

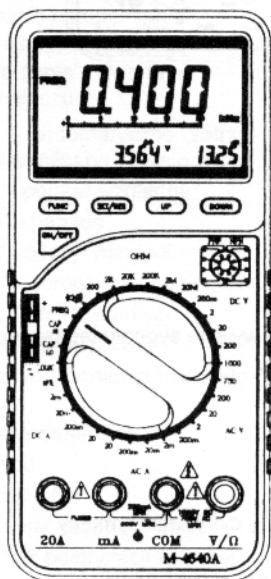
INSTRUKCJA OBSŁUGI

MULTIMETRÓW CYFROWYCH

NDN

M- 4640 A

M- 4660 A



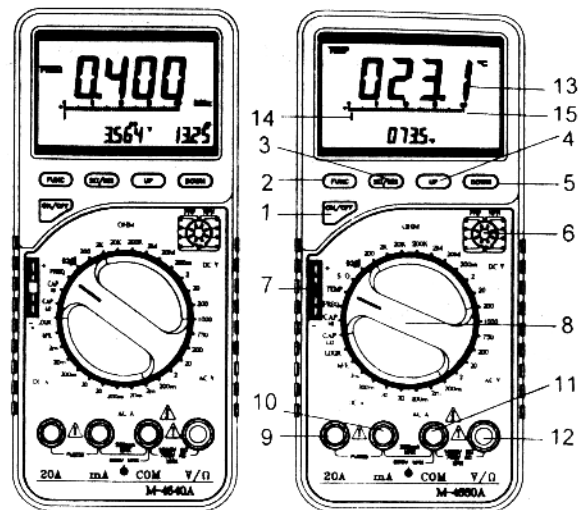
- ◆ Multi-Display
- ◆ Interfejs RS-232C

DYSTRYBUCJA I SERWIS:

"NDN-Z.Daniluk"

02-784 Warszawa, ul. Janowskiego 15
tel./fax (0-22) 641-15-47, 641-61-96

METEX®



1. Włącznik zasilania
2. Przycisk funkcyjny
3. Przycisk SET/RESET
4. Przycisk UP („zwiększanie”)
5. Przycisk DOWN („zmniejszanie”)
6. Gniazdo pomiarowe tranzystorów
7. Gniazdo kondensatorów, temperatury i wyjście sygnału testowego
8. Przelącznik obrotowy funkcji i zakresów
9. Wejście pomiarowe „20A”
10. Wejście pomiarowe „mA”
11. Wejście pomiarowe „COM” (wspólne)
12. Wejście pomiarowe „V/Ω”
13. Wyświetlacz ciekłokrystaliczny LCD (4¹/₂ cyfry, maksymalny odczyt 19999)
14. Wskaźnik analogowy (linijka analogowa)
15. Skala linijki analogowej



- | | |
|---|--------------------------------------|
| 16. Wskaźnik przepiętania | 31, 41. Prąd lub napięcie zmienne |
| 17. „D-H” - funkcja ręcznego „zamrożenia” odczytu na wyświetlaczu | 32. Test stanów logicznych |
| 18. „A-H” - automatyczne zatrzymanie wyniku na wyświetlaczu | 33. Pomiar pojemności |
| 19. „REL” - pomiar względny | 34. Wskaźnik stanu baterii |
| 20. „MEM” - pamięć | 35. „MIN” - wartość minimalna |
| 21. „RCL” - odczyt pamięci | 36. „LOW” - dolna wartość graniczna |
| 22. „CMP” - porównanie poziomów | 37. Pomiar procentowy |
| 23. Adres komórki pamięci | 38. Opłata za godzinę |
| 24. Pomiar indukcyjności | 39. Wartość średnia |
| 25. Pomiar wzmacnienia tranzystorów | 42. Wartość względna |
| 26. Pomiar temperatury | 43. „MAX” - wartość maksymalna |
| 27. Test diod | 44. „HIGH” - górna wartość graniczna |
| 28. Test ciągłości | 45. Opłata |
| 29, 40. Pomiar częstotliwości | 46. Współczynnik mocy (cosinus φ) |
| 30. Wskaźnik polaryzacji ujemnej | 47. Poziom w dB |
| | 48. Wartość odniesienia |
| | 49. Wskaźniki dodatkowe. |

SPIS TREŚCI

1. Wstęp	str. 3
2. Zasady bezpieczeństwa	str. 3
2.1. Wymagania	str. 3
2.2. Symbole bezpieczeństwa	str. 3
2.3. Ostrzeżenia	str. 4
3. Przygotowanie do pracy	str. 5
3.1. Podłączenie i wymiana baterii	str. 5
3.2. Przewody pomiarowe	str. 6
4. Wstępne sprawdzenie miernika	str. 6
5. Obsługa miernika	str. 8
5.1. Przyciski	str. 8
5.2. Gniazda	str. 9
5.3. Wejścia pomiarowe	str. 10
5.4. Wskaźnik cyfrowy i analogowy	str. 10
5.5. Funkcje dodatkowe	str. 11
5.6. Wskaźniki zakresów i jednostek pomiarów	str. 14
6. Wykonywanie pomiarów	str. 15
6.1. Pomiary napięć stałych	str. 15
6.2. Pomiary napięć zmiennych	str. 16
6.3. Pomiary prądów stałych i zmiennych	str. 17
6.4. Pomiar wzmocnienia hFE tranzystorów	str. 19
6.5. Test stanów logicznych	str. 20
6.6. Pomiary pojemności	str. 21
6.7. Pomiary częstotliwości	str. 22
6.8. Generacja sygnałów testowych C-MOS (tylko M-4660A)	str. 22
6.9. Pomiary temperatury (tylko M-4660A)	str. 24
6.10. Test diod półprzewodnikowych	str. 24
6.11. Test ciągłości	str. 25
6.12. Pomiary rezystancji	str. 26
7. Współpraca miernika z komputerem	str. 27
7.1. Sprzężenie miernika z komputerem PC	str. 27
7.2. Oprogramowanie narzędziowe pod system DOS	str. 28
7.3. Oprogramowanie narzędziowe dla środowiska WINDOWS	str. 28
7.4. Parametry techniczne	str. 29
8. Utrzymanie i konserwacja	str. 30
8.1. Wymiana bezpiecznika	str. 30
8.2. Uwagi eksploatacyjne	str. 31
9. Dane techniczne	str. 32
9.1. Dane ogólne	str. 32
9.2. Parametry elektryczne	str. 32

1. WSTĘP

Opisane poniżej ręczne multimetry charakteryzują się bardzo dobrymi parametrami eksploatacyjnymi i dużą odpornością mechaniczną, co gwarantuje ich wieloletnią i bezproblemową pracę w szerokim zakresie zastosowań. Przed przystąpieniem do wykonywania pomiarów za pomocą omawianych przyrządów należy dokładnie przeczytać poniższą instrukcję obsługi.

2. ZASADY BEZPIECZEŃSTWA

2.1. Wymagania

Przyrządy zostały wykonane zgodnie z normą IEC1010-1/EN61010-1 - Część 1: „Wymagania bezpieczeństwa dla elektronicznych przyrządów pomiarowych, klasa bezpieczeństwa II, kategoria odporności przepięciowej II.” Poniższa instrukcja zawiera wszystkie informacje i ostrzeżenia, które muszą być przestrzegane dla zapewnienia bezpieczeństwa użytkownika miernika.

2.2. Symbole bezpieczeństwa

Dla bezpieczeństwa użytkownika i przypomnienia parametrów granicznych przyrządu umieszczono na obudowie miernika przedstawione poniżej symbole:


20 A
Maksymalna wartość prądu mierzonego na tym wejściu nie może przekraczać 20. amperów prądu stałego lub przemiennego. Wejście jest zabezpieczone bezpiecznikiem topikowym 15A/250V. Przy pomiarach dużych prądów należy zachować cykl pomiarowy: 30 sekund pracy - 15 minut przerwy.


mA
Maksymalna wartość mierzonego prądu na tym wejściu wynosi 200mA (AC/DC). Wejście jest zabezpieczone bezpiecznikiem topikowym 0,8A/250V.

MAX
≧500V
Aby uniknąć porażenia prądem i ewentualnego uszkodzenia miernika, nie podłączać do wspólnego wejścia **COM** napięć wyższych niż 500V względem punktu zerowego (masy).

MAX
≧1000V
750V
Maksymalne mierzone napięcie nie może przekraczać 750V napięcia zmiennego lub 1000 V stałego.


Możliwość wystąpienia na zaciskach pomiarowych napięć niebezpiecznych. **NIE DOTYKAĆ GNIAZD WEJŚCIOWYCH ANI METALOWYCH CZĘŚCI KOŃCÓWEK POMIAROWYCH !!!**


Uwaga ! Stosować się do postanowień instrukcji obsługi.

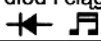

Znak II klasy ochrony. Przyrząd o podwójnej izolacji.

CAT II
Kategoria odporności przepięciowej II.

2.3. Ostrzeżenia

- 2.3.1. Aby uniknąć porażenia prądem elektrycznym i/lub zniszczenia miernika, nie należy mierzyć napięć wyższych niż 1000V stałego (DC) lub 750V zmiennego (AC).
- 2.3.2. Aby uniknąć uszkodzenia miernika, trzeba zwracać uwagę na nieprzekraczalne wartości napięć i prądów na jego wejściach zgodnie z Tabelą 1.


