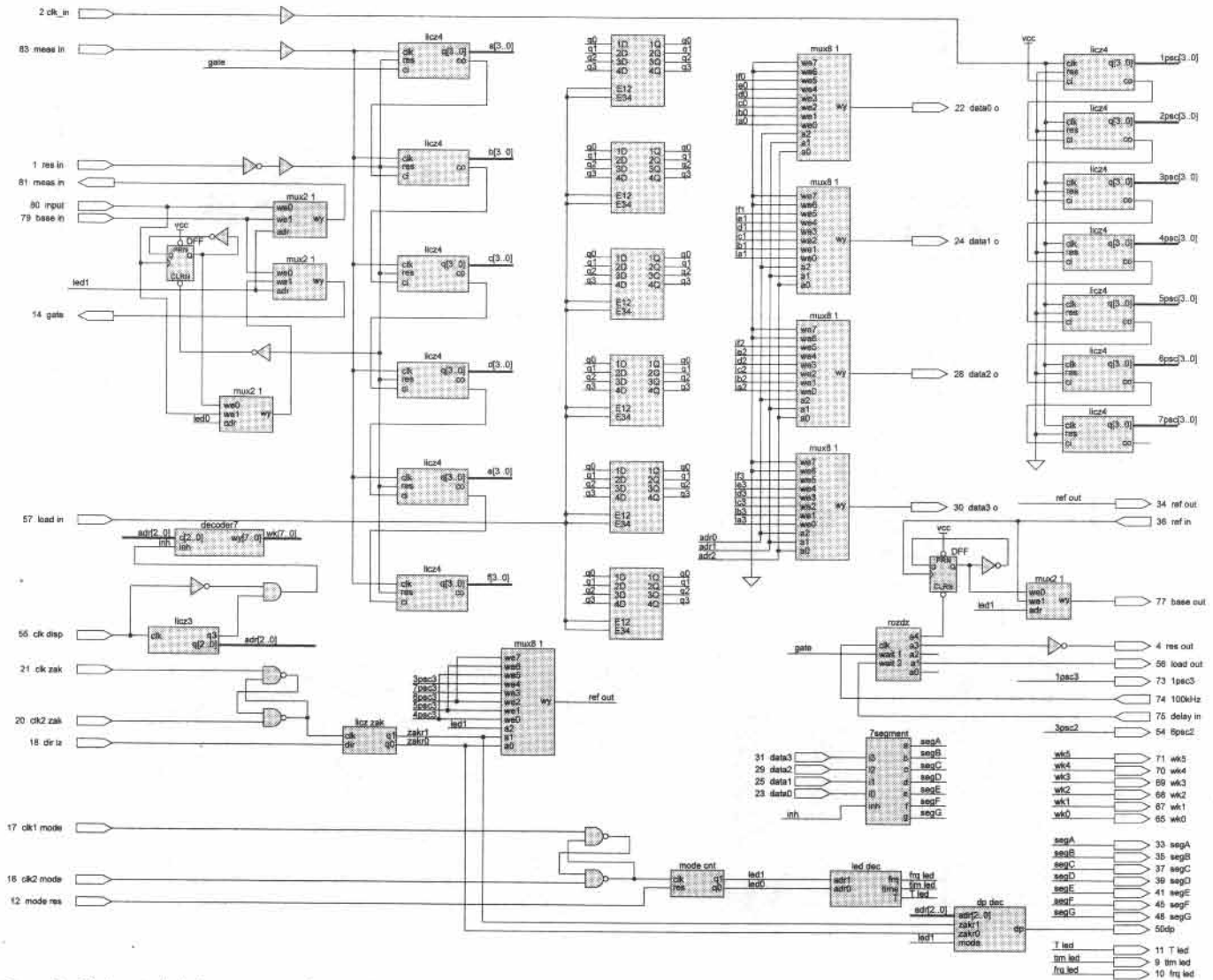
Na rys.1 przedstawiono schemat elektryczny proponowanego rozwiązania. Układ US4 jest głównym ele-

Parametry miernika:

- ✓ ilość cyfr: 6,
- ✓ maksymalna częstotliwość sygnału wejściowego (wersja z układem EPM7128E-7, sygnał TTL): 100MHz,
- ✓ maksymalna rozdzielczość pomiaru czasu (okresu): 10⁻³s,
- ✓ ilość zakresów pomiarowych dla pomiaru czasu: 4 (odczyt zawsze w kHz),
- ✓ ilość zakresów pomiarowych dla pomiaru częstotliwości: 4,
- ✓ ilość wejść: 2 (jedno ze wzmacniaczem, jedno TTL),
- ✓ czułość wejścia ze wzmacniaczem tranzystorowym ok. 300mV/35MHz,
- ✓ całkowity pobór prądu z zasilacza (fwe=20MHz): 330mA.



