

AUTOMAÇÃO DO MÉTODO POTENCIOMÉTRICO

Marcos Vinícios dos Santos Garcia¹, Neivaldo Silva Nonato¹

¹ Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - Inmetro, Rio de Janeiro, Brasil, mvgarcia@inmetro.gov.br

¹ Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - Inmetro, Rio de Janeiro, Brasil, nsnonato@inmetro.gov.br

Resumo: Este trabalho tem a finalidade de apresentar o sistema desenvolvido pelo Laboratório de Resistência - Lares - do Inmetro, para a automação do método potenciométrico na calibração de resistores padrão visando otimizar o processo de medição.

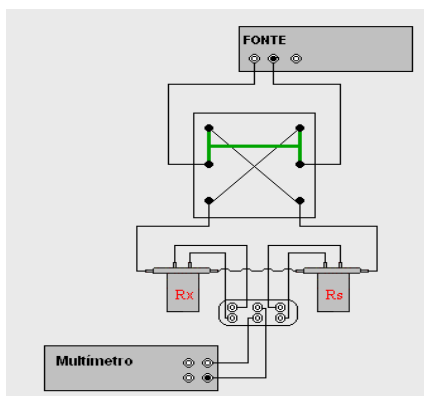
Palavras chave: resistência, automação, potenciométrico.

1. INTRODUÇÃO

O Laboratório de Resistência - Lares - do Inmetro realiza calibração de resistores e shunts utilizando para tal o método potenciométrico, com capacidade de até 100A.

Esse método consiste na utilização de fonte de corrente contínua estável a qual são conectadas duas resistências em série, ou seja, a resistência de referência R_s e a resistência a ser calibrada R_x . As tensões $V_x = I R_x$ e $V_s = I R_s$ em cada uma das resistências são medidas com um voltímetro de alta exatidão, e a resistência R_x obtida de $R_s V_x / V_s$. Com o objetivo de reduzir a presença de voltagens parasitas produzidas por efeito termoelétrico sobre a queda de tensão, a corrente no circuito série é inserida alternadamente nos dois sentidos. A figura 1 mostra a montagem do circuito descrito.

Figura 1 – Esquema do método potenciométrico manual



Anteriormente as medições eram realizadas manualmente, utilizando além dos equipamentos citados, duas chaves em formato “H-H”, uma selecionando a leitura das tensões em R_s e R_x e outra direcionando a corrente elétrica nos dois sentidos (figura 2).

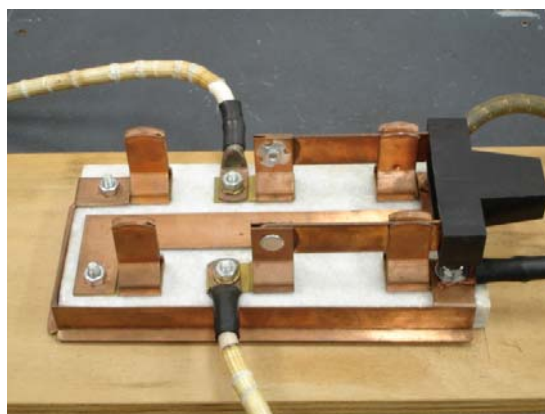


Figura 2 – Chave “H-H” reversora de corrente

Esse processo de calibração necessita do acompanhamento constante de um técnico, visto que sempre será necessária a sua intervenção para realizar as leituras no voltímetro e posicionar as chaves para a posição desejada, tornando o processo de calibração demorado e aumentando a incerteza de medição, pois a corrente pode sofrer flutuações entre medições sucessivas.

Com o objetivo de otimizar o processo e permitir ao técnico maior disponibilidade de tempo para executar outras tarefas em paralelo, foi desenvolvida a automação do método potenciométrico, que permitirá realizar todo o processo sem a necessidade de intervenção do técnico.

2. SISTEMA AUTOMATIZADO

O sistema destina-se à calibração de resistores e shunts de corrente para valores de 0,1Ω, 0,01Ω, 0,001Ω e 0,0001 Ω. A capacidade máxima de corrente é de 100A.

Os resistores podem ser calibrados no ambiente com temperatura controlada em $(23,0 \pm 0,5) ^\circ\text{C}$ e umidade entre 45 e 55% ou em um banho de óleo mineral (figura 3) com estabilidade de $0,1^\circ\text{C}$, utilizado para melhor dissipação térmica dos resistores, evitando variações significativas do valor de resistência ocasionada pela variação de temperatura. O valor do *set-point* do banho de óleo mineral é ajustado manualmente e monitorado por um termômetro digital Guildline 9540.

