



Redakcja „Elektroniki Praktycznej” dziękuje firmie Farnell element14 za udostępnienie multimetru Tenma 72-8720 do testów. Więcej informacji na temat oscyloskopu można znaleźć na stronie internetowej <http://pl.farnell.com> (link bezpośredni <http://www.tenma-farnell.com/pl/72-8720>).



Multimetr laboratoryjny Tenma 72-8720

W artykule opisano uniwersalny miernik laboratoryjny Tenma 72-8720. Przyrządy takie, mimo większych wymiarów i mniejszej mobilności w porównaniu z multimetrami ręcznymi, są chętnie używane przede wszystkim przez profesjonalistów. Często stanowią one stałe wyposażenie laboratorium pomiarowego.

Największą zaletą miernika laboratoryjnego jest to, że... zawsze jest na miejscu i nie trzeba go szukać. Charakteryzuje się też dobrą dokładnością i łatwością współpracy z komputerem. Duży, podświetlany wyświetlacz jest dobrze widoczny w każdych warunkach, nawet przy silnym oświetleniu zewnętrznym. Miernik laboratoryjny ma też zwykle większą rozdzielczość pomiarową od miernika ręcznego.

O tym, jak trudno jest utrzymać porządek na stanowisku pracy, prawdopodobnie wie większość z nas. Jakże często spotykamy się z sytuacją, gdy mamy wykonać ważne pomiary, stanowisko jest już przygotowane do badań, a tu okazuje się, że właśnie w tym momencie zapodział się gdzieś kabel pomiarowy. Zaczynają się nerwowe poszukiwania, przeglądanie szuflad, zagłębienie pod biurko. Czas leci, szef nerwowo

spogląda na zegarek, a robota stoi. Dysponując miernikiem 72-8720, mamy dużą szansę uniknąć takich sytuacji. A wystarczy zachowanie naprawdę minimalnej dyscypliny. Po każdym użyciu akcesoriów takich jak: krokodylki, krótkie kabelki pomiarowe zakończone krokodylkami, przewód USB, przewód RS232, termopara, adapter termopary, po prostu trzeba je umieścić w pojemniku na oprzyrządowanie, który jest dostępny po uchyleniu górnej pokrywy (**fotografia 1**).

Miernik 72-8720 zajmuje oczywiście znacznie więcej miejsca niż typowy multimetr ręczny. Obudowa ma wymiary 310 mm×240 mm×105 mm, po ustawieniu uchwytu w pozycji dolnej zamienia się w podstawkę, a wysokość wzrasta do 155 mm. Jeśli przyrząd ma zajmować stałe miejsce na stole użytkownika, należy przewidzieć dodatkową przestrzeń za nim.