TABELA 1: MAKSYMALNE WARTOŚCI WEJŚCIOWE

FUNKCJA	WEJŚCIA	MAX. WARTOŚCI, WEJŚCIOWE
napięcie stałe (V DC)	V/Ω + COM	1000 V DC
napięcie zmienne (V AC)	V/Ω + COM	750 V AC
rezystancja (OHM)	V/Ω + COM	250 V DC/AC
prąd stały i zmienny (mA DC/AC)	mA + COM	200 mA DC/AC
prąd stały i zmienny (20A DC/AC)	20A + COM	20 A DC/AC
test diod i ciągłości 	V/Ω + COM	250 V DC/AC
częstotliwość	V/Ω + COM	750 V DC/AC
test stanów logicznych	V/Ω + COM	250 V DC/AC

- 2.3.3. Odłączyć przewody pomiarowe od mierzonego obwodu przed zmianą zakresu bądź funkcji.
- 2.3.4. Zachować ostrożność podczas pracy przy napięciach większych od 60V DC lub 25V AC RMS. **NIEBEZPIECZEŃSTWO PORAŻENIA !**
- 2.3.5. Zakres 20A jest zabezpieczony bezpiecznikiem. Aby uchronić miernik przed uszkodzeniem na tym zakresie, dokonywać pomiarów tylko w obwodach z bezpiecznikami lub odłącznikami o prądzie 20A lub mocy 4 kVA. Nie podłączać źródła napięcia między wejścia 20A lub mA i COM, gdyż może to spowodować uszkodzenie przyrządu.
- 2.3.6. Chronić miernik i przewody pomiarowe przed wilgocią.
- 2.3.7. Przed pomiarami sprawdzić stan izolacji przewodów po miarowych.

3. PRZYGOTOWANIE DO PRACY

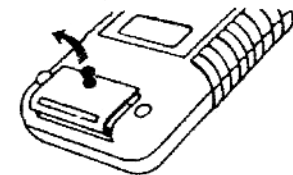
3.1. Podłączenie baterii

Miernik zasilany jest typową baterią o napięciu 9 V. Spadek napięcia baterii poniżej poziomu gwarantującego prawidłową pracę przyrządu sygnalizowany jest ukazaniem się na wyświetlaczu symbolu . W takim przypadku należy jak najszybciej wymienić baterię na nową. Kontynuowanie pracy z wyładowaną baterią jest powodem błędów pomiarowych.

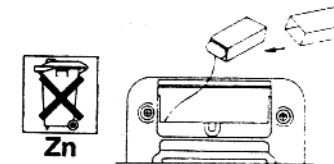
OSTRZEŻENIE: ZE WZGLĘDU NA NIEBEZPIECZEŃSTWO PORAŻENIA PRĄDEM PRZED PRZYSTĄPIENIEM DO WYMIANY BATERII NALEŻY ODŁĄCZYĆ OBA PRZEWODY POMIAROWE OD OBWODU.

Instalacja i wymiana baterii:

1. Wyłączyć miernik i odłączyć przewody pomiarowe.
2. Otworzyć pokrywę pojemnika baterii po odkręceniu śruby mocującej.



3. Włożyć baterię do pudełka izolacyjnego i, po podłączeniu do złącza zatraskowego, umieścić ją w pojemniku.



4. Zamknąć pokrywę i dokręcić śrubę.

Uwagi:

- Nie niszczyć pudełka izolacyjnego! Jego brak może być przyczyną usterki miernika.
- Nie pracować przyrządem do czasu podłączenia baterii i zamknięcia pojemnika!

3.2. Przewody pomiarowe

Zaleca się używanie tylko oryginalnych przewodów pomiarowych, dostarczonych z miernikiem. Zapewniają one bezpieczną pracę pod napięciem do 1000V.



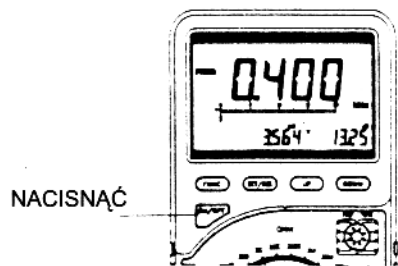
Uwagi:

- Należy pamiętać, że mimo odporności przewodów pomiarowych na napięcie 1000V miernik nie może pracować przy napięciu stałym większym niż 1000V i zmiennym o wartości skutecznej większej od 750V. Należy zachowywać szczególną ostrożność przy pomiarach wysokich napięć!
- Nigdy nie podłączać zacisku **COM** do punktów o potencjale większym niż 500V względem zerowego poziomu odniesienia (potencjał ziemi).

4. WSTĘPNE SPRAWDZENIE MIERNIKA

Dla zapoznania się z miernikiem i wstępnego sprawdzenia prawidłowości pracy jego elementów (wyświetlacz, przełącznik obrotowy, przyciski) należy wykonać poniższe czynności:

1. Nacisnąć przycisk ON/OFF, aby włączyć miernik.



1. Dla włączenia danego zakresu pomiarowego ustawić przełącznik obrotowy na odpowiedniej pozycji.
2. Aby pracować w jednym z wielu dodatkowych trybów funkcyjnych, trzeba nacisnąć odpowiedni przycisk powyżej przełącznika obrotowego (patrz

Tabela 2: Zestawienie funkcji przycisków).

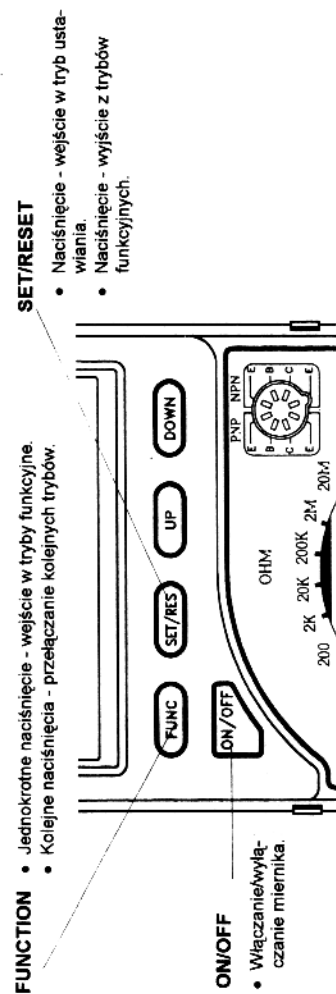


TABELA 2: Zestawienie funkcji przycisków

4. Przyciski **UP** i **DOWN** służą do: adresowania komórek pamięci w trybach pamięciowych (MEM i RCL), ustawiania wartości odniesienia (wraz z polaryzacją) w trybach pomiarów względnych (REL i CMP) i zwiększania lub zmniejszania częstotliwości testowej, generowanej na pozycji S/O przełącznika obrotowego.

5. OBSŁUGA MIERNIKA

Rozdział ten zawiera dokładny opis elementów zewnętrznych miernika i ich obsługi. Numeracja poszczególnych akapitów, zawierających opisy wszystkich funkcji, jest zgodna z rysunkiem przedniej części przyrządu, zamieszczonym na wewnętrznej stronie okładki.

5.1. Przyciski

Punkty 1+5 zawierają opis postępowania się przyciskami. Przyciski te wraz z przełącznikiem obrotowym służą do ustawiania funkcji pomiarowych przyrządu. Po każdorazowym naciśnięciu przycisku generowany jest akustyczny sygnał potwierdzenia (beep). Ustawiony zakres pomiarowy i tryb funkcyjny sygnalizowane są wskaźnikami na wyświetlaczu. Szybkim sposobem przejścia do stanu zasadniczego wszystkich przycisków jest przestawienie przełącznika obrotowego na sąsiednią funkcję i powrót na pozycję aktualnie używaną. Zestawienie funkcji przycisków pokazano za pomocą tabeli 2.

1. Przycisk ON/OFF

Przycisk służy do włączania zasilania miernika. Kolejne naciśnięcia przycisku włączają, bądź wyłączają przyrząd.

Automatyczny wyłącznik zasilania

Miernik wyposażono w układ automatycznego wyłączania zasilania, który pozwala na zwiększenie trwałości baterii. Samoczynne wyłączenie przyrządu następuje po 12. minutach od ostatniego użycia przełącznika bądź któregoś z przycisków. Funkcja ta nie działa podczas współpracy z komputerem, w czasie pomiarów napięć przemiennych na zakresie miliwoltowym i przy generacji sygnałów testowych.

2. Przycisk FUNC

Ustawienie przyrządu do pracy w jednym z dodatkowych trybów funkcyjnych inicjuje się naciśnięciem przycisku **FUNCTION**. Kolejne naciśnięcia zmieniają wybrany tryb według poniższej sekwencji, co jest sygnalizowane wyświetleniem odpowiedniego wskaźnika w górnej części wyświetlacza:



3. Przycisk SET/R

Przyciskiem tym uruchamiamy wybrany tryb funkcyjny (SET - potwierdzenie wyboru). Kolejnym naciśnięciem (RESET - kasowanie) wyłączamy tryb, w którym pracujemy i przechodzimy do trybu podstawowego.

4 i 5. Przyciski UP i DOWN

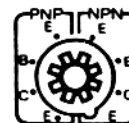
Przyciski **UP** (zwiększanie) i **DOWN** (zmniejszanie) wykorzystywane są w trybach funkcyjnych:

- REL i CMP - do ustawienia parametrów wielkości odniesienia, takich jak: polaryzacja, wartość i zakres,
- MEM i RCL - do wyboru numeru komórki pamięci, w której została zapamiętana wartość odniesienia,
- podczas generacji sygnału testowego - do zmiany (zwiększenia lub zmniejszenia) jego częstotliwości.

