



Politechnika  
Wroclawska

**Wydział  
Elektroniki Mikrosystemów  
i Fotoniki**



**Laboratorium przyrządów półprzewodnikowych**

**Skrócona instrukcja obsługi  
multimetru Agilent 34401A**

**WYKONUJĄC POMIARY PRZESTRZEGAJ PRZEPISÓW BHP**

**Wrocław 2020**

W Laboratorium przyrządów półprzewodnikowych (LPP) na każdym stanowisku dydaktycznym znajduje się ujednoczony zestaw urządzeń zasilających i pomiarowych. Umożliwia on studentom realizację danego ćwiczenia laboratoryjnego, a w jego skład wchodzi:

- zasilacz laboratoryjny Agilent E3649A,
- zasilacz laboratoryjny Agilent E3631A,
- 2 multimetry Agilent 34401A,
- multimetr Array M3500A,
- generator funkcyjny Agilent 33220A,
- oscyloskop Keysight DSO1072B lub EDUX1002A.

W instrukcji przedstawiono ogólną charakterystykę oraz opisano funkcję poszczególnych przycisków i gniazd pomiarowych multimetru Agilent 34401A (rys. 1.), celem ułatwienia studentom nauki obsługi urządzenia podczas zajęć w LPP. Instrukcję opracowano m.in. na podstawie materiałów pochodzących ze strony producenta oraz instrukcji obsługi urządzenia.




Rys. 1. Panel czołowy multimetru Agilent 34401A

Multimetr to urządzenie pomiarowe, które umożliwia wykonanie pomiaru różnych wielkości fizycznych (najczęściej elektrycznych takich jak np. napięcie, natężenie prądu, rezystancja). W danej chwili multimetr Agilent 34401A pracuje w jednym, określonym przez użytkownika trybie pomiarowym (np. pracuje jako woltomierz albo amperomierz). Z tego też względu przed połączeniem układu pomiarowego należy najpierw zadeklarować funkcję pomiarową multimetru. Domyślnie po włączeniu zasilania, multimetr pracuje jako woltomierz.

Przyciski funkcyjne na panelu czołowym multimetru Agilent 34401A są przyciskami dwufunkcyjnymi. Na każdym przycisku przedstawiono oznaczenie funkcji podstawowej, która

zostanie uruchomiona po wciśnięciu danego przycisku. Natomiast nad każdym przyciskiem umieszczono oznaczenie funkcji dodatkowej (kolor niebieski), która zostanie uruchomiona po wcześniejszym naciśnięciu przycisku shift i następnie danego przycisku.

Dla przykładu wciśnięcie przycisku DC V spowoduje, że multimetr będzie pracował jako woltomierz napięcia stałego. Natomiast naciśnięcie przycisku shift, a następnie przycisku DC V spowoduje uruchomienie jego funkcji dodatkowej, w tym wypadku DC I i multimetr będzie pracował jako amperomierz prądu stałego. Oznaczenie i opis funkcji podstawowych i dodatkowych poszczególnych przycisków przedstawiono w tabeli poniżej.

Funkcja podstawowa	Opis funkcji podstawowej	Funkcja dodatkowa	Opis funkcji dodatkowej
DC V	Woltomierz napięcia stałego	DC I	Amperomierz prądu stałego
AC V	Woltomierz napięcia zmiennego	AC I	Amperomierz prądu zmiennego
$\Omega$ 2W	Pomiar rezystancji metodą dwupunktową	$\Omega$ 4W	Pomiar rezystancji metodą czteropunktową
Freq	Pomiar częstotliwości sygnału	Period	Pomiar okresu sygnału
cont	Pomiar ciągłości przewodu		Tester złącza p-n
Null	Zerowanie wskazania	dB	Wyświetlanie wyniku pomiaru w dB
Min/Max	Włączenie trybu matematycznego	dBm	Wyświetlanie wyniku pomiaru mocy w dBm
<	Przełączanie ustawień	On/Off	Włączenie menu
>	Przełączanie ustawień	Recall	Wywołanie poprzednio wybranej opcji menu
v	Zmniejszenie zakresu pomiarowego	4 digit	Rozdzielczość 4 ½ cyfry
^	Zwiększenie zakresu pomiarowego	5 digit	Rozdzielczość 5 ½ cyfry
Auto/Man	Automatyczny bądź ręczny dobór zakresu pomiarowego	6 digit	Rozdzielczość 6 ½ cyfry
Single Trig	Ręczne wyzwalanie pomiaru	Auto/Hold	Przełączanie trybu wyzwalania pomiaru
Shift	Włączenie funkcji dodatkowych	Local	Wyłączenie trybu pracy zdalnej

Poniżej opisano poszczególne funkcje pomiarowe:

