

Proposta de metodologia para a realização de verificação em ponta de prova de alta tensão visando garantir a qualidade do instrumento de medição.

Proposal of a methodology for executing high-voltage probe verification to guarantee the quality of the measuring instrument.

Edison Silva Filho, José Carlos Teixeira de Barros Moraes, Miguel Rosa Nunes

Divisão de Ensaios e Calibração do Laboratório de Engenharia Biomédica da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo;

E-mail: edison@leb.usp.br

Resumo: A garantia da qualidade em ensaios está condicionada à confiabilidade dos instrumentos de medição. Esta se alcança através da calibração dos instrumentos em Laboratórios acreditados pela CGCRE (Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro), concomitantemente com as necessárias verificações intermediárias entre calibrações. Algumas verificações são de baixo custo e simples de serem realizadas. Outras necessitam de alternativas mais elaboradas, como ocorre para uma ponta de prova de alta tensão, que tem um custo relativamente alto. O presente trabalho teve como objetivo apresentar um procedimento de verificação intermediária de uma ponta de prova de alta tensão. Os resultados foram aceitáveis.

Palavras-chave: Garantia da Qualidade, Confiabilidade, Verificação intermediária, Ponta de Prova de Alta Tensão.

Abstract: The quality guaranty in tests is conditioned by the reliability of the measuring instruments. This is achieved through the calibration of instruments in Laboratories accredited by CGCRE (Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro), concomitantly with needed intermediate verifications between calibrations. Some verifications are inexpensive and simple to execute. Others require more elaborate alternatives, such as for a high voltage probe that has a relatively high cost. The present work has the objective to present an intermediate verification procedure of a high voltage probe. The results were acceptable.

Keywords: Guarantee the quality, Reliability, Intermediate Verification, High Voltage Probe.

1. INTRODUÇÃO

A Divisão de Ensaios e Calibração do Laboratório de Engenharia Biomédica da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (DEC-LEB/EPUSP) é um Laboratório acreditado pela CGCRE para a realização de ensaios para certificação de equipamentos médicos de acordo com Normas Técnicas da série ABNT NBR ISO IEC 601 [1].

Laboratórios de ensaios e calibração acreditados pela CGCRE devem atender aos requisitos da Norma ABNT NBR ISO/IEC 17025:2005 para manter seus sistemas de gestão da qualidade adequados na realização de suas atividades. Para atender os requisitos normativos e, conseqüentemente, garantir a qualidade dos serviços prestados, os Laboratórios devem efetuar várias tarefas, entre elas o controle de qualidade e a rastreabilidade dos instrumentos de medição, por meio de calibrações, comparações inter e intralaboratoriais e verificações intermediárias entre calibrações. Esta última é necessária para a manutenção da confiança na situação de calibração dos instrumentos de medição e deve ser realizada de acordo com procedimentos definidos pelos Laboratórios. Algumas verificações intermediárias são relativamente simples e rápidas, como comparar diretamente dois instrumentos de medição. Outras verificações necessitam de um processo mais elaborado, seja pela grandeza envolvida e/ou pelo custo associado ao instrumento de medição. Ponta de prova de alta tensão é um exemplo de parte de um instrumento de medição com certo valor agregado e figurante em vários ensaios críticos de medição de tensão elétrica. Realizar sua verificação de funcionamento requer o desenvolvimento de uma metodologia bem definida [1].

Portanto, o presente trabalho teve como objetivo apresentar a sistemática de um método de verificação intermediária em ponta de prova

de alta tensão para corrente alternada e corrente contínua.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para realizar a verificação intermediária em corrente alternada e corrente contínua de uma ponta de prova de alta tensão, foi desenvolvido um método de avaliação com a ponta de prova de alta tensão conjugada a um osciloscópio calibrado e com outra ponta de prova de baixa tensão, realizando comparações entre tensões de altas e baixas amplitudes a partir de uma única fonte de alimentação elétrica. As tensões de alta e baixa amplitudes foram obtidas utilizando um divisor resistivo para dividir a tensão de entrada (V_{in}) na tensão de saída (V_{out}) desejada. A montagem é representada na figura 1 [2].

