

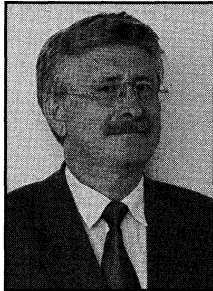
Zbigniew ZŁONKIEWICZ, Piotr TRYBUCHOWICZ

POLITECHNIKA LUBELSKA, INSTYTUT PODSTAW ELEKTROTECHNIKI I ELEKTROTECHNOLOGII

UKŁAD DO POMIARU I ANALIZY REZYSTANCJI ZESTYKU ZŁĄCZ SŁABOPRĄDOWYCH

Dr inż. Zbigniew ZŁONKIEWICZ

Studia ukończył na Wydziale Elektrycznym Politechniki Lubelskiej w 1976 r. W roku 1981 uzyskał stopień doktora. Pracuje jako adiunkt w Instytucie Podstaw Elektrotechniki i Elektrotechnologii. W latach 1999-2001 Prodzikan ds. Nauki. Główne zainteresowania naukowe to badania nad otrzymywaniem materiałów na styki słaboprądowe, oraz zagadnienia związane z problematyką nowych elektrotechnologii stosowanych w technice a w szczególności procesami elektrochemicznymi z udziałem pola ultradźwiękowego.



Mgr inż. Piotr TRYBUCHOWICZ

Absolwent Wydziału Elektrycznego Politechniki Lubelskiej, którą ukończył w 1997 r. Obecnie pracuje w firmie komputerowej, zajmując się uruchamianiem i wdrażaniem nowych programów informatycznych.



Streszczenie

W artykule przedstawiono opis skomputeryzowanego zestawu pomiarowego, umożliwiający automatyczny pomiar i ocenę wartości rezystancji zestyku złączy wielostykowych. Stanowisko umożliwia prowadzenie badań złączy słaboprądowych wielostykowych (do 31 zestyków), przy dowolnej liczbie cykli pomiarowych złącza lub zestyku. Prowadzenie badań złącza odbywa się w warunkach wymaganych przez obowiązujące obecnie w kraju i zagranicą normy. Do podanego stanowiska pomiarowego opracowano program służący do sterowania stanowiskiem, rejestracji wyników oraz akwizycji danych pomiarowych w cyklu w pełni automatycznym, wizualizację i analizę wyników pomiarów. Dla jednego złącza wielostykowego podano przykładowy histogram rozkładu wartości rezystancji zestyku złącza po wybranej liczbie łążeń.

Abstract

The paper presents a computerised measurement set to measure automatically and to evaluate contact resistance in multicontacts. This laboratory stand makes possible to test up to 31 low current contacts at any number of measurement cycles. Test conditions are specified by currently valid Polish or foreign standards. The stand is controlled by a computer. The programme has features to control, register test results, store the data automatically, present them graphically and analyse. An exemplary histogram of contact resistance distribution after some number of connections is presented.

1. Wprowadzenie

Słaboprądowe złącza stykowe są szeroko stosowane w różnego rodzaju urządzeniach elektronicznych. Jednym z podstawowych parametrów świadczących o ich niezawodności jest wartość rezystancji zestyku. Jej wartość zależy od wielu czynników i zmienia się przy każdym łączeniu. Zasadniczym celem jest uzyskanie miarodajnych danych o postaci i parametrach rozkładu wartości rezystancji zestyku. Na ich podstawie możliwe jest porównanie właściwości produkowanych złączy oraz wyeliminowanie błędów technologicznych z małej liczby próbek z serii produkcyjnej. Dane uzyskiwane jedynie z ograniczonej liczby pomiarów poddawane są obróbce statystycznej na podstawie których dokonuje się oceny postaci i parametrów rozkładu wartości rezystancji zestyku.

W Instytucie Podstaw Elektrotechniki i Elektrotechnologii opracowano skomputeryzowany zestaw pomiarowy umożliwiający automatyczny pomiar i ocenę wartości rezystancji zestyku, słaboprądowych złączy wielostykowych.