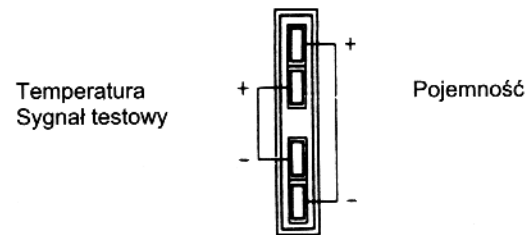
5.2. Gniazda

6. Gniazdo pomiarowe tranzystorów

Podczas pomiarów parametru hFE końcówki tranzystora należy włożyć do odpowiednich otworów gniazda zgodnie z opisem (E-emiter, B-baza, C-kolektor) i typem przewodnictwa elementu (NPN lub PNP).



7. Gniazdo pomiaru temperatury, kondensatorów i sygnału testowego



8. Obrotowy przełącznik zakresów

Przełącznik obrotowy pozwala na wybranie funkcji pomiarowej zgodnie z poniższym opisem:

mV	napięcie (miliwolt) AC/DC	hFE	wzmocnienie hFE tranzystora
V	napięcie (wolt) AC/DC	TEMP	temperatura (M-4660A)
mA	prąd (miliampere) AC/DC	CAP(LO)	pojemność (20~200nF)
A	prąd (ampere) AC/DC	CAP(HI)	pojemność (20~200µF)
OHM	rezystancja	S/O	sygnał C-MOS (M-4660A)
⚡	test diod i ciągłości	FREQ	częstotliwość 2mhz (M-4640A)
LOGIC	test stanów logicznych		lub 20MHz (M-4660A)

5.3. Wejścia pomiarowe

9. Wejście prądowe 20A

Zacisk wykorzystywany przy pomiarach prądu do 20. amperów (stałego i zmiennego). Przelącznik obrotowy ustawiony na pozycji **20A**.

10. Wejście prądowe mA

Wykorzystywane przy pomiarach prądu na zakresach 2mA, 20mA i 200mA.

11. Wejście COM

Wejście wspólne (zacisk powrotny - masa) dla wszystkich pomiarów dokonywanych z wykorzystaniem wejść: **20A**, **mA** i **V/Ω**.

12. Wejście V/Ω

Zacisk pomiarowy dla pomiarów: napięć, rezystancji, ciągłości, diód, częstotliwości i stanów logicznych.

5.4. Wskaźnik cyfrowy i analogowy

W punktach 13-16 opisano wskaźniki obrazujące mierzoną wielkość w sposób cyfrowy i analogowy.

13. Wskaźnik cyfrowy

Odczyt cyfrowy wyniku pomiaru realizowany jest na wyświetlaczu 4¹/₂-cyfrowym (maks. wskazanie 19999) z automatycznym wskaźnikiem polaryzacji i kropką dziesiętną.

14. Linijka analogowa

Linijka analogowa składa się z 43. segmentów wyświetlanych od lewej strony panelu LCD proporcjonalnie do wzrostu sygnału wejściowego. Wskaźnik ten funkcjonuje analogicznie do wskazówki przyrządów elektromagnetycznych, ale bez charakterystycznego dla niej zjawiska przerzutu. Jeżeli poziom sygnału wejściowego równa się lub przekracza wartość 20000 na danym zakresie, wszystkie segmenty linijki migają, ukazuje się wskaźnik **OL** i generowany jest sygnał akustyczny.

15. Skala linijki analogowej

Skala pozwala odczytać dokładnie rzeczywistą wartość mierzonej wielkości, pokazywaną przez linijkę analogową.

16. Wskaźnik przepiętnia

Wskaźnik **OL** (rysunek powyżej) sygnalizuje przekroczenie przez sygnał wejściowy zakresu pomiarowego. Jednocześnie miga linijka analogowa i słychać dźwięk beepera.



5.5. Funkcje dodatkowe

17. D-H – Data Hold

Tryb pracy, w którym można ręcznie „zamrozić” na dodatkowym wyświetlaczu wybrany odczyt. Aktywacja funkcji DATA HOLD następuje poprzez naciśnięcie przycisku **FUNC** do momentu ukazania się wskaźnika **D-H**. Na obu polach odczytowych (głównym i dodatkowym) pokazywana jest teraz bieżąca wartość sygnału wejściowego. Naciśnięcie teraz przycisku **SET/R** zatrzymuje wartość aktualnego pomiaru na środkowym wskaźniku dodatkowym. Na wyświetlaczu głównym pokazywana jest w sposób ciągły wartość bieżąca. Wyjście z tego trybu funkcyjnego następuje po powtórnym naciśnięciu przycisku **SET/R** lub naciśnięciu przycisku **FUNC** na 2 sekundy.



18. A-H – Auto Hold

Funkcja Auto Hold pozwala na szybki (jednocześnie z bieżącym) pomiar wartości minimalnej (MIN), średniej (AVG) i maksymalnej (MAX) serii pomiarów, które są dokonywane, gdy funkcja ta jest aktywna. Wymienione wartości charakterystyczne są wyświetlane na odpowiednio oznaczonych wskaźnikach dodatkowych. Aby włączyć funkcję Auto Hold, należy nacisnąć przycisk **FUNC** do momentu ukazania się w górnej części wyświetlacza migającego wskaźnika **A-H**, a następnie nacisnąć przycisk **SET/R**. Wyłączenie funkcji następuje po powtórnym naciśnięciu przycisku **SET/R** lub przycisku **FUNC**.



19. REL – pomiar wartości względnej

Funkcja RELATIVE umożliwia pomiar różnicy bieżącej wielkości wejściowej i wcześniej ustalonej wartości odniesienia.

Ustawianie wartości referencyjnej (odniesienia) odbywa się według poniższego algorytmu:

1. Przyciskiem **FUNC** ustawić funkcję **REL** (analogicznie jak w poprzednich akapitach).
2. Wprowadzić do pamięci polaryzację wartości odniesienia za pomocą przycisków **UP** lub **DOWN**. Nacisnąć przycisk **SET/R**.
3. Przyciskami **UP** i **DOWN** ustawić pierwszą cyfrę (lewa skrajna pozycja wyświetlacza) wartości odniesienia, a następnie nacisnąć **SET/R**, w celu wprowadzenia jej do pamięci. Pierwsza cyfra może przyjmować wartość „0” lub „1”, przy czym „0” nie jest wyświetlane.



- Powtórz punkt 3. dla pozostałych czterech cyfr.
- Po wprowadzeniu do pamięci ostatniej cyfry przyrząd zaczyna pracować w trybie pomiarów względnych. W trybie tym na wyświetlaczu głównym podawana jest bieżąca wartość bezwzględna pomiaru, podczas gdy na prawym wyświetlaczu dodatkowym wyświetlana jest wartość odniesienia (REF), na środkowym - wartość różnicy bieżącego pomiaru i wartości referencyjnej (OFFSET), a na lewym wyświetlaczu dodatkowym - wartość procentowa pomiaru, obliczana według poniższego wzoru:

$$X \% = \frac{\text{OFFSET}}{\text{REF}} \times 100$$

20. MEM – pamięć

Funkcja MEM pozwala zachować w pamięci miernika do 10. wyników pomiarów (komórki 0 do 9). Wprowadzanie do pamięci wybranych odczytów odbywa się według poniższego algorytmu:

- Ustawić wybrany zakres pomiarowy za pomocą przełącznika obrotowego.
- Naciskać przycisk **FUNC** do ukazania się w górnej części wyświetlacza migającego wskaźnika **MEM**.
- Miga również wskaźnik komórki pamięci (cyfra w lewej dolnej części wyświetlacza). Przyciskami **UP** i **DOWN** wybrać numer komórki pamięci (od 0 do 9), w której ma być zapamiętany kolejny pomiar.
- W czasie pomiarów nacisnąć przycisk **SET/R**, aby wprowadzić do pamięci bieżącą wartość odczytu. Wprowadzenie do danej komórki nowej wartości powoduje skasowanie poprzednio zapamiętanej. Zapamiętana wartość wyświetlana jest na środkowym wskaźniku dodatkowym.
- Wyjście z trybu pamięciowego następuje po naciśnięciu przycisku **FUNC** (na okres 2. sekund) lub przycisku **SET/R**.



21. RCL – odczyt pamięci

Funkcja RECALL umożliwia odczyt zawartości komórek pamięci. Aby wyprowadzić dane z pamięci na wyświetlacz, należy wykonać poniższe czynności:

- Ustawić funkcję RECALL przez naciśnięcie przycisku **FUNC** do ukazania się na wyświetlaczu migającego wskaźnika **RCL**, a następnie wcisnąć **SET/R** - wskaźnik przestaje migać.
- Przyciskami **UP** lub **DOWN** wybrać numer komórki pamięci (wskaźnik miga), w której przechowywana jest interesująca wartość.
- Nacisnąć przycisk **SET/R** - zawartość wybranej komórki pamięci ukaże się na lewym wyświetlaczu dodatkowym.



Uwaga:

W czasie odczytu wybranej komórki pamięci na dodatkowych polach odczytowych będzie widoczna zawartość trzech sąsiednich pamięci. Przykładowo, jeżeli wybraną komórką będzie komórka o adresie 3, to na środkowym polu dodatkowym ukaże się zawartość komórki 4., a na prawym - komórki 5.