Zakresy i dokładność pomiarowa				
Napięcie DC				
Zakres	Rozdzielczość	Dokładność	Zabezpieczenie	
400 mV	0,01 mV	±(0,025%+5) w trybie REL	1000 V	
4 V	0,0001 V	±(0,05%+5)		
40 V	0,001 V			
400 V	0,01 V			
1000 V	0,1 V	±(0,1%+8)		
Napięcie AC				
Zakres	Rozdzielczość	Pasma	Dokładność	
4 V	0,0001 mV	45 Hz..1 kHz	±(0,4%+30)	
	1 kHz..10 kHz		±(1,5%+30)	
	10 kHz..100 kHz		±(6%+30)	
40 V	0,001 mV	45 Hz..1 kHz	±(0,4%+30)	
	1 kHz..10 kHz		±(1,5%+30)	
	10 kHz..100 kHz		±(6%+30)	
400 V	0,01 mV	45 Hz..1 kHz	±(0,4%+30)	
	1 kHz..10 kHz		±(5%+30)	
	10 kHz..100 kHz	nie określono		
1000 V	0,1 mV	45 Hz..1 kHz	±(1%+30)	
		1 kHz..5 kHz	±(5%+30)	
		5 kHz..10 kHz	±(10%+30)	
Prąd DC				
Zakres	Rozdzielczość	Dokładność	Zabezpieczenie	
400 μV	0,01 μA	±(0,1%+15)	0,5 A, 250 V	
4000 μA	0,1 μA			
40 mA	0,001 mA	±(0,15%+15)		
400 mA	0,01 mA			
10 A	0,001 A	±(0,5%+30)	10 A, 250 V	
Prąd AC (również AC+DC)				
Zakres	Rozdzielczość	Pasma	Dokładność	Zabezpieczenie
400 μV	0,01 μA	45 Hz..1 kHz	±(0,7%+15)	0,5 A, 250 V
4000 μA	0,1 μA	1 kHz..5 kHz		
40 mA	0,001 mA	5 kHz..10 kHz		
400 mA	0,01 mA	±(1%+30)		
		±(2%+40)		
10 A	0,001 A	45 Hz..1 kHz	±(1,5%+40)	10 A, 250 V
		1 kHz..5 kHz	±(2,5%+40)	
		5 kHz..10 kHz	±(5%+40)	
Rezystancja				
Zakres	Rozdzielczość	Dokładność	Zabezpieczenie	
400 Ω	0,01 Ω	±(0,3%+40)	1000 V	
4 kΩ	0,0001 kΩ	±(0,3%+40)		
40 kΩ	0,001 kΩ			
400 kΩ	0,01 kΩ	±(0,5%+40)		
4 MΩ	0,0001 MΩ	±(1%+40)		
40 MΩ	0,001 MΩ	±(1,5%+40)		
Pojemność				
Zakres	Rozdzielczość	Dokładność	Zabezpieczenie	
40 nF	0,001 nF	±(1%+20)	1000 V	
400 nF	0,01 nF	±(1%+20)		
4 μF	0,0001 μF			
40 μF	0,002 μF			
400 μF	0,01 μF	±(1,2%+20)		
4 mF	0,0001 mF	±(5%+20)		
40 mF	0,001 mF	nie określono		

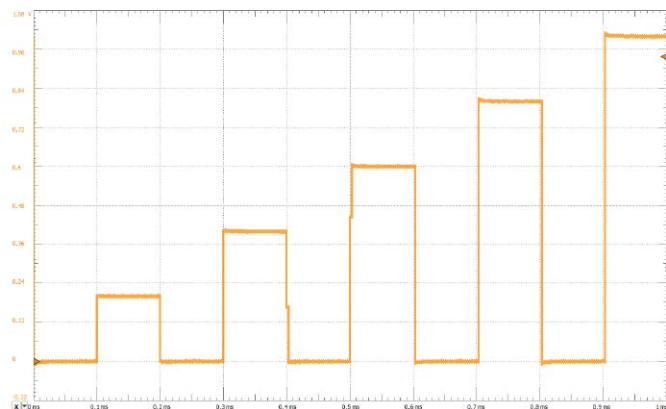
Zakresy i dokładność pomiarowa cd.			
Częstotliwość			
Zakres	Rozdzielczość	Dokładność	Zabezpieczenie
40 Hz	0,001 Hz	±(0,01%+8)	1000 V
400 Hz	0,01 Hz		
4 kHz	0,0001 kHz		
40 kHz	0,001 kHz		
400 kHz	0,01 kHz		
4 MHz	0,0001 MHz		
40 MHz	0,001 MHz		
400 MHz	0,01 MHz	nie określono	
Współczynnik wypełnienia			
Zakres	Rozdzielczość	Dokładność	Zabezpieczenie
100%	0,01%	±(0,01%+40)	1000 V
Temperatura			
Zakres	Rozdzielczość	Dokładność	Zabezpieczenie
-40...40°C	0,1°C	±(3%+30)	1000 V
40...400°C			
400...1000°C			
Pętla prądowa 4...20 mA			
Zakres	Rozdzielczość	Dokładność	Zabezpieczenie
(4...20 mA)%	0,01%	±(1%+50)	0,5 A, 250 V