Stanowisko umożliwia prowadzenie badań złączy wielostykowych (do 31 zestyków), przy dowolnej liczbie cykli pomiarowych złącza lub zestyku. Stanowisko jest wyposażone w komputerowy system kontrolno-pomiarowy, który umożliwia automatyczną rejestrację

wartości rezystancji zestyku. Do podanego stanowiska pomiarowego opracowano program służący do sterowania stanowiskiem, rejestracją wyników oraz akwizycję danych pomiarowych w cyklu w pełni automatycznym, oraz wizualizację i analizę wyników pomiarów. Opracowany program sterujący jest automatycznym zestawem pomiarowym, łatwym w obsłudze, który przejmuje kontrolę nad wszelkimi elementami zestawu pomiarowego. Rola operatora ogranicza się do ustalenia liczby cykli pomiarowych, ilości badanych zestyków i wartości prądu w obwodzie pomiarowym. Funkcja analizy statystycznej pomiarów pozwala na określenie rozkładu rezystancji i eliminuje wszelkie dodatkowe obliczenia. Komunikacja programu z kartami LC-20-812 i LC-055PIO odbywa się przez rezydentne programy obsługi ładowane podczas uruchamiania systemu. Program działa pod kontrolą systemu operacyjnego MS-DOS 3.30 i wyższych. Przedmiotem referatu jest opis budowy i działania stanowiska, ze szczególnym uwzględnieniem komputerowego systemu pomiarowego.

2. Charakterystyka warunków probierczych

Podstawową oceną jakości złącza wielostykowego jest określenie wartości rezystancji zestyku, warunkuje bowiem ona poprawność działania wielu podzespołów wzajemnie ze sobą współpracujących. Kierując się zaleceniami polskiej normy PN-77/80240 przy projektowaniu zestawu pomiarowego przyjęto następujące warunki:

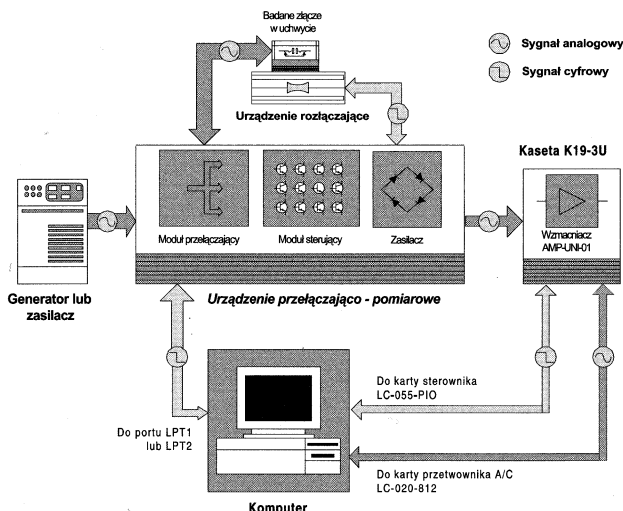
- rezystancję zestyku oblicza się z różnicy potencjałów zmierzonych między punktami przeznaczonymi do podłączenia przewodów i wartości prądu płynącego w obwodzie zestyku,
- pomiar przeprowadza się metodą techniczną prądem stałym lub przemiennym, a następnie pośrednio określeniu rezystancji zestyku,
- napięcie w obwodzie z otwartymi stykami nie przekracza 20 mV dla prądu stałego lub wartości szczytowej prądu przemiennego,
- wartość prądu w obwodzie badanym nie przekracza 1 A, o ile w normach przedmiotowych nie określono inaczej,
- częstotliwość prądu przemiennego w obwodzie badanym może wynosić 1000 Hz \pm 20 Hz,
- urządzenie pomiarowe jest obciążone błędem nie większym niż \pm 10%,
- dla każdego typu złącza można wykonać dwie serie pomiarów: A i B:
 - A - pomiar rezystancji całkowitego złącza,
 - B - pomiar rezystancji pojedynczych zestyków,
- urządzenie umożliwia badanie złączy do 31 zestyków, przy dowolnej liczbie cykli pomiarowych złącza lub zestyku, układ jest pełni sterowany komputerem.

3. Schemat blokowy stanowiska pomiarowego

Zestaw pomiarowy wartości rezystancji zestyku złącza wielostykowego składa się z następujących podzespołów:

- zasilacza prądowego prądu stałego lub generatora z regulowaną wartością prądu,
- urządzenia przełączająco-pomiarowego,
- kasety K19-3U modułowego systemu pomiarowego z modulem wzmacniacza instrumentalnego AMP-UNI-01,
- komputera klasy PC z kartą przetwornika analogowo-cyfrowego LC-020-812 oraz kartą sterownika modułu pomiarowego LC-055-PIO z odpowiednio skonstruowanym oprogramowaniem.

Dodatkowo do układu można podłączyć urządzenie zapewniające cykl rozłączenia i załączenia badanego złącza lub zestyku. Schemat blokowy zestawu pomiarowego przedstawia rys. 1.



