

POLITECHNIKA OPOLSKA

INSTYTUT AUTOMATYKI I INFORMATYKI



LABORATORIUM METROLOGII ELEKTRONICZNEJ

**3. KOMPUTEROWY UKŁAD
POMIAROWY Z ZASTOSOWANIEM
INTERFEJSU POMIAROWEGO IEC-625**

1. Wprowadzenie

Jednym z najważniejszych kierunków działalności współczesnej nauki i techniki jest dążenie do poprawy jakości produkowanych materiałów i wyrobów. Dla metali i stopów wskaźnikiem, na podstawie którego określa się ich jakości jest skład chemiczny, który można kontrolować między innymi przez pomiar konduktywności.

Konduktywność czyli przewodność właściwa jest odwrotnością rezystywności (rezystancji właściwej) i jest wielkością fizyczną, charakteryzującą własności materiałów przewodzących.

Najważniejszym czynnikiem wpływającym na konduktywność metali i stopów, a zarazem zmieniającym skład chemiczny są atomy domieszek. Atomy te mając charakter zanieczyszczeń, powodując zmniejszanie wartości konduktywności (wraz ze wzrostem ilości zanieczyszczeń maleje znacznie wartość konduktywności).

2. Definicja konduktywności

Wartość konduktywności metali i stopów można wyznaczyć metodą klasyczną lub metodą prądów wirowych.

Metoda klasyczna jest metodą opierającą się na prawie Ohma dla prądu stałego.

Konduktywność wyznaczona na podstawie wzoru (4) jest stosunkiem długości próbki metalu lub stopu do iloczynu rezystancji wyliczonej z wzoru (1) i pola powierzchni przekroju danej próbki metalu lub stopu.

$$R = \frac{\rho * l}{s} \quad (1)$$

$$\sigma = \frac{l}{\rho} \quad (2)$$

$$R = \frac{l}{\sigma * s} \quad (3)$$

$$\sigma = \frac{l}{R * s} \quad (4)$$

gdzie:

R - opór elektryczny

ρ - oporność elektryczna

σ - konduktywność

l - długość

s - pole przekroju

3. Pomiar rezystancji metodą kompensacyjną

Pomiar rezystancji metali i stopów można dokonywać przy użyciu omomierzy, mostków technicznych, mostków laboratoryjnych jak i przy zastosowaniu metody kompensacyjnej

Mostkami laboratoryjnymi można dokonywać pomiarów rezystancji z zakresu od $10^{-7}\Omega$. Do pomiarów dużych rezystancji ($R > 1\Omega$) służy mostek Wheatstone'a, zaś do pomiarów małych rezystancji ($R < 1\Omega$) mostek Thomsona .

Do pomiarów małych rezystancji można zastosować również metodę kompensacyjną, która jest jedną z najdokładniejszych metod pomiarowych.

Wykorzystując metodę kompensacyjną można uzyskać większe dokładności pomiaru niż przy pomiarach mostkiem Thomsona jeżeli w układzie pomiarowym zastosuje się odpowiednio dokładne wzorcowe stabilizowane źródła prądu i napięcia.

Zasada pomiaru rezystancji metodą kompensacyjną jest łatwa w realizacji. W szeregowy obwód (rys.1) składający się z nieznanej rezystancji R_x i oporu normalnego R_n włącza się źródło prądowe. Wartość prądu pochodząca z tego źródła musi być stała, taka sama podczas pomiaru U_x i U_n W wyniku przepływu prądu przez rezystancję R_x i R_n powstają spadki napięcia na nich. Napięcie kompensacji pochodzące z stabilizowanego źródła napięcia włącza się przeciwnie do napięcia U_x . Regulując napięcie kompensacji dążymy do stanu kiedy $U_x = U_k$, czyli braku wychylenia wskaźnika równowagi.

W drugim etapie dokonuje się identycznych czynności pomiarowych z rezystancją normalną R_n (przełącznik P1 i P2 w pozycji „2”).

Wartość rezystancji nieznanej R_x oblicza się ze wzoru (5)

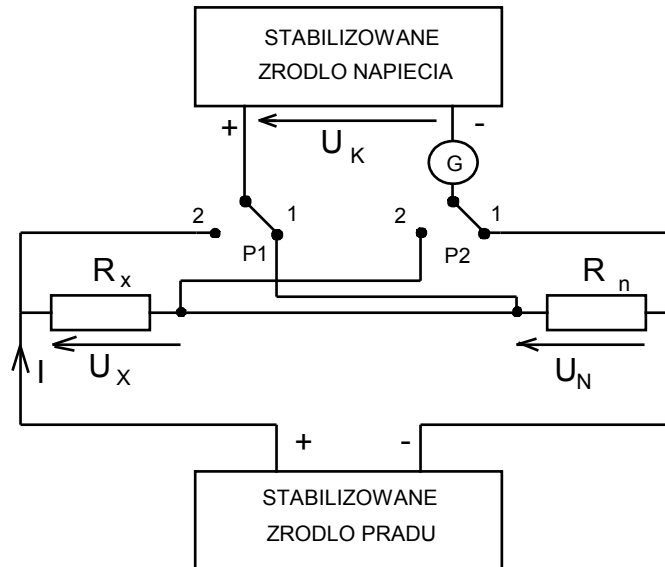
$$R_x = \frac{U_x * R_n}{U_n} \quad (5)$$

gdzie:

U_x - wartość napięcia na rezystancji nieznanej R_x

R_x - rezystancja nieznana

R_n - rezystancja wzorcowa



Rys.1. Układ do pomiaru rezystancji metodą kompensacyjną

W metodzie kompensacyjnej rezystancje przewodów łączeniowych nie wpływają na wynik pomiaru. Jest to związane z brakiem prądu w obwodzie gdy wskaźnika równowagi wskazuje zero..

Cechą charakterystyczną metody kompensacyjnej jest fakt bezpośredniego pomiaru napięcia przez zastosowanie dwóch niezależnych źródeł energii. Jedynym mankamentem przy stosowaniu tej metody są przyrządy, które muszą mieć odpowiednie parametry, gdyż dokładność pomiaru uwarunkowana jest stałością napięcia wzorcowego i czułością wskaźnika równowagi.

4. Zjawiska wpływające na dokładność pomiaru

Każdy pomiar elektryczny obarczony jest błędem , który składa się z kilku błędów mających różne źródła pochodzenia.

Znajomość źródeł błędów składowych , umiejętność eliminowania ich wpływu oraz umiejętność obliczania wartości niepewności wyniku pomiaru , są nie mniej ważne , niż znajomość samej metody pomiarowej.

Źródła niektórych błędów tkwią w samej metodzie pomiarowej lub są wynikiem wpływu czynników zewnętrznych, które mogą być stałe w czasie lub podlegać zmianom.

Jednym z najważniejszych czynników wpływających na wynik pomiaru konduktywności jest powstawanie sił termoelektrycznych na stykach dwu różnych metali lub stopów, oraz ich zależność od zmiany temperatury.