Rys. 1. Schemat elektryczny miernika.



Rys. 2. Schemat ideowy wnętrza układu US4.

mentem miernika. W jego wnętrzu zintegrowano następujące bloki funkcjonalne (rys.2):

- synchroniczne liczniki generatora impulsów odniesienia z multiplekserem zakresu (7 liczników BCD mod.10, 8-wejściowy multiplekser),
- synchroniczne liczniki pomiarowe (6 liczników BCD mod.10),
- rejestry latch, służące do zapamiętania wyniku pomiaru (6 rejestrów 4-bitowych),
- układ wyświetlania multipleksowego zintegrowany z układem logicznym sterującym kropką dziesiętną (4 multipleksery 8-wejściowe, 3-bitowy licznik wskazujący numer aktualnie wyświetlanej cyfry, blok wygaszania wskaźnika w chwili przełączania, dekodery BCD/7 segmentów, 8-wejściowy dekodery sterujący wspólnymi elektrodami wskaźników),
- dwubitowy, dwukierunkowy licznik wyboru zakresu pomiarowe-

go, wyposażony w prosty układ wyboru kierunku zliczania,

- dwubitowy licznik, umożliwiający wybór trybu pracy (selekcja rodzaju pomiaru) oraz dekodery sterujące diodami LED wskazującymi tryb pracy,
- blok przełączania trybu pomiarowego (cztery 2-wejściowe multipleksery, 2 przerzutniki D),
- prosty automat sterujący pracą liczników i rejestrów latch.

Jak więc widać, jest to układ stosunkowo złożony i wykonanie go w sposób tradycyjny (np. przy pomocy układów TTL) wymagałoby użycia dużej i skomplikowanej płytki drukowanej, zamiast jednego układu PLD trzeba by było zastosować ok. 30 układów scalonych, a osiągnięcie tak dobrych parametrów częstotliwościowych byłoby niezmiernie trudne.

Podczas realizacji tego projektu autor korzystał z systemu do projektowania układów PLD firmy Al-

tera, który przedstawialiśmy już w EP - MaxPlus+II. System ten dopuszcza projektowanie hierarchiczne, co oznacza, że każdy z elementów wykorzystanych w module o najwyższym stopniu hierarchii może składać się z szeregu modułów, które zaprojektowano przy pomocy innych narzędzi. Można więc np. zdefiniować licznik tekstowy, skompilować go w postaci bloku graficznego i wykorzystać w edytorze schematów jako moduł o zadanych uprzednio wejściach i wyjściach.

W podobny sposób zdefiniowano pozostałe elementy miernika. Jedynie układ automatu sterującego cyklem pomiarowym zdefiniowano przy pomocy przebiegów. Skompilowanie tego wykresu spowodowało powstanie elementu nazwanego na rys.2 rozdz.

System MaxPlus+II ma oczywiście wbudowane ogromne biblioteki z gotowymi elementami (są to naj-

częściej odpowiedniki standardowe (szeregu TTL), ale korzystanie z nich powoduje nie zawsze w pełni optymalne wykorzystanie możliwości oferowanych przez architekturę układów serii MAX7000. Był to główny powód, dla którego autor zdecydował się na samodzielne opracowanie elementów specjalnie dla tego projektu.

Jak już wspomniano, w układ US4 wbudowany został kompletny sterownik multipleksowy, który zasilają diody LED. Zastosowanie takiego układu wyświetlania ma ogromną zaletę - podłączenie sześciu wyświetlaczy można dokonać przy pomocy tylko 14 przewodów. Przy sterowaniu statycznym podłączenie sześciu wyświetlaczy wymagałoby aż 49 przewodów, w tym aż 48 linii sterujących z wyjścia układu US4! Dynamiczne sterowanie ma też niestety wadę - układy odpowiadające za wyświetlanie zajmują dość dużo „miejsca” we wnętrzu układu, inaczej mówiąc ograniczają ilość zasobów dostępnych dla właściwego układu mierzącego. W celu zabezpieczenia układu US4 przed nadmiernym nagrzewaniem, które wynika z dużego prądu płynącego przez segmenty wyświetlacza, do wyjść sterujących segmentami *seg_A..seg_G* dołączony został wzmacniacz US6. Jest to bardzo ciekawy układ, ponieważ posiada on wyjście prądowe typu źródłowego, co pozwala zasilać anody segmentów wyświetlaczy dowolnie wybranym napięciem (w naszym przypadku jest to 5V). W szereg z wyjściami segmentowymi US6 włączony jest R-Pack z ośmioma rezystorami, które ograniczają prąd płynący przez segmenty wyświetlaczy. Układ US5 steruje wspólnymi katodami wyświetlaczy.