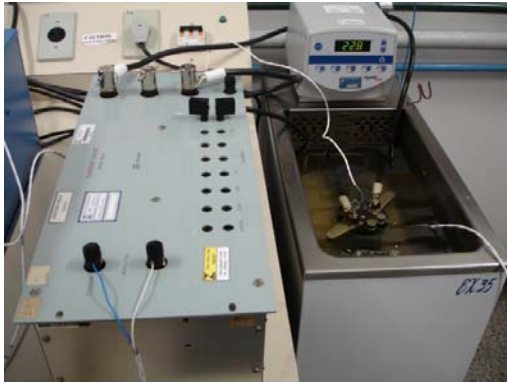


Figura 3 – Shunt e banho de óleo mineral com resistores

Foi desenvolvido um programa baseado na plataforma Labview, tendo por finalidade controlar os instrumentos utilizados na calibração via comunicação GPIB e porta paralela, em conjunto com a utilização de macros do Microsoft Excel para confeccionar uma planilha de cálculos de incertezas.

O programa permite que o técnico tenha visualização instantânea das medições, por meio de uma plotagem em gráficos, verificando a performance da calibração do instrumento sob teste, com valores de tensão contínua e resistência.

A figura 4 permite ter uma visão da tela inicial do programa de automação do método potenciométrico.



Figura 4 – Tela principal do programa

3. INSTRUMENTOS UTILIZADOS

Foram utilizados para o desenvolvimento do sistema os equipamentos listados abaixo:

- Nanovôltemetro Digital modelo Keitley 2182A, com 2 canais para conexões de R_s e R_x .
- Fonte de Corrente modelo MIL 6100A
- Chave Reversora de Corrente modelo MIL 6022
- Interface modelo 6022-A, desenvolvida pelo Laboratório de Resistência do Inmetro, para comandar a Chave Reversora 6022 que não dispõe de comunicação GPIB.
- Termômetro Digital modelo Guildline 9540
- Banho de Óleo Neslab modelo EX-35
- Resfriador de Óleo Neslab modelo FTC 350

A figura 5 mostra um esquema com os instrumentos e suas conexões.

4. PRINCÍPIO DE OPERAÇÃO

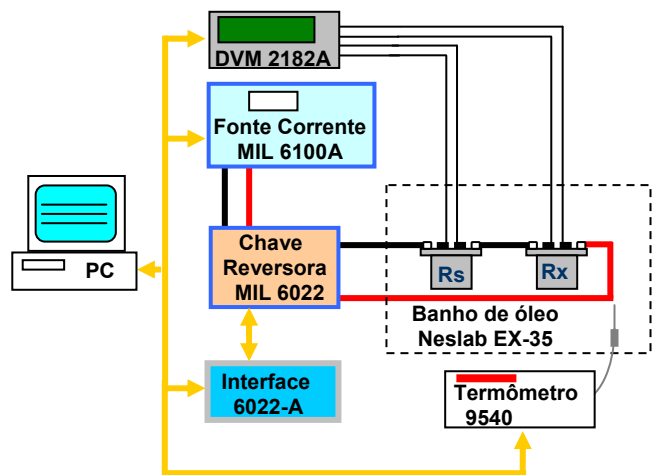


Figura 5 – Diagrama do sistema automatizado

Todas as configurações, como valores de R_s e R_x , faixa de tensões, corrente a ser aplicada (máximo de 100A) e dados do cliente são preenchidas na tela inicial do programa. É realizado manualmente o ajuste de off-set no nanovôltemetro Keitley 2182A.

Terminada essa etapa, o operador aciona o programa para iniciar a calibração. O sistema automatizado insere a corrente contínua definida na tela inicial no circuito série com tempo pré-definido para estabilização do circuito. Decorrido esse tempo, inicia-se a leitura, através do nanovôltemetro digital, das quedas de tensão em R_s e R_x .

Posteriormente, o sistema desabilita a fonte de corrente, para que seja invertido o sentido da mesma no circuito, e aciona a interface 6022-A, a qual comanda a chave reversora 6022, que inverterá a polaridade da corrente. Em seguida, a fonte é novamente habilitada, permitindo a circulação da corrente no sentido oposto. O nanovôltemetro novamente realiza a leitura das quedas de tensão em R_s e R_x . A média dessas quedas de tensão, tanto em R_x quanto em R_s , resultará em V_x/V_s que multiplicado pelo V_{vc} de R_s , definirá o primeiro valor conhecido para R_x . Esse ciclo é realizado dez vezes para definir o V_{vc} (Valor Verdadeiro Convencional) do resistor desconhecido (R_x).

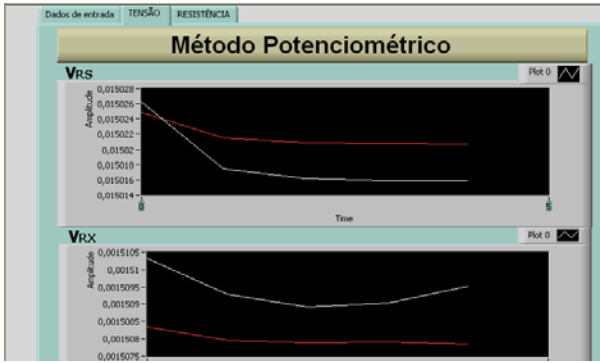


Figura 6 – Plotagem das medidas

O sistema permite a calibração de valores com razões de 1:1, 1:10 e 1:100 atendendo aos vários valores de resistência a serem medidos, o que o torna bastante flexível.

