

SPIS TREŚCI

1.	Przeznaczenie	2
2.	Skład kompletu.....	2
3.	Dane techniczne.	2
4.	Cechy użytkowe.	3
5.	Znamionowe warunki użytkowania.	4
6.	Opis budowy.	4
7.	Ogólne wytyczne eksploatacji i bezpieczeństwa.....	8
8.	Wykonywanie pomiarów rezystancji izolacji.	9
9.	Wykonywanie pomiarów napięcia przemiennego.....	15
10.	Eksploatacja wewnętrznego źródła zasilania.....	16
11.	Konserwacja przyrządu.	17
12.	Zasady przechowywania.....	18

1. Przeznaczenie.

Przyrząd typu AD2050 przeznaczony jest do pomiarów rezystancji izolacji elementów urządzeń elektroenergetycznych: silników, transformatorów, linii kablowych, elementów izolacyjnych itp. Ponadto miernik AD2050 umożliwia pomiar wartości skutecznej napięcia przemiennego.

2. Skład kompletu.

Każdy miernik wyposażony jest w:

- Specyfikację wysyłkową
- Instrukcję obsługi
- Kartę gwarancyjną
- Komplet przewodów pomiarowych z krokodylkami – 3 sztuki
- Wbudowany akumulator kwasowy-żelowy.
- Zasilacz do ładowania akumulatora.

3. Dane techniczne.

a) Napięcie pomiarowe:

2,5 kV $\pm 2,5\%$; dla rezystancji $R_x \in [3 \text{ M}\Omega ; \infty]$
 5,0 kV $\pm 2,5\%$; dla rezystancji $R_x \in [20 \text{ M}\Omega ; \infty]$

oraz obniżone:

względem 2,5 kV dla rezystancji $R_x \in [360 \text{ k}\Omega ; 3 \text{ M}\Omega]$,
 względem 5,0 kV dla rezystancji $R_x \in [360 \text{ k}\Omega ; 20 \text{ M}\Omega]$.

b) Zakres pomiarowy rezystancji izolacji:

360 k Ω - 400 G Ω , w 6-u podzakresach pomiarowych, wybieranych automatycznie lub ręcznie dla napięć pomiarowych 2,5 kV; 5 kV,

Wartości rezystancji zawarte pomiędzy 360k Ω , a odpowiednio 3M Ω i 20M Ω są mierzone przy obniżonym napięciu pomiarowym, względem odpowiednio 2,5 kV i 5 kV.

- c) Uchyb podstawowy pomiaru rezystancji izolacji na wszystkich podzakresach pomiarowych nie przekracza :
- 1% wartości mierzonej ± 4 jednostki, dla $R_x \in (360 \text{ k}\Omega - 4 \text{ G}\Omega)$
 1,5% wartości mierzonej ± 4 jednostki dla $4 \text{ G}\Omega < R_x < 40 \text{ G}\Omega$,
 3% wartości mierzonej ± 5 jednostki dla $40 \text{ G}\Omega < R_x < 400 \text{ G}\Omega$.
- d) Czas pomiaru rezystancji izolacji:
- 60 sekund odmierzany automatycznie
 - 300 sekund odmierzany automatycznie
 - dowolny, krótszy od wymienionych, wybrany ręcznie.
- e) Dokładność odmierzania czasu: $\pm 1\text{s}$ dla odcinków 15s, 60s, oraz $\pm 3\text{s}$ dla odcinka 300s.
- f) Pomiar napięcia przemiennego:
- Zakres pomiaru wartości skutecznej nap. przemiennego: 0 – 600V
 - Kształt sinusoidalny z zawartością harmoniczną $< 2\%$.
 - Pasmo częstotliwości zawarte w przedziale od 50Hz do 60 Hz.
 - Dokładność pomiaru nap. przemiennego: $\pm 3\%$ w. m. ± 3 cyfra.
- g) Rezystancja wewnętrzna $> 100 \text{ k}\Omega$.
- h) Zasilanie wewnętrzne: akumulator kwasowy-żelowy 2V/8Ah.
- i) Wymiary gabarytowe przyrządu: 235 x 192 x 111 mm.
- j) Masa przyrządu ok. 1,9 kg.
- k) Miernik wykonano w II klasie ochronności.

