

PROJETO DE INSTRUMENTAÇÃO PARA MEDIÇÃO DE CORRENTE E TENSÃO EM PROCESSOS DE SOLDAGEM

Débora Debiaze de Paula¹; Paulo Jefferson Dias de Oliveira Evald²; Eduardo do Amaral Leivas³; Jusoan Lang Mór⁴; Rodrigo Zelir Azzolin⁵

¹Universidade Federal do Rio Grande – deboradebiaze@yahoo.com.br

²Universidade Federal do Rio Grande – paulo.evald@gmail.com

³Universidade Federal do Rio Grande – eduardo.doal@gmail.com

⁴Universidade Federal do Rio Grande – jusoan66@gmail.com

⁵Universidade Federal do Rio Grande – rodrigoazzolin@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

A qualidade faz parte do cotidiano do consumidor e dos empresários. Empresas que não desenvolvem a excelência e qualidade na prestação de serviço e produtos têm seu mercado prejudicado (SILVA, 2004). No caso de produtos que compreendam automação e controle de sistemas, para que haja uma real qualidade é fundamental e primordial medição correta. Segundo (AURÉLIO, 2016), medir é determinar ou verificar, tendo por base uma escala fixa, a extensão, medida ou grandeza. Assim, grande parte das medições não pode ser feita apenas verificando visualmente uma quantidade, sendo necessária a utilização de algum instrumento de medição. Esse modo de comparação é chamado de calibração, pois conforme (VIM, 2004) calibração é um conjunto de operações que estabelece a relação entre os valores indicados por um instrumento de medição ou sistema de medição ou valores representados por uma medida materializada ou um material de referência e o valor correspondente das grandezas estabelecido por padrões. Posto isto, a calibração possibilita analisar as incertezas do processo de medição, além de identificar os desvios entre os valores mostrados por um instrumento e os valores padronizados como verdadeiros.

Este trabalho trata da descrição da instrumentação projetada para a medição de corrente e tensão de soldagem em equipamentos de solda industrial. Além disso, é também apresentado o projeto de uma fonte simétrica para correta alimentação dos sensores de tensão e corrente. Neste contexto foram obtidas curvas características dos transdutores, bem como análise de linearidade, ruído e calibração dos mesmos. O objetivo principal deste trabalho é detalhar a instrumentação utilizada prezando pela qualidade do sinal medido.

2. METODOLOGIA

A correta calibração de um sensor é fundamental para seu uso. Portanto, foram realizados ensaios para calibração dos transdutores e verificação da presença de ruídos inerentes aos mesmos. Contudo, para que os transdutores funcionem adequadamente, os mesmos devem ser alimentados por uma fonte simétrica, ou seja, uma fonte que fornece uma tensão positiva, negativa e GND (*ground*). Os transdutores de corrente e tensão exigem para alimentação $\pm 12V$ e $\pm 15V$, respectivamente, além do GND. Com base nessas tensões, uma fonte foi construída para atender a necessidade de alimentação dos dois transdutores. Nessa fonte foi utilizado um transformador (trafo) elétrico isolado e simétrico (LIM et Al, 2008), cujo enrolamento secundário apresenta uma derivação e consequentemente disponibiliza duas saídas de 15V. Esse transformador tem função de reduzir a amplitude da tensão da rede monofásica de 127V para 15V

em cada uma de suas derivações. Em sequência é utilizada uma ponte retificadora monofásica de onda completa a diodos para se obter os níveis de tensão contínuas de +15V e -15V com relação ao ponto comum do enrolamento do secundário do transformador. Para se reduzir os efeitos de oscilações da rede de distribuição são utilizados capacitores para estabilizar a tensão. Tais capacitores também colaboram com a redução do ruído nas variáveis medidas. Além disso, foram utilizados reguladores 7812 e 7912 para se obter níveis de +12V e -12V em relação ao ponto comum. Sendo assim, com esta fonte foram disponibilizadas as tensões simétricas de $\pm 15V$, $\pm 12V$ com relação ao ponto comum ou GND ou 0V. O esquema da fonte construída é apresentado na Figura 1.

