



## Projeto de Seletor Eletrônico (*scanner*) para medições de resistência elétrica

Marcos Vinícios dos Santos Garcia

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

**Resumo:** Este trabalho tem a finalidade de apresentar o equipamento desenvolvido pelo Laboratório de Resistência - Lares - do Inmetro, para a automação do método de calibração de resistores padrão que visa otimizar o processo de medição atendendo ao tópico “Automação, validação e produtividade em metrologia elétrica” do VIII Semetro.

**Palavras chave:** resistência, automação, seletor eletrônico.

### 1. INTRODUÇÃO

O Laboratório de Resistência - Lares - do Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – Inmetro realiza calibrações de resistores padrão de  $100\mu\Omega$  a  $1G\Omega$ . Utiliza um resistor padrão (Rs) como referência para a calibração de um ou mais resistores desconhecidos (Rx's).

Na faixa de  $10k\Omega$  a  $1G\Omega$  utiliza uma Ponte Automática de Resistências de Altos Valores que disponibiliza 4 canais na configuração de 4 terminais, permitindo a calibração de até 3 resistores desconhecidos (Rx's), comparados a um único padrão (Rs). Na utilização de 2 padrões, o número de calibrações é reduzido para 2.

O procedimento acima exige a troca frequente de conexões para a calibração de novos resistores. Essa troca é realizada manualmente, e em um instante que nem sempre coincide dentro do horário do expediente, perdendo-se tempo para a realização de novas calibrações.

O objetivo do desenvolvimento do Seletor Eletrônico (*Scanner*) é justamente aperfeiçoar o processo, que dotado de 10 conexões (canais) para resistores, serve de elemento intermediário, permitindo que sejam calibrados até 10 Rx's simultaneamente pela Ponte, aumentando a produtividade dos serviços realizados.

Vale ressaltar que para a calibração de resistores padrão de  $0,1\Omega$  a  $1k\Omega$ , o Laboratório de Resistência dispõe de outro sistema: Ponte Automática de Resistência e *Scanner* de 20 canais, equipamentos adquiridos pelo laboratório. A calibração dos resistores também é realizada na configuração de 4 terminais.

Dessa forma, não apresenta o problema descrito para a faixa  $10k\Omega$  a  $1G\Omega$ , ou seja, limitação do número de canais para a conexão de resistores a serem calibrados simultaneamente.

O presente trabalho visa a descrição do desenvolvimento e operação do equipamento em questão, não tendo a finalidade de aprofundar-se na metodologia empregada na

calibração de resistores, onde existe uma vasta literatura a respeito.

### 2. SELETOR ELETRÔNICO (*SCANNER*)

O *Scanner* SC1000 foi desenvolvido com a finalidade de servir de elemento intermediário de ligação de resistores, décadas resistivas e *transfers* (consiste de conjunto de padrões de mesmo valor, que podem ser ligados em série ou paralelo, produzindo uma série de valores resistivos) a Ponte Automática de Resistências de Altos Valores durante o processo de calibração. O modo de conexão de resistores do *scanner* é igual ao da ponte, ou seja, ligação a 4 terminais.

Todas as conexões de Rs e Rx são na parte traseira, facilitando o manuseio e reduzindo o comprimento dos cabos de medição.

A figura 1 mostra o painel dianteiro do *scanner*, onde todas as informações são mostradas através de display de cristal líquido (LCD) com *back-light* (iluminado), facilitando a visualização das informações.



Figura 1 – Vista do *Scanner* SC1000

Dotado de teclado matricial, permite interação do usuário com as funções do equipamento.

Utiliza um microcontrolador PIC da *Microchip* 16F877A que controla todas as funções, entradas e saídas do equipamento. A linguagem de programação utilizada foi o *PicBasic Pro Compiler* da *microEngineering Labs, Inc.*

O *scanner* seleciona os resistores a serem calibrados pela Ponte na forma sequencial ou pontual. No primeiro caso pode-se calibrar resistores sequencialmente iniciando-se no canal 01 e terminando no canal 10.