4. Cechy użytkowe.

- Duży, czytelny wyświetlacz LCD o pojemności 4000 jednostek i wysokości cyfr 22 mm.
- Szybki, 40 – punktowy bargraf.
- Automatyczne lub ręczne wybieranie podzakresów pomiarowych.
- Automatyczne rozładowanie pojemności mierzonego obiektu po zakończeniu pomiaru.

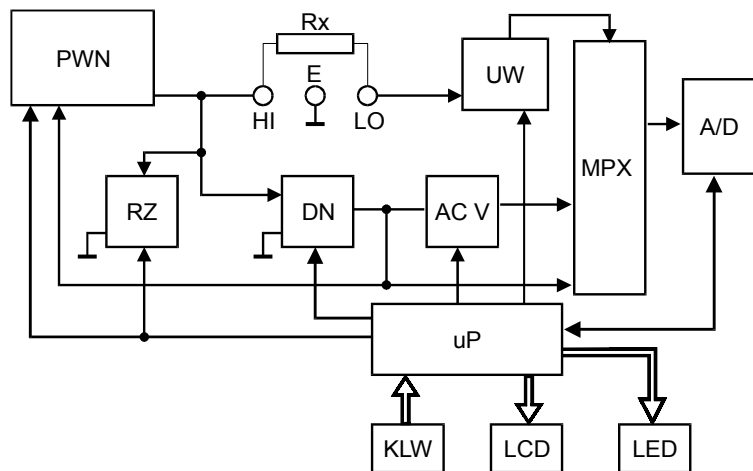
- Bezpośredni pomiar wielkości R_{15} , R_{60} , R_{300} , oraz współczynników absorpcji: $ABS_1 = R_{60}/R_{15}$ i $ABS_2 = R_{300}/R_{60}$.
- Regulacja kontrastu wyświetlacza LCD.
- Ośmiostopniowa regulacja częstotliwości wyświetlania wyniku pomiaru.
- Bieżący odczyt wpływającego czasu, podczas trwania pomiaru.
- Bieżąca kontrola napięcia pomiarowego, podczas trwania pomiaru.
- Samoczynne wyłączenie się przyrządu po upływie czasu ok. 20 minut (Auto Off).
- Ciągła kontrola stanu naładowania akumulatora.
- Odczyt w procentach zawartości ładunku akumulatora.
- Wbudowany układ kontroli ładowania wewnętrznego akumulatora zasilającego.

5. Znamionowe warunki użytkowania.

- Temperatura otoczenia: $-5...23...40^\circ\text{C}$
- Wilgotność względna: $25...45...75...85\%$
- Użytkowy zakres ładunku akumulatora wewn. : 10% ... 100%
- Miernik nie powinien podlegać wstrząsom, drganiom oraz bezpośredniemu nasłonecznieniu, a powietrze otaczające nie powinno zawierać zanieczyszczeń chemicznie aktywnych.