22. CMP – dyskryminacja poziomu (pomiar porównawczy)

Praca w trybie CMP pozwala na porównanie poziomu sygnału wejściowego z dwiema, ustawionymi wcześniej, wartościami odniesienia - maksymalną i minimalną. Podczas pomiarów na środkowym wskaźniku dodatkowym pokazują się znaki: **Lo** - gdy wartość wejściowa jest mniejsza od minimalnej wartości odniesienia, **HI** - dla odczytu większego niż ustalona wartość maksymalna, **PASS** - gdy pomiar bieżący mieści się między ustalonymi wartościami.



Ustawianie wartości referencyjnej (odniesienia) i rozpoczęcie pomiarów porównawczych odbywa się według poniższego algorytmu:

- Przyciskiem **FUNC** ustawić funkcję **CMP** (analogicznie jak w poprzednich akapitach).
- Wprowadzić do pamięci polaryzację wartości odniesienia za pomocą przycisków **UP** lub **DOWN**. Nacisnąć przycisk **SET/R**.
- Przyciskami **UP** i **DOWN** ustawić pierwszą cyfrę (lewa skrajna pozycja wyświetlacza) dolnego poziomu odniesienia, a następnie nacisnąć **SET/R** w celu wprowadzenia jej do pamięci. Pierwsza cyfra może przyjmować wartość „0” lub „1”, przy czym „0” nie jest wyświetlane. Powtórzyć procedurę dla kolejnych 4. cyfr ustawianej wartości.
- Powtórzyć punkty 2. i 3., aby ustawić górny poziom odniesienia.
- Po wprowadzeniu do pamięci obu wartości poziomów odniesienia przyrząd rozpoczyna pracę w trybie pomiarów porównawczych, w którym na wskaźniku głównym wyświetlana jest bieżąca wartość pomiaru, na prawym wyświetlaczu dodatkowym podawana jest wartość górnego poziomu odniesienia (HI), na środkowym - wskaźnik wyniku porównania, a na lewym - wartość dolnego poziomu odniesienia (LOW).

Wyjście z trybu CMP następuje po naciśnięciu przycisku **SET/R**.

23. Adres pamięci (od 0 do 9)

W trybach MEM i RCL za pomocą przycisków **UP** i **DOWN** dokonuje się wyboru numeru komórki pamięci, w której przechowywane są wybrane wartości pomiarów. Potwierdzenie wyboru następuje przez naciśnięcie przycisku **SET/R**. Numery te (od 0 do 9) są również wykorzystywane w czasie generacji sygnałów testowych C-MOS (przełącznik obrotowy na pozycji S/O), gdyż odpowiadają im różne częstotliwości sygnałów testowych. Wyboru danej częstotliwości dokonuje się również przyciskami **UP** i **DOWN**.

5.6. Wskaźniki zakresów i jednostek pomiarów

25. hFE - pomiar parametru hFE tranzystorów

Funkcja umożliwia pomiar wzmocnienia tranzystorów.

26. TEMP - pomiar temperatury (tylko model M-4660A)

Możliwy jest pomiar temperatury w zakresie -40°C do $+1200^{\circ}\text{C}$ przy użyciu załączonej sondy termoparowej typu „K”.

27. - test diod półprzewodnikowych

Wartość wyświetlana na głównym wyświetlaczu w czasie pracy na tym zakresie jest napięciem przewodzenia złącza półprzewodnikowego przy prądzie ok. 1mA. Wartość napięcia mieści się w zakresie 0 ~ 2,0V.

28. - test ciągłości

Funkcja pomiarowa pozwalająca na łatwą kontrolę ciągłości: przewodów połączeniowych, kabli, bezpieczników, połączeń stykowych itp.

29. FREQ - pomiar częstotliwości


Miernikiem można mierzyć częstotliwość w zakresie do 2 MHz (model M-4640A) lub do 20 MHz (M-4660A).

30. - wskaźnik polaryzacji ujemnej

Miernik automatycznie wskazuje ujemną wartość sygnału wejściowego.

31. AC - wskaźnik napięcia lub prądu zmiennego

32. LOGI - test stanów logicznych

Funkcja ta upraszcza pomiary układów cyfrowych, gdyż bez specjalnej sondy pozwala na określanie poziomów logicznych sygnałów. Na wyświetlaczu ukazują się wskaźniki **Hi**, **Lo** lub , co sygnalizuje poziom logiczny w punkcie pomiarowym odpowiednio: **1**, **0** lub „nieokreślony”.

33. CAP - pomiar pojemności

Możliwy jest pomiar pojemności kondensatorów na zakresach: 20nF, 200 nF oraz 20μF, 200 μF.

34. - wskaźnik rozładowania baterii

Średnia trwałość alkalicznej 9V baterii zasilającej miernik wynosi ok. 20 godzin. Po ukazaniu się wskaźnika należy baterię niezwłocznie wymienić, aby uniknąć błędów pomiarowych.

Poniżej zestawiono wskaźniki jednostek poszczególnych funkcji i zakresów pomiarowych:

AC	⇒	prąd lub napięcie zmienne
DC	⇒	prąd lub napięcie stałe
mV	⇒	miliwolt (1x10 ⁻³ V)
V	⇒	wolty
KHz	⇒	kiloherce (1x10 ³ Hz)
MHz	⇒	megaherce (1x10 ⁶ Hz)
°C	⇒	stopnie Celsjusza
°F	⇒	stopnie Fahrenheita
μF	⇒	mikrofarady (1x10 ⁻⁶ F)
nF	⇒	nanofarady (1x10 ⁻⁹ F)
A	⇒	ampery
mA	⇒	miliampery (1x10 ⁻³ A)
Ω	⇒	omy
KΩ	⇒	kiloomy (1x10 ³ Ω)
MΩ	⇒	megaomy (1x10 ⁶ Ω)
dB	⇒	decybele (w dBm)

6. WYKONYWANIE POMIARÓW

W rozdziale tym omówiono podstawowe procedury pomiarowe i zastosowania przyrządu ze szczególnym uwzględnieniem problemów, na które należy zwrócić uwagę podczas pomiarów.

6.1. Pomiar napięć stałych

OSTRZEŻENIA !

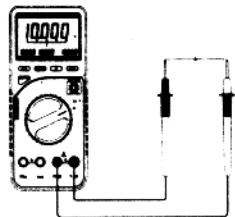
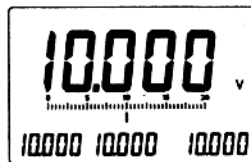
- **Nie podawać na wejście miernika napięć większych niż 1000V.**
- **Nie dotykać elementów obwodu elektrycznego podczas pomiarów napięć większych od 25V AC_{RMS} lub 35V DC.**

Procedura pomiaru napięcia stałego:

1. Ustawić przełącznik obrotowy na zakresie pomiarowym napięcia stałego, odpowiednim dla poziomu mierzonego napięcia. Jeżeli poziom ten nie jest znany nawet w przybliżeniu, pomiary należy rozpocząć na najwyższym zakresie, redukując go później tak, aby uzyskać najdokładniejszy odczyt wyniku.
2. Wpiąć czarny przewód pomiarowy do gniazda **COM**, a czerwony - do gniazda **V/Ω**.
3. Podłączyć końcówki pomiarowe równolegle do mierzonego źródła napięcia (rezystor, bateria, wyjście obwodu itp.).

Uwagi:

- Jeżeli polaryzacja mierzonego napięcia jest ujemna, ukazuje się wskaźnik \ominus .
- W celu uzyskania najdokładniejszego odczytu należy ustawić najmniejszy z dostępnych zakresów tj. taki, na którym nie pojawia się wskaźnik przepełnienia.
- Impedancja wejściowa każdego zakresu wynosi 10 M Ω .
- W czasie pomiaru napięć stałych na wskaźniku głównym wyświetlana jest bieżąca wartość sygnału wejściowego, na lewym wskaźniku dodatkowym - wartość zmierzona sekundę wcześniej, na środkowym - 2 sekundy wcześniej, a na prawym - 3 sekundy wcześniej.



Pomiar napięcia stałego

6.2. Pomiar napięć zmiennych

OSTRZEŻENIE !

Nie podawać na wejście miernika napięć zmiennych większych niż 750V, gdyż grozi to uszkodzeniem przyrządu oraz porażeniem prądem obsługującym.

Procedura pomiaru napięcia stałego:

1. Ustawić przełącznik obrotowy na zakresie pomiarowym napięcia stałego, odpowiednim dla poziomu mierzonego napięcia. Jeżeli poziom ten nie jest znany nawet w przybliżeniu, pomiary należy rozpocząć na najwyższym zakresie, redukując go później tak, aby uzyskać najdokładniejszy odczyt wyniku.
2. Wpiąć czarny przewód pomiarowy do gniazda COM, a czerwony - do gniazda V/ Ω .
3. Podłączyć końcówki pomiarowe równolegle do mierzonego źródła napięcia.

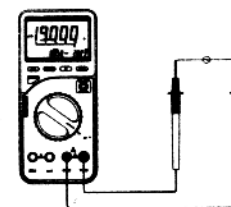
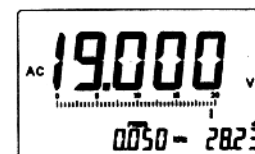
Uwagi:

W czasie pomiaru napięć zmiennych na wskaźniku głównym wyświetlana jest bieżąca wartość sygnału wejściowego, na prawym wskaźniku dodatkowym - poziom napięcia wejściowego w decybelach (dBm) względem standardowego poziomu zerowego, a na środkowym - częstotliwość mierzonego napięcia.

