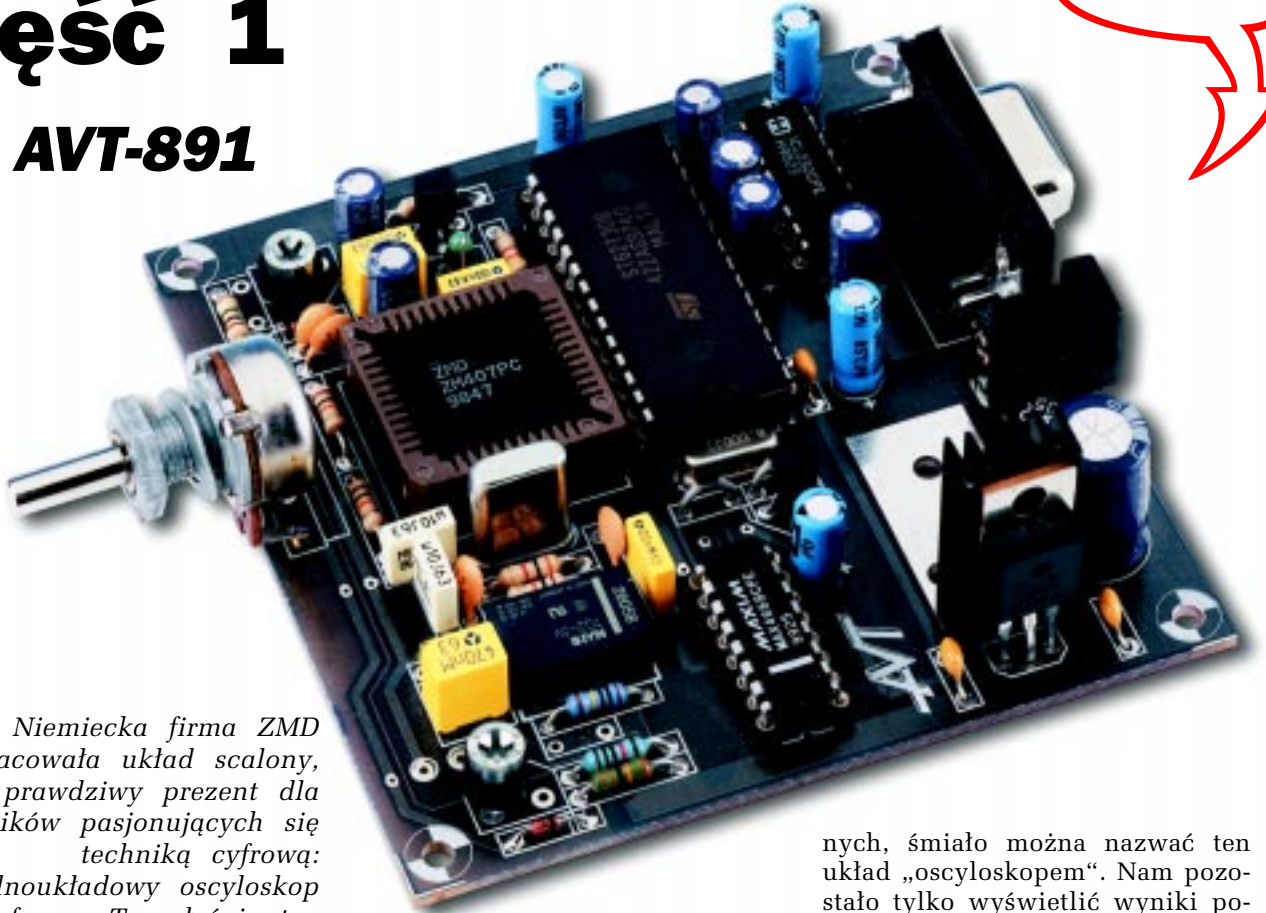


Oscyloskop cyfrowy, część 1

kit AVT-891

PROJEKT
Z OKŁADKI



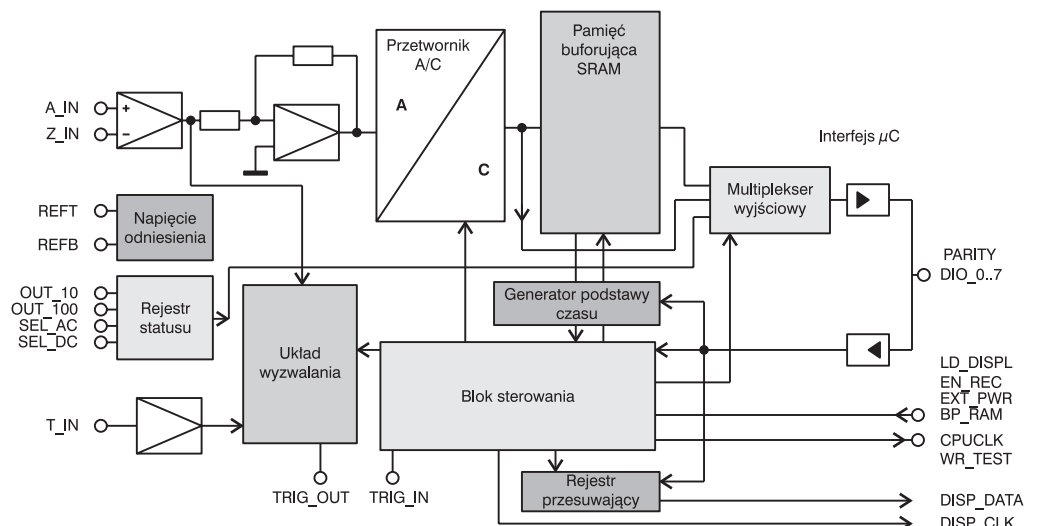
Niemiecka firma ZMD opracowała układ scalony, prawdziwy prezent dla elektroników pasjonujących się techniką cyfrową: jednokanałowy oscyloskop cyfrowy. To właśnie ten układ jest „mózgiem“ oscyloskopu prezentowanego w artykule.

Opracowanie taniego, jednokanałowego oscyloskopu cyfrowego umożliwił niezwykle układ scalony ZM407, który powstał w laboratoriach drezdeńskiej