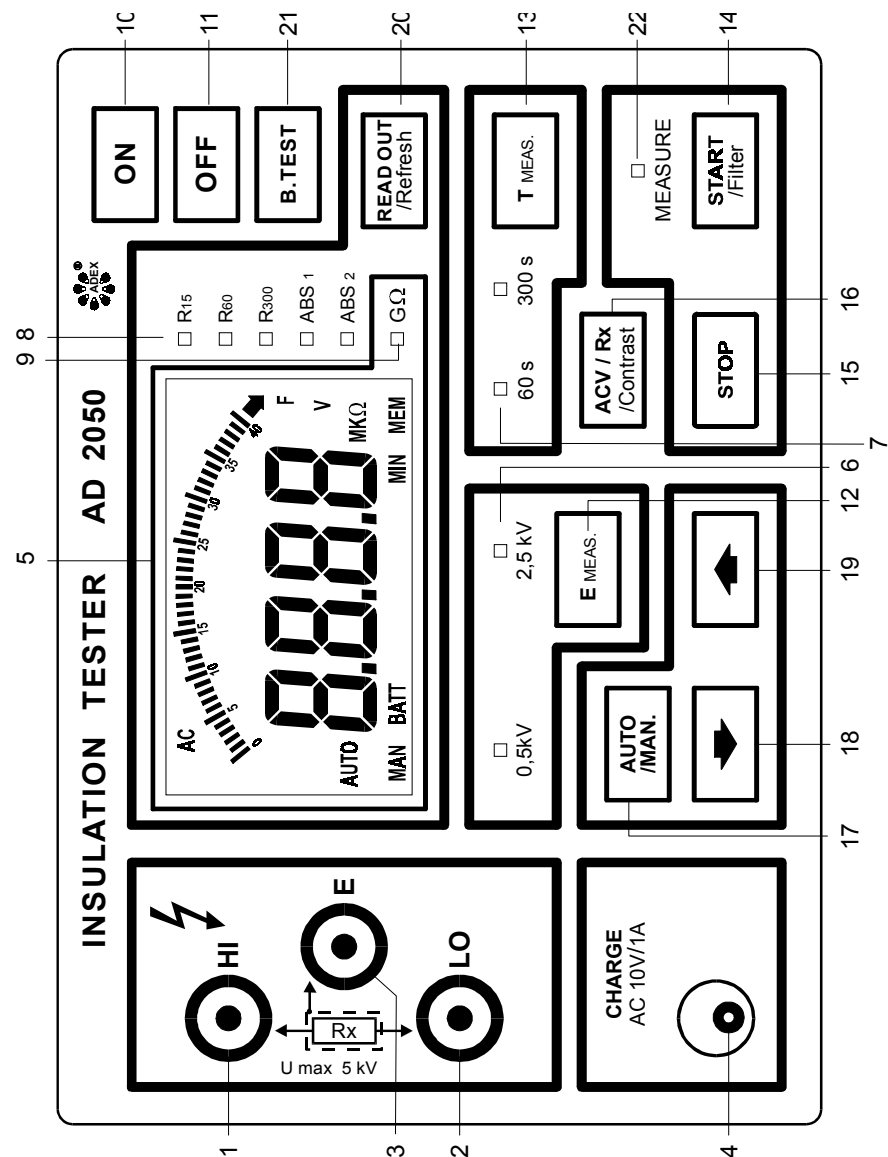
6. Opis budowy.

Układ elektroniczny miernika typu AD2050 wykonany jest w oparciu o mikrokontroler jednoukładowy i precyzyjne wzmacniacze operacyjne. Schemat blokowy przedstawiono na rys.1.















rys.1.

- PWN przetwornica wysokiego napięcia
 HI zacisk pomiarowy „gorący”
 E zacisk pomiarowy neutralny (ekran)
 LO zacisk pomiarowy „zimny”
 UW układ wejściowy
 RZ układ rozładowania obiektu po zakończeniu pomiaru.
 ACV układ pomiaru napięć przemiennych
 DN dzielnik napięcia
 MPX multiplexer analogowy
 A/D przetwornik analogowo / cyfrowy
 μ C mikrokontroler
 LCD wyświetlacz ciekłokrystaliczny
 KLW klawiatura
 Rx mierzona rezystancja
 LED wskaźniki LED