Przy pomiarze konduktywności występują połączenia dwu lub trzech metali. Na złączach tych powstają pewne małe napięcia lub siły elektromotoryczne o wartości zależnej od temperatury. Wartość napięcia jest funkcją temperatury, stąd nazwa siły termoelektrycznej.

Kontaktowa różnica potencjałów V_{ab} na styku dwu metali (rys.2) wynosi:

$$V_{ab} = V_a - V_b + \left(\frac{kT}{e} * \ln \frac{n_a}{n_b} \right) \quad (6)$$

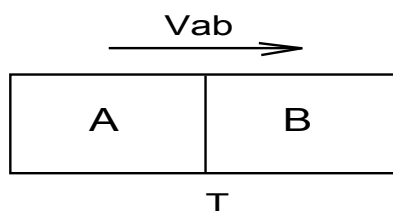
gdzie:

V_a, V_b - praca wyjścia z metalu a i b

n_a, n_b - liczba swobodnych elektronów przypadających na 1cm^3 metalu a i b

k - stała Boltzmana ($1,3806 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$)

T - temperatura bezwzględna



Rys.2. Zjawisko termoelektryczne na stykach dwu metali.

W obwodzie złożonym z trzech różnych metali a, b i c o temperaturach T_1, T_2, T_3 siła termoelektryczna całego obwodu (rys.3) wynosi:

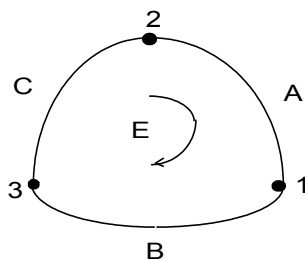
$$E = e_{ab} + e_{bc} + e_{ca} \quad (7)$$

gdzie:

e_{ab} - siła elektromotoryczna pomiędzy metalem a i b

e_{bc} - siła elektromotoryczna pomiędzy metalem b i c

e_{ca} - siła elektromotoryczna pomiędzy metalem c i a



Rys.3. Obwód termoelektryczny składający się z trzech metali.

W pomiarze konduktywności, będą występować połączenia trzech różnych metali. Jest to związane z połączeniem przewodu ze stykiem i styku z próbką pomiarową.

Siła elektromotoryczna obwodu złożonego z dwu metali a i b nie ulega zmianie przez włączenie dalszych metali pod warunkiem, aby wszystkie dodatkowe połączenia miały taką samą temperaturę jak połączenie metali a i b .

Siła termoelektryczna występująca pomiędzy stykami metali a i c (T_1 i T_3) jest sumą algebraiczną sił termoelektrycznych występujących pomiędzy a i b oraz b i c (T_1 i T_2 oraz T_2 i T_3)

W celu eliminacji wpływu sił termoelektrycznych szybko zmieniających się na wynik pomiaru napięcia stałego, części przewodzące powinny być wykonane z materiałów, dla których siły termoelektryczne względem miedzi są jak najmniejsze. Jeżeli wartości tych sił są niezmiennie lub wolnozmiennie, to wynik pomiaru stałoprądowego można uwolnić od ich wpływu dokonując parzystej liczby pomiarów przy zmianie kierunku przepływu prądu. Średnia arytmetyczna wyników dokonanych pomiarów dla dwu kierunków przepływu prądu jest wolna od wpływu stałych sił termoelektrycznych.

Podczas pomiarów rezystancji bardzo duży wpływ na jej wartość ma temperatura.

Rezystancja metali i stopów zależy od temperatury wg. wzoru 8:

$$R_t = R_{20} \left\{ 1 + \alpha_r (t - 20^\circ) + \beta_r (t - 20^\circ)^2 \right\} \quad (8)$$

gdzie :

R_{20} - rezystancja w temperaturze 20°C

α_r, β_r -temperaturowe współczynniki rezystancji

Zgodnie z normami pomiar rezystancji powinien być dokonywany w stałej temperaturze odniesienia $t = 20^\circ\text{C}$.

Jeżeli pomiar rezystancji dokonuje się w innej temperaturze niż 20°C , to wynik powinien być przeliczony i podany w odniesieniu do temperatury $t = 20^\circ\text{C}$.

5. Opis stanowiska laboratoryjnego

Zautomatyzowany cyfrowy układ pomiarowy jest systemem pomiarowym, na który składa się układ pomiarowy analogowy, system komunikacji oraz blok programująco - sterujący, którym jest komputer IBM PC.

Komunikacja układu pomiarowego z komputerem odbywa się za pośrednictwem systemu komunikacji czyli interfejsów.

Złożone nowoczesne systemy pomiarowe pociągają za sobą konieczność korzystania z wielu bloków składowych, w postaci gotowych urządzeń produkowanych przez różne firmy. Kierując się możliwością współpracy poszczególnych bloków funkcjonalnych (urządzeń) między sobą oraz możliwością rozbudowy układu pomiarowego konieczne jest dopasowanie układów elektronicznych i urządzeń pomiarowych do siebie, zarówno pod względem sygnałów elektrycznych, jak i poziomów logicznych.

Najwygodniej do tego celu wykorzystać standaryzowane interfejsy. Za ich pośrednictwem składowe urządzenia systemu pomiarowego dołączone są do jednostki sterująco - kontrolnej, czyli komputera.

Najpopularniejszym oraz najszerszej stosowanym jest interfejs równoległy, przyjęty jako standard międzynarodowy, oznaczony jako IEC - 625 , mający strukturę liniową i umożliwiający modyfikację układu pomiarowego.

Taki właśnie interfejs jest wykorzystywany w układzie pomiarowym.

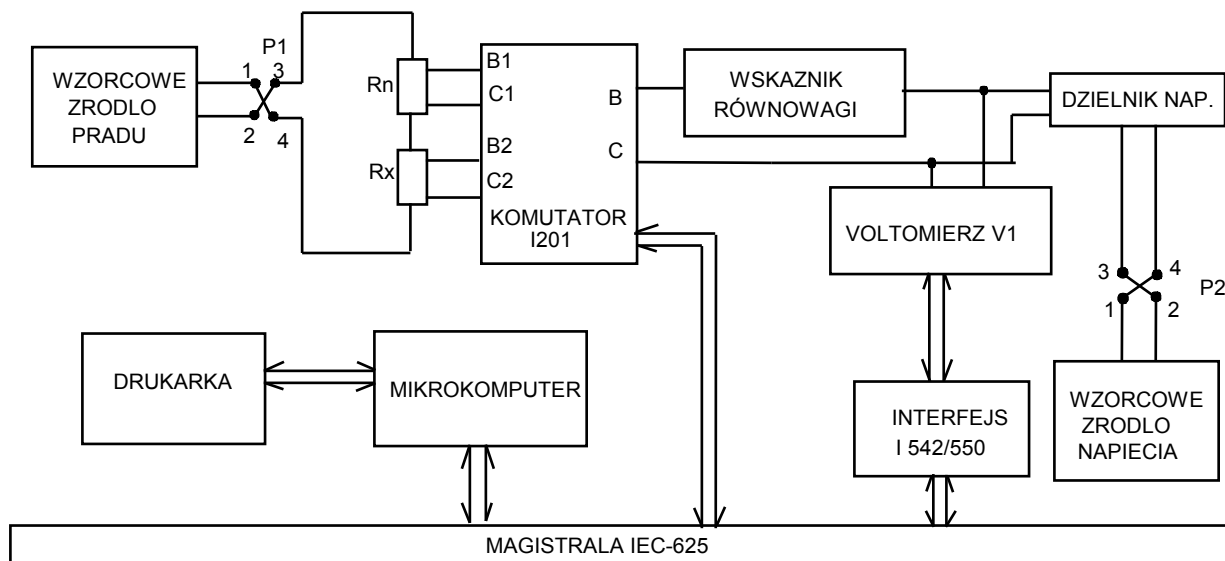
W systemie pomiarowym pracującym w standardzie IEC - 625 urządzenia sterujące, rejestrujące oraz przyrządy pomiarowe są połączone równoległe do magistrali cyfrowej, której zadaniem jest przesyłanie rozkazów i instrukcji organizujących pracę systemu, a także informacji o stanie urządzeń oraz wyników pomiarowych.

