

Trabalho Prático N°:

Curvas Características do Arco e de Fontes

1. Objetivos:

- Levantar curvas características estáticas do arco e de fontes de energia para soldagem e estudar a constituição do arco elétrico em um eletrodo não consumível.

2. Revisão Teórica:

A curva característica do arco mostra, para um dado comprimento de arco e outras condições de soldagem fixas, a relação entre os valores médios de tensão e corrente necessários para a sua operação. A curva característica do arco difere muito da curva de uma resistência comum, para a qual vale a Lei de Ohm ($V = Ri$) e que tem o formato de uma reta passando pela origem. A curva do arco passa por valor mínimo de tensão para valores intermediários de corrente, aumentando tanto para maiores como menores correntes (figura 1). A curva característica do arco é muito importante pois indica, para uma dada condição de operação, os valores médios de corrente e tensão necessários para o seu funcionamento e que devem ser fornecidos pela fonte de energia que está sendo usada. A posição e formato da curva dependem de fatores como o tamanho, forma, material e temperatura dos eletrodos, da composição do gás de proteção, da pressão ambiente e do comprimento do arco (l_a).

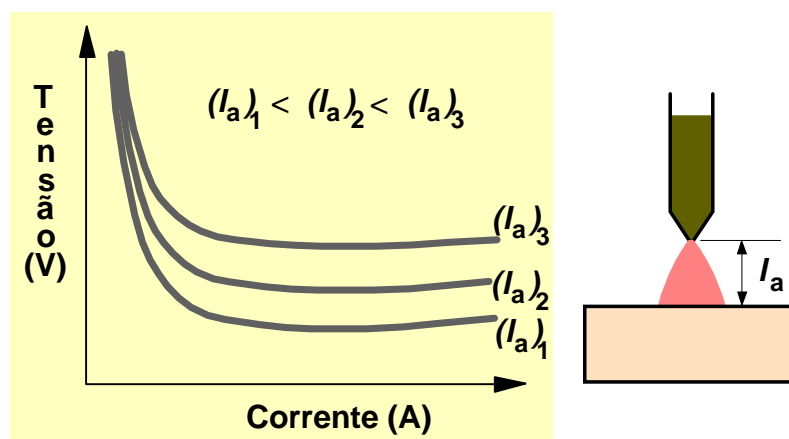


Figura 1 – Curvas características esquemáticas do arco no processo GTAW.

De modo similar, define-se uma curva característica de uma fonte de energia para soldagem como a relação entre os valores médios de tensão e corrente que esta é capaz de fornecer com uma regulagem específica (figura 2). A forma e posição desta curva depende das características da fonte e de sua regulagem. As fontes de energia para soldagem são usualmente divididas em fontes de corrente ou de tensão constante, sendo cada tipo adequado para certos processos de soldagem a arco. Em uma operação de soldagem, os valores médios de corrente e tensão serão aqueles correspondentes ao ponto de interseção das curvas características do arco e da fonte (figura 3).

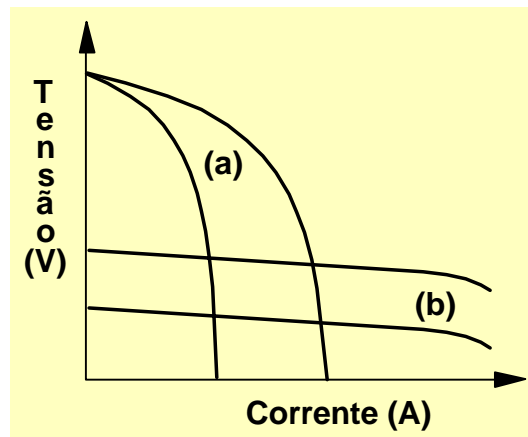


Figura 2 – Curvas características de fontes de energia. (a) Curvas de uma fonte de corrente constante e (b) de uma fonte de tensão constante.

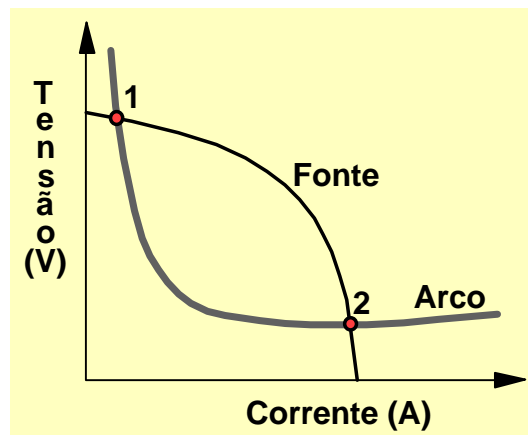


Figura 3 – Curvas características do arco e da fonte de energia e pontos possíveis de operação (1 e 2). Pode-se mostrar que o ponto 1 é instável e que o processo opera no ponto 2.

Uma curva característica do arco pode ser obtida mantendo-se as suas condições operacionais (comprimento de arco, tipo e vazão do gás de proteção e condições do eletrodo e da peça) constantes, variando-se a regulagem da fonte e medindo-se os valores médios de corrente e tensão obtidos para cada regulagem (figura 4). É possível se manter as condições na peça aproximadamente invariáveis utilizando-se como peça um bloco de cobre (metal de elevada condutividade térmica) resfriado a água. Uma curva característica de uma fonte pode ser obtida de modo similar, mantendo-se a regulagem desta e ligando-a a cargas de diferente resistência (figura 5). Devido às flutuações comuns nas condições do arco, este não é normalmente utilizado como carga na determinação de curvas características de fontes. Em seu lugar, é mais comum se trabalhar com uma resistência metálica refrigerada ou com um banho contendo uma solução salina.