Rys.2

- 1,2,3 Gniazdo pomiarowe odpowiednio – HI, LO, E
4. Gniazdo ładowania akumulatorów.
5. Wyświetlacz LCD.
6. Grupa diod LED sygnalizująca wybrane napięcie pomiarowe: 2,5kV / 5kV.
7. Grupa diod LED sygnalizująca wybrany czas pomiaru: 60s / 300s.
8. Grupa diod LED wskazująca odczyt wielkości: R₁₅/ R₆₀/ R₃₀₀/ ABS1/ ABS2.
9. Dioda LED wskaźnika jednostek GΩ.
10. Klawisz  (Włączenie przyrządu).
11. Klawisz  (Wyłączenie przyrządu).
12. Klawisz  (Wybór napięcia pomiarowego).
13. Klawisz  (Wybór czasu pomiaru).
14. Klawisz  (Start pomiaru / włączenie filtru).
15. Klawisz  (Zatrzymanie pomiaru).
16. Klawisz  (Pomiar napięcia ACV – Pomiar rezystancji Rx /Regulacja kontrastu wyświetlacza LCD).
17. Klawisz  (Wybór zakresów automatyczny / ręczny).
18. Klawisz  (Przełączenie zakresu w dół / zmniejszanie kontrastu LCD / zmniejszanie częstości odczytu LCD).
19. Klawisz  (Przełączenie zakresu w górę / zwiększanie kontrastu LCD / zwiększanie częstości odczytu LCD).
20. Klawisz  (Odczyt wyników R₁₅_R₆₀_R₃₀₀_ABS1_ABS2 / częstość wyświetlania wyniku)
21. Klawisz  (Kontrola napięcia akumulatora)
22. Dioda LED MEASURE (Sygnalizacja trwania pomiaru)

Opis symboli wyświetlacza:










AC	–	pomiar napięcia przemiennego
AUTO	–	automatyczny wybór podzakresów
MAN	–	ręczny wybór podzakresów
BATT	–	wskaźnik napięcia zasilania
MIN	–	jednostki minut
F	–	załączenie filtru
V	–	jednostka napięcia
MkΩ	–	jednostki rezystancji

7. Ogólne wytyczne eksploatacji i bezpieczeństwa.


- Miernik rezystancji izolacji AD2050 wytwarza podczas pracy niebezpieczne dla zdrowia i życia napięcie dochodzące do 5kV, z tego względu **należy zachować dużą ostrożność podczas obsługi przyrządu w trakcie przeprowadzania pomiarów.**
- Przed wykonaniem pomiaru rezystancji izolacji należy bezwzględnie sprawdzić, czy badany obiekt jest odłączony od napięcia.
- **Należy używać przewodów pomiarowych dobrej jakości, posiadających odpowiednią izolację.**
- Po zakończeniu pomiaru należy najpierw nacisnąć przycisk STOP, odczekać ok. 10 sekund potrzebnych na zadziałanie układu automatycznego rozładowania obiektu, a następnie odłączyć przewody pomiarowe od obiektu, zachowując ostrożność.
- Gniazda pomiarowe miernika HI; LO; E są zabezpieczone przed podaniem napięcia do 650V RMS – w sposób ciągły.

8. Wykonywanie pomiarów rezystancji izolacji.

8.1 Czynności wstępne.

- a) Otworzyć pokrywę obudowy.
- b) Włączyć zasilanie przyrządu – klawisz .
- c) Przy pomocy klawisza  wybrać potrzebne napięcie pomiarowe: 2,5kV lub 5kV.
- d) Przy pomocy klawisza  wybrać potrzebny czas pomiaru 60s lub 300s.
- e) Podłączyć przewody pomiarowe do gniazd wejściowych zgodnie z wymogami danej metody pomiarowej (patrz rozdz.8.9).
- f) Po upewnieniu się, czy dany obiekt nie znajduje się pod napięciem (można korzystać z woltomierza wartości skutecznej napięcia przemiennego o ile spodziewana wartość tego napięcia nie przekroczy 600V RMS. Zalecana jest ostrożność przy wykonywaniu tej operacji).
- g) Uruchomić pomiar przez naciśnięcie przycisku . Zacznie pulsować dioda LED "Measure". Na wyświetlaczu ukaże się wynik pomiaru napięcia z wewnętrznej przetwornicy w voltach. Po osiągnięciu jego wartości nominalnej przyrząd zacznie pokazywać wartość mierzonej rezystancji. Wyboru trybu zmiany podzakresów przy pomocy klawisza  można dokonać zarówno przed rozpoczęciem pomiaru, jak też w czasie jego trwania.
W przypadku wyboru trybu automatycznego na wyświetlaczu pojawi się napis „Auto”. Ręcznej zmiany wyboru podzakresów dokonuje się przez naciśnięcie klawisza  lub 
Na wyświetlaczu pojawi się napis „Man”. Zmianę podzakresu „w dół” dokonujemy naciskając klawisz , natomiast zmianę podzakresu „w górę” dokonujemy naciskając klawisz .

