

## **SISTEMA DE ACIONAMENTO DE UMA CÂMERA DE ALTA VELOCIDADE E SINCRONIZAÇÃO COM O SISTEMA DE MULTI-SENSORIAMENTO EM PROCESSOS DE SOLDAGEM LINEAR ROBOTIZADA**

Débora Debiaze de Paula<sup>1</sup>; Jusoan Lang Mór<sup>2</sup>; Paulo Jefferson Dias de Oliveira  
Evald<sup>2</sup>; Cristiano Rafael Steffens<sup>2</sup>; Andreyana Sárila Ramos Ferreira<sup>2</sup>;  
Rodrigo Zelir Azzolin<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Rio Grande – [deboradebiaze@gmail.com](mailto:deboradebiaze@gmail.com)

<sup>2</sup>Universidade Federal do Rio Grande –

[\(jusoan66;paulo.evald;steffens.bola;andreynasrf\)@gmail.com](mailto:(jusoan66;paulo.evald;steffens.bola;andreynasrf)@gmail.com)

<sup>3</sup>Universidade Federal do Rio Grande – [rodrigoazzolin@gmail.com](mailto:rodrigoazzolin@gmail.com)

### **1. INTRODUÇÃO**

Para muitas aplicações científicas ou industriais, os sistemas de soldagem são de vital importância. Por exemplo, a excelência da soldagem de equipamentos aeroespaciais é fundamental para envio desses equipamentos nesses ambientes. Já em se tratando de aplicações industriais, o setor manufatureiro, como a área automobilística, é um dos que mais utiliza processos de soldagem (BINGUL; COOK, 2006). Esses são apenas alguns exemplos de processos de soldagem que podem apresentar altos níveis de complexidade para sua correta execução.

Em processos industriais que requerem a união de metais, como chapas para construção de navios, as dimensões e propriedades do chanfro, por exemplo, refletem diretamente nas atitudes de controle da corrente ou tensão da fonte de energia. Em caso de um processo de soldagem com alimentação contínua de eletrodo consumível, como MIG (*Metal Inert Gas*), deve-se considerar também a velocidade de alimentação de arame. Para o processo citado, as dinâmicas são altamente acopladas, o que reforça a necessidade de um controle preciso e robusto. Para tal, geralmente o controlador age sobre o regime de oscilação da tocha de soldagem e na regulação da velocidade do alimentador de arame, para manter a qualidade dos cordões de solda (MÓR et al., 2016).

Nos processos de soldagem, a visão pode fornecer dados de diferentes naturezas. Um especialista pode determinar a qualidade de uma junta soldada pelos seus aspectos e características visuais, como forma, tamanho, posição e suas descontinuidades. Para tal, normas de regulamentação dos processos de soldagem têm, por exemplo, critérios de aceitação que são obtidos apenas por inspeções visuais (MOTA et al., 2013). Assim, a utilização de visão computacional pode contribuir para aquisição das informações visuais e facilitar a identificação de descontinuidades no cordão de solda, bem como captar imagens do processo para análise, o que não é possível durante a soldagem.

Sendo assim, este trabalho tem como objetivo apresentar um sistema de medição da corrente de soldagem, tensão de arco e velocidade do arame. Além disso, uma câmera de alta velocidade foi integrada ao sistema de medição, para futura análise das dinâmicas do processo e com isso, aferir possíveis indicativos de descontinuidades no cordão. Através dessa análise, serão atribuídas atitudes de controle, para evitar que os fenômenos que causaram as descontinuidades ocorram novamente.

## 2. METODOLOGIA

O sistema de medição foi construído com os seguintes equipamentos: uma placa de prototipagem *Arduino* MEGA, uma câmera de alta velocidade *Phantom Miro R-Series*, um transdutor de corrente e um transdutor de tensão, modelos HTR500-SB e DVL 250, respectivamente, ambos fabricados pela LEM, e um *Encoder* Incremental E30.