- Wartość poziomu wyrażana w decybelach jest równa 20-krotności logarytmu stosunku napięcia mierzonego i napięcia o umownym poziomie zerowym (0,775V). W poniższej tabeli zestawiono przykładowe wartości napięcia oraz odpowiadające im wartości poziomu w decybelach.

Napięcie wejściowe	Poziom w dB
0,775 mV	-60dB
109 mV	-17dB
1,94 V	8dB
19,40V	28dB

- Impedancja wejściowa: ok. 10 M Ω równolegle z pojemnością < 100pF.
- Charakterystyka częstotliwościowa: 40Hz + 400Hz.
- Ze względu na bardzo dużą czułość przyrządu, gdy przewody pomiarowe nie są podłączone do żadnego źródła napięcia, na wyświetlaczu mogą się pokazywać różne, często zaskakujące, odczyty. Jest to zjawisko normalne, które nie wpływa na dokładność pomiarów.



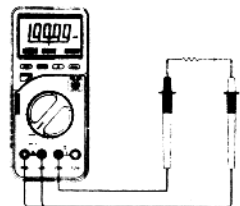
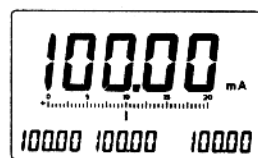
6.3. Pomiary prądów stałych i zmiennych

OSTRZEŻENIA !

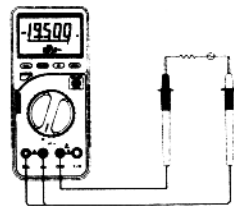
- Nie mierzyć prądów w obwodach, gdzie napięcie przekracza 250V DC/AC_{RMS}, gdyż może to grozić porażeniem prądem i uszkodzeniem przyrządu. Wejściowe bezpieczniki topikowe są cechowane na napięcie maksymalne 250V.
- Istnieje poważne ryzyko zwarcia mierzonego obwodu i w efekcie nawet pożaru, gdy wejście miernika (na zakresie prądowym) zostanie podłączone do źródła napięcia o dużej wydajności prądowej.
- Wejście 20A jest zabezpieczone bezpiecznikiem. Nie należy mierzyć prądów większych niż 20A. Pomiar dużych prądów nie może być dłuższy niż 30 sekund z 15-minutową przerwą na ostygnięcie bocznika

Procedura pomiaru prądów:

1. Ustawić przełącznik obrotowy na wybrany zakres prądowy (AC lub DC).
2. Wpiąć czarny przewód pomiarowy do gniazda **COM**, a czerwony - do gniazda **mA** lub **20A**, zależnie od wybranego zakresu.
3. Na czas pomiaru włączyć końcówki miernika szeregowo (po rozwarciu obwodu) w badany obwód.



Pomiar prądu stałego



Pomiar prądu zmiennego

Uwagi:

- Jeżeli wartość mierzonego prądu nie jest znana nawet w przybliżeniu, należy czerwony przewód pomiarowy najpierw wpiąć do gniazda **20A**, przełączając go ewentualnie do gniazda **mA**, jeżeli mierzony prąd nie przekracza wartości dopuszczalnej dla tego gniazda. Wejście **mA** przeznaczone jest do pomiaru prądów nie większych niż 200mA.
- Pamiętać należy, że podczas pomiaru na boczniku miernika odkłada się pewne napięcie, które w tym przyrządzie jest niewielkie, aczkolwiek może powodować drobne błędy pomiaru i zakłócenia w pracy precyzyjnych obwodów.
- W czasie pomiaru prądu zmiennego wartość prądu podawana jest na głównym wskaźniku, a na środkowym wyświetlaczu dodatkowym - jego częstotliwość.
- Ukazanie się znaku „-” podczas pomiaru prądu stałego świadczy o ujemnej polaryzacji prądu lub odwrotnym wpięciu przewodów pomiarowych.
- W czasie pomiaru prądu stałego na wskaźniku głównym wyświetlana jest bieżąca wartość sygnału wejściowego, na lewym wskaźniku dodatkowym pokazywana jest wartość zmierzona sekundę wcześniej, na środkowym - 2 sekundy wcześniej, a na prawym - 3 sekundy wcześniej.
- Podczas pomiaru prądu zmiennego na wskaźniku głównym wyświetlana jest wartość prądu, a na środkowym wskaźniku dodatkowym - jego częstotliwość (40Hz ~ 400Hz).

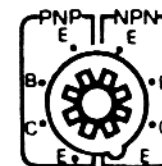
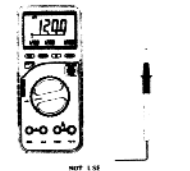
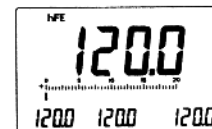
6.4. Pomiar wzmocnienia hFE tranzystorów

OSTRZEŻENIE !

Gniazdo pomiarowe tranzystorów nie jest zabezpieczone przed przeciążeniem. Można uszkodzić miernik i stracić gwarancję, stosując zewnętrzne przewody do pomiarów tranzystorów.

Procedura pomiaru wzmocnienia (parametru hFE) tranzystorów:

1. Ustawić przełącznik obrotowy na pozycję **hFE**.
2. Włożyć wyprowadzenia tranzystora do właściwych otworów gniazda pomiarowego. Na wyświetlaczu ukaze się wartość hFE badanego tranzystora.



Pomiar wzmocnienia tranzystora

Uwagi:

- Zwracać uwagę na kolejność wyprowadzeń tranzystora. W razie wątpliwości posłużyć się katalogiem.
- Niektóre tranzystory mocy typu np. Darlingtona posiadają wewnętrzne rezystory między bazą a emiterem. Ponieważ miernik dokonuje pomiarów dwóch prądów dla wyznaczenia parametru hFE, wewnętrzne rezystory uniemożliwiają prawidłowe jego określenie.
- Nie traktować wartości hFE zmierzonej przez miernik jako jednoznacznie określonej, lecz raczej jako stwierdzenie poprawnej pracy elementu, gdyż rzeczywista wartość wzmocnienia tranzystora zależy od prądów polaryzujących złącza. Testowy prąd bazy podczas pomiarów wynosi ok. 10 μ A, natomiast mierzony jest prąd kolektora, służący do przeliczenia przez miernik parametru hFE tranzystora.
- Nie można zmierzyć wzmocnienia tranzystora włączonego w obwód.
- Nie można dokonywać pomiarów tranzystorów unipolarnych (np. FET) i innych niebipolarnych.
- Nie mierzyć tranzystorów o zbyt grubych, w stosunku do otworów gniazda, wyprowadzeniach.

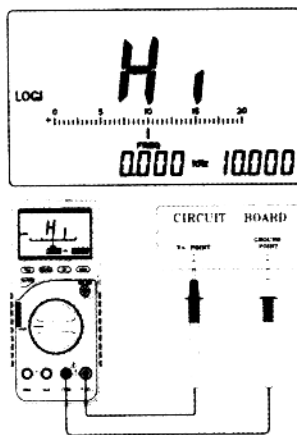
- W czasie pomiaru wzmocnienia tranzystorów na wskaźniku głównym wyświetlana jest bieżąca wartość parametru hFE, na lewym wskaźniku dodatkowym pokazywana jest wartość zmierzona sekundę wcześniej, a na prawym - 2 sekundy wcześniej, a na prawym - 3 sekundy wcześniej.

6.5. Test stanów logicznych

Funkcja pozwala na łatwe sprawdzanie obwodów cyfrowych i określenie stanów logicznych w dowolnym punkcie układu.

Procedura pomiaru stanów logicznych:

1. Włączyć miernik i ustawić przełącznik obrotowy na pozycję **LOGIC** - na wskaźniku głównym ukazuje się wskaźnik **rdy** (gotowy).
2. Wpiąć czerwony przewód do gniazda **V Ω** , a czarny - do gniazda **COM**.
3. Podłączyć czarny przewód pomiarowy do punktu o poziomie zerowym (masa - GND) badanego obwodu, czerwony do „+” (V_{CC}) zasilania i nacisnąć przycisk **SET/R**, aby zaprogramować wysoki (High - „1” logiczna) poziom odniesienia.
4. Zachowując połączenie czarnej końcówki z masą układu, czerwoną podłączać do wybranych punktów obwodu. Na wyświetlaczu natychmiast pokaże się jeden z trzech wskaźników:



Test stanów logicznych

- Hi (wysoki; 1)** – jeżeli napięcie w punkcie pomiarowym przekracza 70% zaprogramowanej wartości.
- Lo (niski; 0)** – jeżeli napięcie w punkcie pomiarowym jest niższe niż 30% zaprogramowanej wartości.
- – jeżeli napięcie w punkcie pomiarowym wynosi 31% do 69% poziomu wysokiego.

Uwagi:

- Wartość napięcia wejściowego przy testowaniu stanów logicznych nie może przekraczać 19,999V !
- W trybie pomiarów stanów logicznych nie działają funkcje dodatkowe - przycisk **FUNC** nie jest aktywny.
- W czasie testu logicznego na prawym wyświetlaczu dodatkowym wyświetlana jest bieżąca wartość napięcia, a na środkowym - wartość częstotliwości.

