



Politechnika
Wroclawska

**Wydział
Elektroniki Mikrosystemów
i Fotoniki**



Laboratorium przyrządów półprzewodnikowych

**Skrócona instrukcja obsługi
multimetru Array M3500A**

WYKONUJĄC POMIARY PRZESTRZEGAJ PRZEPISÓW BHP

Wrocław 2020

W Laboratorium przyrządów półprzewodnikowych (LPP) na każdym stanowisku dydaktycznym znajduje się ujednolicony 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 zacisków multimetru Array M3500A (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.

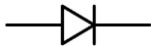


Rys. 1. Panel czołowy multimetru Array M3500A

Multimetr to urządzenie pomiarowe, które umożliwia wykonanie pomiaru różnych wielkości fizycznych (najczęściej elektrycznych takich jak np. napięcie, natężenie prądu, rezystancja). W danej chwili multimetr Array M3500A 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 Array M3500A są przyciskami dwufunkcyjnymi. Na każdym przycisku przedstawiono oznaczenie funkcji podstawowej, która zostanie uruchomiona po wciśnięciu danego przycisku. Natomiast nad wybranym 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
Display PREV	Możliwość przesuwania wyświetlanej informacji (np. informacje dotyczące modelu, wersji oprogramowania itp.)	n/d	
Display NEXT		n/d	
DC V	Woltomierz napięcia stałego	DC I	Amperomierz prądu stałego
AC V	Woltomierz napięcia zmiennego	AC I	Amperomierz prądu zmiennego
Ω 2W	Pomiar rezystancji metodą dwupunktową	Ω 4W	Pomiar rezystancji metodą czteropunktową
FREQ	Pomiar częstotliwości sygnału	PERIOD	Pomiar okresu sygnału
CONT	Pomiar ciągłości przewodu		Tester złącza p-n
TEMP	Konfiguracja pomiaru temperatury za pomocą termometru rezystancyjnego (np. Pt100)	TCOUP	Konfiguracja pomiaru temperatury za pomocą termopary
FILTER	Konfiguracja filtra cyfrowego do pomiarów AC, celem redukcji szumów	STEP	Przełączanie kanałów pomiarowych przy pomiarach z zastosowaniem karty pomiarowej
DIGITS	Ustawianie rozdzielczości: 4 ½, 5 ½, 6 ½ cyfry	SCAN	Konfiguracja pomiarów z zastosowaniem karty pomiarowej
RATIO	Wyświetlanie wyniku pomiaru jako iloraz wartości mierzonej i wartości referencyjnej	LIMITS	Sygnalizacja akustyczna, gdy mierzona wartość jest poza zakresem dozwolonych wartości (konfigurowanych przez użytkownika)

%	Wyświetlanie wyniku pomiaru w procentach (w odniesieniu do wartości referencyjnej)	MX+B	Mierzona wartość wyświetlana jest jako wynik funkcji $y = MX + B$, gdzie M to współczynnik proporcjonalności, X to wartość zmierzona, a B to stała
MIN/MAX	Włączenie trybu matematycznego	dBm	Wyświetlanie wyniku pomiaru mocy w dBm
NULL	Zerowanie wskazania	dB	Wyświetlanie wyniku pomiaru w dB
SINGLE	Pojedyncze wyzwolenie pomiaru	EXTRIG	Wyzwalanie pomiaru sygnałem zewnętrznym
AUTO TRIGGER	Wyzwalanie automatyczne	HOLD	Wstrzymanie wyzwalań
STORE	Zapisanie wyniku pomiaru	n/d	
RECALL	Wczytanie wyniku pomiaru	n/d	
LOCAL	Wyłączenie trybu pracy zdalnej	n/d	
SHIFT	Włączenie funkcji dodatkowych	n/d	
SETUP <	Przełączanie ustawień menu, zmiana liczby wyświetlanych cyfr	n/d	
SETUP >			
ESC	Wyjście z menu	LOCK	Zablokowanie panelu czołowego
ENTER	Potwierdzenie wyboru bądź zapisanie ustawień w menu	n/d	
CONFIG	Przycisk konfiguracyjny funkcji pomiarowych	n/d	
MENU	Wywołanie menu	n/d	
∨	Zmniejszenie zakresu pomiarowego	n/d	
∧	Zwiększenie zakresu pomiarowego	n/d	
AUTO	Ustawienie automatycznego zakresu pomiarowego	n/d	