Powodem jest umieszczenie wyłącznika zasilania miernika na tylnej ścianie obudowy, i co gorsza, w 4-centymetrowej wnęce. Doprawdy trzeba wykazać się sporą sprawnością, żeby korzystać z niego na co dzień. Prościej chyba stosować listwę zasilającą z wyłącznikiem umieszczoną w dostępnym miejscu. Pozostaje też korzystanie z baterii. Wówczas miernik przechodzi do stanu uśpienia po 10-, 20- lub 30-minutowej bezczynności użytkownika. Przy zasilaniu bateryjnym możliwe jest również ustawianie różnych poziomów podświetlania wyświetlacza. Pojemnik na baterie znajduje się pod pojemnikiem na akcesoria. Zasilanie bateryjne należy jednak traktować jako rozwiązanie alternatywne, stosowane w pracach serwisowych w terenie.

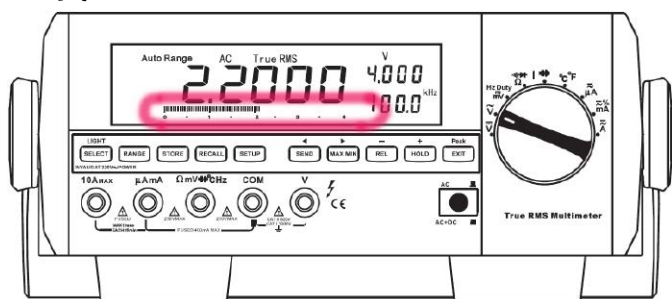
Multimetr laboratoryjny 72-8720 ma funkcje pomiarowe typowe dla tego rodzaju przyrządów. Są one wybierane pokrętkiem obrotowym znajdującym się po prawej stronie wyświetlacza. Zmiana trybu pracy pociąga za sobą w niektórych przypadkach również konieczność przełączenia przewodów pomiarowych do innych gniazd. Są one umieszczone na przedniej ścianie pod wyświetlaczem i pod przyciskami funkcyjnymi. Jak zwykle wyróżnione jest jedno gniazdo wspólne („COM”), obok którego znajdują się gniazda napięciowe, prądowe i jedno wielofunkcyjne, używane do pomiarów rezystancji,



Fotografia 1. Pojemnik na akcesoria dostępny po otwarciu pokrywy na górze obudowy



Rysunek 2. Przebieg wykorzystany przy testowaniu funkcji pomiaru napięcia



Rysunek 3. Pod polem numerycznym znajduje się 80-elementowy bargraf, którego stan jest odświeżany 10 razy na sekundę

pojemności, temperatury, częstotliwości i napięcia w zakresie miliwoltowym oraz w teście ciągłości obwodu i teście złącza PN.

Pomiary napięcia

Multimetr 72-8720 można dokonywać pomiarów napięcia stałego i zmiennego. O ile pomiary napięcia stałego nie wzbudzają większych emocji, o tyle pomiary napięcia zmiennego już tak. Wprawdzie większość współczesnych multimetrów jest wyposażonych w przetworniki rzeczywistej wartości skutecznej, ale bywa, że nie zawsze (mimo deklaracji producenta) jest to prawda. Sprawdźmy, jak z takim pomiarem radzi sobie miernik 72-8720. Należy zwrócić uwagę na to, że za pomocą tego przyrządu można mierzyć wszystkie rodzaje napięcia zmiennego, a więc napięcie: średnie (U_{DC}), skuteczne bez składowej stałej (U_{ACRMS}) oraz skuteczne ze składową stałą (U_{DCRMS}). To, czy będzie mierzona składowa stała, czy nie, zależy od położenia przełącznika „AC/AC+DC” znajdującego się w pobliżu przełącznika obrotowego. Test wykonano, mierząc przebieg przedstawiony na **rysunku 2**. Jego częstotliwość była równa 1 kHz.