Włączenie trybu automatycznego wyboru podzakresów

dokonyjemy naciskając klawisz . Wynik pomiaru rezystancji izolacji pokazywany jest na wyświetlaczu w dwojakiej postaci:

- ♦ w formie cyfrowej: 4000 jednostek, z przecinkiem dziesiętnym i wyświetleniem odpowiedniej jednostki - MΩ na wyświetlaczu lub GΩ – żółta dioda LED (9).
- ♦ w formie bargrafu: 40 – stopniowa skala liniowa z symbolem przepełnienia, pozwalająca na szybkie określenie mierzonej wartości, oraz obserwację tendencji jej zmian.

Podczas trwania pomiaru przyrząd umożliwia:


- Załączenie filtra przeciwzakłóceniewego,
- Regulację częstości wyświetlania wyniku pomiaru,
- Regulację kontrastu wyświetlacza,
- Odczyt bieżącej wartości napięcia pomiarowego,
- Odczyt czasu pozostałego do zakończenia pomiaru.

Podczas oczekiwania na wyzwolenie pomiaru (w funkcji STOP), przyrząd umożliwia:

Odczyt stanu naładowania wewnętrznego akumulatora , odczyt wyników pomiaru: R₁₅, R₆₀, R₃₀₀, ABS₁, ABS₂, oraz przełączanie na pomiar napięcia przemiennego ACV.

8.2 Filtr przeciwzakłóceniewy.

Przyrząd AD2050 posiada wbudowany filtr, który stabilizuje wynik na wyświetlaczu, podczas pomiaru w środowisku silnych zakłóceń pochodzących od sieci elektroenergetycznej. Załączenie filtra następuje

podczas trwania pomiaru, przez naciśnięcie klawisza . Na wyświetlaczu pojawi się wówczas napis „F”.

Wyłączenie filtra następuje przez ponowne naciśnięcie tego samego klawisza podczas trwania pomiaru. Obecność filtra powoduje nieznaczne wydłużenie się czasu pojawienia się wyniku na wyświetlaczu.

8.3 Regulacja częstości wyświetlania wyniku pomiaru.

Przyrząd AD2050 posiada możliwość 8 – stopniowej regulacji częstości wyświetlania „odświeżania” wyświetlacza LCD w jego części cyfrowej, od wartości co 0,5s do wartości co 4s. Aby włączyć funkcję regulacji odświeżania należy podczas trwania pomiaru nacisnąć klawisz



. Pojawi się wówczas na wyświetlaczu napis „rFSh”. Klawiszami



, odpowiednio zmniejszamy (zwiększamy) częstotliwość odczytu. Stopień ustawienia wskazywany jest na bargrafie: jeden stopień odświeżania równy jest pięciu kreskom bargrafu. Po wybraniu ustawienia



należy ponownie nacisnąć klawisz w celu jego zapamiętania i wyjścia z wybranej funkcji.

UWAGA: Częstość wyświetlania wyniku na bargrafie jest niezależna od wyżej opisanej procedury regulacji, która dotyczy jedynie wyświetlania wyniku w formie cyfrowej.

8.4 Regulacja kontrastu wyświetlacza LCD.

W przyrządzie użyto wyświetlacz LCD posiadający 4 elektrody wspólne w związku z czym jego kontrast zależy od kąta kierunku obserwacji. Aby umożliwić ustawienie największej czytelności należy w

trakcie trwania pomiaru nacisnąć klawisz



. Na wyświetlaczu

pojawi się napis „Cont”. Następnie klawiszami



odpowiednio zmniejszamy, (zwiększamy) kontrast wyświetlacza. W celu zapamiętania ustawionej wartości należy ponownie nacisnąć

klawisz



8.5 Odczyt bieżącej wartości napięcia pomiarowego.

Naciśnięcie klawisza



podczas trwania pomiaru umożliwi wyświetlenie aktualnej wartości napięcia pomiarowego w woltach. Zwolnienie klawisza spowoduje powrót do wyświetlania wartości mierzonej rezystancji.