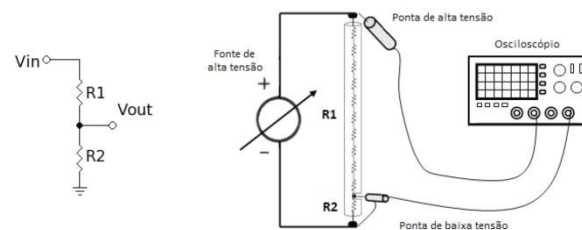


Figura 1: Diagrama esquemático para avaliação de ponta de prova de alta tensão por comparação de altas e baixas tensões.

Um osciloscópio (Tektronix, modelo MDO 3014) foi utilizado para a realização da verificação, no qual um dos canais disponíveis foi conectado a uma ponta de prova de baixa tensão marca Tektronix, modelo TPP0250 e no outro canal a ponta de prova atenuadora de 1000:1 marca Tektronix, modelo P6015A, o objeto da verificação.

Os valores dos resistores R1 e R2 do divisor resistivo foram escolhidos como sendo de 10 M Ω e 10 K Ω , respectivamente. Os resistores foram selecionados e medidos para se obter uma tolerância não superior a 1%.

Como fonte de alimentação elétrica foi utilizado um transformador regulador de tensão

associado com um transformador elevador com entrada de 220 V e saída de 30 KV, ambos da marca Auje. Para realizar a verificação em corrente contínua, tanto positiva como negativa, foi montado um circuito retificador de meia onda e um filtro passa baixas. Este filtro utilizou um capacitor de 32 uF da marca Epcos em conjunto com uma chave e um resistor não indutivo de 100 Ω e 500 W de potência para a descarga do capacitor, como mostra a figura 2.

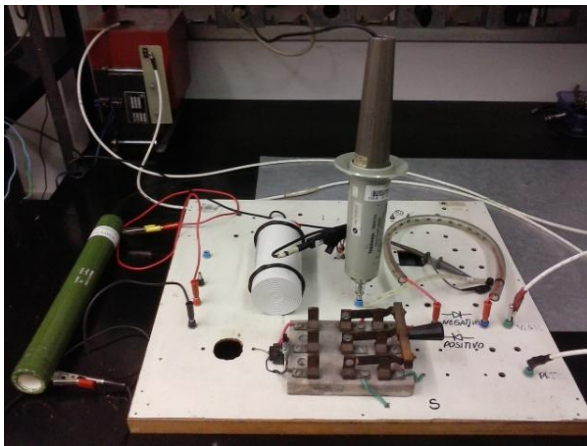


Figura 2: Montagem para a verificação da ponta de alta tensão em corrente contínua.

Os valores de tensão adotados para verificação da ponta de prova de alta tensão foram de 500 V a 5 KV em passos de 500 V. O capacitor utilizado foi o componente limitador da tensão de ensaio, pois é especificado para no máximo 5500 V. Porém, as tensões adotadas são as mais utilizadas nos ensaios executados pela DEC-LEB/EPUSP, que normalmente não ultrapassam esse limite.

Cada tensão de ensaio em corrente alternada necessária foi ajustada através do transformador regulador, de maneira a fornecer na saída do transformador elevador a tensão desejada. No caso das tensões de ensaio em corrente contínua, a tensão de saída do transformador elevador foi retificada e filtrada pelo capacitor para realizar-se a medição, a qual foi realizada com o uso do osciloscópio, onde a tensão V_{in} corresponde à tensão na ponta de prova de alta tensão e a tensão

V_{out} é a tensão na ponta de prova de baixa tensão, como mostra a figura 3 para tensão alternada.

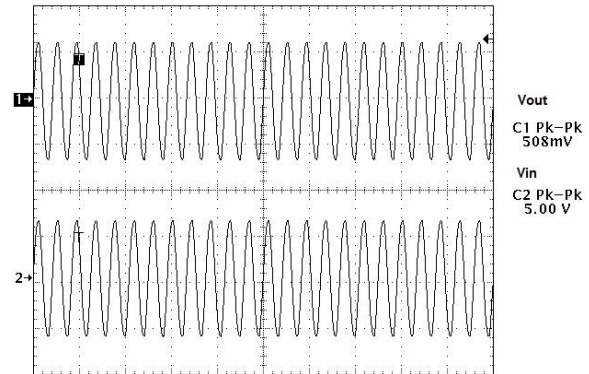


Figura 3: Medidas de tensões alternadas em um divisor resistivo utilizando osciloscópio com ponta de prova de baixa tensão (C1) e ponta de prova de alta tensão (C2).