Porównanie napięć zmierzonych z wartościami obliczonymi teoretycznie przedstawiono w **tabeli 1**. Należy jednak brać pod

Tabela 1. Porównanie napięć zmiennych zmierzonych multimetrem 72-8720 z

		Napięcie teoretyczne	Napięcie zmierzone
Napięcie średnie	U_{DC}	0,3000 V	0,3016 V
Napięcie True RMS bez składowej stałej (AC)	U_{ACRMS}	0,3606 V	0,3587 V
Napięcie True RMS ze składową stałą (AC+DC)	U_{DCRMS}	0,4690	0,4670

uwagę ewentualne różnice między idealnym przebiegiem teoretycznym a rzeczywistym przebiegiem uzyskiwanym z generatora. Na podstawie wyników należy stwierdzić, że multimetr 72-8720 prawidłowo mierzy wszystkie trzy napięcia zmienne.

Wyświetlacz zawiera dwa pola numeryczne. Na głównym jest wyświetlany główny parametr mierzony, natomiast na dodatkowym są jednocześnie pokazywane inne parametry mierzone. Na przykład, mierząc napięcie zmienne, na bocznym polu mamy wyświetlany aktualnie wybrany zakres pomiarowy, oraz częstotliwość mierzonego napięcia. Z częstotliwością jednak już tak dobrze nie jest. W opisywanym teście miernik zmierzył i wyświetlił częstotliwość 3,040 kHz, podczas gdy w rzeczywistości była ona równa 1 kHz. Prawidłowe wartości są natomiast mierzone dla przebiegów sinusoidalnych, prostokątnych, piłokształtnych. Ponadto warunkiem poprawności pomiaru jest amplituda sygnału. Częstotliwość jest mierzona prawidłowo dla sygnałów o amplitudzie większej od ok. 200 mV_{pp}.

O multimetrach wskazówkowych powoli już zapominamy, jednak ich podstawowa cecha, jaką była analogowa forma wyniku pomiaru, nadal jest powielana w przyrządach cyfrowych. W multimetrze 72-8720 pod polem numerycznym znajduje się 80-elementowy bargraf, którego stan jest odświeżany 10 razy na sekundę (**rysunek 3**).

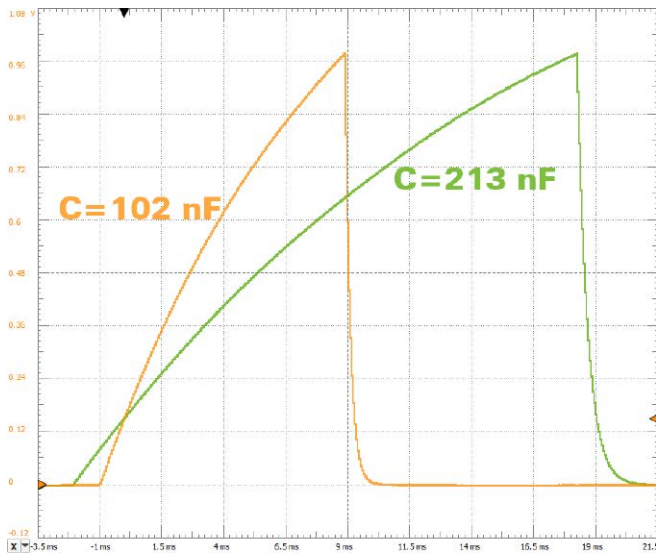
Niepodważalną przewagą mierników cyfrowych nad analogowymi jest natomiast możliwość śledzenia i analizy wyników pomiarów. I tak, po naciśnięciu przycisku *MAX MIN*, miernik zapamiętuje w rejestrach minimalny i maksymalny wynik pomiaru. Jeśli, na przykład, wybrano pomiar U_{DC} (składową stałą, inaczej wartość średnią), na bocznym polu odczytowanym jest wyświetlane minimalne i maksymalne wskazanie zarejestrowane od momentu przyciśnięcia tego przycisku. Dla przebiegów o częstotliwości powyżej kilkudziesięciu Hz, zarówno w polu głównym, jak i w polu bocznym, jest wyświetlana składowa stała sygnału. Dla przebiegów wolnozmiennych (poniżej 5 Hz) w polach „MIN” i „MAX” będą pokazane odpowiednio: najmniejsze i największe napięcie chwilowe. Mierząc napięcie skuteczne sygnału o zmieniającej się amplitudzie, na bocznym wyświetlaczu dostajemy najmniejszą i największą wartość zmierzonego napięcia skutecznego. Pomiar „MIN/MAX” może być wykorzystywany również w odniesieniu do innych parametrów (prąd, rezystancja, pojemność). Zerowanie danych następuje po naciśnięciu przycisku *Exit* i ponownym naciśnięciu przycisku *MAX MIN*. W każdej chwili można też wstrzymać pomiar, czyli zamrozić stan wyświetlacza, co następuje po naciśnięciu przycisku *Hold*.