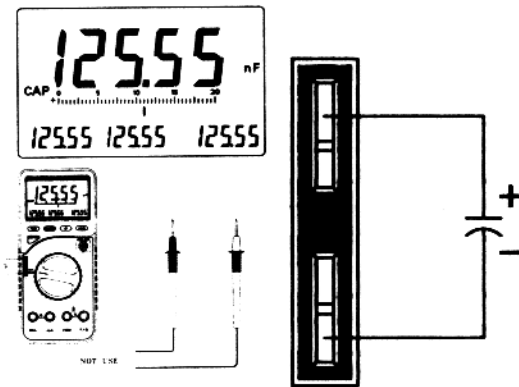
6.6. Pomiary pojemności

OSTRZEŻENIE !

Rozładować każdy kondensator przed pomiarem przez zwarcie jego wyprowadzeń ! Przeważnie taka jest niezbędna, gdyż wśród przechowywanych kondensatorów mogą się znaleźć naładowane nawet znaczącym ładunkiem, a próba pomiaru naładowanego kondensatora może spowodować uszkodzenie miernika ! Nie dotykać wyprowadzeń kondensatorów, na których mogą wystąpić napięcia większe od 35V DC. Przy zwieraniu końcówek kondensatora zachować ostrożność i nie wykonywać tego w pomieszczeniach, gdzie występują gazy wybuchowe, gdyż energia rozładowania kondensatora może być bardzo duża (powstaje iskrzenie).

Procedura pomiaru pojemności:

1. Ustawić przełącznik obrotowy na pozycję **CAP HI** lub **CAP Lo**, zależnie od przewidywanej pojemności mierzonego kondensatora:
CAP Lo: zakres 20nF + 200nF
CAP Hi: zakres 20 μ F + 200 μ F
2. Włożyć wyprowadzenia rozładowanego kondensatora do zewnętrznych otworów gniazda pomiarowego (7). Na wyświetlaczu ukaże się wartość jego pojemności. Mierząc kondensator polaryzowany, upewnić się, że jego minusowa końcówka znajduje się w gnieździe oznaczonym „-”.



Pomiar pojemności

Uwagi:

- Przyrząd potrzebuje 2. do 3. sekund na ustabilizowanie odczytu.
- W czasie pomiaru pojemności na wskaźniku głównym wyświetlana jest bieżąca wartość pomiaru, na lewym wskaźniku dodatkowym - wartość zmierzona sekundę wcześniej, na środkowym - 2 sekundy wcześniej, a na prawym - 3 sekundy wcześniej.

6.7. Pomiary częstotliwości

OSTRZEŻENIA !

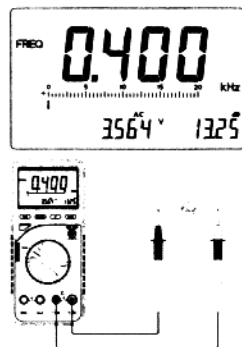
- Nie mierzyć częstotliwości sygnałów, których napięcie przekracza 250V AC_{RMS} (wartość skuteczna), gdyż może to być powodem uszkodzenia miernika i porażenia prądem elektrycznym obsługującego.
- Nie zmieniać pozycji przełącznika obrotowego podczas pomiaru częstotliwości sieci zasilającej, gdyż może to spowodować uszkodzenie miernika.

Procedura pomiaru częstotliwości:

1. Ustawić przełącznik obrotowy na pozycję **FREQ.**
2. Wpiąć czerwony przewód pomiarowy do gniazda **V/Ω**, a czarny - do gniazda **COM**.
3. Podłączyć końcówki miernika do źródła sygnału i odczytać częstotliwość. Miernik automatycznie dobierze odpowiedni zakres pomiarowy - maksymalnie do 2MHz (dla M-4640A) lub 20MHz (dla M-4660A).

Uwagi:

- Dla większej dokładności pomiarów zaleca się stosowanie koncentrycznego kabla pomiarowego typu BNC z rdzeniem ferrytowym.
- Podczas pomiaru częstotliwości na wskaźniku głównym wyświetlana jest wartość częstotliwości, na środkowym wskaźniku dodatkowym pokazywane jest napięcie sygnału w voltach, a na prawym - poziom mierzonego sygnału w decybelach.



Pomiar częstotliwości

6.8. Generacja sygnałów testowych C-MOS (tylko model M-4660A)

Miernik wyposażono w funkcję generacji sygnałów testowych o poziomie CMOS. Funkcja ta pozwala na szybkie sprawdzanie układów cyfrowych. Sygnał testowy podawany jest z gniazda (7) poprzez kabel pośredniczący, zakończony małymi zaciskami krokodylkowymi.

OSTRZEŻENIE !

W czasie pracy w trybie generacji (przełącznik obrotowy na pozycji S/O) nigdy nie zwierać gniazda wyjściowego sygnału ! Grozi to uszkodzeniem gniazda wyjściowego lub nawet całego miernika.

Aby zmienić miernik w generator i ustawić częstotliwość wyjściową należy wykonać poniższe czynności:

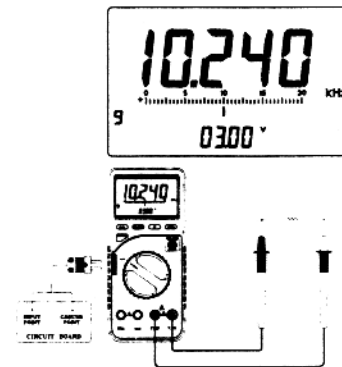
1. Ustawić przełącznik obrotowy na pozycję **S/O**.
2. Wpiąć wtyk kabla pośredniczącego do gniazda pomiarowego kondensatorów (zaciski wewnętrzne).

3. Za pomocą przycisków **UP** lub **DOWN** ustawić częstotliwość wyjściową.
4. Podłączyć końcówki przewodu pośredniczącego do badanego urządzenia.

Uwagi:

- W trybie generacji nie działają funkcje dodatkowe i automatyczny wyłącznik zasilania.
- Miernik generuje sygnały o poziomie C-MOS tj. około 3,3V_{pp} i 10. różnych częstotliwościach, które zestawiono poniżej:

NUMER PAMIĘCI		CZĘSTOTLIWOŚĆ
0	→	0,010 kHz
1	→	0,050 kHz
2	→	0,060 kHz
3	→	0,100 kHz
4	→	0,400 kHz
5	→	1,010 kHz
6	→	2,021 kHz
7	→	4,042 kHz
8	→	8,084 kHz
9	→	10,240 kHz



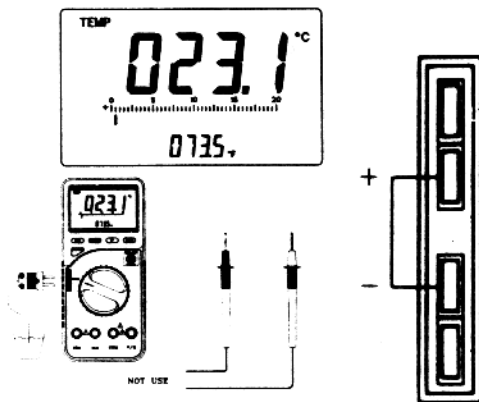
Generacja sygnałów testowych

W czasie generacji sygnałów testowych na głównym wskaźniku wyświetlana jest częstotliwość sygnału (np. 0.010 kHz), a na środkowym - zewnętrzne napięcie stałe w voltach (maksimum 19,999V).

6.9. Pomiary temperatury (tylko model M-4660A)

Procedura pomiaru temperatury:

1. Ustawić przełącznik obrotowy na pozycję **TEMP**.
2. Włożyć wtyk sondy pomiarowej do wewnętrznych otworów gniazda (7), zwracając uwagę na jego właściwą polaryzację (końcówki różnią się grubością), natomiast końcówkę pomiarową umieścić w miejscu pomiaru temperatury.



Pomiar temperatury

Uwagi:

- Pomiar temperatury może być dokonywany tylko za pomocą sond termoparowych typu „K” (złącze NiCrNi).
- Możliwy jest pomiar temperatury w zakresie $-40^{\circ}\text{C} + +1200^{\circ}\text{C}$.
- W czasie pomiaru temperatury na głównym wskaźniku wyświetlana jest temperatura w stopniach Celsjusza, a na środkowym wskaźniku dodatkowym - wartość temperatury w stopniach Fahrenheita.

OSTRZEŻENIE !

Nie podłączać do gniazda pomiarowego temperatury żadnego źródła napięcia. Grozi to uszkodzeniem miernika.

6.10. Test diod półprzewodnikowych

Funkcja ta pozwala na testowanie sprawności złączy diod i innych elementów półprzewodnikowych (zwarłe - rozwarłe - dobre), a także na pomiar napięcia przewodzenia złącza półprzewodnikowego, co jest szczególnie przydatne przy selekcji (parowaniu) diod.

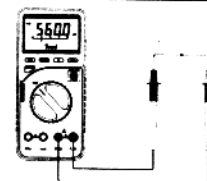
Procedura testu diod:

1. Ustawić przełącznik obrotowy na pozycję \leftarrow .
2. Wpiąć czerwony przewód pomiarowy do gniazda **V/Ω**, a czarny - do gniazda **COM**.