Zautomatyzowany laboratoryjny układ pomiarowy do pomiaru konduktywności jest zbudowany z urządzeń, które poprzez system interfejsu mogą komunikować się z komputerem. Otrzymują one informacje o przebiegu procesu pomiaru, czyli o jego inicjacji, zmianie konfiguracji połączeń punktów pomiarowych, końca rejestracji itp..

Rysunek 4 przedstawia schemat sterowanego komputerowo układu pomiarowego do wyznaczania rezystancji metodą kompensacyjną prądu stałego.

W układzie pomiarowym wykorzystano standard interfejsu IEC-625.

Interfejsu typu I-542/550 produkcji MERATRONIK Warszawa, który został zastosowany w układzie to blok interfejs IEC-625. Urządzenie to realizuje dopasowanie do systemu interfejsu IEC-625 przyrządów pomiarowych zastosowanych w układzie.



Rys.4. Układ laboratoryjny do pomiaru konduktywności

Interfejs jako urządzenie współpracujące z magistralą IEC-625 musi mieć swój adres. Jest on zaadresowany poprzez ustawienie przełącznika adresowania w pozycję ADDRESSABLE oraz przełączników adresowych na dany adres. Ustawiony adres interfejsu przedstawiony jest w tabeli 1.

Tabela 1. Adres interfejsu.

Urządzenie	Nazwa	Adres odbiornika	Zapis dziesiętny
I542/550	Interfejs	A5 A4 A3 A2 A1	21
		1 0 1 0 1	

Komutator typu I201 zastosowany w układzie pomiarowym pozwala na automatyczne przełączanie obwodu kompensacji na rezystancję oporu normalnego $R_n=0.001\Omega$ lub oporu nieznanego czyli próbki metalu.

Komutator I 201 zawiera pięć paneli komutacyjnych każdy po pięć kanałów czteroprzewodowych. Do każdego panelu może być dołączonych pięć punktów pomiarowych odpowiednio na styki gniazda G 201.

W układzie pomiarowym wykorzystywany jest tylko panel pierwszy oraz dwa kanały pomiarowe. Realizacja połączeń punktów pomiarowych rezystancji Rx oraz Rn do komutatora przedstawiona jest w tabeli 2.

Tabela 2. Podłączenie rezystancji Rx i Rn do gniazda G201

Kanał Nr	Przewód		Gniazdo G201	Rezystancja
	B	C		
1	niebieski		17	Rn
		zielony	5	
2	czerwony		20	Rx
		czarny	7	

Komutator jako urządzenie współpracujące z magistralą IEC-625 musi mieć swój adres. Jest on zaadresowany na odbiornik poprzez ustawienie przełącznika adresowania w pozycję ADDRESSABLE i wysłanie komunikatu MLA, odpowiadającego adresowi ustawionemu na przełącznikach adresowych. W tabeli 3 przedstawiony jest adres komutatora

Tabela 3. Adres komutatora

Urządzenie	Nazwa	Adres odbiornika	Zapis dziesiętny
I201	Komutator	A5 A4 A3 A2 A1	22
		1 0 1 1 0	

Jako **woltomierz V1** zastosowany jest w układzie pomiarowym **woltomierz cyfrowy V-540**. Jest on przeznaczony do pomiaru napięć stałych w zakresie od 10uV do 1000V i posiadającym podzakresy 10uV-100mV, 100uV-1V, 1mV-10V, 10mV-100V, 100muV-1000V.

Woltomierz jako urządzenie funkcyjne musi być połączony z interfejsem poprzez gniazdo G5.

Jako **wskaźnik równowagi** w układzie pomiarowym wykorzystany jest również **woltomierz cyfrowy V-540**.

Zasilacz regulowany ZT-980-3 wykorzystany jest w układzie pomiarowym jako wzorcowe źródło napięcia. Regulacja napięcia kompensacji nie odbywa się tu zatem automatycznie. Zakres napięć tego zasilacza jest od 0V do 50V napięcia stałego. Regulacja napięcia wyjściowego odbywa się skokowo za pomocą przełącznika obrotowego. Potencjometr umieszczony na osi przełącznika obrotowego może regulować wartość napięcia płynnie w granicach 10%Vmax.

W celu jak najdokładniejszego pomiaru napięcia kompensacji, w układzie zastosowany jest dzielnik napięci oraz przełącznik krzyżowy P2 (zmieniający polaryzację w obwodzie kompensacji).

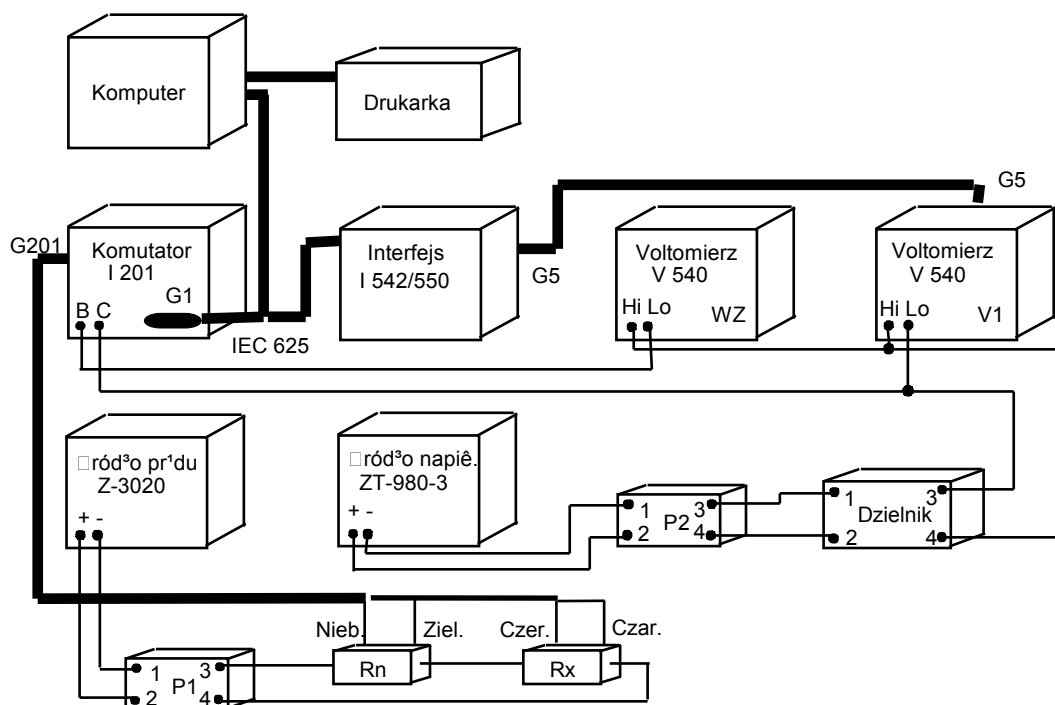
Dzielnik napięcia jest dzielnikiem o trzech dekadach. Wartość napięcia po podzielenie jego wynosi: $U_{34} / U_{12} = \text{wartość nastawy dekady} * 10^{-3}$.