- DC V – pomiar napięcia stałego lub pomiar wartości średniej napięcia zmiennego w czasie, rezystancja wejściowa woltomierza  $R = 10 \text{ M}\Omega$  lub  $R = 10 \text{ G}\Omega$  (możliwość zmiany rezystancji wejściowej w menu),

- DC I – pomiar natężenia prądu stałego lub pomiar wartości średniej prądu zmiennego w czasie, rezystancja wejściowa amperomierza  $R = 0,1 \Omega$  (dla zakresów pomiarowych 1 A i 3 A),  $R = 5 \Omega$  (dla zakresów pomiarowych 10 mA i 100 mA),
- AC V – pomiar wartości skutecznej napięcia zmiennego w czasie (pomiar tylko składowej AC), impedancja wejściowa woltomierza  $R = 1 \text{ M}\Omega \parallel C = 100 \text{ pF}$ ,
- AC I – pomiar wartości skutecznej prądu zmiennego w czasie (pomiar tylko składowej AC), rezystancja wejściowa amperomierza  $R = 0,1 \Omega$  (dostępne jedynie zakresy pomiarowe 1 A i 3 A),
- $\Omega 2W$  – pomiar rezystancji metodą dwupunktową (gniazda Input HI i Input LO),
- $\Omega 4W$  – pomiar rezystancji metodą czteropunktową (obwód prądowy – gniazda Input HI i Input LO; obwód pomiaru napięcia – gniazda Sense HI i Sense LO),
- Freq/Period – pomiar częstotliwości/okresu sygnału napięciowego zmiennego w czasie ( $U_{\text{RMS}} = 0,1-750 \text{ V}$ ), zmiana wartości składowej stałej podczas pomiaru (np. spowodowana szumem) wpływa na wynik pomiaru,
- Cont – pomiar ciągłości przewodu, sygnalizacja akustyczna w sytuacji, gdy rezystancja badanego elementu jest mniejsza niż zaprogramowana wartość referencyjna (typowo  $10 \Omega$ , możliwość programowania w zakresie od  $1 \Omega$  do  $1 \text{ k}\Omega$ ),
- $\rightarrow$  – multimetr pracuje jako źródło prądowe o wydajności prądowej  $1 \text{ mA}$  i mierzy spadek napięcia na badanym elemencie w zakresie do  $1 \text{ V}$  (w wypadku testowania złącza p-n spolaryzowanego w kierunku przewodzenia multimetr powinien wskazać wartość bliską napięcia charakterystycznego dla złącz wykonanych w danym materiale, natomiast w wypadku testowania złącza p-n spolaryzowanego w kierunku zaporowym multimetr powinien wskazać OPEN),
- NULL – multimetr zapisuje aktualnie zmierzoną wartość jako wartość referencyjną, którą odejmuje od aktualnego wyniku pomiaru,
- dB – multimetr zapisuje do pamięci aktualnie zmierzoną wartość jako referencyjną i na tej podstawie przelicza i wyświetla aktualny wynik pomiaru, wyrażając go w dB,
- Min/Max – włączenie trybu matematycznego, multimetr zapisuje wyniki pomiarowe do pamięci, a następnie możliwe jest wyświetlenie wartości minimalnej, maksymalnej i średniej za pomocą menu funkcji matematycznej,
- dBm – pomiar mocy wydzielanej na rezystorze, odniesiony do mocy  $P = 1 \text{ mW}$  wydzielanej na rezystancji referencyjnej  $R = 600 \Omega$ , możliwość zmiany rezystancji

referencyjnej  $R = \{50; 75; 93; 110; 124; 125; 135; 150; 250; 300; 500; 600; 800; 900; 1000; 1200; 8000\} \Omega$ ,