Rys. 1. Schemat blokowy stanowiska badawczego

Urządzenie przełączająco-pomiarowe służy do przyłączenia obwodu pomiarowego do kolejnych zestyków złącza wielostykowego. Pomiar wartości rezystancji zestyku w złączu wielostykowym są uciążliwe i czasochłonne. W celu szybkiego pomiaru, urządzenie posiada budowę modułową i można wyróżnić następujące elementy:

- układy ograniczenia napięcia przy otwartych zestykach,
- moduł przełączający,
- moduł sterujący
- wskaźnik diodowy stanu urządzenia,
- zasilacz.

Zgodnie z zaleceniami normy dotyczącej pomiaru rezystancji zestyku złącz słaboprądowych, prąd pomiarowy nie powinien przekraczać wartości 1 A, równocześnie napięcie na otwartych stykach złącza nie przekracza 20 mV. W przypadku prądów o mniejszej wartości napięcie będzie proporcjonalnie niższe.

Do modułu przełączającego można dołączyć maksymalnie 31 zestyków. Posiada on dwa obwody, pierwszy z nich jest to obwód prądowy, w którym przepływa prąd wymuszenia, a drugi obwód napięciowy, służący do pomiaru napięcia na badanym zestyku. W układzie istnieje możliwość zmiany polaryzacji napięcia na zestyku, dzięki czemu kompensuje się wpływ potencjału termoelektrycznego przy pomiarach prądem stałym. Skonstruowany układ wymaga 37 sygnałów sterujących, które doprowadzone są do układu przez 40-stykowe złącze typu IDC (Insulation Displacement Contact).

Stewanie urządzenia z komputera realizowane jest przez port równoległy LPT1 lub LPT2, korzystając z odpowiednio skonstruowanego oprogramowania przez ten port można sterować innymi urządzeniami. Z poziomu programu, zarządzanie sygnałami pojawiającymi się na złączu portu równoległego odbywa się przez trzy porty programowe komputera:

- port danych,
- port rozkazów,
- port stanu.

Porty są typu bajtowego, tzn. że odczytujemy zapisujemy do takiego portu słowa ośmiobitowe. Port danych i rozkazów są portami typu „wejście-wyście” i możliwe jest ustalenie oraz odczytanie stanu logicznego na odpowiadających im końcówkach złącza. Port stanu typu wejście, za jego pomocą możliwe jest jedynie odczytanie stanu logicznego ustalonego przez urządzenie zewnętrzne na odpowiadających mu końcówkach złącza.

Zasilacz skonstruowano na scalonych stabilizatorach dających napięcie stałe +5 V i ±15 V z wewnętrznym ogranicznikiem wartości prądu, co czyni zasilacz odpornym na zwarcia.

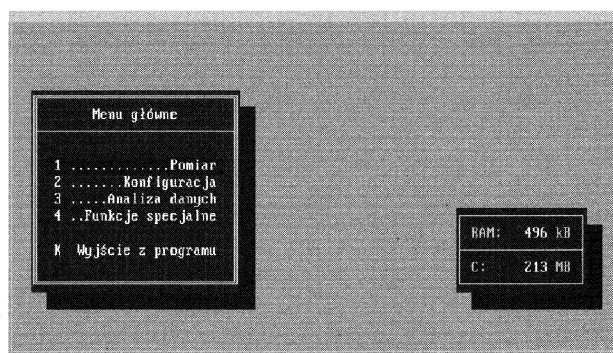
4. Komputerowy system pomiarowy

Opracowany system rejestracyjno pomiarowy oparty na przetworniku analogowo cyfrowym LC-020-812 przystosowanym do pracy w komputerach rodziny IBM-PC. Moduł umożliwia wykonywanie pomiarów za pomocą toru przetwornika analogowo-cyfrowego oraz sterowanie zewnętrznymi urządzeniami analogowymi za pomocą dokładnych i szybkich przetworników cyfrowo analogowych. Tor pomiarowy modułu składa się z dwunastobitowego przetwornika A/C firmy Analog Devices, multipleksera analogowego i wzmacniacza próbkującego typu Sample & Hold. Zastosowany układ próbkujący-pamiętający na każdym z ośmiu wejść analogowych zapewnia jednoczesność pomiarów na wszystkich kanałach. Komunikacja z modulem na poziomie programu odbywa się za pośrednictwem rezydentnego driver'a. Program obsługi działa w systemach MS-DOS 3.1 i w wyższych programach. Ponieważ zakres napięć wejściowych karty przetwornika A/C wynosi ±10 V, a napięcie wyjściowe z urządzenia przełączająco-pomiarowego nie przekracza 20 mV, dlatego zastosowano wzmacniacze o odpowiednim wzmacnieniu, w celu dopasowania sygnału mierzonego do zakresu pomiarowego. Kontrolę aktualnego ustawienia panelu umożliwia zestaw diod elektroluminescencyjnych umieszczonych na ścianie czołowej zestawu, wskazującym bieżące wzmacnienie, tryb pracy oraz wystąpienie przesterowań w stopniu w stopniu końcowym wzmacniacza.