Obwód prądowy zasilany jest **źródłem prądowym** o prądzie obciążenia od 0A do 20A. Źródłem tym jest **zasilacz stabilizowany typu Z-3020**. Zadaniem jego jest zapewnienie

przepływu prądu przez rezystancję R_x czyli wzorec konduktywności oraz rezystancję R_n czyli wzorcowy opór normalny.

W obwodzie prądowym występuje przełącznik P1, który jest przełącznikiem krzyżowym zapewniającym zmianę kierunku przepływu prądu przez rezystancją R_x i R_n , w celu eliminacji wpływu sił termoelektrycznych na wynik pomiaru.

Rysunek 5 przedstawia schemat montażowy układu laboratoryjnego do pomiaru konduktywności.



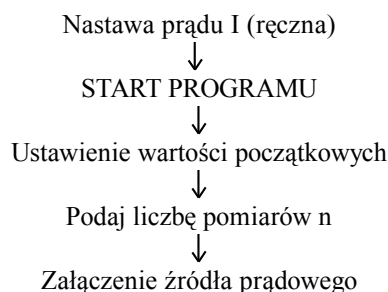
Rys.5. Schemat montażowy układu do pomiaru konduktywności

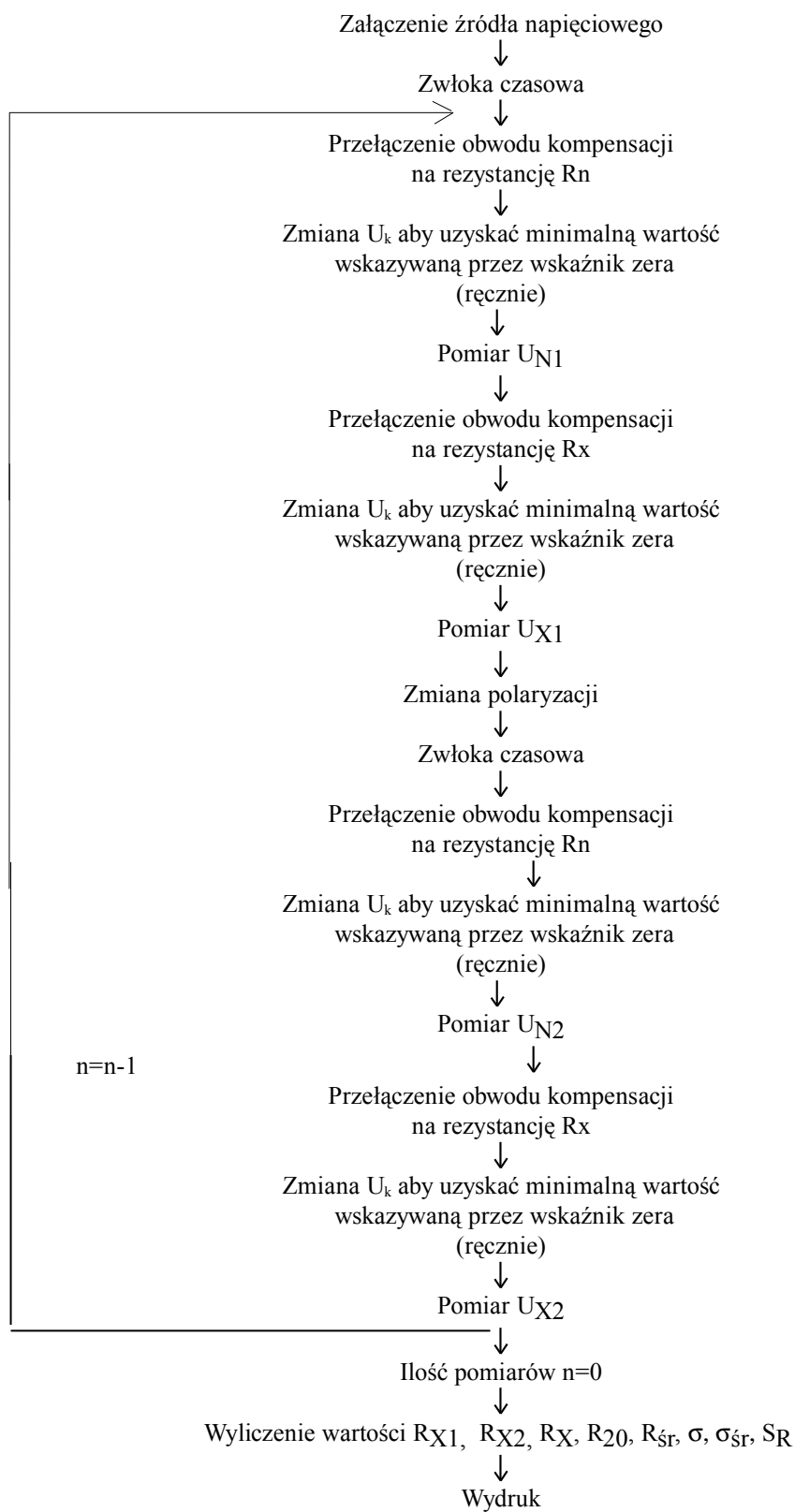
6. Opis programu do pomiaru konduktywności

Program sterujący pomiarem konduktywności został zaprojektowany i stworzony w celu współpracy ze zrealizowanym układem pomiarowym. Program jest napisany w języku C++ z wykorzystaniem procedur Turbo Vision.

Z powodu braków przyrządów, które pozwoliłyby na całkowicie automatyczny pomiar, program realizuje pracę krokową. Polega ona na realizowaniu określonego etapu pomiaru, po jego zatwierdzeniu przez naciśnięcie odpowiedniego klawisza komputera.

Algorytm sterowania programem przedstawiony jest na rysunku 6.