firmy ZMD. Dzięki zintegrowaniu w jego wnętrzu wszystkich niezbędnych bloków funkcjonal-

nych, śmiało można nazwać ten układ „oscyloskopem“. Nam pozostało tylko wyświetlić wyniki pomiarów.

Sukces w nowoczesności

Projektanci układów ZMD przygotowali spektakularny pokaz możliwości oferowanych przez promowany przez firmę układ scalony, który nazwano ZM407. Jego schemat blokowy pokazano na rys. 1.



Rys. 1. Schemat blokowy układu ZM407.

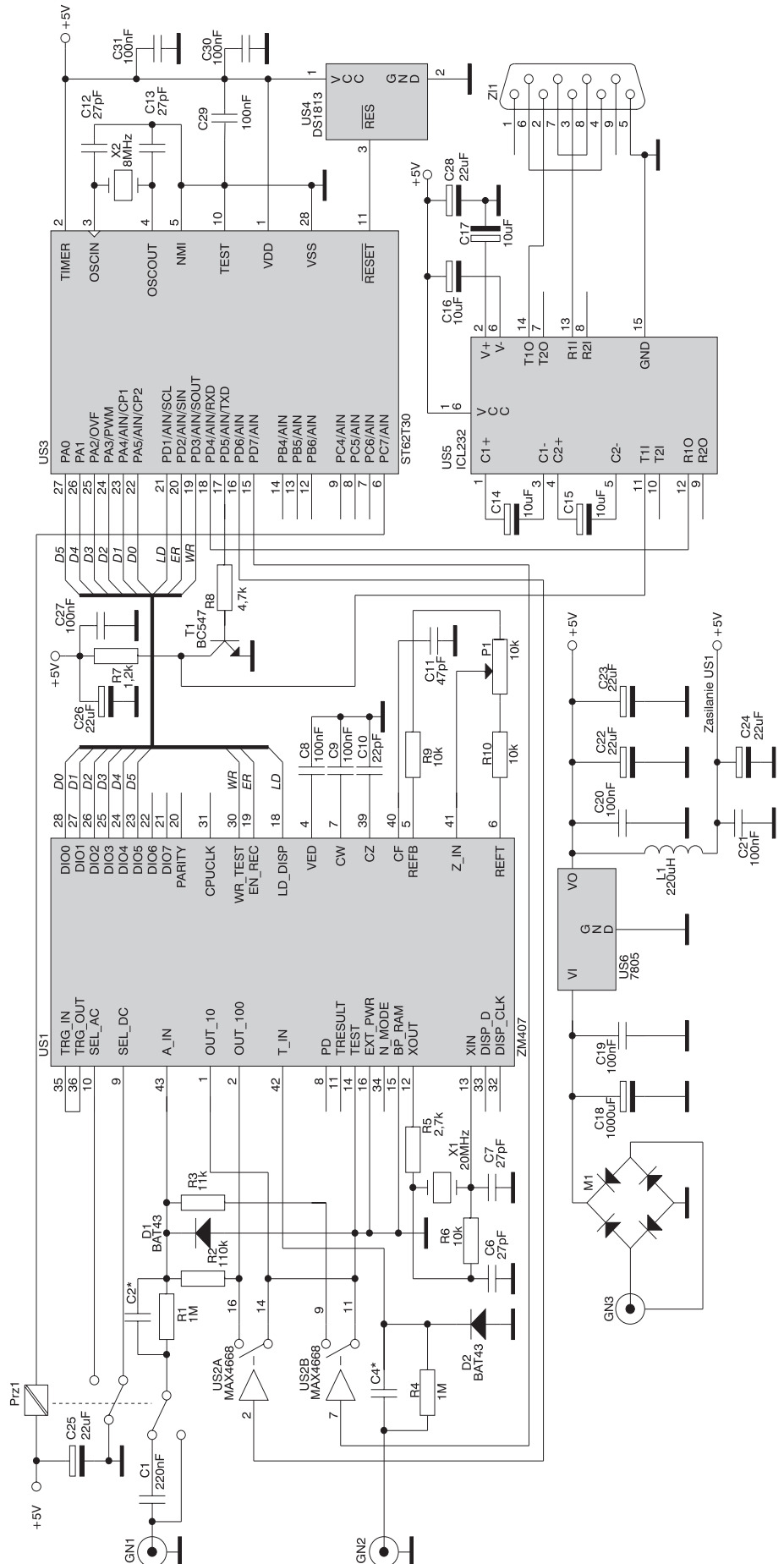
Parametry i możliwości oscyloskopu:

- ✓ rozdzielczość przetwornika A/C: 6 bitów,
- ✓ odstępy czasowe pomiędzy kolejnymi próbkami: 50ns..3,27ms,
- ✓ tryby wyzwalania: Auto, Int. ±, Ext. ±,
- ✓ maksymalne napięcie wyzwalania zewnętrznego: 20VDC,
- ✓ maksymalny zakres napięć wejściowych: 0,5/5/50V,
- ✓ poziomy wyzwalania: -320, -140, +40, +220 i +400mV,
- ✓ pojemność pamięci buforującej: 128B,
- ✓ transmisja danych z PC: dwukierunkowa RS232,
- ✓ format ramki: 8n2, 38,4kb/s,
- ✓ napięcie zasilania: 9..12VDC,
- ✓ pobór prądu: max. 180mA,
- ✓ program wyświetlający wyniki pomiarów wymaga PC z Windows 95/98.

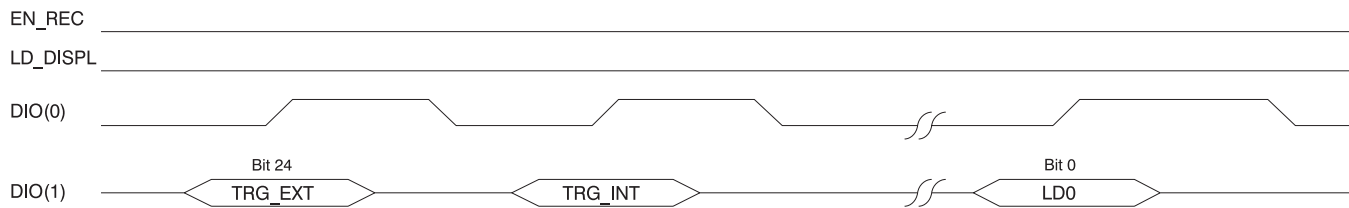
Najważniejszym blokiem układu ZM407 jest 6-bitowy przetwornik A/C, na którego wejście sygnał jest dostarczany przez połączone szeregowo dwa wzmacniacze operacyjne. Pierwszy z nich służy do ustalenia masy pozornej dla badanego sygnału, natomiast drugi do jego wzmacniania. Wewnętrzne źródło napięcia odniesienia dostarcza stabilnego napięcia do polaryzowania wzmacniacza wejściowego oscyloskopu.

Dane przetworzone w przetworniku A/C mogą być zapisywane do wewnętrznej pamięci buforującej o pojemności 128 słów, mogą być przesyłane także bezpośrednio na wyjścia danych układu. O funkcjach wyprowadzeń DIO0..7 decyduje multiplexer wyjściowy, którego wejścia adresowe są sterowane sygnałami z rejestru konfiguracji. Multiplexer pozwala ponadto na przesłanie na te wyjścia informacji z wyjść rejestru statusu, dzięki czemu użytkownik może zweryfikować bieżące nastawy oscyloskopu.

