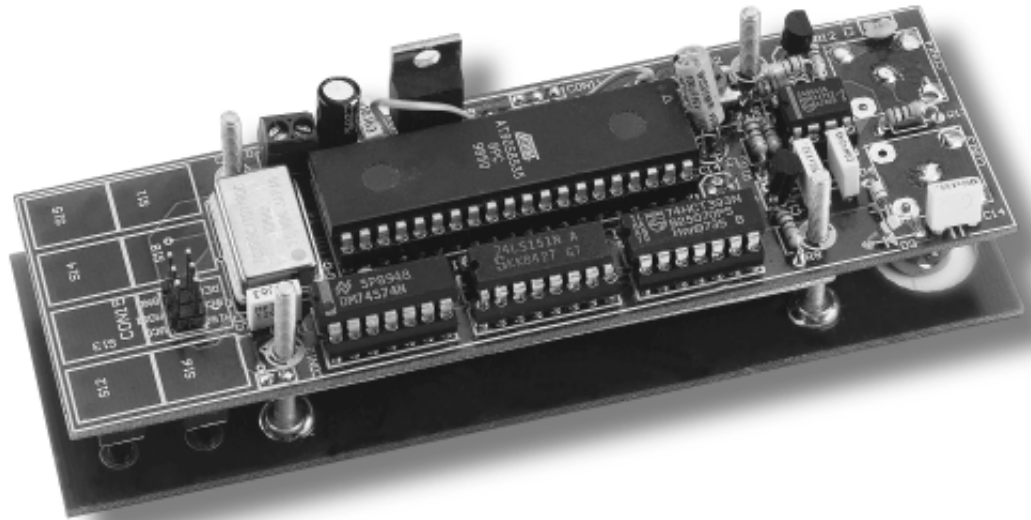


# Uniwersalny przyrząd laboratoryjny, część 2

## AVT-5034



*Zgodnie z zapowiedzią sprzed miesiąca, kończymy opis budowy uniwersalnego przyrządu laboratoryjnego, który może spełniać szereg różnorodnych funkcji testowo-pomiarowych, ale może być także wykorzystywany jako termometr, zegar itp.*

### Obsługa przyrządu

Bezpośrednio po włączeniu zasilania układ wyświetla menu główne (wygląd wyświetlacza pokazano na rys. 3), z którego poziomu mamy dostęp do wszystkich funkcji miernika. Do poruszania się po menu służą dwa klawisze oznaczone strzałkami na płycie czołowej miernika. Wybór aktualnie wyświetlonej funkcji potwierdzamy za pomocą klawisza ENTER, a po zakończeniu pomiarów wychodzimy z niej, naciskając klawisz ESC. Omówmy teraz szczegółowo wszystkie funkcje miernika.

### 1. Bezpośredni pomiar częstotliwości

Po wybraniu tej opcji pomiar częstotliwości przebiega całkowicie automatycznie, ze stałym czasem bramkowania wynoszącym 1 sekundę. Zmiana podzakresów odbywa się całkowicie bez ingerencji ze strony użytkownika i sygnalizowana jest podaniem jednostki wyniku pomiaru bezpośrednio po wyniku. Pomiar na zakresie do 5MHz odbywa się z rozdzielczością 1Hz i taka właśnie jednostka wyświetlana jest na LCD. Po przekroczeniu częstotliwości 5MHz (dokładnie 4,9MHz) miernik automatycznie zmienia podza-

kres pomiarowy, podając jednocześnie na wyświetlaczu nową jednostkę: kHz. Przekroczenie zakresu pomiarowego, czyli dojście do częstotliwości 99MHz jest sygnalizowane wyświetleniem komunikatu „OVERLOAD“.

Poprawna praca miernika jest sygnalizowana cyklicznym, odbywającym się co sekundę wyświetlaniem napisu „GATE“ w lewym górnym rogu wyświetlacza.