5. Oprogramowanie systemu

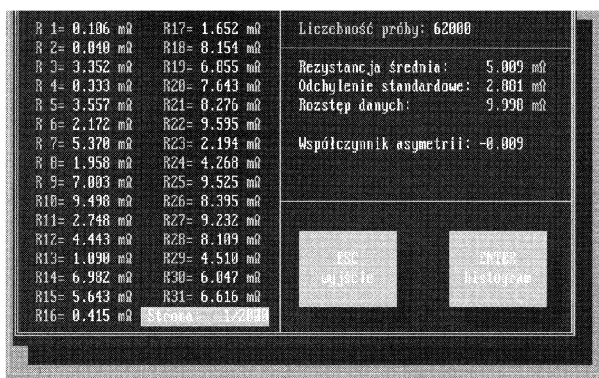
Program sterujący automatycznym zestawem do pomiaru wartości rezystancji zestyku złącz wielostykowych napisany został w języku C++ firmy Borland, Ver. 3.1. System powinien tak zostać skonfigurowany, aby miał do dyspozycji około 610 KB wolnej pamięci bazywej. Przy czym głównym zadaniem programu jest rejestracja w cyklu automatycznym i akwizycja danych pomiarowych po określonych liczbie załączeń i wyłączeń.

Menu główne programu zawiera pięć opcji (rys. 2): *Pomiar*, *Konfiguracja*, *Analiza danych*, *Funkcje specjalne*, *Wyjście z programu*.

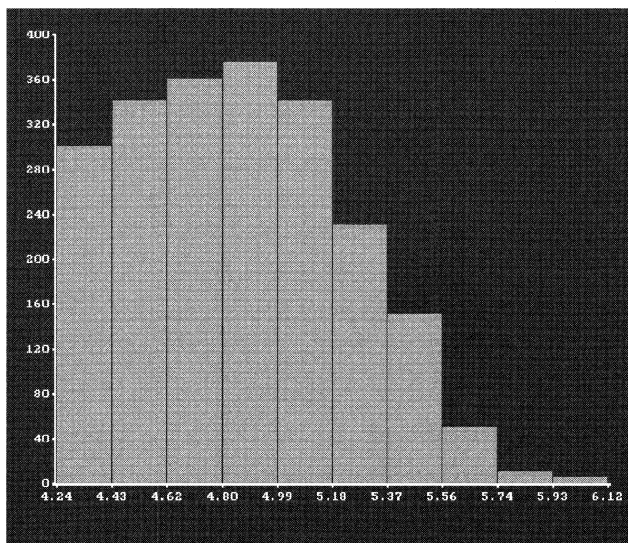


Rys. 2. Zawartość menu głównego

W Opcji *Konfiguracja*, należy ustalić liczbę badanych zestyków, liczbę cykli pomiarowych, liczbę rozłączeń w cyklu, rodzaj prądu wymuszenia, urządzenie rozłączające podłączone lub brak, port komunikacyjny LPT1 lub LPT2. W opcji *Funkcje specjalne* ustala się wartość prądu w obwodzie pomiarowym, wartości napięcia na otwartych stykach złącza, odczyt poprzednio zapisanych danych pomiarowych oraz sterowanie ręczne. Ta ostatnia opcja w menu umożliwia sprawdzenie poprawności działania wszystkich funkcji urządzenia przełączająco-pomiarowego. Po wykonaniu czynności wstępnych związanych z ustawieniem parametrów wybiera się opcję *Pomiar*. Po zakończeniu cyklu pomiarowego wyniki pomiarów można zapisać do pliku. Dane uzyskane z pomiarów (rys. 3) poddaje się analizie statystycznej. Służy do tego celu opcja *Analiza danych*. W programie istnieje możliwość wykreślenia histogramu. Konstrukcja histogramu wymaga podania liczby przedziałów klasowych i ich długości. Na ich podstawie zostanie wyświetlony histogram (rys. 4).