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 $R = 0,1 \text{ }\Omega$ (dla zakresów pomiarowych 1 A i 3 A), $R = 5 \text{ }\Omega$ (dla zakresów pomiarowych 10 mA i 100 mA),

- AC V – pomiar wartości skutecznej napięcia zmiennego w czasie, impedancja wejściowa woltomierza $R = 1 \text{ M}\Omega \parallel C = 100 \text{ pF}$,
- AC I – pomiar wartości skutecznej prądu zmiennego w czasie, rezystancja wejściowa amperomierza $R = 0,1 \text{ }\Omega$ (dostępne jedynie zakresy pomiarowe 1 A i 3 A),
- Ω 2W – pomiar rezystancji metodą dwupunktową (gniazda Input HI i Input LO),
- Ω 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 ($U_{\text{RMS}} = 0,1\text{-}750 \text{ V}$), 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 $10 \text{ }\Omega$, możliwość programowania w zakresie od $1 \text{ }\Omega$ do $1 \text{ k}\Omega$),
- \rightarrow – multimetr pracuje jako źródło prądowe o wydajności prądowej 1 mA i mierzy spadek napięcia na badanym elemencie w zakresie do 1 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),
- TEMP – pomiar temperatury za pomocą czujnika Pt100, w menu konfiguracyjnym należy określić typ stosowanego czujnika (2- czy 4- przewodowy), a następnie odpowiednio podłączyć czujnik do gniazd multimetru (sposób podłączenia jest taki sam jak przy pomiarach rezystancji),
- TECOUP – pomiar temperatury za pomocą termopary, w menu konfiguracyjnym należy określić typ termopary (E, J, K, N, R, S lub T), sposób podłączenia jest taki sam jak przy pomiarach rezystancji,
- FILTER – ustawienia filtra za pomocą menu konfiguracyjnego, filtr AC oraz filtr cyfrowy (redukcja szumów, uśrednianie wyników),
- STEP – funkcja stosowana w połączeniu z kartą pomiarową, umożliwia zaprogramowanie kanałów pomiarowych (automatyczne przełączanie, odstęp czasowy pomiędzy kolejnymi pomiarami),
- DIGITS – ustawienia rozdzielczości $4 \frac{1}{2}$, $5 \frac{1}{2}$, $6 \frac{1}{2}$ cyfry danej funkcji pomiarowej,

- SCAN – konfiguracja pomiarów wykonywanych za pomocą dodatkowej karty pomiarowej,
- RATIO – przed uruchomieniem funkcji należy nacisnąć przyciski CONFIG + RATIO, aby zadać wartość referencyjną, wynik pomiaru wyświetlany jest jako iloraz wartości mierzonej i referencyjnej (funkcja dostępna jedynie dla pomiaru napięcia stałego),
- LIMITS – przed uruchomieniem funkcji należy nacisnąć przyciski CONFIG + SHIFT + RATIO i w menu konfiguracyjnym ustawić wartość minimalną i maksymalną dla danej funkcji pomiarowej, następnie po zatwierdzeniu zadanych wartości należy włączyć funkcję LIMITS, jeżeli mierzona wartość będzie poza ustawionym zakresem, to wówczas fakt ten będzie sygnalizowany przez multimetr sygnałem akustycznym,
- % – przed uruchomieniem funkcji należy nacisnąć przyciski CONFIG + %, aby ustawić wartość referencyjną, po zatwierdzeniu i włączeniu funkcji % multimetr będzie wyświetlał wynik w procentach, wyliczony na podstawie zadanej wartości referencyjnej,
- MX+B – przed uruchomieniem funkcji należy nacisnąć przyciski CONFIG + SHIFT + %, następnie w menu konfiguracyjnym należy zadać wartość parametru M i B, wyświetlany wynik pomiaru będzie wyliczony na podstawie funkcji $y = MX + B$, tryb ten pozwala zautomatyzować niektóre obliczenia/pomiary, np. gdy stosuje się rezystor bocznikujący w celu zwiększenia zakresu pomiarowego amperomierza,
- MIN/MAX – włączenie trybu matematycznego, multimetr zapisuje wyniki pomiarowe do pamięci, a następnie możliwe jest wyświetlenie wartości minimalnej, maksymalnej i średniej za pomocą przycisków CONFIG + MIN/MAX,
- 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 w zakresie od 50Ω do $8 \text{ k}\Omega$,
- NULL – multimetr zapisuje aktualnie zmierzoną wartość jako wartość referencyjną, którą odejmuje od aktualnego wyniku pomiaru, wartość można ustawić ręcznie za pomocą przycisków CONFIG + NULL,
- dB – multimetr zapisuje do pamięci aktualnie zmierzoną wartość jako referencyjną i na tej podstawie przelicza i wyświetla aktualny wynik pomiaru, wyrażając go w dB, funkcja dostępna tylko dla pomiarów napięć stałych i zmiennych,
- SINGLE – ręczne wyzwolenie pomiaru (wykonanie 1 pomiaru i wstrzymanie pracy multimetru),