Układ ZM407 wyposażono w wewnętrzny, programowany blok wyzwalania podstawy czasu. Z jego pomocą można inicjować początek pomiarów w dokładnie określonych momentach (a raczej przy określonej amplitudzie) przebiegu wejściowego. Twórcy układu przewidzieli pięć możliwych poziomów wyzwolenia: -320, -140, +40, +220 i +400mV. Możliwa jest także praca w trybie bez wyzwalania, kiedy to generator podstawy czasu pracuje „na okrągło”. Układ wyzwalania może być synchronizowany poziomem przebiegu wejściowego lub sygnałem



Rys. 2. Schemat elektryczny oscyloskopu.



Rys. 3. Przebiegi czasowe podczas zapisu danych do rejestru konfiguracyjnego.

zewnątrznym dołączonym do wejścia *T_IN*. Wejście inicjujące start podstawy czasu jest oznaczone jako *TRIG_IN*. Dzięki wyposażeniu bloku wyzwalania w system śledzenia zboczy przebiegu, można ustalić czy wyzwolenie ma nastąpić podczas narastającego czy też opadającego zbocza sygnału wejściowego. Tak więc użytkownik ma do dyspozycji bogatą gamę sposobów wyzwalania, podobnie jak ma to miejsce w oscyloskopach standardowych.

Wbudowany w ZM407 generator podstawy czasu jest programowany za pomocą 16-bitowego rejestru. Zakres typowych nastaw czasów próbkowania to 50ns..3,27ms.

Programowanie nastaw układu ZM407 odbywa się poprzez wpis do 25-bitowego rejestru szeregowego, którego wejściem danych jest wyprowadzenie DIO0, a wejściem zegarowym DIO1.

Interesującym, lecz mało przydatnym w praktyce wyposażeniem układu ZM407 są dwie linie do bezpośredniej transmisji danych z układu do wyświetlacza LCD (*DISP_DATA*, *DISP_CLK*). Ich funkcje omówimy w dalszej części artykułu.

Opis układu

Jak można zauważyć, twórcy układu ZM407 dołożyli wielu starań, aby dostarczyć konstruktorom prawdziwy, jednoukładowy oscyloskop. Dzięki tym staraniom konstrukcja kompletnego przyrządu jest niezwykle prosta (rys. 2).

Wykorzystanie wyprowadzeń US1 (dołączenie odpowiednich elementów zewnętrznych) jest zgodne ze standardową aplikacją tego układu. Zamiast zalecanych przez producenta przełączników elektromechanicznych do przełączania zakresów oraz wyboru trybu pomiaru AC/DC zastosowano klucze analogowe (US2) oraz jeden przełącznik Prz1. Za pomocą kluczy US2A/B wybierany jest jeden z trzech możliwych zakresów pomiarowych, a przełącznik Prz1 umożliwia dołączenie wejścia pomiarowego US1 do gniazda wejściowego GN1 poprzez kondensator lub bezpośrednio.

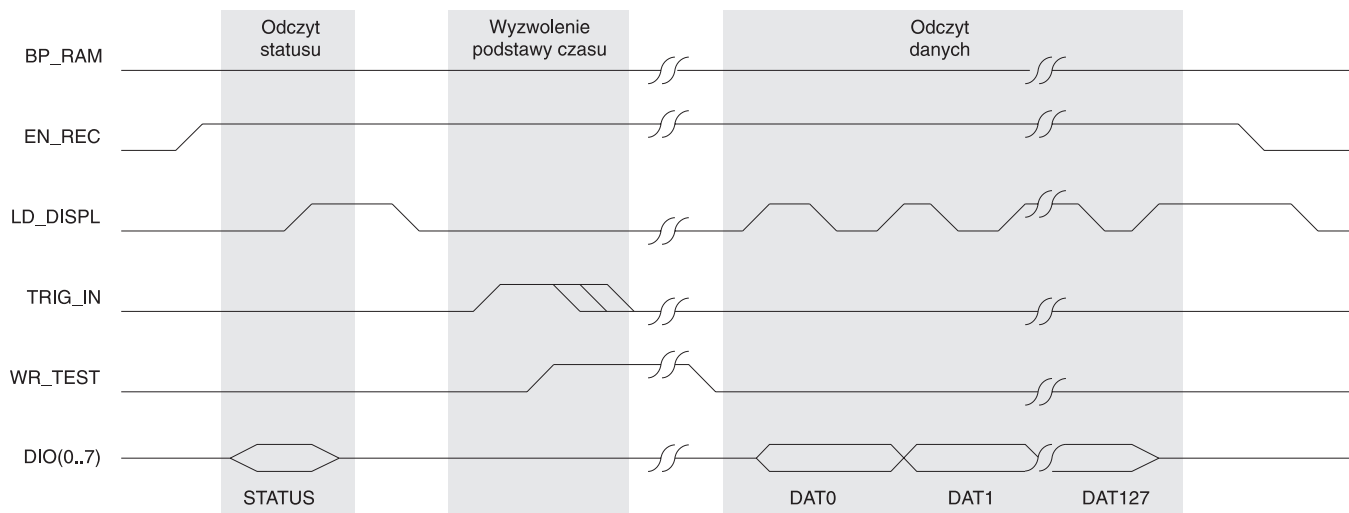
Diody D1 i D2 zabezpieczają wejścia oscyloskopu przed napięciem wejściowym o ujemnej polaryzacji. Rezystory R1..3 spełniają rolę programowanego dzielnika napięcia wejściowego o współczynniku podziału 1:1, 1:10 i 1:100.