Rys. 3. Analiza przykładowych danych pomiarowych



Rys. 4. Przykładowy histogram rozkładu rezystancji zestyku badanego złącza

6. Podsumowanie

Przedstawione skomputeryzowane stanowisko badawcze, zostało przewidziane do prowadzenia badań złącz wielostykowych słaboprądowych. Umożliwia ono szybki i w pełni automatyczny cykl pomiaru wartości rezystancji zestyku złącza. Zestaw pomiarowy spełnia wymagania Polskiej Normy.

Zastosowany komputerowy system pomiarowy umożliwia automatyczną rejestrację i bieżącą obserwację wielkości rezystancji zestyku.

W stanowisku mogą być prowadzone badania konstruktorskie złącz wielostykowych lub łączników słaboprądowych

produkowanych w kraju, w celu dostosowania ich do wymagań norm europejskich.

Zaprojektowany i wykonany automatyczny zestaw do pomiaru rezystancji zestyku złącz wielostykowych zawiera skonstruowane urządzenie przełączająco-pomiarowe zapewniające realizację następujących funkcji sterowanych programowo:

- przyłączanie obwodu pomiarowego do wybranych zestyków złącza,
- pomiar napięcia na zestyku,
- pomiar prądu płynącego przez zestyk,
- zmianę polaryzacji napięcia wymuszenia,
- ograniczenie napięcia na otwartych stykach poniżej 20 mV,
- komunikację z urządzeniem rozłączającym.

Badane złącze może zawierać od 1 do 31 zestyków, W jednej serii można wykonać około 130 tysięcy pomiarów. Sterowanie urządzenia przełączająco-pomiarowego realizowane jest przez 8 linii „wejściowo/wyjściowych” TTL portu równoległego za pomocą opracowanego protokołu transmisji. Układ wejściowy części cyfrowej urządzenia przełączająco-pomiarowego zawiera układy dekodujące 8-bitowy sygnał sterujący z portu równoległego na 37 sygnałów sterowania kontaktronami. Sygnał pomiarowy z urządzenia przełączająco-pomiarowego doprowadzany jest do karty przetwornika A/C przez wzmacniacz pomiarowy. Programowa regulacja wzmocnienia wzmacniacza pomiarowego zapewnia pomiar napięć z zakresu od 0.001 mV do 10 V.

Opracowany program sterujący automatycznym zestawem pomiarowym jest łatwy w obsłudze i przejmuje kontrolę nad wszystkimi elementami zestawu. Rola operatora ogranicza się do ustalenia liczby cykli pomiarowych, ilości badanych zestyków i wartości prądu w obwodzie pomiarowym.

Funkcja analizy statystycznej pomiarów pozwala na określenie rozkładu rezystancji zestyku i eliminuje wszelkie dodatkowe obliczenia.

Komunikacja programu z kartami LC-20-812 i LC-05PIO odbywa się przez rezydentne programy obsługi ładowane podczas uruchamiania systemu.

Program działa poprawnie wyłącznie pod kontrolą systemu operacyjnego MS-DOS 3.30 i wyższych. Praca w oknie systemu Windows nie jest możliwa.

Literatura

- [1] Holm R., Electric Contacts. Berlin, Heidelberg, Springer-Verlag, 1984.
- [2] Polska Norma PN-77/80240. Ogólne wytyczne badania rezystancji zestyku wielostykowych złącz do obwodów drukowanych.
- [3] Borland C++ ver. 3.1 Programmers Guide. Borland International 1992.
- [4] Speak A. Into C language (in Polish) Gliwice. Wydawnictwo Helion 1993.
- [5] Złonkiewicz Z.: Powłoki palladowo-niklowe jako materiały stykowe w technice słaboprądowej. Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Lubelskiej 1998 r.
- [6] Złonkiewicz Z.: Triple-Layer Contact Simulations Electromagnetic Devices and Processes in Environment Protection. ELMECO, Nałęczów, 04-06 czerwca 2000, pp. 231-237
- [7] Złonkiewicz Z.: The Performance Analysis of Low-Current Contacts Modelled by Numerical Methods. Proceedings of 20th International Conference on Electrical Contacts, Stockholm Sweden, 19-23 June 2000, pp. 251-254.
- [8] Złonkiewicz Z.: Fretting in Low Current Electric Contacts. Electromagnetic Devices and Processes In Environment Protection ELMECO, Nałęczów, 04 - 06 czerwca 2000.
- [9] Złonkiewicz Z.: Computer Simulation of Low current Contacts. 9th International Conference Switching Arc Phenomena, Łódź, September, 17-20, 2001, pp. 241-246.