Rys.6. Algorytm sterowania programem

W trakcie procesu pomiaru wartości napięć U_{N1} , U_{X1} , U_{N2} , U_{X2} , są rejestrowane przez komputer. Na ich podstawie wyliczane są poszczególne wartości rezystancji i konduktancji. Rezystancja R_{X1} wyliczana jest na podstawie wzoru 9.

$$R_{X1} = \frac{U_{X1}}{U_{N1}} * R_N \quad (9)$$

gdzie:

U_{X1} - wartość zmierzonego napięcia na R_x

U_{N1} - wartość zmierzonego napięcia na R_n

R_N - wartość oporu wzorcowego 0.001Ω

Rezystancja R_{X2} wyliczana jest na podstawie wzoru 10.

$$R_{X2} = \frac{U_{X2}}{U_{N2}} * R_N \quad (10)$$

gdzie:

U_{X2} - wartość zmierzonego napięcia na R_x

U_{N2} - wartość zmierzonego napięcia na R_n

R_N - wartość oporu wzorcowego 0.001Ω

Rezystancja średnia R_X wyliczana jest na podstawie wzoru 11.

$$R_X = \frac{R_{X1} + R_{X2}}{2} \quad (11)$$

gdzie:

R_{X1} - wartość oporu wyliczona z wzoru nr.9

R_{X2} - wartość oporu wyliczona z wzoru nr.10

Rezystancja R_{20} wyliczana jest na podstawie wzoru 12.

$$R_{20} = \frac{R_X}{\{1 + \alpha_r (t - 20^\circ)\}} \quad (12)$$

gdzie :

R_{20} - wartość rezystancji R_X przeliczona na temperaturę 20°C , w przypadku

gdy temperatura próbki w trakcie trwania pomiaru różna jest od 20°C

α_r - temperaturowy współczynnik rezystancji

Temperaturowy współczynnik rezystancji jest różny dla różnych metali. W układzie pomiarowym dokonuje się pomiaru konduktancji trzech metali takich jak: miedź, mosiądz i aluminium.

Temperaturowy współczynnik rezystancji dla tych metali wynosi:

$$\begin{aligned} \text{dla miedzi} &- 3.99 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1} \\ \text{dla mosiądzu} &- 1.85 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1} \\ \text{dla aluminium} &- 4.00 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1} \end{aligned}$$

Rezystancja średnia z n pomiarów $R_{\bar{r}}$ wyliczana jest na podstawie wzoru 13.

$$R_{\bar{r}} = \frac{\sum_{i=1}^n R_{20i}}{n} \quad (13)$$

gdzie:

R_{20i} - wartość oporu wyliczona z wzoru nr.12

Konduktancja σ jednego pomiaru wyliczana jest na podstawie wzoru 14.

$$\sigma = \frac{l}{R_{20} \cdot s} \quad (14)$$

gdzie:

R_{20} - wartość oporu wyliczona z wzoru nr.12

l - długość danej próbki

s - przekrój danej próbki

W układzie pomiarowym dokonuje się pomiaru trzech rodzajów próbek określonych jako R_x . Próbkami tymi są:

- próbka miedziana o wymiarach

długość $l=84.5\text{cm}$

grubość $x=0.5\text{cm}$

wysokość $y=3\text{cm}$

- próbka aluminiowa o wymiarach

długość $l=84.5\text{cm}$

grubość $x=0.5\text{cm}$

wysokość $y=3.95\text{cm}$

- próbka mosiężna o wymiarach

długość $l=84.5\text{cm}$

grubość $x=0.4\text{cm}$

wysokość $y=3\text{cm}$

Konduktancja σ_{sr} z n pomiarów wyliczana jest na podstawie wzoru 15.

$$\sigma_{\text{avr}} = \frac{\sum_{i=1}^n \sigma_i}{n} \quad (15)$$

gdzie:

σ_i - wartość konduktancji wyliczona z wzoru nr.14

Odchylenie standardowe pomiaru rezystancji S_R z n pomiarów wyliczone jest na podstawie wzoru 16.

$$S_R = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (R_{20i} - R_{\text{avr}})^2}{(n-1)n}} \quad (16)$$

gdzie:

R_{20i} - wartość oporu wyliczona z wzoru nr.12

R_{avr} - wartość oporu wyliczona z wzoru nr.13

6.1. Obsługa programu.

Do przeprowadzenia pomiarów konduktywności niezbędna jest znajomość uruchomienia oraz obsługi programu komputerowego przeznaczonego do tego celu.

Program do pomiaru konduktywności KONDUKT.EXE zainstalowanym jest na komputerze znajdującym się w laboratorium metrologii w katalogu KONDUKT.

W celu inicjacji programu roboczego należy odnaleźć na dysku C katalog KONDUKT. W katalogu tym znajduje się plik KONDUKT.EXE, który po uruchomieniu powoduje wejście do programu roboczego.

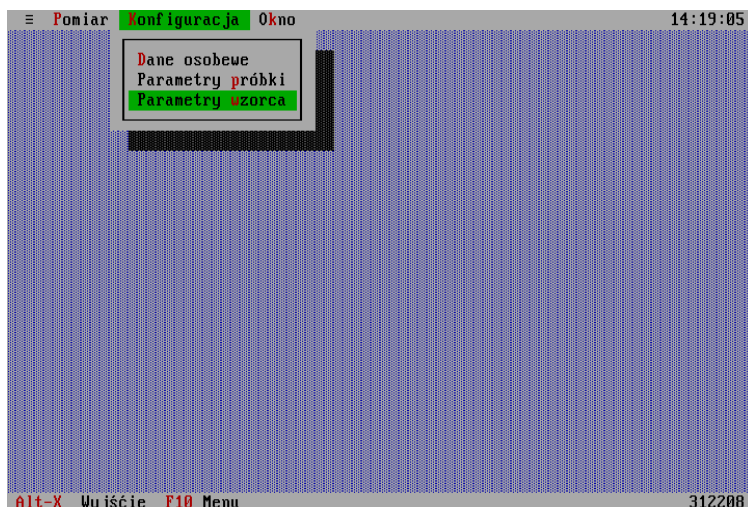
Po wejściu do programu zostaje otwarte okno podstawowe. Głównym elementem okna to belka menu. Znajdują się na niej następujące komendy: POMIAR, KONFIGURACJA oraz OKNO.

Poszczególne komendy spełniają określone funkcje:

POMIAR - umożliwia dokonanie nowego pomiaru, zapis przeprowadzonych pomiarów do pliku, otwieranie plików już zapisanych do pamięci, drukowanie wybranych plików pomiarowych,

KONFIGURACJA - umożliwia wprowadzenie danych osobowych dokonującego pomiarów, parametrów próbki pomiarowej, a także parametrów wzorca,

OKNO - umożliwia zmianę edycji otwartego okna lub kilku okien zawierających wyniki pomiarów.



Rys.7. Ekran podstawowy z otwartym oknem KONFIGURACJA

W dolnej części okna podstawowego znajduje się belka pomocnicza, która poprzez naciśnięcie klawisza F10 umożliwia wejście do menu, a poprzez kombinację klawiszy ALT X wyjście z programu.