8.6 Odczyt czasu pozostałego do końca pomiaru.

Naciśnięcie klawisza



umożliwi wyświetlenie czasu w sekundach pozostałego do zakończenia pomiaru. Zwolnienie klawisza spowoduje powrót do wyświetlenia wartości mierzonej rezystancji.

8.7 Odczyt wyników pomiaru.

Miernik rezystancji izolacji AD 2050 umożliwia odczyt następujących wartości:

R_{15} - wartość rezystancji zmierzona w 15-tej sekundzie.

R_{60} - wartość rezystancji zmierzona w 60-tej sekundzie.

R_{300} - wartość rezystancji zmierzona w 300-nej sekundzie.

$ABS_1 = R_{60}/R_{15}$ – wartość 1 – ego współczynnika absorpcji.

$ABS_2 = R_{300}/R_{60}$ – wartość 2 – ego współczynnika absorpcji.

Po zakończonym pomiarze, gdy miernik przejdzie w funkcję STOP, automatycznie po odmierzeniu wybranego odcinka czasu, lub gdy pomiar zostanie zatrzymany ręcznie, możliwy jest odczyt następujących wartości:

a) Po upływie wybranego czasu pomiaru 300s.:

Naciskając klawisz



otrzymamy kolejno wartości:
 R_{15} ; R_{60} ; R_{300} ; ABS_1 ; ABS_2 ; R_{15} itd. cyklicznie.

b) Po upływie wybranego czasu 60s.:

R_{15} ; R_{60} ; ABS_1

(Te same wyniki otrzymamy, gdy wybierzemy czas pomiaru równy 300s, lecz zatrzymamy pomiar po 60-tej sekundzie ale przed 300-tną sekundą).

- c) Gdy wybierzemy czas pomiaru równy 60 sekund, lecz zatrzymamy wynik przed upływem tego czasu, ale po 15-tej sekundzie otrzymamy tylko wynik R_{15} . Jeżeli wartość współczynnika absorpcji ABS_1 lub ABS_2 jest mniejsza niż 0,1 to na wyświetlaczu pojawi się napis „unr” (poniżej zakresu), natomiast jeżeli wartość któregokolwiek ze współczynników będzie większa od 10 to na wyświetlaczu pojawi się napis „OvEr” (powyżej zakresu).
- d) Gdy wybierzemy czas pomiaru równy 60s lub 300s lecz pomiar zatrzymamy przed upływem czasu 15 sekund w pamięci nie będzie zapisanych żadnych wartości.
- e) Zakres pomiaru współczynnika absorpcji ABS_1 ; ABS_2 wynosi od 0,1 do 10 niezależnie od podzakresów pomiarowych rezystancji.

Na wyświetlaczu miernika pokazywane są ponadto następujące stany:

„**OvEr**” – oznacza przekroczenie górnej wartości danego podzakresu pomiarowego.

„**Undr**” – oznacza przekroczenie dolnej wartości danego podzakresu pomiarowego.

400,0 M Ω (G Ω) – oznacza wybrany podzakres przed rozpoczęciem pomiaru. (Położenie znaku dziesiętnego zależne od podzakresu).

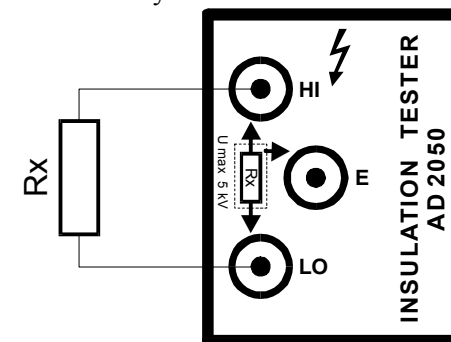
Po włączeniu zasilania przyrząd jest ustawiony w tryb automatycznego wyboru podzakresów i rozpoczyna pomiar od podzakresu 400 M Ω .