Zapisywanie wyników pomiarów na kartce papieru jest raczej niewygodne, szczególnie jeżeli jednocześnie z tymi wynikami musimy zanotować czas, w którym zostały zmierzone. Jeżeli w naszej pracowni posiadamy komputer, co obecnie jest właściwie regułą, to możemy wykorzystać go do gromadzenia wszelkich wyników pomiarów pochodzących z naszego miernika. Po naciśnięciu klawisza PRINT aktualny wynik pomiaru przekazywany jest za pośrednictwem interfejsu RS232 do komputera i tam zapisywany.

Naciskanie klawisza PRINT podczas dokonywania pomiaru częstotliwości powoduje wysłanie do komputera informacji o zmierzonej częstotliwości, stosowanej jednostce i czasie, w którym dokonany został pomiar:

Frequency: 2499993 Hz



Rys. 3. Wygląd wyświetlacza w trybie pomiaru częstotliwości.



Rys. 4. Wygląd wyświetlacza podczas konfigurowania preskalera.



Rys. 5. Wygląd wyświetlacza w trybie pomiaru temperatury.



Rys. 6. Wygląd wyświetlacza w trybie testowania 1Wire.



Rys. 7. Wygląd wyświetlacza w trybie konfigurowania timera.



Rys. 8. Wygląd wyświetlacza w trybie ustawiania daty i czasu.

```
00:03:01
Frequency: 2499993 Hz
00:03:02
Frequency: 2499993 Hz
00:03:03
Frequency: 2499994 Hz
00:03:04
Frequency: 2499994 Hz
00:03:33
```

## 2. Pomiar częstotliwości z preskalerem 1:256

Pomiar częstotliwości większych od 100MHz, z punktu widzenia obsługi miernika, niczym nie różni od pomiaru na niższym zakresie. Wynik wyświetlany jest zawsze w kHz. Musimy jednak pamiętać, że najniższa częstotliwość jaką możemy zmierzyć na tym zakresie wynosi ok. 70MHz. Pomiar mniejszych częstotliwości będzie obarczony znacznym błędem, tym większym, im mniejsza będzie częstot-

liwość mierzonego sygnału. Jeżeli na wejście CON2 nie jest podawany żaden sygnał, to miernik będzie wyświetlał kompletne „bzdury“. Jest to jednak zjawisko normalne, wynikające z cech zastosowanego preskalera. Widok ekranu wyświetlacza w tym trybie pomiarowym pokazano na **rys. 4**.

Podobnie jak podczas bezpośredniego pomiaru częstotliwości, naciśnięcie klawisza PRINT spowoduje wysłanie do komputera wyniku pomiaru wraz z informacją o czasie, w jakim został wykonany.

## 3. Pomiar temperatury

Jest to pierwsza z dodatkowych funkcji miernika, która może okazać się bardzo użyteczna, np. podczas dokonywania eksperymentów z doбором radiatorów lub stosowaniem wymuszonego chłodzenia. Do pomiaru temperatury zastosowano popularny termometr cyfrowy firmy DALLAS - DS1820.

Pomiar temperatury odbywa się z rozdzielczością 0,1°C, w zakresie od -55 do +125 stopni. Podobnie jak podczas dokonywania pomiarów częstotliwości wyniki mogą być przekazywane do komputera. Należy jednak zwrócić uwagę, że odczyt temperatury przekazywany jest bez punktu dziesiętnego i że np. zapis „286“ oznacza w rzeczywistości 28,6°C. Widok ekranu wyświetlacza pokazano na **rys. 5**.

```
Temperature: 260
12:09:43
Temperature: 289
12:09:44
Temperature: 446
12:09:45
Temperature: 518
12:09:46
Temperature: 540
12:09:48
```

## 4. Tester magistrali 1WIRE

Kolejną funkcją dostępną z poziomu menu głównego jest testowanie magistrali 1WIRE. Przyrząd umożliwi określenie liczby układów dołączonych w danym momencie do magistrali 1WIRE oraz odczytanie ich numerów seryjnych. Maksymalna liczba układów dołączonych do badanej magistrali wynosi 65536.