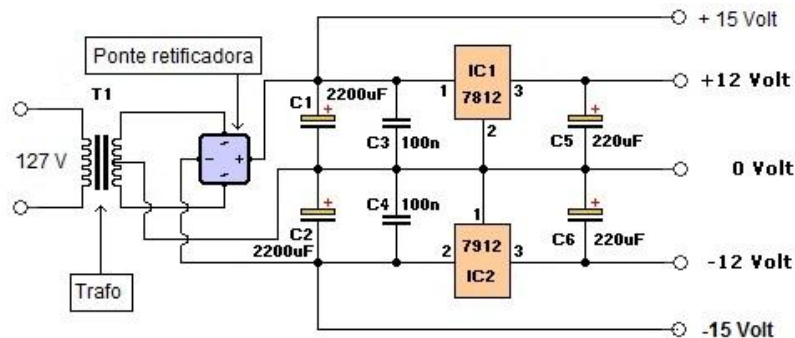


Figura 1 – Esquema da fonte simétrica.

A medição da corrente de soldagem é realizada pelo transdutor de tensão LEM DVL 250, o qual é capaz de medir tensões tanto contínuas quanto alternadas desde -375 até 375V. Para o ensaio de calibração do transdutor de tensão LEM DVL 250, duas fontes de alimentação foram ligadas em série, permitindo que a tensão de entrada ao transdutor alcançasse 120V, de acordo com a Figura 2. Um microcontrolador do tipo Arduino foi utilizado para medir os sinais dos transdutores, além disso, ressalta-se que o GND da fonte de alimentação do transdutor e do microcontrolador estavam sendo compartilhados, para obter o mesmo referencial de terra. Foi utilizado um resistor de 120Ω no canal de medida do transdutor de tensão para evitar possíveis danos ao microcontrolador, o que impôs um limite de 208,3V na entrada do transdutor. A tensão medida pelo transdutor foi obtida a partir de duas fontes de alimentação em série, variando a tensão de 10 em 10V. Essa medida foi verificada por um voltímetro, o qual foi considerado como dispositivo padrão para a calibração do instrumento. A corrente de saída do transdutor gera uma tensão sobre o resistor e essa tensão foi lida pelo microcontrolador. No microcontrolador essa tensão foi convertida em valores digitais, de 0 à 1023. Portanto, foi necessário tratar esses dados com a finalidade de obter equações que relacionem o valor digital com a tensão de entrada do transdutor. Para tal, foi utilizada a ferramenta *Curve Fitting*, do software Matlab.

A medição da tensão de arco do processo de soldagem foi realizada pelo transdutor de corrente LEM HTR 500-SB, o qual é capaz de medir correntes tanto contínuas quanto alternadas de até 500A. Para o ensaio de calibração do transdutor de corrente LEM HTR 500-SB, foi utilizado um equipamento de soldagem. O transdutor de corrente foi conectado ao cabo que conduz a corrente proveniente de uma fonte de energia até a tocha de soldagem, considerando a conexão convencional, ou seja, eletrodo como terminal positivo e a mesa como terminal negativo, de acordo com a Figura 3. O processo de soldagem realizado para calibração do transdutor foi TIG (*Gas Inert Tungsten*), pois mantém a

corrente constante à custo de variações na tensão fornecida pela fonte de energia. Ressalta-se que um transdutor é um dispositivo capaz de transformar uma forma de energia em outra, ou seja, a saída do transdutor mensurado deve ser de 0 à 4V.



Figura 2 – Disposição dos equipamentos para realização dos ensaios de calibração do transdutor de tensão.

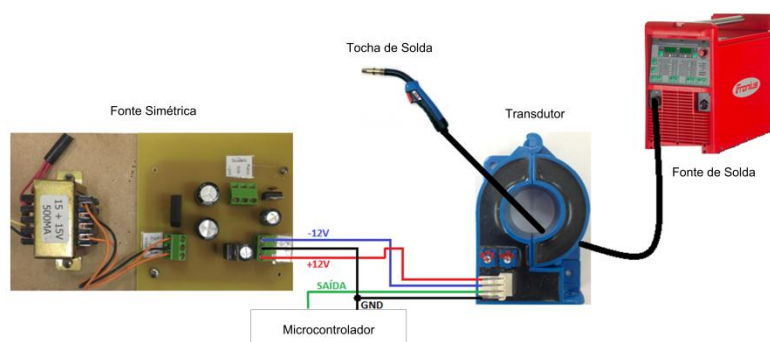


Figura 3 – Disposição dos equipamentos para realização dos ensaios de calibração do transdutor de corrente.