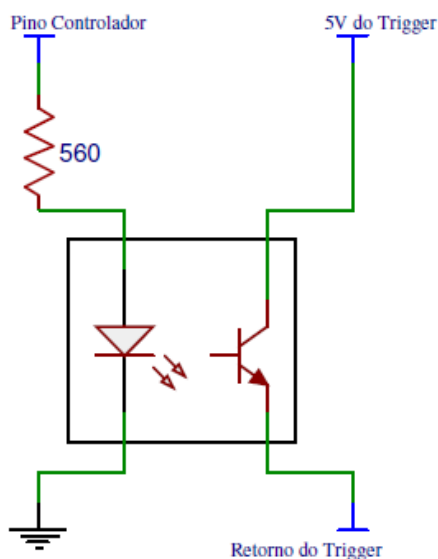
O *Arduino* é responsável pelo disparo sincronizado da câmera e do sistema de medição de corrente, tensão e velocidade do arame. Uma função de interrupção de 1kHz é utilizada para manter a sincronia das informações coletadas, assim como a taxa de aquisição dos *frames* da câmera.

Os transdutores são utilizados para a medição da corrente de soldagem e da tensão de arco. Já o *encoder* incremental, que é um dispositivo eletromecânico utilizado para fornecer sinais de *feedback* em aplicações de controle de movimento, pode disponibilizar os seguintes tipos de informação acerca de mecanismos rotativos ou lineares: direção de rotação, posição e velocidade. No que se refere ao projeto, o mesmo é utilizado para medição da velocidade que o arame sai do alimentador de arame.

Por fim, a utilização da câmera de alta velocidade permite a identificação visual da relação entre as variáveis de soldagem e a de deposição do arame fundido. Assim, pode-se observar os efeitos da oxidação, do desalinhamento do chanfro, o ângulo da tocha, sincronizado as demais medidas e analisar seus efeitos conjuntos em cada instante, permitindo identificar discontinuidades no cordão de solda.

Para o acionamento automático da câmera, foi desenvolvido um pequeno circuito, utilizando um foto-acoplador, conforme Figura 1. Assim, não é necessário que o botão externo da câmera (*Trigger*) seja pressionado para seu acionamento. Com isso, é necessário apenas um simples comando por linhas de código no *Arduino* para iniciar a filmagem e garantir a coleta de dados de forma sincronizada. Este circuito foi soldado a um cabo, juntamente com um conector BNC. Além disso, a câmera controla o acionamento de um *laser*, que é responsável por iluminar o arco e assim permitir uma correta filmagem da solda.

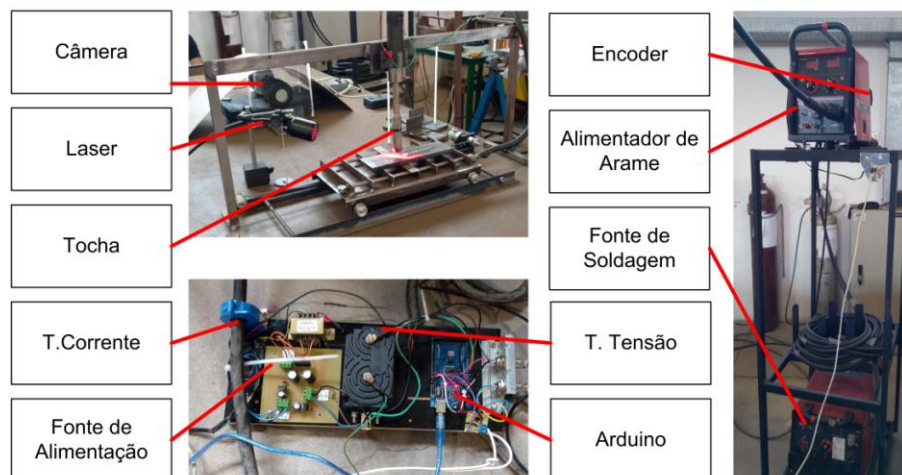
Figura 1 – Circuito de acionamento do *Trigger*



### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O sistema de testes proposto para a coleta dos dados é mostrado na Figura 2.