Wszystkie wymienione informacje są przekazywane użytkownikowi dwiema drogami: poprzez złącze RS232 do terminala progra-

mowego komputera lub na dołączony do układu wyświetlacz alfanumeryczny LCD. Wysłanie informacji do komputera wymaga naciśnięcia i przytrzymania przez czas analizowania magistrali klawisza PRINT. Widok ekranu wyświetlacza pokazano na **rys. 6**.

## 5. Timer

Wbudowany w miernik timer umożliwia śledzenie upływu czasu z rozdzielczością jednej sekundy. Timer obsługiwany jest identycznie jak licznik zdarzeń: klawisz ENTER uruchamia zliczanie czasu, naciśnięcie PAUSE powoduje chwilowe (aż do ponownego naciśnięcia ENTER) wstrzymanie zliczania, a klawiszem CLEAR możemy wyzerować rejestry timera. Maksymalny czas, który możemy zmierzyć za pomocą timera wynosi 65535 godzin, 59 minut i 59 sekund, czyli nieco ponad 7 lat! Należy zaznaczyć, że wyjście z funkcji timera podczas jego pracy nie powoduje jej wstrzymania ani wyzerowania rejestrów. Timer będzie nadal pracował w tle, podobnie jak licznik zdarzeń i zegar. Stan liczników timera możemy w każdej chwili przesłać do komputera za pomocą naciśnięcia klawisza PRINT. Widok ekranu wyświetlacza pokazano na **rys. 7**.

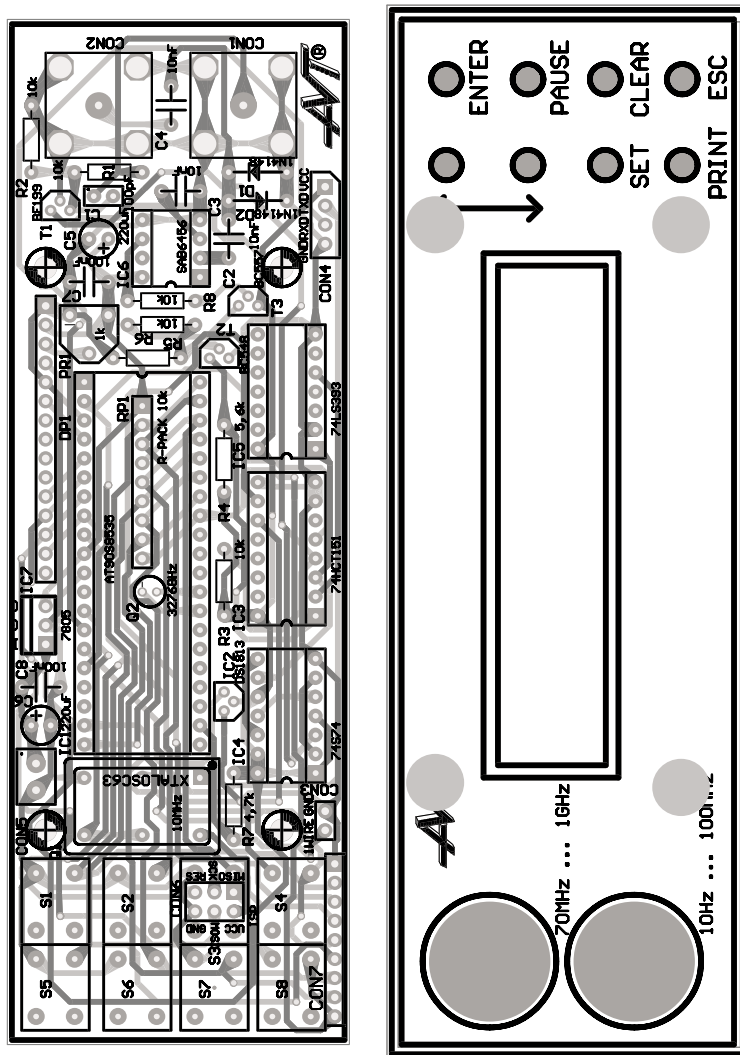
## 6. Zegar czasu rzeczywistego

Ostatnią z funkcji wbudowanych w miernik jest zegar czasu rzeczywistego, wskazujący aktualny czas i datę. Po wybraniu tej funkcji na ekranie rozpoczyna się wyświetlanie tych informacji. W każdej chwili możemy dokonać korekty wskazywanego czasu, naciskając przycisk SET. Po wejściu w tryb ustawiania czasu aktywne są następujące klawisze:

- klawisze oznaczone strzałkami służą do zmiany aktualnie ustawianej wartości.
- klawisz SET służy do zatwierdzenia ustawionej wartości (kolejno: godzin, minut, dnia miesiąca i roku).