Potencjometr P1 jest włączony pomiędzy wyjścia źródła napięcia odniesienia, a napięcie z jego suwaka jest podawane na wejście odwracające wstępnego wzmacniacza toru pomiarowego US1. Za pomocą tego potencjometru można ustalić poziom wyświetlania sygnału na osi Y (przesuw pionowy).

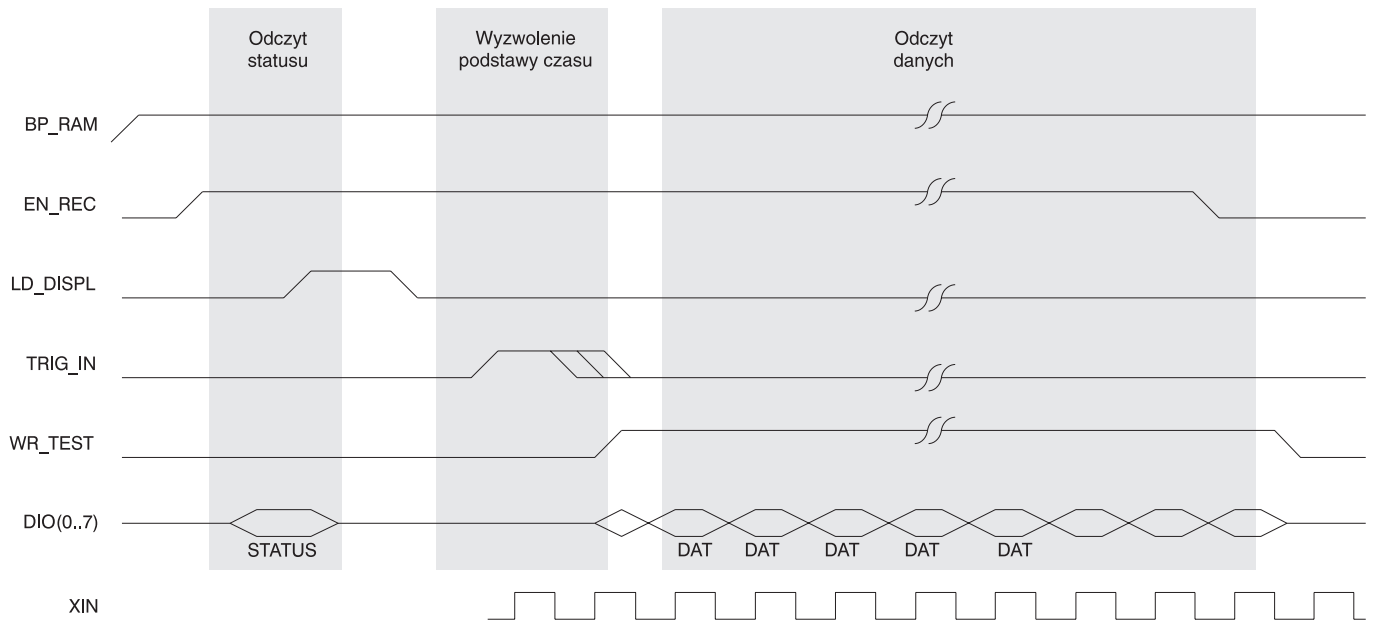
Mikrokontroler US3 współpracuje z US1 poprzez 6-bitową szynę danych *DO..5* oraz trzy dodatkowe linie z sygnałami sterującymi: *WR*, *ER*, *LD*. Sposób transmisji danych pomiędzy mikrokontrolerem i scalonym oscyloskopem omówimy w dalszej części artykułu.