No segundo caso, é possível selecionar, através do teclado, o canal do resistor a ser calibrado, lembrando que dessa forma, somente será calibrado um resistor por vez.

Encontra-se em fase de desenvolvimento a comunicação via software, do *scanner* com a Ponte Automática de Resistências de Altos Valores, que já tem software próprio configurado através de computador pessoal (PC).

A figura 2 mostra a comunicação atual da Ponte com o *scanner* que é da seguinte forma: Internamente existe um contador digital que recebe pulsos vindos de um sensor óptico acoplado ao *led* (diodo emissor de luz) do painel frontal da Ponte Automática de Resistências de Altos Valores, que sinaliza, ao acender, o início da medição e, ao apagar, o fim da mesma.

Esse contador é programado para ao final de 5 pulsos, estabelecidos previamente em função das medições efetuadas pela ponte, acionar o módulo de potência interno que selecionará o canal do resistor a ser calibrado pela ponte. Esse módulo contém relés com baixíssima resistência de contato na configuração de matrizes.

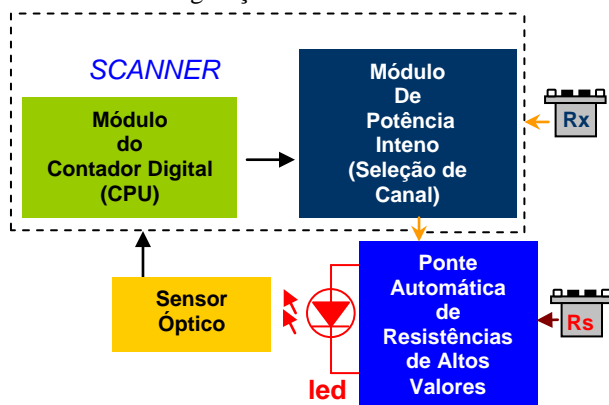


Figura 2 – Diagrama de funcionamento do *scanner* SC1000

A figura 3 mostra a configuração para calibração de resistores utilizando somente a Ponte Automática de Resistência de Altos Valores e, a figura 4, a Ponte Automática de Resistência de Altos Valores + *Scanner* SC1000. Nesses exemplos, considera-se a utilização de apenas um Resistor Padrão ( $R_s$ ) para a calibração dos  $R_x$ 's.

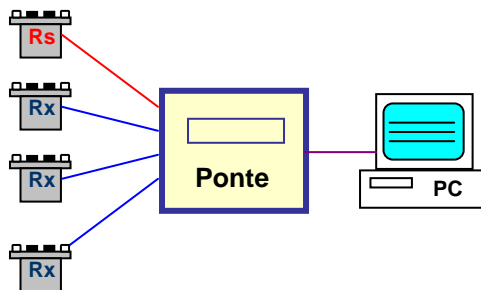


Figura 3 – Calibração de resistores utilizando somente a Ponte Automática de Resistências de Altos Valores

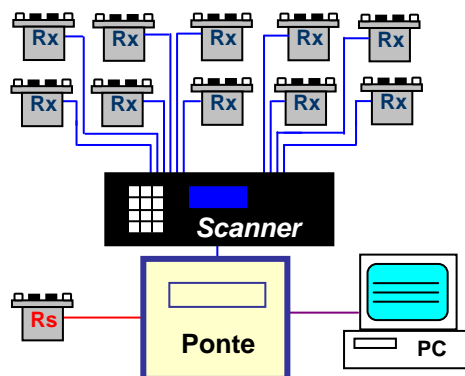


Figura 4 – Calibração de resistores utilizando a Ponte Automática de Resistências de Altos Valores e *Scanner*

A figura 5 mostra o painel traseiro do *scanner* e a ligação do resistor padrão, utilizando cabo blindado.

O *scanner* é equipado com 10 canais para ligação de cada resistor. Todas as blindagens dos cabos devem estar devidamente aterradas.