Nie przewidziano osobnej funkcji zerowania sekundnika zegara. Licznik sekund ustawiany jest na zero w momencie wprowadzenia nowej wartości minut.

Zegar czasu rzeczywistego jest jedyną funkcją miernika, która nie



Rys. 9. Rozmieszczenie elementów na płytkach drukowanych miernika.

może być dokumentowana przez komputer. Sądzę, że przesyłanie do komputera informacji o czasie i dacie nie miałyby najmniejszego sensu. Widok ekranu wyświetlacza w „zegarowym” trybie pracy pokazano na rys. 8.

### Montaż i uruchomienie

Na rys. 9 pokazano schemat montażowy płytki drukowanej. Jest na nim widoczna także druga płytka, na której jednak nie będziemy umieszczać żadnych elementów elektronicznych. Płytką tą może służyć jako względnie efektywna i estetyczna płyta czołowa, wykonana z laminatu i w prosty sposób łączona z płytką układu elektronicznego i z wyświetlaczem.

Montaż układu przeprowadzamy typowo, rozpoczynając od elementów o najmniejszych gabarytach: rezystorów, R-packa i podstawek pod układy scalone. **Przyciski S1..S8, podobnie jak wy-**

**świetlacz LCD i złącza BNC, muszą być zamocowane OD STRONY DRUKU.** W miejscu przeznaczonym na wyświetlacz wlotujemy w płytkę **OD STRONY DRUKU** rząd goldpinów, do którego po bardzo starannym sprawdzeniu poprawności montażu przylutowujemy wyświetlacz.

Ostatnią czynnością, jaką będziemy musieli wykonać, będzie zamocowanie płyty czołowej. Do tego celu będą nam potrzebne cztery śruby o średnicy 3mm i nakrętki M3. Kolejność postępowania jest następująca:

1. Pomiędzy wyświetlacz a przylutowaną do niego płytkę elektroniki miernika wsuwamy tulejki dystansowe o odpowiedniej długości i skręcamy całość za pomocą śrubek tak, aby ich łebki wystawały ok. 5 mm ponad powierzchnię płytki wyświetlacza. Na każdą śrubkę nakręcamy w związku z tym dwie nakrętki.

2. Tak zmontowaną konstrukcję układamy na płycie czołowej i starannie wyrównujemy. Następnie lutujemy łebki śrubek do dużych punktów lutowniczych wykonanych na spodniej stronie płyty czołowej.

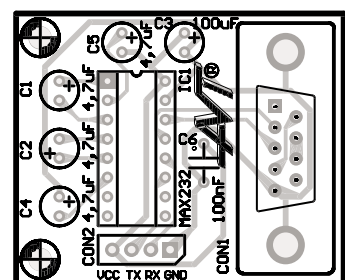
3. Jak zauważyliście, płyta czołowa jest nieco większa od płytki miernika. Pozwoli to na łatwe dobudowanie tylnej części i boków obudowy, które możemy wykonać z kawałków laminatu lub tworzywa sztucznego.

Na rys. 10 przedstawiono rozmieszczenie elementów na dodatkowej płytce przystawki umożliwiającej połączenie miernika z komputerem PC. Montaż tak prostego układu możemy pozostawić bez komentarza.