Sabendo-se o valor de V_{out} e dos resistores $R1$ e $R2$, foi determinada para cada valor V_{out} a correspondente tensão de entrada calculada ($V_{in\text{cal}}$), através da relação entre os valores dos resistores do divisor de tensão com a tensão de saída (V_{out}) medida pelo osciloscópio, como descrito em (2.1):

$$V_{in\text{cal}} = \left(\frac{R1 + R2}{R2} \right) \times V_{out} \quad (2.1)$$

onde:

$V_{in\text{cal}}$ = valor da alta tensão calculada;

$R1$ = resistor de 10M Ω ;

$R2$ = resistor de 10k Ω ;

V_{out} = valor da tensão medida com a ponta de prova de baixa tensão.

Os valores medidos de V_{in} e os resultados dos cálculos de $V_{in\text{cal}}$ foram comparados para determinar a diferença df , em porcentagem, entre V_{in} e $V_{in\text{cal}}$ calculada de acordo com a equação (2.2) para cada medida.

$$df = \left(\frac{V_{in}}{V_{in\text{cal}}} - 1 \right) \times 100 \quad (2.2)$$

O critério de aceitação dos resultados adotado pelo Laboratório levou em consideração o valor de *df*. Para tensões menores que 1000 V foi adotado que *df* deveria ser menor que $\pm 1,5\%$. Para tensões maiores ou iguais a 1000 V o valor máximo aceitável foi de $\pm 3\%$ [3].

3. RESULTADOS

As tabelas 1, 2 e 3 apresentam os resultados da verificação da ponta de prova de alta tensão com tensões contínuas e alternadas.

Tabela 1: Resultado da medição para tensão alternada.

Resultados (Vac)					
V _{in} (V)	V _{inca} (V)	df (%)	V _{in} (V)	V _{inca} (V)	df (%)
512	516	0,78	3000	3043	1,41
1010	1031	2,04	3520	3563	1,21
1500	1521	1,38	4000	4084	2,06
2000	2042	2,06	4560	4644	1,81
2520	2522	0,08	5000	5085	1,67

Tabela 2: Resultado da medição para tensão com corrente contínua positiva.

Resultados (Vdc)					
V _{in} (V)	V _{inca} (V)	df (%)	V _{in} (V)	V _{inca} (V)	df (%)
500	495	1,01	3000	3003	0,10
1000	1001	0,10	3520	3523	0,09
1500	1501	0,07	4000	4004	0,10
2000	2002	0,10	4520	4564	0,96
2500	2502	0,08	5000	5045	0,89

Tabela 3: Resultado da medição para tensão com corrente contínua negativa.

Resultados (Vdc)					
V _{in} (V)	V _{inca} (V)	df (%)	V _{in} (V)	V _{inca} (V)	df (%)
500	505	0,99	3000	3003	0,10
1000	1001	0,10	3520	3523	0,09
1520	1521	0,07	4000	4084	2,06
2000	2002	0,10	4520	4564	0,96
2520	2522	0,08	5000	5045	0,89

4. DISCUSSÃO

A metodologia utilizada possibilitou garantir a confiabilidade do instrumento de medição constituído pelo osciloscópio e ponta de alta tensão. Ao analisar os resultados finais por meio da comparação com o critério adotado e exigido do documento normativo, foi verificado que todos os resultados obtidos foram aceitáveis.

A metodologia proposta pode ser utilizada ou nas verificações intermediárias entre calibrações ou quando uma nova ponta de prova de alta tensão for adquirida e ser necessária sua verificação de funcionamento ou, até mesmo, quando o dispositivo de medição está aguardando calibração e necessita ser utilizado com confiabilidade metrológica.

5. CONCLUSÃO

A metodologia adotada nesta verificação de ponta de prova de alta tensão foi aprovada e a validação satisfatória, mostrando inclusive, que o dispositivo de medição estava em plena condição de uso.

6. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA:

- [1] ROSA, D. A. O. **Gerenciamento de Risco Aplicado a Procedimentos de Ensaios de Equipamentos Eletromédicos**. 2012. Dissertação de Mestrado – Universidade de São Paulo.
- [2] NUNES, MIGUEL ROSA – **Validação de processo de ensaios de equipamentos eletromédicos destinados ao monitoramento, estimulação e cardioversão cardíaca segundo a série de normas técnicas ABNT NBR IEC 60601**. 2012. Dissertação de Mestrado – Universidade de São Paulo.
- [3] INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION **IEC TR 62354: General testing procedures for medical electrical equipment**, 2014