3. Podłączyć końcówki miernika do wyprowadzeń badanej diody lub innego półprzewodnika i odczytać wynik testu.

Uwagi:

- Przy pomiarze napięcia na złączu w kierunku przewodzenia sprawnej diody odczyt powinien zawierać się typowo w zakresie 0+2V (dla złącza germanowego wynosi ok. 1,25V, a dla krzemowego ok. 0,7V).
- Przy odwrotnym podłączeniu przewodów pomiarowych do końcówek diody (czerwony do katody, a czarny do anody) złącze jest polaryzowane zaporowo - dokonywany jest test kierunku zaporowego diody.
- Ukazanie się na wyświetlaczu wskaźnika przepełnienia **OL** świadczy o rozwarciu złącza - dioda jest niesprawna lub jej napięcie przewodzenia jest większe niż 2V.
- Napięcie testowe jest wystarczające do wysterowania większości diod LED (dioda świeci), jeżeli jednak napięcie przewodzenia złącza elektroluminescencyjnego jest większe od 2,0V, to miernik pokaże błędnie, że dioda jest uszkodzona.
- W czasie testu diod środkowy wskaźnik dodatkowy jest aktywny i daje następujące odczyty:
 - OPEn** - jeżeli na wskaźniku głównym sygnalizowane jest przepełnienie (**OL**),
 - good** - jeżeli napięcie na diodzie wynosi od 0400,0mV do 1999,9mV,
 - bAd** - jeżeli napięcie na diodzie wynosi od 0000,0mV do 0399,9mV (dioda uszkodzona).



Test diody

OSTRZEŻENIE !

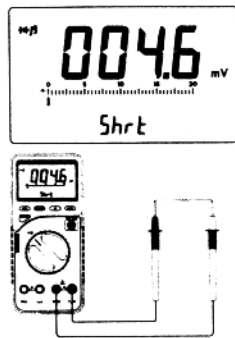
Przed pomiarem zawsze upewnić się, że mierzona dioda lub obwód, w który jest wbudowana, nie znajduje się pod napięciem, a kondensatory w obwodzie są rozładowane.

6.11. Test ciągłości

Funkcja umożliwia szybkie i łatwe sprawdzenie stanu połączeń (przewody, śruby stykowe, zestyki przekaźników i łączników itd.) w obwodach elektrycznych.

Procedura akustycznego testu ciągłości:

1. Ustawić przełącznik obrotowy na pozycję \leftarrow .
2. Wpiąć czerwony przewód pomiarowy do gniazda **V/Ω**, a czarny - do gniazda **COM**.
3. Wyłączyć zasilanie mierzonego obwodu.
4. Na czas pomiaru włączyć końcówki miernika na końce badanego obwodu.



Akustyczny test ciągłości

Uwaga:

Jeżeli rezystancja mierzonego obwodu (elementu) będzie mniejsza niż 30Ω , miernik wygeneruje sygnał akustyczny (buzzer), natomiast na środkowym wyświetlaczu dodatkowym ukaże się wskaźnik **Shrt**.

6.12. Pomiary rezystancji

OSTRZEŻENIE !

Nigdy nie podłączać końcówek miernika do źródła napięcia, gdy przełącznik obrotowy znajduje się na jednym z zakresów rezystancyjnych ! Przed pomiarem zawsze upewnić się, że mierzony element nie znajduje się pod napięciem, a kondensatory w badanym obwodzie są rozładowane.

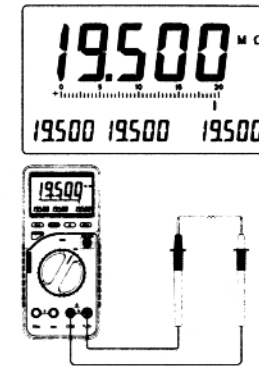
Procedura pomiaru rezystancji:

1. Ustawić przełącznik obrotowy na pozycję **OHM**.
2. Wpiąć czerwony przewód pomiarowy do gniazda **V Ω** , a czarny - do gniazda **COM**.
3. Na czas pomiaru końcówki miernika podłączyć do mierzonej rezystancji i odczytać wynik.

Uwagi:

- Rezystancja przewodów pomiarowych zmniejsza dokładność pomiarów na zakresie 200Ω . Dla standardowych przewodów błąd ten wynosi ok. 0,1 do $0,2\Omega$. Aby określić wartość ww. błędu, należy zmierzyć rezystancję przy zwartych końcówkach pomiarowych. Otrzymana wartość powinna być zawsze odejmowana od wyniku bieżącego pomiaru, co wyeliminuje błąd wprowadzany przez przewody pomiarowe.
- Podczas pomiarów zwrócić uwagę na czystość styku końcówek miernika z punktem pomiarowym. Tłuszcz, korozja i inne obce materiały mogą znacznie zniekształcić wynik pomiaru.
- Przy pomiarach rezystancji większych od $2M\Omega$ miernik potrzebuje kilku sekund na ustabilizowanie wskazania. Jest to objaw normalny.

- Przekroczenie zakresu pomiarowego (mierzona rezystancja jest większa od $20M\Omega$ lub obwód pomiarowy jest rozarty) sygnalizowane jest przez wyświetlenie wskaźnika **OL** i miganie linijki analogowej.
- W czasie pomiaru rezystancji wskaźniki dodatkowe są aktywne. Na wskaźniku głównym wyświetlana jest bieżąca wartość rezystancji, na lewym wskaźniku dodatkowym ukazuje się wartość zmierzona sekundę wcześniej, na środkowym - 2 sekundy wcześniej, a na prawym - 3 sekundy wcześniej.



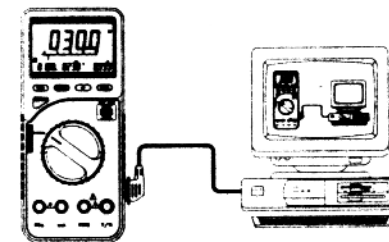
Pomiar rezystancji

7. WSPÓŁPRACA MIERNIKA Z KOMPUTEREM

7.1. Sprzężenie miernika z komputerem PC

Sprzężenie miernika z komputerem klasy PC:

1. Połączyć kablem RS-232C porty szeregowo miernika i komputera.
2. Włączyć miernik (przycisk ON/OFF) i komputer.



OSTRZEŻENIE !

Do połączenia miernika z komputerem stosować tylko typowy przewód MT/RS232C, specjalnie zaprojektowany dla mierników METEX. Nie próbować przerabiać, np. wydłużać, oryginalnego przewodu !

7.2. Oprogramowanie narzędziowe pod system DOS

Uwaga:

Opisana poniżej procedura zakłada podstawową znajomość przez użytkownika komend systemu DOS i posiadanie twardego dysku w komputerze. Oprogramowanie wymaga monitora VGA. Program pod system MS-DOS do współpracy miernika z komputerem nazywa się **METEX** i znajduje się w podkatalogu **GRAPHICS** na załączonej dyskietce.

1. Włożyć dostarczoną dyskietkę do napędu.
2. Na twardego dysku utworzyć katalog do przechowywania oprogramowania. Przykładowo, aby utworzyć katalog **METER**, należy wpisać poniższe komendy:

```
cd \ <ENTER>
md METER <ENTER>
```
3. Wejść do utworzonego katalogu, który staje się tym samym katalogiem bieżącym:

```
cd \ METER <ENTER>
```
4. Skopiować pliki z podkatalogu **GRAPHICS** z dyskietki na twardego dysk:

```
copy a:\ GRAPHICS c:
```
5. Uruchomienie programu następuje po wpisaniu nazwy **METEX** i potwierdzeniu klawiszem <ENTER>.

Uwagi:

- Dokładne informacje na temat oprogramowania i wskazówki postępowania zawarto w pliku **README** w podkatalogu **GRAPHICS**.
- Przy braku twardego dysku w komputerze można uruchamiać oprogramowanie z dyskietki. W tym celu należy wejść do podkatalogu **GRAPHICS** i wpisać **METEX** <ENTER>.

7.3. Oprogramowanie narzędziowe dla środowiska Windows

Uwaga:

Opisana poniżej procedura zakłada podstawową znajomość przez użytkownika środowiska Microsoft Windows. Oprogramowanie wymaga wersji Windows 3.1 (lub późniejszej) i monitora VGA.

1. Włączyć komputer i uruchomić program Windows.
2. Włożyć dostarczoną dyskietkę do napędu.
3. W oknie **Program Manager** utworzyć menu **FILE** i wybrać opcję **RUN** (programie Windows95 lub późniejszym kliknąć przycisk **Start** i opcję **Uruchom**).
4. W okienku dialogowym wpisać (gdy dyskietka jest w napędzie A):

```
a:\setup <ENTER>
```

5. Wykonywać polecenia ukazujące się na ekranie, aby zakończyć instalację.
6. Uruchomienie programu następuje po podwójnym kliknięciu ikony **MULTIVIEW**.
7. Szczegółowych informacji na temat instrukcji i funkcji programu należy szukać w pliku **README**.

7.4. Parametry techniczne

Parametry transmisji

- szybkość transmisji : 9600 bodów
- kod znakowy : 7 bitowy ASCII
- kontrola parzystości : brak
- bity stopu : 2

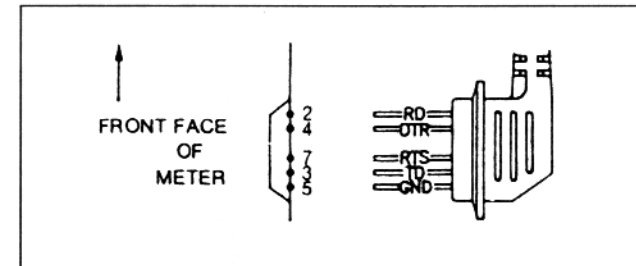
Uwagi dla tworzących własne oprogramowanie narzędziowe

Należy pamiętać, że rozpoczęcie transmisji danych następuje po przesłaniu przez komputer sterujący do miernika komendy „D”.