Układ US4 jest wysokiej jakości układem zerowania, który zapewnia pewny restart mikrokontrolera po włączeniu zasilania.

Transmisja danych pomiędzy mikrokontrolerem a komputerem PC odbywa się poprzez interfejs RS232. Układ US5 jest konwerterem napięciowym z wbudowanymi zabezpieczeniami przepięciowymi. Kondensatory C14..17 współpracują z wewnętrznymi kluczami tworząc przetwornicę ładunkową podnoszącą napięcie z 5V na ±12V. Tranzystor T1



Rys. 4. Przebiegi czasowe dla odczytu danych z układu ZM407 za pośrednictwem bufora SRAM.



Rys. 5. Rys. 4. Przebiegi czasowe dla odczytu danych z układu ZM407 bez pośrednictwa bufora SRAM.

odwraca polaryzację sygnału TX wychodzącego z mikrokontrolera, dzięki czemu zostały zachowane poziomy napięc standardu RS232.

Oscyloskop wyposażono w stabilizator napięcia, który można wykorzystać także jako zasilacz, do którego z zewnątrz

dołącza się tylko transformator sieciowy. Ze względu na stosunkowo niewielką pojemność kondensatora filtrującego napięcie

zasilające (C18), w przypadku zasilania oscyloskopu ze źródła napięcia przemiennego warto jest zwiększyć jego pojemność do min. 2200 μ F.

Wymiana danych

Wymiana danych pomiędzy mikrokontrolerem i układem ZM407 odbywa się poprzez 2-liniowy, synchroniczny interfejs szeregowy. Wpis każdego bitu do rejestru odbywa się przy narastającym zboczku sygnału zegarowego, który jest podawany przez mikrokontroler na wyprowadzenie DIO0 ZM407 (rys. 3). Kolejno wpisywane są dane od najstarszego do najmłodszego bitu.

Na rys. 4 pokazano przebiegi charakterystyczne dla kolejnych etapów cyklu pomiarowego: odczyt rejestru statusu, wyzwolenie generatora podstawy czasu i odczyt 128 komórek bufora danych.

Dla celów informacyjnych na rys. 5 przedstawiono przebiegi charakteryzujące taki sam cykl pracy, ale dla odczytu prowadzonego bezpośrednio z wyjść układu ZM407, czyli bez pośrednictwa wewnętrznej pamięci buforującej. Ten tryb odczytu stawia bardzo

duże wymagania wobec współpracującego mikrokontrolera, ponieważ odbywa się w praktyce z bardzo wysoką częstotliwością taktowania układu ZM407.

Piotr Zbysiński, AVT
piotr.zbysinski@ep.com.pl

Wzory płytek drukowanych w formacie PDF są dostępne w Internecie pod adresem: <http://www.ep.com.pl/pcb.html> oraz na płycie CD-EP09/2000 w katalogu PCB.

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

P1: 10k Ω /A
R1, R4: 1M Ω /1%
R2: 110k Ω /1%
R3: 11k Ω /1%
R5: 2,7k Ω
R6, R9, R10: 10k Ω
R7: 1,2k Ω
R8: 4,7k Ω

Kondensatory

C1: 220nF
C2, C4: 10pF
C3, C5: opcjonalne trymery 5/47pF
C6, C7, C12, C13: 27pF
C8, C9, C19, C20, C21, C27, C29, C30, C31: 100nF
C10: 22pF
C11: 47pF
C14, C15, C16, C17: 10 μ F/25V
C18: 1000 μ F/25V

C22, C23, C24, C25, C26, C28: 22 μ F/16V

Półprzewodniki

D1, D2: BAT43
M1: 1A/50V
T1: BC547
US1: ZM407
US2: MAX4668CPE
US3: ST62T30B zaprogramowany
US4: DS1813
US5: ICL232
US6: 7805

Różne

X1: 20MHz
X2: 8MHz
Z1: złącze DB9F do druku
Prz1: przekaźnik TQ2-5 NAI8
GN1, GN2: gniazda BNC50 przykręcane do obudowy
GN3: gniazdo zasilania do druku
L1: 220 μ H lub zbliżony