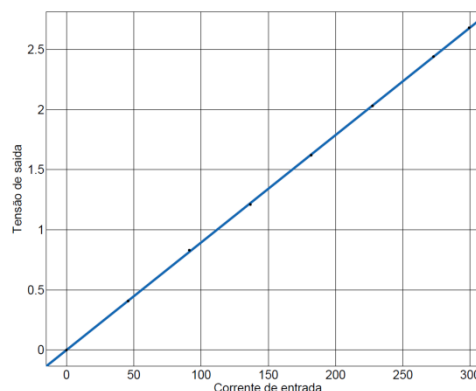
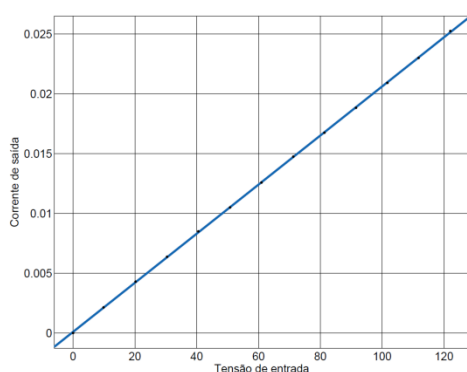
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A calibração com os transdutores de tensão foi realizada com auxílio de fontes de alimentação de corrente contínua de bancada. Já a calibração dos transdutores de corrente foi realizada no laboratório de soldagem. O transdutor de tensão tem como saída corrente de -75 à 75mA. Foram calibrados dois transdutores de tensão e as equações que relacionam a tensão de entrada ($V_{entrada}$) e a corrente de saída (I_{saida}) em cada um dos transdutores de tensão foram iguais. Esta relação apresentou boa linearidade e a equação que a representa foi obtida com auxílio da ferramenta *Curve Fitting* apresentada em (1). Essa relação linear é mostrada no gráfico da Figura 4(a).

$$I_{saida} = 0,0002052 \times V_{entrada} + 9,714 \times 10^{-5} \quad (1)$$

Assim como o teste de calibração dos transdutores de tensão, foram calibrados dois transdutores de corrente. Os transdutores de corrente tem saída de -4 à 4V. A relação de corrente de entrada ($I_{entrada}$) e tensão de saída (V_{saida}) desses transdutores se mostrou linear e é mostrada em (2) e graficamente na Figura 4(b).

$$V_{saida} = 0,008941 \times I_{entrada} - 0,0006491 \quad (2)$$



(a) Curva de calibração do transdutor de tensão.

(b) Curva de calibração do transdutor de corrente.

Figura 4 - Curva de calibração dos transdutores.

4. CONCLUSÕES

O objetivo deste trabalho é apresentar a instrumentação para medição de corrente e tensão de um equipamento de solda e a construção de uma fonte simétrica para alimentação de transdutores de tensão e corrente. Foi realizada a descrição da construção do *hardware* dessa fonte, que se mostrou eficiente na alimentação de até dois transdutores simultaneamente.

Foi realizada a calibração de quatro transdutores sendo alimentados por essa fonte construída, em ensaios individuais. A fonte alimentou eficientemente os transdutores. Em relação aos ensaios de calibração foram obtidos a relação das medidas de entrada pela medida saída e tratadas adequadamente no microcontrolador Arduino. Também foram obtidas equações de relação das grandezas de entrada pelo valor digital gerado no microcontrolador, mas não foi mostrado por questões de prioridade de espaço no trabalho. A partir dos resultados foi possível observar boa relação de linearidade entre o valor medido e o sinal de saída em todos os transdutores, bem como baixo nível de ruído, o que colabora com a qualidade da instrumentação proposta neste trabalho.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

AURÉLIO, Dicionário de língua portuguesa, disponível em: <https://dicionariodoaurelio.com/>, acessado 29/07/2016.

LIM, C. C.; et Al. Fully Symmetrical Monolithic Transformer (True 1 : 1) for Silicon RFIC. IEEE TRANSACTIONS ON MICROWAVE THEORY AND TECHNIQUES, v.56, n.10, p. 2301 – 2311, 2008.

SILVA, L. R. O.; ALVES, Marcelo Lima. A Calibração periódica de Instrumentos de Medição e padrões e Suas Relações com Custos e Benefícios. ENQUALAB Encontro para Qualidade de Laboratórios. São Paulo, 2004.

VIM, ISO; International vocabulary of basic and general terms in metrology (VIM), International Organization, v. 2004, p. 09-14, 2004.