Miernik jest wyposażony w dwa wejścia pomiarowe, jedno z nich jest przystosowane do sygnału prostokątnego o poziomach TTL i służy do pomiaru częstotliwości i okresu sygnału wejściowego. Drugie z wejść jest przystosowane do pomiaru sygnału o mniejszej amplitudzie i kształcie odbiegającym od prostokąta. W roli układu formującego poprawny przebieg TTL zastosowano bramki Schmitta US2A i US2D. Na wejścia tych bramek podawane są impulsy ze źródła wybranego przy pomocy przełączników Prz1 i Prz2. Przez styki przełącznika Prz1 podawany jest sygnał wprost z gniazda BNC,

natomiast przez przełącznik Prz2 przekazywany jest sygnał podawany na wyprowadzenie nr 9 złącza Z11. Do tego złącza dołączany jest przedwzmacniacz wstępnie formujący impulsy TTL. Konstrukcję tego przedwzmacniacza przedstawimy w kolejnym numerze EP.

Tranzystory T1 oraz T2 spełniają rolę bramki logicznej OR, dzięki której przełącznik Prz1 ma zwarte styki podczas pomiaru czasu i okresu. Połączone równolegle bramki US2B i US2C pracują w konfiguracji wzmacniacza odwracającego, który zasilają cewkę przełącznika Prz2 sygnałem będącym w przeciwfazie w stosunku do sygnału zasilającego cewkę Prz1. Bazy tranzystorów T1 i T2 są zasilane poprzez rezystory R5 i R6 wprost z anod diod świecących D3 i D4, które wskazują aktualny tryb pomiaru. Równolegle do cewek przełączników włączone są diody LED D5, D6 z szeregowymi rezystorami R13 i R14. Montaż tych elementów jest opcjonalny, ponieważ diody służą tylko do wskazania z którego wejścia w danym momencie odbywa się pomiar. Dioda D5 jest zapalona tylko podczas pomiaru częstotliwości, natomiast dioda D6 podczas pomiaru czasu i okresu.

Miernik ma wbudowany zasilacz oraz stabilizatory napięcia zasilania. Układ US1 jest stabilizatorem o napięciu wyjściowym +5V i odpowiada za zasilanie całego układu pomiarowego. Napięcie podawane na wejście jest prostowane przez mostek Graetza M1 i filtrowane przy pomocy kondensatorów C1 i C2. Na płytce przewidziano miejsce na drugi stabilizator, oznaczony US3,

który stosujemy tylko w przypadku, gdy przedwzmacniacz oraz układ formujący impulsy wymaga napięcia zasilania innego niż +5V. Zagadnienie to omówimy bardziej szczegółowo w następnym numerze EP.

W modelowym egzemplarzu jako źródło częstotliwości wzorcowej zastosowano tani i popularny scalony generator kwarcowy o częstotliwości 1MHz. Na schemacie elektrycznym generator ten oznaczono jako G1. Wadą tego wzorca jest stosunkowo mała stabilność termiczna generowanej częstotliwości. Stosowanie wzorców stabilizowanych temperaturowo jest najczęściej zbyt kosztowne, można także zaryzykować stwierdzenie, że większa dokładność i stabilność pomiaru nie jest wymagana w warunkach amatorskich.

Układ US4 jest wyposażony w wejście wydłużające czas wyświetlania wyniku na wskaźnikach LED, co może być przydatne podczas pomiaru z krótkim czasem bramkowania. Standardowo wejście to należy zewrzeć przy pomocy jumpera JP1 do masy. W drugiej części artykułu omówimy zasadę działania tego wejścia i sposób jego wykorzystania.

Dioda D1 stanowi wskaźnik działania generatora bramkującego. Diody D2..4 wskazują aktualny tryb pomiarowy urządzenia. Zastosowanie tych diod znacznie podnosi czytelność obsługi przyrządu. W folii naklejanej na przód obudowy, której wzór opracowaliśmy specjalnie do tego miernika, przewidziano specjalne przezroczyste okna, pod którymi montowane są diody.
Piotr Zbysiński, AVT