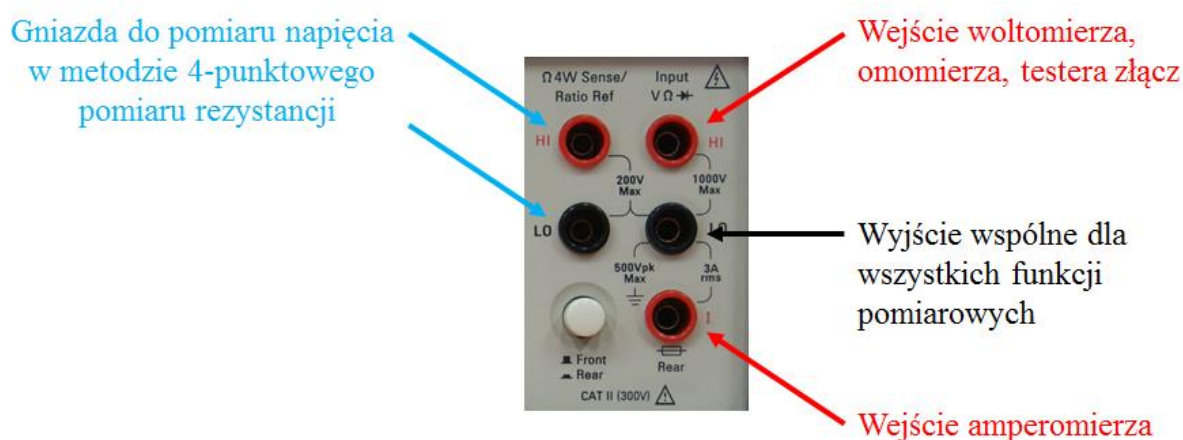
- $<$ ,  $>$ , menu On/Off – przyciski umożliwiające uruchomienie oraz poruszanie się po menu sterowania multimetru, obsługa i opis dostępnych tam opcji wykracza poza zakres instrukcji podstawowej obsługi multimetru,
- Auto/Man,  $\vee$ ,  $\wedge$  – automatyczna bądź ręczna zmiana zakresu pomiarowego, aby uzyskać jak najdokładniejsze wskazanie, powinno się dobierać możliwe najmniejszy zakres pomiarowy,
- 4, 5, 6 digit – ustawienie rozdzielczości pomiaru, im większa liczba cyfr, tym lepsza rozdzielczość, dokładniejszy pomiar, większa odporność na zakłócenia, ale dłuższy czas pomiaru,
- Single trig – ręczne wyzwolenie pomiaru (wykonanie 1 pomiaru i wstrzymanie pracy multimetru),
- Auto/Hold – domyślnie multimetr pracuje w trybie automatycznym i wykonuje pomiary w trybie ciągłym, istnieje możliwość ręcznego wyzwolenia pomiaru za pomocą przycisku Single trig bądź zewnętrznego układu wyzwolenia,
- Shift – aby uruchomić funkcje dodatkowe najpierw należy nacisnąć przycisk shift (będzie to zasygnalizowane na wyświetlaczu), a następnie wcisnąć inny przycisk,
- Local – jeżeli multimetr jest sterowany zdalnie (np. za pomocą programu komputerowego), to niemożliwa jest zmiana jego ustawienia za pomocą przycisków na panelu czołowym, najpierw należy zakończyć połączenie multimetru z komputerem, a następnie nacisnąć przycisk Local.

Multimetr może mierzyć wiele różnych wielkości elektrycznych i z tego względu urządzenie to wyposażone jest w kilka gniazd pomiarowych (choćby ze względu na fakt, że woltomierz powinien charakteryzować się jak największą rezystancją, a amperomierz jak najmniejszą). Konfigurację i rozmieszczenie gniazd pomiarowych multimetru Agilent 34401A przedstawiono na rys. 2.

**Z tego względu po zadeklarowaniu funkcji pomiarowej należy podłączyć się do właściwych gniazd pomiarowych.**

Ponadto należy zwrócić uwagę na fakt, że gniazda pomiarowe są umieszczone na panelu czołowym oraz na panelu tylnym. Jeżeli przycisk jest wciśnięty (FRONT), to sygnał mierzony jest na gniazdach umieszczonych na panelu czołowym, a gdy jest wciśnięty (REAR), to wówczas sygnał mierzony jest na gniazdach na panelu tylnym.

Gniazda, które mają oprawę w kolorze czerwonym to tzw. gniazda gorące/wejściowe, do których powinien wpływać sygnał. Gniazda w oprawie koloru czarnego to tzw. gniazda zimne/wyjściowe, z których sygnał powinien wypływać. Oznacza to, że łącząc układ pomiarowy należy podłączyć mierzony sygnał do multimetru w taki sposób, aby wyższy potencjał podłączyć do gniazda w kolorze czerwonym, a niższy potencjał do gniazda w kolorze czarnym.



Rys. 2. Rozmieszczenie gniazd pomiarowych multimetru Agilent 34401A

Podsumowując, podczas realizacji ćwiczeń laboratoryjnych w LPP proponuje się następującą procedurę obsługi multimetru:

- włączenie zasilania urządzenia,
- wybranie odpowiedniej funkcji pomiarowej,
- upewnienie się czy wybrane są gniazda pomiarowe na panelu czołowym,
- połączenie układu pomiarowego zgodnie z zasadami (łączenie najpierw obwodów prądowych, rozpoczynając od gorącego bieguna zasilania, przez badany element i wracając do masy elektrycznej układu, a w drugiej kolejności podłączenie pomiaru napięcia).

Szczegółowa instrukcja obsługi urządzenia dostępna jest na stronie producenta pod adresem (do pobrania instrukcji wymagane jest zarejestrowanie się na stronie producenta):

<https://www.keysight.com/en/pd-1000001295%3Aepsg%3Apro-pn-34401A/digital-multimeter-6-digit?pm=PL&nid=-31895.536880933&cc=PL&lc=eng>