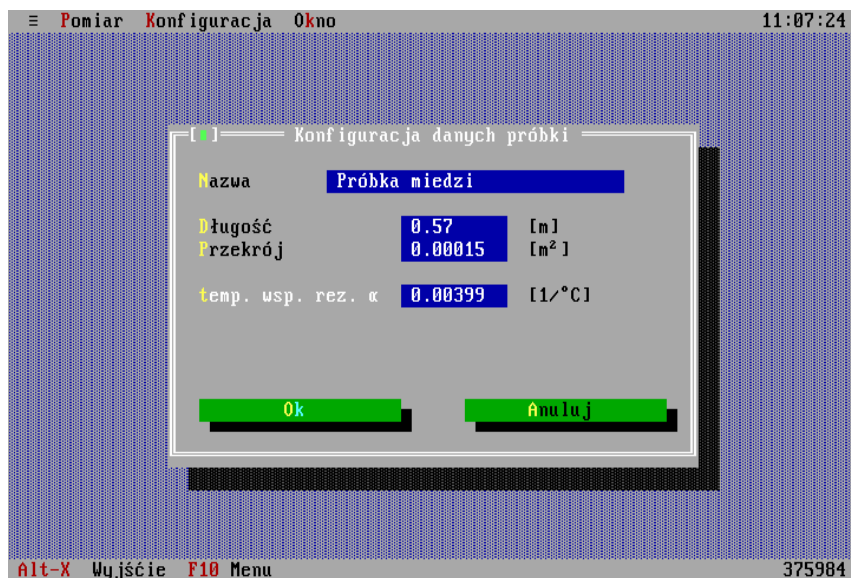
Rozpoczęcie procesu pomiarowego rozpoczyna się od otwarcia okna KONFIGURACJA (rys.7) znajdującego się na belce głównej okna podstawowego.

W oknie tym ukazują się trzy komendy: DANE OSOBOWE, PARAMETRY PRÓBKII, PARAMETRY WZORCA.

Każda z komend umożliwia wprowadzenie parametrów początkowych pomiaru.

Komenda DANE OSOBOWE pozwala na wprowadzenie imienia i nazwiska osób dokonujących pomiaru konduktywności.

Komenda PARAMETRY PRÓBKII otwiera okno pomocnicze rys.8 pozwalające wprowadzić dane dotyczące rodzaju próbki (miedź, aluminium, mosiądz), a także wielkości charakteryzujące daną próbkę metalu czyli: jej długość, przekrój i temperaturowy współczynnik rezystancji.

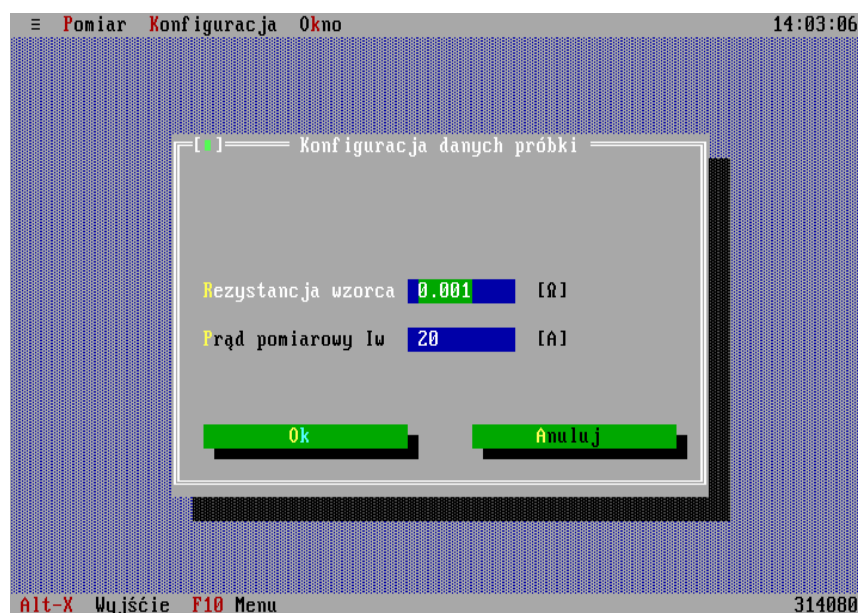


Rys.8. Ekran konfiguracji danych próbki

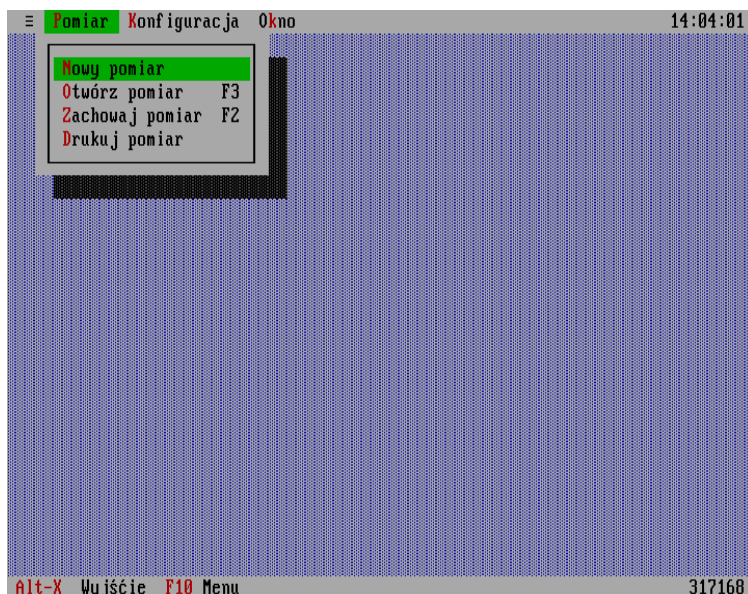
Komenda PARAMETRY WZORCA otwiera okno konfiguracji danych rezystancji wzorcowej (rys.9) zastosowanej w układzie pomiarowym, a także wartości nastawy wzorcowego źródła prądu.

Wartości te mogą być różne w zależności od zastosowanego w układzie wzorcowego oporu normalnego, a także wzorcowego źródła prądu. W zaprojektowanym układzie pomiarowym zastosowany jest opór $R_N=0.001\Omega$ i wzorcowe źródło prądu o $I_W=20A$. Na podstawie tych wartości na ekranie ukazuje się informacja na jakim zakresie pomiarowym powinien być ustawiony woltomierz V1. W przypadku gdyby w układzie był wykorzystany multimetr lub woltomierz typu : V-542, V-542.1, V-542.2, V-542.3, V-550, V-551, V-553, V-554, V-629, który automatycznie zmienia zakres pomiarowy, wprowadzanie wartości okna PARAMETRY WZORCA byłoby zbędne.

Po zakończeniu wprowadzania parametrów początkowych pomiaru należy otworzyć okno POMIAR (rys.10).