UWAGA: Podczas pracy przyrządu w trybie **AUTO**, sygnalizacja stanu „**Undr**” nastąpi gdy $R_x < 0,36 \text{ M}\Omega$ dla najniższego podzakresu pomiarowego tj. 4 M Ω . Podczas pracy w trybie **MAN**, sygnalizacja stanu „**Undr**” nastąpi po przekroczeniu dolnej wartości danego podzakresu tj. wartości odpowiednio mniejszych od 36 G Ω na podzakresie 400 G Ω ;

3,6 G Ω na zakresie 40 G Ω ; 0,36 G Ω na zakresie 4 G Ω ; 36 M Ω na zakresie 400 M Ω ; 3,6 M Ω na zakresie 40 M Ω i 0,36 M Ω na zakresie 4 M Ω .

8.9 Podstawowe układy pomiarowe rezystancji izolacji.

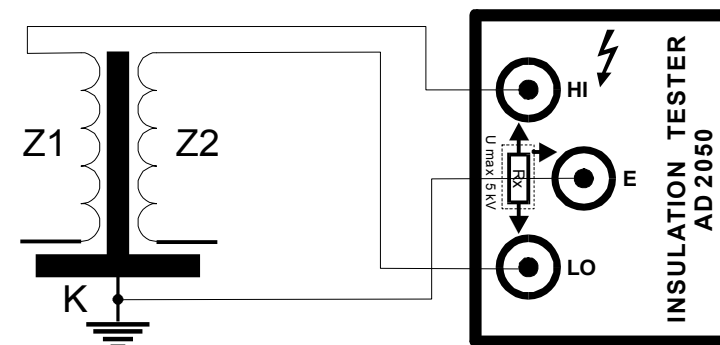
- a) Pomiar dwuzaciskowy



Rx – rezystancja badanego obiektu.

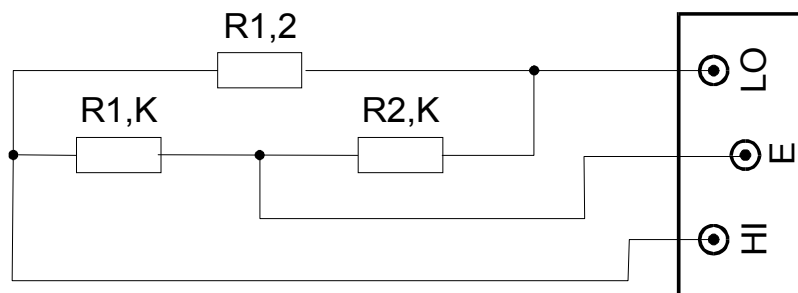
- b) Pomiar trójzaciskowy.

W celu eliminacji rezystancji skrośnej niektórych obiektów np: transformatory, kable, silniki itp. stosuje się układ pomiarowy, trójzaciskowy.



Przykładowo w celu pomiaru rezystancji międzyuzwojeniowej transformatora $R_{1,2}$ włączamy zacisk ekranujący przyrządu do kadzi K transformatora w celu uniknięcia wpływu rezystancji skrośnych $R_{1,K}$, $R_{2,K}$

na wynik pomiaru. W podobny sposób mierząc rezystancję zawartą pomiędzy żyłami kabla można wyeliminować wpływ rezystancji zawartych pomiędzy danymi żyłami a jego ekranem (pancerzem). Układ zastępczy dla pomiaru trójzaczaskowego wygląda następująco:



9. Wykonywanie pomiarów napięcia przemiennego.

Miernik AD 2050 umożliwia pomiar wartości skutecznej napięcia przemiennego w zakresie do 600V i częstotliwości zawartej w zakresie od 40 Hz do 60 Hz i zawartości harmoniczných nie przekraczającej 2%.

Klawiszem ACV / Rx / Contrast wybrać funkcję ACV. Mierzone napięcie należy podać pomiędzy gniazda LO, a HI.