Ze specyfikacji technicznej multimetru 72-8720 wynika, że napięcie True RMS może być mierzone w zakresie do 100 kHz, ale pomiary przeprowadzone w redakcyjnym laboratorium wykazały, że górna częstotliwość jest znacznie wyższa.

Impedancja wejściowa miernika pracującego w trybie woltomierza jest równa 10 MΩ na zakresach „woltowych” i około 2,5 GΩ na zakresie „miliwoltowym”.

Pomiar natężenia prądu

Wszystkie uwagi wymienione w części dotyczącej pomiaru napięć obowiązują również w pomiarach prądów. Konieczne jest przyłączenie gorącego przewodu do gniazda „μA mA” lub



Rysunek 4. Przykład przebiegu występującego na zaciskach podczas pomiaru dwóch różnych pojemności

„10Amax” i odpowiednie ustawienie pokrętki wyboru trybu pracy. W pomiarach dużych natężeń prądów (powyżej 5 A) należy ponadto do minimum ograniczać czas dołączenia miernika do obwodu. Pomiar powinien w takim przypadku trwać nie dłużej niż 10 sekund. Jeżeli czas ten zostanie przekroczony, konieczna jest 15-minutowa przerwa.

Miernik skonfigurowany do pomiaru prądu może być wykorzystany jako odbiornik pętli prądowej 4...20 mA. Możliwe jest więc badanie popularnych w automatyce interfejsów pomiarowych. Po wybraniu trybu „%” zmierzony natężenie prądu nie jest podawane w miliamperach. Miernik przelicza, jaką część zakresu 4...20 mA stanowi zmierzony prąd i wynik podaje w procentach. Na przykład, prąd 12 mA będzie odpowiadał wskazaniu 50%.

Pomiar rezystancji, test ciągłości obwodu i test złącza PN

Pomiar rezystancji miernikiem 72-8720 jest możliwy na zakresach 400 Ω...40 MΩ. Teoretyczna rozdzielczość pomiarowa jest równa 0,01 Ω, ale do wyników nie można podchodzić bezkrytycznie. Producent określa dokładność pomiaru rezystancji jako $\pm(0,3\% \text{ rdg} + 40 \text{ dtg})$. Poza tym, szczególnie podczas pomiarów małych rezystancji, należy uwzględnić oporność samych przewodów, która może być rzędu 0,1...0,2 Ω. W celu ewentualnej kompensacji takich niepożądanych parametrów można uruchomić pomiar względny, do czego służy przycisk *Rel*. Może też nieco dziwić polaryzacja napięcia występującego na przewodach w trybie pomiaru rezystancji. Na wyjściu gorącym (czerwonym) napięcie to jest równe -0,25 V. Należy zwrócić uwagę na jego ujemną polaryzację.