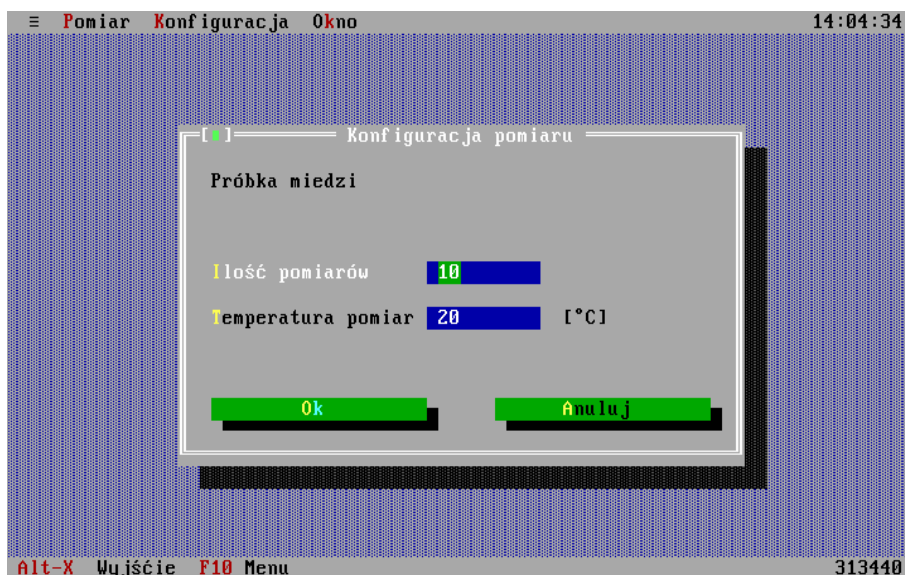
Rys.9. Ekran konfiguracji danych wzorca



Rys.10. Ekran podstawowy z otwartym oknem POMIAR

W oknie tym ukazują się cztery komendy: NOWY POMIAR, OTWÓRZ POMIAR, ZACHOWAJ POMIAR, DRUKUJ POMIAR.

Komenda NOWY POMIAR umożliwia rozpoczęcie nowego pomiaru. Po jej inicjacji ukazują się okno konfigurujące pomiar (rys.11). Określa się w nim ilość przeprowadzenia pomiarów dla danej próbki pomiarowej oraz temperaturę w jakiej dany pomiar jest dokonywany. Po określeniu tych wartości ukazują się kolejno okna, które informują prowadzącego pomiar o czynnościach niezbędnych w celu jego realizacji.

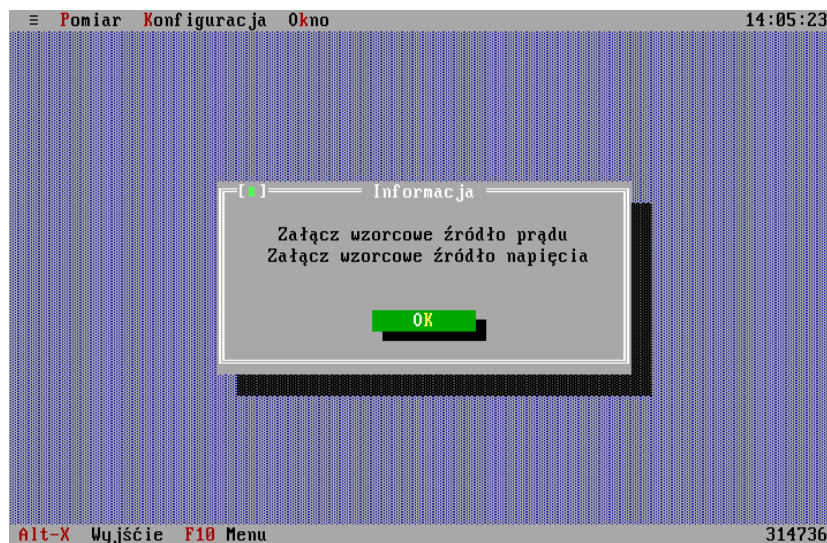


Rys.11. Ekran konfiguracji pomiaru

Okna realizujące pomiar posiadają następujące komentarze (rys.12 i rys.13):

1. Załącz wzorcowe źródło prądu. Załącz wzorcowe źródło napięcia.

2. Zmień U_k aby uzyskać minimalną wartość wskazywaną przez wskaźnik równowagi.
3. Po ustaleniu wartości minimalnej naciśnij OK (nastąpi pomiar napięcia U_{N1}).
4. Obwód wskaźnika równowagi został przełączony na rezystancję mierzoną R_X .
5. Zmień U_k aby uzyskać minimalną wartość wskazywaną przez wskaźnik równowagi.
6. Po ustaleniu wartości minimalnej naciśnij OK (nastąpi pomiar napięcia U_{X1}).
7. Zmień polaryzację obwodu pomiarowego.
8. Obwód wskaźnika równowagi został przełączony na rezystancję próbki R_N .
9. Zmień U_k aby uzyskać minimalną wartość wskazywaną przez wskaźnik równowagi.
10. Po ustaleniu wartości minimalnej naciśnij OK (nastąpi pomiar napięcia U_{N2}).
11. Obwód wskaźnika równowagi został przełączony na rezystancję próbki R_X .
12. Zmień U_k aby uzyskać minimalną wartość wskazywaną przez wskaźnik równowagi.
13. Po ustaleniu wartości minimalnej naciśnij OK (nastąpi pomiar napięcia U_{X2}).
14. Zakończono pomiar nr.n.
15. Zmień polaryzację obwodu pomiarowego

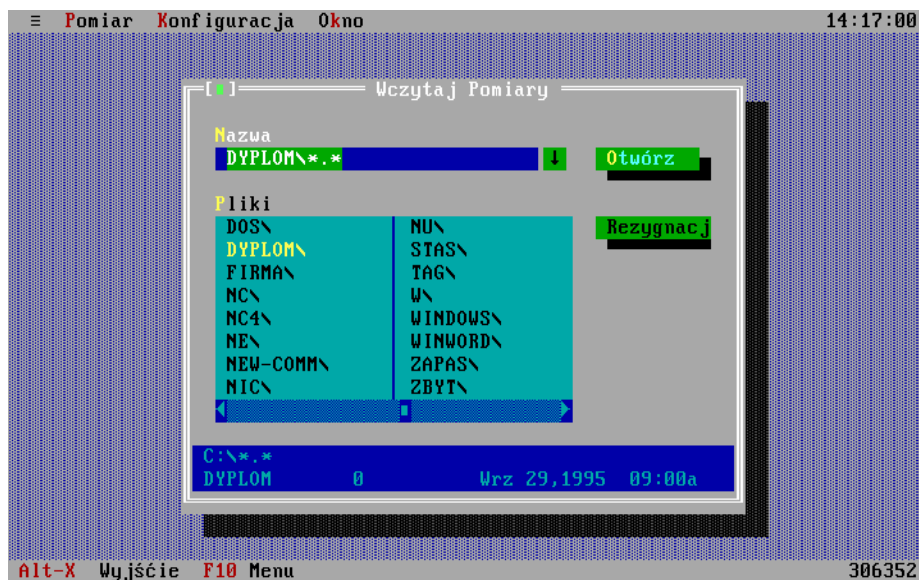


Rys12. Okno realizacji pomiaru



Rys.13. Okno realizacji pomiaru

Komenda ZACHOWAJ POMIAR pozwala na zapamiętanie dokonanego pomiaru na dysku (rys.14), a komenda OTWÓRZ POMIAR pozwala na wywołanie wcześniej dokonanych pomiarów i zapamiętanych na dysku.