Poniżej przedstawiono przykładowy program w języku BASIC do uzyskiwania na komputerze wyniku pojedynczego pomiaru:

```
10 OPEN "COM 1:9600, N, 7, 2, RS, CS, DS, CD" AS #2
20 PRINT #2, "D"
30 IN$=INPUT$(4*14, #2)
40 PRINT IN$
50 CLOSE #2
```

Na rysunku pokazano sposób podłączenia kabla typu MT/RS-232C do miernika.



Format danych

Format danych jest oparty na 14-bajtowej ramce jak w poniższych przykładach:

Bajt:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E
Przykład:	D	C	-	1	.	9	9	9	9				V	CR ; 1. ramka
														CR ; 2. ramka
														CR ; 3. ramka
														CR ; 4. ramka

Bajt:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E
Przykład:	A	C	0	2	9	.	8	0			m	V	CR	; 1. ramka
													CR	; 2. ramka
	F	R	0	0	.	0	6	0		k	H	z	CR	; 3. ramka
	d	B	-	0	0	2	8	.	4	d	B	m	CR	; 4. ramka

* **CR** - powrót karetki (Carriage Return)

8. UTRZYMANIE I KONSERWACJA

Ponieważ omawiany multimetr cyfrowy jest precyzyjnym przyrządem elektronicznym, nie należy manipulować w jego obwodach. Ze względu na zagrożenie porażeniem prądem elektrycznym należy zawsze wyłączać miernik i odłączać przewody pomiarowe od badanego obwodu przed odkręceniem tylnej pokrywki.

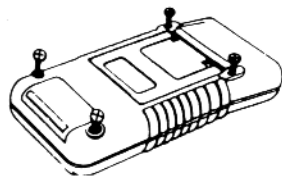
8.1. Wymiana bezpiecznika

OSTRZEŻENIE: ZAWSZE ODIĄCZAĆ PRZEWODY POMIAROWE PRZED WYMIANĄ BATERII LUB BEZPIECZNIKA. STOSOWAĆ TYLKO TAKI SAM TYP BATERII I BEZPIECZNIKA, JAK ORYGINALNY. NIE ZDEJMOWAĆ GÓRNEJ POKRYWY MIERNIKA, GDYŻ WSZELKIE CZYNNOŚCI SERWISOWE POWINNY BYĆ WYKONYWANE PRZEZ WYKWALIFIKOWANY PERSONEL.

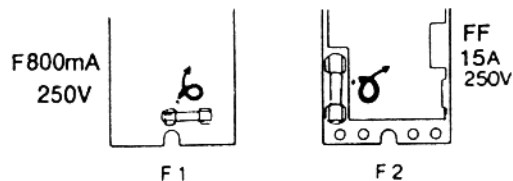
UWAGA: DLA ZAPEWNIENIA WIAŚCIWEGO STOPNIA BEZPIECZEŃSTWA PAMIĘTAĆ NALEŻY O DOBORZE PARAMETRÓW NAPIĘCIOWYCH I PRĄDOWYCH WYMIENIANEGO BEZPIECZNIKA TAKICH JAK BEZPIECZNIKA ZAINSTALOWANEGO FABRYCZNIE.

Procedura wymiany bezpiecznika:

1. Wyłączyć miernik przyciskiem **ON/OFF** i odłączyć przewody pomiarowe.
2. Zdjąć dolną pokrywę przyrządu po odkręceniu czterech śrub mocujących.



3. Usunąć spalony bezpiecznik.



4. Włożyć nowy bezpiecznik w oprawkę.
5. Założyć pokrywę i zakręcić śruby.

OSTRZEŻENIE: NIE DOKONYWAĆ POMIARÓW PRZED ZAMKNIĘCIEM POKRYWY I ZAKRĘCENIEM ŚRUB ZABEZPIECZAJĄCYCH!

8.2. Uwagi eksploatacyjne

Wszelkie czynności regulacyjne, konserwacyjne bądź naprawcze, z wyjątkiem wymiany baterii i bezpiecznika, powinny być wykonywane przez wykwalifikowane osoby.

1. Nie dopuszczać do zalania miernika jakimkolwiek płynem, gdyż może on zawierać składniki powodujące korozję elementów elektronicznych. W przypadku takiego zdarzenia niezwłocznie wytrzeć przyrząd do sucha.
2. Używać miernika i przechowywać go w przeciętnych temperaturach otoczenia. Ekstremalne temperatury wpływają na szybsze starzenie się elementów elektronicznych i baterii, a nawet mogą uszkodzić plastikowe części urządzenia.
3. Zachować ostrożność podczas transportu przyrządu. Jego upuszczenie może uszkodzić obudowę lub płytkę drukowaną.
4. Chronić miernik przed kurzem i brudem.
5. Obudowę przyrządu można od czasu do czasu przetrzeć czystą, wilgotną szmatką. Nie używać rozpuszczalników, silnych detergentów i innych silnych środków czyszczących.
6. Używać tylko nowych i odpowiedniego typu baterii. Zawsze wyjmować z miernika baterię zużyłą lub starą, gdyż wyciek z baterii jest szkodliwy dla elementów obwodu elektronicznego.

Modyfikacje obwodu wewnętrznego przyrządu i wymiana jego elementów mogą spowodować unieważnienie gwarancji oraz utratę dokładności miernika.

9. DANE TECHNICZNE

9.1. Dane ogólne

Wyświetlacz LCD:	4 1/2 cyfry, maks. wskazanie 19999, automatyczny wskaźnik polaryzacji
Częstość odczytu:	2,5 razy na sekundę
Maksymalny prąd wejściowy:	20 A
Temperatura pracy:	0°C do 40°C
Temperatura przechowywania:	-10°C do 50°C
Temperatura gwarantowanej klasy dokładności:	+23°C ±5°C
Bateria:	9V (NEDA 1604 lub 6F22)
Wymiary:	194 x 87 x 34,5 mm
Waga:	400g + 10g (z baterią)

9.2. Parametry elektryczne

Dokładność przyrządów określana jest w temperaturze +23°C ±5°C.
(rdg - odczyt; dgt - wartość ostatniej cyfry)

FUNKCJA	ZAKRES	DOKŁADNOŚĆ	RASTER
Napięcie stałe (DC V)	200 mV	± (0,05%rdg + 3dgt)	10 μV
	2 V		100 μV
	20 V		1 mV
	200 V	10 mV	
	1000 V	± (0,1%rdg + 5dgt)	100 mV
Napięcie zmienne (AC V)	200 mV	± (0,5%rdg + 10dgt)	10 μV
	2 V		100 μV
	20 V		1 mV
	200 V	10 mV	
	750 V	± (0,8%rdg + 10dgt)	100 mV
Prąd stały (DC A)	2 mA	± (0,3%rdg + 3dgt)	100 nA
	* 20 mA		1 μA
	200 mA	± (0,5%rdg + 3dgt)	10 μA
	20 A	± (0,8%rdg + 5dgt)	1 mA

* - nie dotyczy modelu M-4660A

FUNKCJA	ZAKRES	DOKŁADNOŚĆ	RASTER
Prąd zmienny (AC A)	2 mA	± (0,8%rdg + 10dgt)	100 nA
	* 20 mA		1 μA
	200 mA	± (1,0%rdg + 10dgt)	10 μA
	20 A	± (1,2%rdg + 15dgt)	1 mA
Rezystancja	200 Ω	± (0,2%rdg + 5dgt)	0,01 Ω
	2 kΩ		0,1 Ω
	20 kΩ	± (0,15%rdg + 3dgt)	1 Ω
	200 kΩ		10 Ω
	2 MΩ		100 Ω
	20 MΩ	± (1%rdg + 2dgt)	1 kΩ
Test diod	pomiar rezystancji złącza w kierunku przewodzenia w kΩ przy prądzie testowym ok. 1mA		
Akustyczny test ciągłości	sygnał dźwiękowy (buzzer) generowany przy rezystancji na wejściu miernika mniejszej niż 30Ω		
hFE	odczyt przybliżonej wartości parametru hFE badanego tranzystora		
Pojemność (CAP Lo / CAP Hi)	20 nF	± (2,0%rdg + 5dgt)	1 pF
	200 nF		10 pF
	20 μF	± (3,0%rdg + 8dgt)	1 nF
	200 μF		10 nF
Częstotliwość (FREQ)	20 kHz	± (0,1%rdg + 2dgt)	1 Hz
	200 kHz		10 Hz
	2 MHz		100 Hz
	** 20 MHz	1 kHz	
Test stanów logicznych (LOGIC)	DC do 20V	± (0,05%rdg + 3dgt)	1 mV
	częstotliwość	± (0,1%rdg + 2dgt)	
** Temperatura (TEMP)	-40°C ~ +200°C	± (3,0%rdg + 5°C)	0,1 °C
	+200°C ~ +1200°C	± (3,0%rdg + 2°C)	
** Sygnał testowy (S/O)	generacja sygnałów o poziomie C-MOS (3,2V) i częstotliwościach:		
	0,010kHz; 0,050kHz; 0,060kHz; 0,100kHz; 0,400kHz; 1,010kHz; 2,021kHz; 4,042kHz; 8,084kHz; 10,240kHz		
	20 V DC	± (0,05%rdg + 3dgt)	1 mV

* - nie dotyczy modelu M-4660A

** - nie dotyczy M-4640A