Todas as medidas, (figura 6), realizadas são transferidas automaticamente para o Microsoft Excel, onde recebe o tratamento estatístico com todas as componentes de incerteza oriundas do sistema. A tela das medidas de quedas de tensão em Rs e Rx e o Vvc do Rx (figura 7).



Figura 7 – Calculando o Vvc do Rx

O sistema desenvolvido só permite a calibração de um resistor por vez mas, com a automatização, há considerável redução do tempo gasto, otimizando o processo.

Na figura 8 observamos a chave reversora automática 6022 com as conexões dos cabos para correntes contínuas de até 100A e sua interface 6022-A que permitiram substituir a chave “H-H” manual, possibilitando a automação do processo.



Figura 8 – Interface 6022-A (acima) e Chave Reversora 6022

A interface, desenvolvida pelo laboratório, (figura 8) recebe através da porta paralela do computador os bits codificados do PC que são interpretados e realiza o comando solicitado, ou seja, corrente no sentido direto ou reverso. A interface envia ao PC o status do sentido da corrente, além de supervisionar continuamente o hardware da chave reversora, evitando dessa forma que haja erros durante a medição. No painel frontal da interface há LEDs indicativos para identificar o sentido atual da corrente elétrica atuando no circuito e se a chave reversora 6022 realizou com sucesso os comandos da interface. O programa em Labview aguarda um intervalo pré-estabelecido para a realização das diferentes etapas.

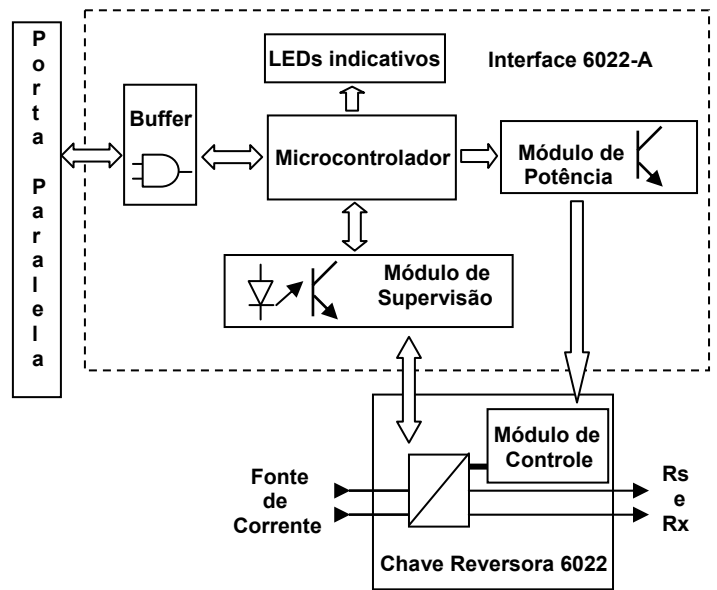


Figura 9 – Diagrama em bloco da Interface 6022-A e Chave Reversora 6022

O nanovôltemetro Keitley 2182A, com dois canais, que através do programa, seleciona a leitura das quedas de tensão nos resistores Rs e Rx, é mostrado na figura 10.



Figura 10 – Nanovôltemetro Keitley 2182A

Na figura 11 temos uma visão geral do sistema automatizado em funcionamento.



Figura 11 – Vista geral do sistema potenciométrico automatizado

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A automação dos procedimentos necessários à calibração de resistores pelo método potenciométrico se traduz em uma melhoria da confiabilidade do sistema, sendo alcançado o objetivo principal.

Inicialmente está sendo utilizada a incerteza do fabricante do nanovôltemetro, pois o mesmo ainda não dispõe de histórico de calibrações. Com isso, a incerteza final permanece praticamente inalterada em comparação com o método manual, e as incertezas finais serão reduzidas quando se dispuser do histórico de calibrações do nanovôltemetro 2182A.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos colegas que apoiaram o projeto, principalmente ao técnico Nelson Melo do Espírito Santo, da Divisão de Acústica do Inmetro.

REFERÊNCIAS

- [1] Micro Engineering Labs, *Pic Basic Pro Compiler* - 2005
- [2] Shibata, Wilson Mitiharu, *Eletrônica Digital: Teoria e Experiência*, 3ª ed. Editora Érica, 1991.
- [3] Santo, Nelson Melo do Espírito, *Treinamento em Labview Básico – Inmetro* - 2005
- [4] Keitley, *Manual do Usuário Nanovôltemetro 2182A*, 2004.
- [5] MIL Measurements International, *Manual de Operação Fonte 6100A*, 2003.
- [6] Guildline, *Manual Técnico Termômetro Digital 9540*, 1994.
- [7] TermoNeslab, *Manual Técnico do Banho de Óleo EX-35 e Resfriador FTC 350*, 2001