Figura 2 – Disposição dos equipamentos utilizados

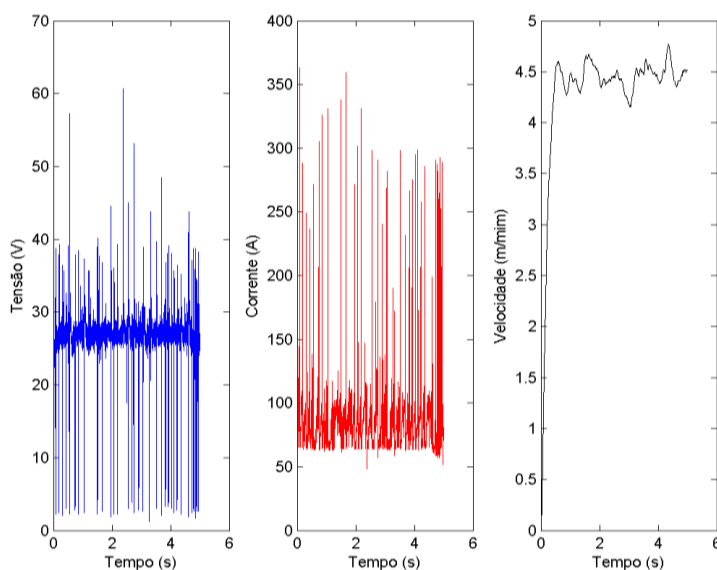


Conforme mencionado, o *Arduino* é responsável pelo disparo sincronizado da câmera, coleta das medições dos transdutores e *encoder*. A sincronia é importante, pois, cada *frame* da câmera corresponde a um valor elétrico e mecânico coletado. Nos testes realizados, a câmera é focada na tocha de soldagem (Figura 3). A taxa de aquisição pode ser variada entre 1 e 5kHz, sendo a duração da aquisição limitada pela quantidade de memória disponível nos dispositivos. Como o *Arduino* MEGA possui pouca memória, os dados são enviados via porta serial para o um disco externo, armazenados em arquivos de texto, para posterior análise, conforme o gráfico mostrado na Figura 4.

Figura 3 – Imagem obtida da câmera com foco na tocha de soldagem



Figura 4 – Gráficos da coleta de tensão, corrente e velocidade de arame



#### 4. CONCLUSÕES

Neste trabalho foi apresentado um sistema de acionamento e sincronia de uma câmera de alta velocidade com medição dos seguintes parâmetros: tensão de arco, corrente de soldagem e velocidade de arame. Para tal, foi construído um circuito para permitir a sincronização da câmera com o sistema de monitoramento pelo *Arduino*. Esse sistema ainda será aprimorado, apesar de o mesmo ter demonstrado resultados positivos. Sendo assim, mais testes serão realizados, principalmente para a validação da sincronização dos dispositivos.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BINGUL, Z.; COOK, G. E. (2006). **A real-time prediction model of electrode extension for gmaw**, Mechatronics, IEEE/ASME, Transactions on 11(1): 47-54.
- MÓR, J.L., EVALD, P.J.D.O., STEFFENS, C.R., LEONARDO, B.Q., BOTELHO, S.S.C.; AZZOLIN, R.Z. (2016). **Uma Contribuição para o Controle de Velocidade de um Robô Soldador**, CBA 2016.
- MOTA, C.P., MACHADO, M.V.R., NETO, R.M.F., VILARINHO, L.O. (2013). **Sistema de Visão para Monitoramento dos Processos de Soldagem através do uso de câmera com baixo tempo de exposição**. In: 7º Congresso Brasileiro de Engenharia de Fabricação (COBEF2013). 2013. p. 1-9.