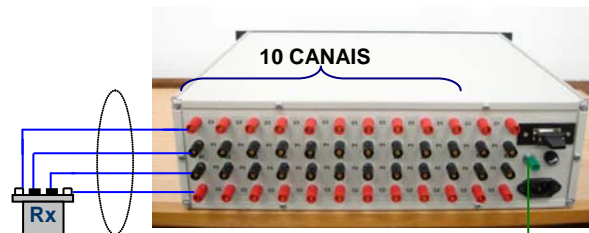


Figura 5 – Ligação a 4 terminais do resistor no *scanner*

### 3. EXPERIMENTO

Com a finalidade de verificar o desempenho do sistema desenvolvido, foram selecionados 3 *transfers*, que consiste de conjunto de 12 resistores padrão individuais (veja figura 6) de 10  $k\Omega$ , 100  $k\Omega$  e 1  $M\Omega$ , padrões de trabalho do Laboratório de Resistência do Inmetro. Foram calibrados 10 resistores padrão de cada *transfer*.

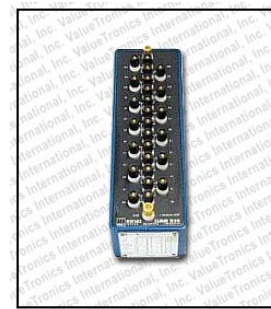


Figura 6 – *Transfer*: conjunto de 12 resistores padrão

A metodologia aplicada na calibração consistiu em executar três séries de 5 (cinco) medições para cada valor ôhmico de cada *transfer*, mesmo procedimento adotado quando se utiliza somente a Ponte.



Figura 7 – *Scanner* acoplado à Ponte Automática de Resistências de Altos Valores

Na figura 7 vemos o *rack* onde estão abrigados, ao centro, o *Scanner*, e abaixo, a Ponte Automática de Resistência de Altos Valores.

#### 4. RESULTADOS OBTIDOS

As calibrações nos diferentes *transfers*, descritos anteriormente, mostraram resultados satisfatórios.

Fizemos comparações entre os dois métodos empregados, ou seja, usando somente a Ponte Automática de Resistência de Altos Valores e a Ponte Automática de Resistência de Altos Valores + *Scanner*.

O *Scanner* foi testado exaustivamente, não apresentando influência nos resultados nos processos de medição já existentes.

Um aspecto importante no projeto do *scanner* foi a blindagem interna de seu circuito eletrônico.

O objetivo principal no processo de automação foi de otimizar o processo de calibração, tendo sido alcançado com êxito. A tabela 1 apresenta a comparação do tempo necessário para realizar a calibração de 3 *transfers*, pelo método convencional usando a Ponte Automática de Resistência de Altos Valores, onde é permitida somente a ligação de 3 resistores, e utilizando-se o *Scanner* SC1000 no processo de calibração.

**Tabela 1 – Comparação entre métodos**

Transfer (Conjunto de 12 resistores padrão)	Método utilizado	
	convencional	<i>scanner</i>
10 k $\Omega$	2 dias	1 dia
100 k $\Omega$	2,5 dias	1 dia
1 M $\Omega$	3 dias	1 dia

#### 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos com a utilização do *Scanner* SC1000 evidenciaram as seguintes vantagens:

- Redução de até 70% no tempo da calibração;
- Ótima relação custo x benefício. O custo do investimento é consideravelmente inferior ao de equipamentos já existentes no mercado internacional;
- Facilidade de *up-grade*, por se tratar de produto desenvolvido pelo Laboratório.

#### AGRADECIMENTOS

Agradeço aos técnicos que apoiaram o projeto, principalmente à equipe da Oficina Mecânica de Precisão do Inmetro.

#### REFERÊNCIAS

- [1] Micro Engineering Labs, Inc., *PicBasic Pro Compiler*, 2005.
- [2] Mike Pedko, *Programming and Customizing PicMicro, second Edition*, McGraw-Hill, 2000.
- [3] Chuck Hellebuyck, *Programming PIC Microcontrollers with PICBASIC*, Newnes, 2003.
- [4] MIL Measurements International, *Manual de Operação da Ponte 6000A*, 1996.
- [5] Microchip, *Datasheet Microcontrolador PIC16877A*, 2006.