W tym samym ustawieniu pokrętki wyboru trybu pracy realizowany jest jeszcze test ciągłości obwodu i test diody. Dodatkowej selekcji dokonuje się, naciskając przycisk *Select*. W teście ciągłości obwodu na wyświetlaczu podawana jest na bieżąco mierzona rezystancja. Miernik pracuje na stałym zakresie 400 Ω. Po wykryciu rezystancji mniejszej niż 40 Ω uruchamiany jest sygnał dźwiękowy. Prąd zwarcia nie przekracza 0,6 mA. Jeśli rezystancja jest większa niż 400 Ω, na wyświetlaczu jest wyświetlany stan „0.L”.

Test diody przebiega bardzo podobnie. Polaryzacja napięcia na końcówkach pomiarowych jest w tym trybie już zgodna z oczekiwaniami. Na wyjściu czerwonym występuje dodatnie napięcie. Przykładając czerwoną końcówkę do anody, czarną do katody, sprawiamy, że dioda jest polaryzowana w kierunku przewodzenia, a na wyświetlaczu jest wyświetlone napięcie złączone. Maksymalne napięcie występujące na końcówkach pomiarowych w tym trybie jest równe ok. 2,8 V, a prąd pomiarowy nie przekracza 2 mA.

Pomiar pojemności

Badana pojemność jest dołączana do wewnętrznego obwodu i tworzy wraz z nim układ całkujący. Miernik generuje impulsy podawane na jego wejście, jednocześnie mierzy czas narastania napięcia na wyjściu do określonego poziomu. Czas ten jest proporcjonalny do mierzonej pojemności. Przykład przebiegu występującego na zaciskach podczas pomiaru dwóch różnych pojemności przedstawiono na **rysunku 4**. Czas powtarzania takich impulsów jest zależny od zakresu pomiarowego. Na największym (40 mF) przekracza 7 sekund. Z takimi interwałami odświeżany jest też stan wyświetlacza. Należy więc liczyć się z tym, że na największych zakresach czas oczekiwania na pomiar będzie stosunkowo długi.

W pomiarach pojemności mogą dawać o sobie znać pojemności własne przewodów i inne pojemności pasożytnicze. Podobnie, jak w pomiarach rezystancji niepożądane wskazania można eliminować, przechodząc do trybu względnego. Następuje to po naciśnięciu przycisku *Rel* przy odłączonej pojemności badanej.

Pomiar częstotliwości i współczynnika wypełnienia

Przebieg pomiaru częstotliwości opisano już w części związanej z pomiarem napięcia. Należy jeszcze dodać, że możliwy jest również pomiar współczynnika wypełnienia. Obowiązują te same ograniczenia dotyczące amplitudy sygnału.

Pomiar temperatury

Do standardowego wyposażenia multimetru 72-8720 należy m.in. termopara. Czujnik ten umożliwia pomiar temperatury w zakresie od -40°C do +1000°C. Wynik jest wyświetlany w stopniach Celsjusza lub Fahrenheita. Termopary innych producentów z typowymi wtykami zakończonymi płaskimi bolcami mogą być dołączane do miernika 72-8720 za pośrednictwem specjalnego adaptera znajdującego się na wyposażeniu przyrządu.

Magazyn danych

Wszystkie parametry mierzone miernikiem 72-8720 mogą być zapisywane w wewnętrznej pamięci nieulotnej. W magazynie mieści się 9999 wyników. Przed rozpoczęciem pracy należy zadeklarować początkowy adres zapisu i interwał między kolejnymi wpisami do pamięci (1...255 sekund). Po zakończeniu rejestracji dane mogą być przeglądane na wyświetlaczu. Przegląd jest inicjowany naciśnięciem przycisku *Recall*.

JAROSŁAW DOLIŃSKI, EP