Wynik pomiaru ukazuje się na wyświetlaczu cyfrowym (bargraf wygaszony), świecą segmenty „AC” oraz „V”.

10. Eksploatacja wewnętrznego źródła zasilania.

Miernik AD 2050 zasilany jest z wbudowanego akumulatora kwasowego – żelowego o napięciu 2V i pojemności 8Ah, produkcji firmy Hawker Energy USA.

Przyrząd posiada wbudowany układ kontroli, oraz zewnętrzny zasilacz napięcia przemiennego 10V/1A włączany do gniazda ładowania akumulatora.

Zasilacz wchodzący w skład kompletu służy tylko i wyłącznie do ładowania wewnętrznego akumulatora nie zaś do zasilania miernika.

10.1. Pomiar stanu naładowania akumulatora

W celu sprawdzenia stanu naładowania wewnętrznego akumulatora należy przytrzymać klawisz B.TEST. Należy wówczas odczytać szacunkowy stan naładowania akumulatora w %.

Najbardziej dokładny wynik pomiaru ładunku akumulatora następuje bezpośrednio po włączeniu zasilania przyrządu, po dłuższej (co najmniej 15 minutowej) przerwie w jego użytkowaniu.

Pomiar ładunku bezpośrednio po zakończeniu długotrwałego pomiaru rezystancji izolacji może być obciążony błędem niedomiaru (tak samo jak pomiar stanu baterii podczas wykonywania pomiaru) ze względu na silne jego obciążenie.

***Uwaga:** Odczytana wartość 0% procent nie oznacza całkowitego rozładowania akumulatora, można jeszcze użytkować miernik lecz wyniki pomiarów mogą być obciążone błędem. Przyrząd posiada zabezpieczenie przed szkodliwym dla żywotności akumulatora całkowitym rozładowaniem, przyrząd nie będzie można wtedy uruchomić. Należy wówczas naładować akumulator.*

10.2. Ładowanie akumulatora.

Nie zaleca się doładowywania akumulatora przy ładunku większym od 30%. Może to skrócić czas jego żywotności.

W celu naładowania wewnętrznego akumulatora należy podłączyć do miernika zasilacz, a następnie włączyć przyrząd. Przez pierwsze 15 minut miernik szacuje stan naładowania akumulatora¹, następnie przełącza się w tryb ładowania właściwego². W obu przypadkach czas pozostały do końca każdego trybu jest wyświetlany na wyświetlaczu LCD. Po zakończeniu ładowania miernik wyłączy się samoczynnie.

11. Konserwacja przyrządu.

Elementami podlegającymi konserwacji są obudowa, oraz płyta czołowa miernika. Ich zabrudzenie należy usuwać przez przetarcie wilgotną szmatką z dodatkiem niewielkiej ilości mydła. Niedopuszczalne jest używanie wszelkiego rodzaju rozpuszczalników.

Układ elektroniczny miernika nie wymaga konserwacji.

Żywotność wewnętrznego akumulatora jest szacowana na 1000 – 1500 cykli ładowanie / rozładowanie. W przypadku znacznej utraty pojemności, należy wymienić akumulator na nowy, takiego samego typu i pojemności.

¹ Diody po lewej stronie wyświetlacza zapalają się w dół.

² Diody po lewej stronie wyświetlacza zapalają się w górę.

12. Zasady przechowywania.

- Zalecane jest przechowywanie przyrządu w kompletnym opakowaniu dostarczanym przez producenta.
- Pomieszczenie przeznaczone do przechowywania powinno być czyste i wentylowane.
- Podczas przechowywania przyrządów bez opakowania temperatura powinna wynosić od 10°C do 35°C przy wilgotności względnej do 80% przy temp. 25°C.
- Podczas przechowywania przyrządów w opakowaniach, temperatura wewnątrz pomieszczeń powinna wynosić od 0°C do 40°C a wilgotność względna do 80% w temperaturze 35°C.
- Urządzenia grzejne nie powinny bezpośrednio oddziaływać na przyrząd lub opakowanie.
- Odległość między nimi a przyrządami nie powinna być mniejsza niż 0,5m.