Rys.14. Okno zachowywania pomiaru

Komenda DRUKUJ POMIAR pozwala na wydrukowanie sprawozdania z dowolnego dokonanego pomiaru. Przykład takiego sprawozdania pomiaru pokazany jest na rys.15.

Ostatnią komendą ekranu głównego jest OKNO. Po jego otwarciu ukazuje się okno pomocnicze (rys.16) w którym znajduje się sześć komend takich jak: NASTĘPNE OKNO, MOZAIKA OKIEN, KASKADA OKIEN, ROZMIAR OKNA, POWIĘKSZ OKNO, ZAMKNIJ OKNO.

Każda z nich pozwala na określoną obróbkę i podgląd dowolnego sprawozdania pomiarowego.
Komenda NASTĘPNE OKNO uaktywnia następny pomiar czyli ten, który był dokonany lub wczytany jako następny po aktualnie wyświetlanym.

Komenda MOZAIKA OKIEN ustawia wczytane pomiary pod sobą zapełniając nimi cały ekran.

Komenda KASKADA OKIEN ustawia wczytane pomiary jeden za drugim, z wyświetleniem nazwy każdego z nich.

Komenda ROZMIAR OKNA pozwala na ustalenie dowolnego rozmiaru każdego z wczytanych pomiarów.

Komenda POWIĘKSZ OKNO powoduje powiększenie na cały ekran aktualnego danego pomiaru, którego rozmiar jest mniejszy niż cały ekran.

Komenda ZAMKNIJ OKNO pozwala na zamknięcie okna zatytułowanego OKNO i powrotu do ekranu podstawowego.

POLITECHNIKA OPOLSKA

LABORATORIUM METROLOGII

TEMAT: Pomiar wzorcowych konduktywności

Ćwiczenie wykonał:
1. Stanisław Jakuszewski

1. Parametry początkowe

- nazwa próbki : Próbka miedzi
- długość : 0.57 m
- przekrój : 0.00015 m^2
- wsp. temp α_r : 0.0399 1/K
- temperatura : $21 \text{ }^\circ\text{C}$

2. Pomiary

Lp	Un1	Ux1	Un2	Ux2	Rx1	Rx2	Rx	R20	σ
	[V]	[V]	[V]	[V]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[$1/\Omega$]
1	0.0166	0.0011	0.0168	0.0011	6.3894e-05	6.4997e-05	6.4445e-05	6.1973e-05	6.1317e+07
2	0.0165	0.0011	0.0168	0.0010	6.6546e-05	6.2574e-05	6.4560e-05	6.2083e-05	6.1208e+07
3	0.0166	0.0011	0.0170	0.0011	6.4653e-05	6.2463e-05	6.3558e-05	6.1119e-05	6.2174e+07
4	0.0166	0.0011	0.0168	0.0010	6.5178e-05	6.1979e-05	6.3578e-05	6.1139e-05	6.2154e+07
5	0.0166	0.0011	0.0167	0.0010	6.7674e-05	6.1566e-05	6.4620e-05	6.2140e-05	6.1152e+07
6	0.0165	0.0011	0.0168	0.0010	6.8443e-05	6.2537e-05	6.5490e-05	6.2977e-05	6.0339e+07
7	0.0166	0.0011	0.0168	0.0010	6.6425e-05	6.1905e-05	6.4165e-05	6.1703e-05	6.1585e+07
8	0.0165	0.0011	0.0169	0.0010	6.7314e-05	6.1684e-05	6.4499e-05	6.2024e-05	6.1266e+07
9	0.0166	0.0011	0.0169	0.0010	6.8196e-05	5.9870e-05	6.4033e-05	6.1576e-05	6.1713e+07
10	0.0166	0.0011	0.0168	0.0010	6.8675e-05	5.9976e-05	6.4325e-05	6.1857e-05	6.1432e+07

Rezystancja średnia $R_{\text{śr}} = 6.1859\text{e-}05 \text{ } \Omega$ Konduktancja średnia $\sigma_{\text{śr}} = 6.143\text{e+}07 \text{ 1/}\Omega$ Odchylenie standardowe $S_r = 1.36\text{e-}07 \Omega$

Rys.15. Przykład sprawozdania pomiarowego

≡ Pomiar Konfiguracja Okno 19:16:49
E:\NDYPSTAS\TMP3. \$\$\$

2. Pomiary

Lp	Un1	Ux1	Un2	Ux2	Rx1	Rx2	Rx	R20
	[V]	[V]	[V]	[V]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[Ω]
1	0.0166	0.0011	0.0168	0.0011	6.3894e-05	6.4997e-05	6.4445e-05	6.1
2	0.0165	0.0011	0.0168	0.0011	6.6546e-05	6.2574e-05	6.456e-05	6.2
3	0.0166	0.0011	0.017	0.0011	6.4653e-05	6.2463e-05	6.3558e-05	6.1
4	0.0166	0.0011	0.0168	0.0011	6.5178e-05	6.1979e-05	6.3578e-05	6.1
5	0.0166							
6	0.0165							
7	0.0166							
8	0.0165							
9	0.0166							
10	0.0166							

E:\NDYPSTAS\TMP4. \$\$\$

Cwiczenie wykonali:
1. Stanisław Jakuszewski
2.
3.

1. Parametry początkowe

Rezystancja - nazwa próbki : Próbka miedzi
Konduktancja - długość : 0.57 m
- przekrój : 0.00015 m²

357744

Rys.16. Ekran podglądu przeprowadzonych pomiarów

7. Program ćwiczenia

1. Zapoznanie się ze strukturą interfejsu IEC-625 (instrukcja obsługi)
2. Wykonanie serii 10 pomiarów konduktywności dla następujących próbek metalu:
 - miedź
 - mosiądz
 - aluminium
3. Wydruk wyników pomiarów dołączyć do sprawozdania z ćwiczenia.

8. Spis literatury

- [1] Blok interfejsu I-542/550. Instrukcja obsługi i serwisu. WPM "WEMA" Warszawa 1989.
- [2] Komutator typu I201. Instrukcja obsługi. WPM "WEMA" Warszawa 1986.
- [3] Nowakowski W.: Systemy interfejsu w miernictwie. WKiŁ Warszawa 1987.
- [4] Nowakowski W.: Systemy interfejsu IEC-625. WKiŁ 1984.
- [5] Romer E.: Miernictwo przemysłowe. PWN Warszawa 1978.
- [6] Sydenham P.H.: Podręcznik metrologii. WKiŁ Warszawa 1990
- [7] Woltomierz cyfrowy V-540. Instrukcja obsługi i serwisu. MERATRONIK