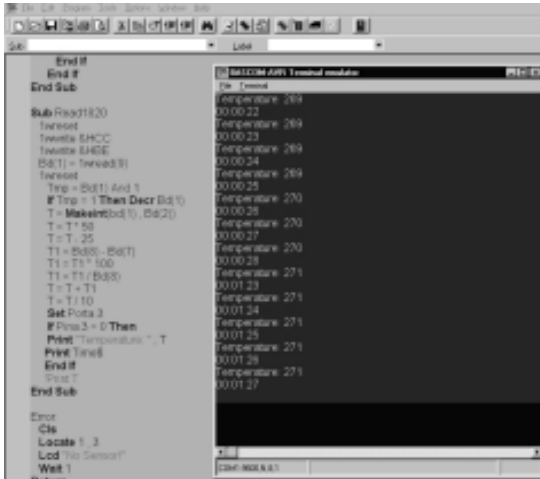
Po zmontowaniu układu i włożeniu układów scalonych w podstawki, włączamy zasilanie miernika. Urządzenie może być zasilane napięciem stałym o wartości 9..16VDC, niekoniecznie stabilizowanym. Po włączeniu zasilania (po upływie ok. 1 sekundy) na wyświetlaczu powinien ukazać się napis „F[kHz]= 0” i pojawiający się co sekundę napis GATE, co świadczy o poprawnym działaniu układu.

Możemy teraz podłączyć do miernika źródło sygnału o przebiegu prostokątnym i częstotliwości mieszczącej się w zakresie pomiarowym miernika i dokonać pierwszego pomiaru.

Na zakończenie chciałbym jeszcze poruszyć temat transmisji danych do komputera i dalszej ich obróbki. Jak wspominałem, podczas testów miernika do transmisji danych wykorzystywałem rewelacyjny program terminala RS232, będący częścią składową pakietu BASCOM AVR (lub BASCOM8051). Oczywiście, można także użyć dowolnego innego programu terminala RS232. Jednak ze wszystkich przetestowanych przeze mnie



Rys. 10. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej interfejsu.



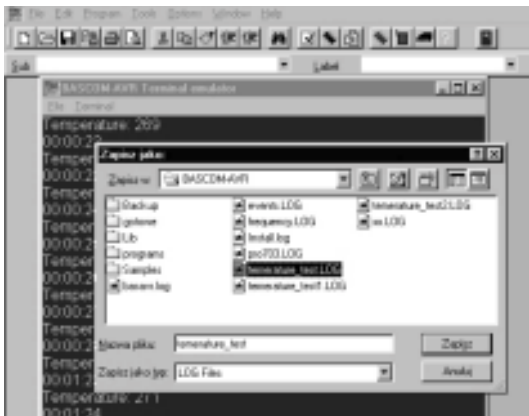
Rys. 11. Widok okna terminala.

programów terminalowych, program stanowiący część BASCOM-a okazał się najdogodniejszy.

Przed przystąpieniem do odbierania danych z miernika musimy odpowiednio skonfigurować terminal BASCOM-a, podobnie zresztą jak każdy inny terminal. Najważniejsze będzie ustawienie szybkości transmisji na **9600 baud**. Parametr ten ustawiamy w okienku `OPTIONS\COMUNICATION\BAUDRATE`, a następnie z submenu `TOOLS` wybieramy opcję `TERMINAL EMULATOR`.

Na rys. 11 został pokazany sposób korzystania z terminala. Jeżeli mamy zamiar zapisywać wszystkie dane nadsyłane przez miernik, to z poziomu okienka terminala musimy wybrać opcję `TERMINAL\OPEN LOG` (rys. 12). Po podaniu nazwy pliku docelowego, wszystkie informacje otrzymywane z miernika będą zapisywane w tym pliku.

Pliki tworzone przez terminal są plikami ASCII i zawarte w nich dane mogą być z łatwością przeniesione do edytora tekstowego lub np.



Rys. 12. Widok okna zapisu pliku z zarejestrowanymi danymi.

do arkusza kalkulacyjnego. Stwarza to ogromne możliwości graficznej prezentacji danych, chociażby pod postacią wykresów generowanych przez arkusz MS Excel. Dla przykładu wykonałem prosty eksperyment z pomiarem temperatury. Doświadczenie było banalnie proste i powiedzialbym mało odkrywcze. Polegało na „przy-  
pieczeniu” czujnika temperatury DS1820 końcem lutownicy i „pozwoleniu” mu na powolne ostygnięcie.