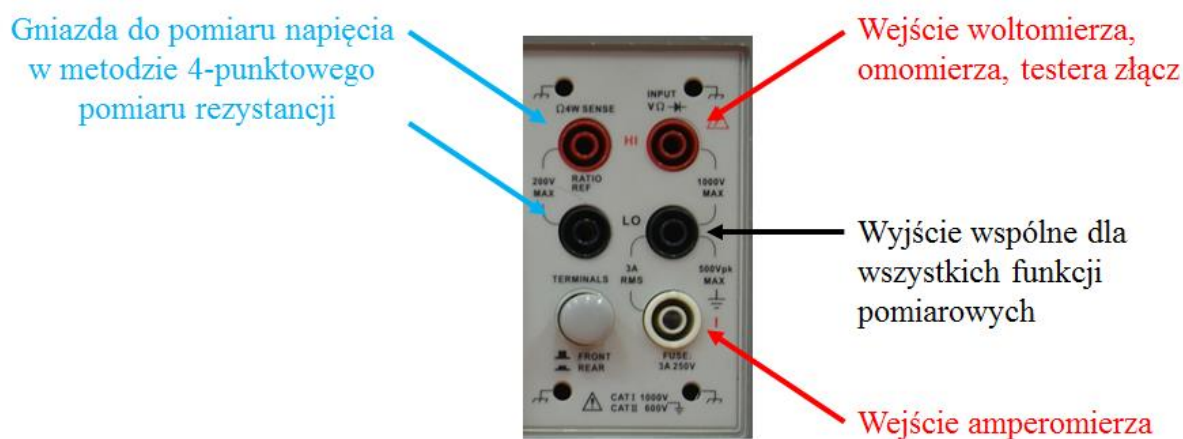
- EXTRIG – włączenie wyzwalania zewnętrznego, dołączanego do zacisku BNC na panelu tylnym multimetru,
- AUTO TRIGGER – włączenie automatycznego wyzwalania i pracy w trybie ciągłym,
- HOLD – wstrzymanie wyzwalania multimetru,
- STORE – naciśnięcie przycisku zapisuje wynik pomiaru do pamięci urządzenia,
- RECALL – naciśnięcie przycisku wyświetla wynik pomiaru zapisany w pamięci urządzenia,
- 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,
- SHIFT – aby uruchomić funkcje dodatkowe najpierw należy nacisnąć przycisk SHIFT (będzie to zasygnalizowane na wyświetlaczu), a następnie wcisnąć inny przycisk,
- SETUP <, SETUP > – przyciski do przełączania funkcji w menu konfiguracyjnym,
- ESC – wyjście z menu konfiguracyjnego,
- LOCK – naciśnięcie przycisków SHIFT + LOCK blokuje przyciski panelu czołowego, aby odblokować multimetr należy nacisnąć przycisk ESC,
- ENTER – potwierdzenie wyboru w menu konfiguracyjnym,
- CONFIG – przycisk uruchamiający dodatkowe menu konfiguracyjne wybranych przycisków funkcyjnych,
- MENU – wywołanie podstawowego menu konfiguracji multimetru,
- \wedge , \vee , AUTO – przyciski zmiany zakresu pomiarowego lub ustawienia ręcznego/automatycznego zakresu pomiarowego.

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 Array M3500A 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 wyciśnięty (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 Array M3500A

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: <http://www.array.sh/M3500A.htm>