Efekt tego eksperymentu został pokazany na rys. 13 (wykres wykonano za pomocą kreatora wykresów arkusza Excel).

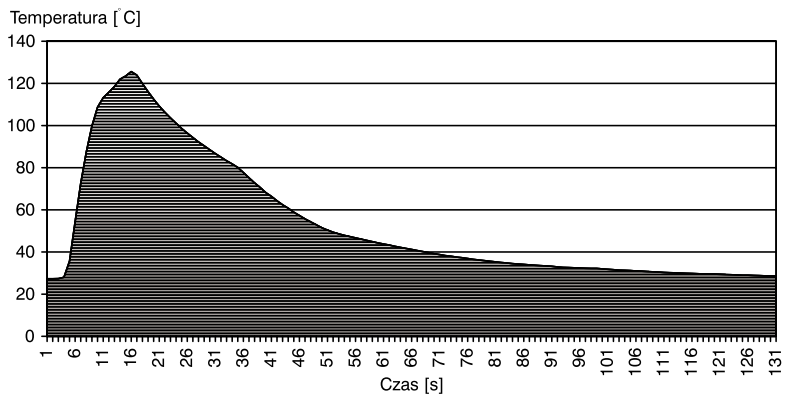
Na zakończenie chciałbym, abyśmy wspólnie uświadomili sobie pewien fakt, niezwykle istotny przy korzystaniu ze zbudowanego przyrządu. Do tej pory mówiliśmy o nim jako o mierniku częstotliwości czy też wielofunkcyjnym przyrządzie pomiarowym.

Myślę, że naszemu miernikowi możemy nadać jeszcze jedną nazwę: „Wielofunkcyjny **REPROGRAMOWALNY** przyrząd pomiarowy”. Przecież program, który napisałem i umieściłem w pamięci miernika, jest tylko jednym z tysięcy możliwych programów, dostosowanych do najróżniejszych okoliczności i wymagań użytkowników. Podam tylko jeden, prosty przykład: przekazywanie danych do komputera odbywa się w naszym przyrządzie po naciśnięciu klawisza `PRINT`. Wyobraźmy sobie, że np. chcielibyśmy dokonać pomiaru temperatury w czasie powiedzmy jednego tygodnia, z zapisem danych co 1 go-

dzinę. Co mamy zrobić w takiej sytuacji? Siedzieć przez tydzień w laboratorium i co godzinę naciskać przycisk `PRINT`? Kompletny nonsens, już lepiej dobudować do miernika prosty układzik z kluczem dublującym klawiaturę, który co godzinę zwierałby go do masy. Ale i to nie jest „eleganckim” rozwiązaniem, w dodatku możliwym do zastosowania tylko w opisanym, prostym przykładzie. Rozwiązaniem idealnym byłaby tymczasowa lub stała zmiana programu sterującego miernikiem, dodanie kilku dodatkowych linijek, których napisanie w języku MCS BASIC nikomu nie sprawi trudności. Jeżeli już w naszym laboratorium stoi komputer, to nie ma przeszkód, aby zainstalować na nim odpowiednie oprogramowanie, podłączyć do gniazda drukarkowego prosty programator procesorów AVR (np. AVT-871 współpracujący bezpośrednio z BASCOM-em) i dokonać pożądanых zmian w oprogramowaniu miernika. W taki sam sposób możemy dodawać nowe funkcje i modyfikować istniejące aż do momentu, kiedy „skończy się” pamięć EEPROM procesora. Tego jednak nie musimy się zbytnio obawiać: według danych producenta pamięć EEPROM procesorów AVR wytrzymuje do 1000 operacji kasowania i zapisu, ale wydaje się, że informacja ta została podana w karcie katalogowej z ogromnym zapasem bezpieczeństwa.

**Andrzej Gawryluk, AVT**

*Wzory płytek drukowanych w formacie PDF są dostępne w Internecie pod adresem: <http://www.ep.com.pl/?pdf/pazdziernik01.htm> oraz na płycie CD-EP10/2001B w katalogu PCB.*



Rys. 13. Przykładowy wykres temperatury przygotowany za pomocą programu Excel.