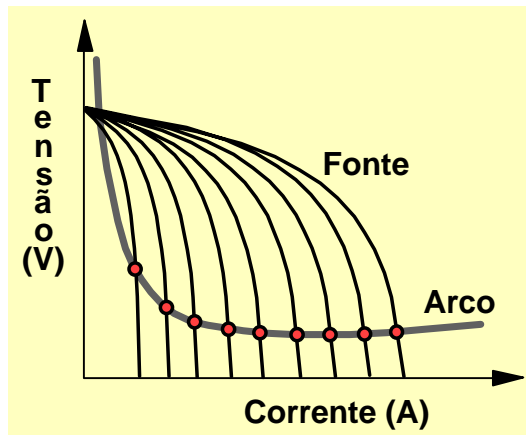


Figura 4 – Construção de uma curva característica do arco (pontos vermelhos) variando-se a regulagem da fonte.

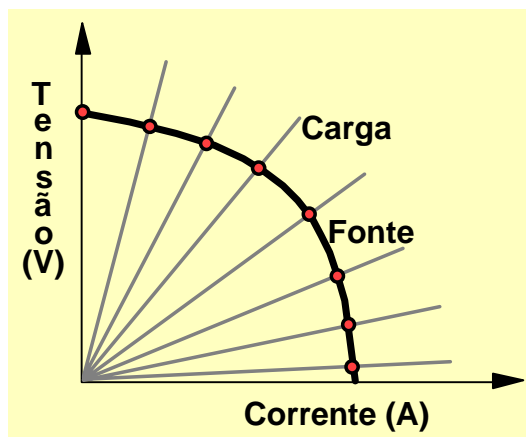


Figura 5 – Construção de uma curva característica de fonte (pontos vermelhos) com cargas de diferentes valores de resistência.

3. Metodologia:

(a) Curva característica do arco (processo GTAW):

- Inicialmente os alunos e o instrutor discutem os objetivos, a parte teórica e a metodologia do trabalho. O instrutor mostra os equipamentos e explica a sua operação. As principais variáveis do processo (tipo e diâmetro de eletrodo, ângulo de sua ponta, comprimento do eletrodo, tipo e vazão de gás de proteção, tipo de corrente, etc.) são discutidas. As que serão estudadas são selecionadas.
- Os alunos preparam a montagem (figura 6), verificam as ligações elétricas e a colocação dos sensores.

- Os alunos ligam a refrigeração do bloco de cobre, ajustam o comprimento do arco e outras variáveis. O arco é iniciado com uma corrente de cerca de 100A. Como o ignitor de alta frequência não deve ser usado, um eletrodo de tungstênio de tungstênio é utilizado para abrir o arco.
- A corrente é ajustada para 200A e a coleta de dados (valores de corrente e tensão) iniciada. A corrente é reduzida progressivamente em intervalos de cerca de 10A, esperando após cada redução, entre 3 a 5s para os valores de corrente e tensão se estabilizarem. Quanto a corrente atingir cerca de 10A, extingui-se o arco. Os dados coletados são usados para construir a curva característica.
- Conforme planejado com o instrutor, alguma variável do processo (por exemplo, o comprimento do arco) é variada e o experimento repetido.

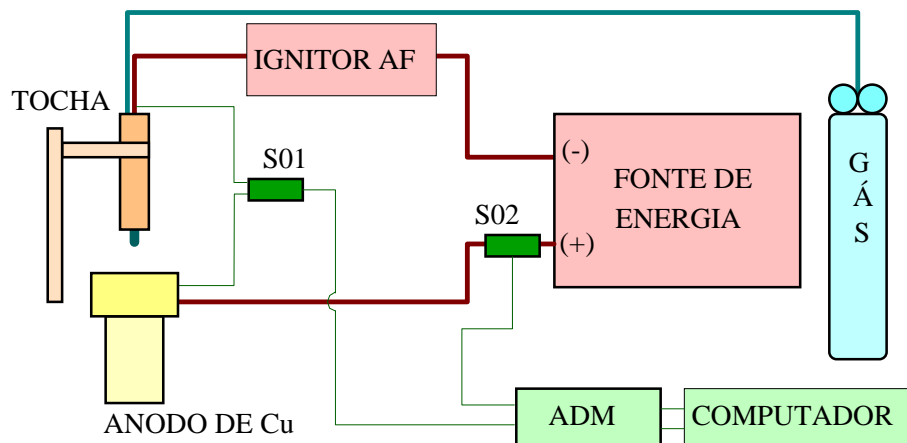


Figura 6 – Montagem para a construção de curvas características do arco (atenção: embora mostrado na figura, o ignitor de alta frequência deve permanecer desligado para não danificar o equipamento eletrônico). S01 – sensor de tensão, S02 – sensor de corrente, e ADM – sistema de aquisição de dados.

(a) Curva característica de fonte de energia para soldagem:

- Os alunos e o instrutor discutem os objetivos, a parte teórica e a metodologia do trabalho. O instrutor mostra os equipamentos e explica a sua operação.
- Os alunos preparam a montagem (figura 7), verificam as ligações elétricas e a colocação dos sensores e medidores.
- A fonte é ligada e a tensão em vazio medida antes de se iniciar o colocação das placas no banho. As placas são mergulhadas progressivamente no banho e os valores de

corrente e tensão medidos para cada condição (profundidade mergulhada). Os dados coletados são usados para construir a curva característica..

- Conforme planejado com o instrutor, alguma variável do processo (por exemplo, o comprimento do arco) é variada e o experimento repetido.

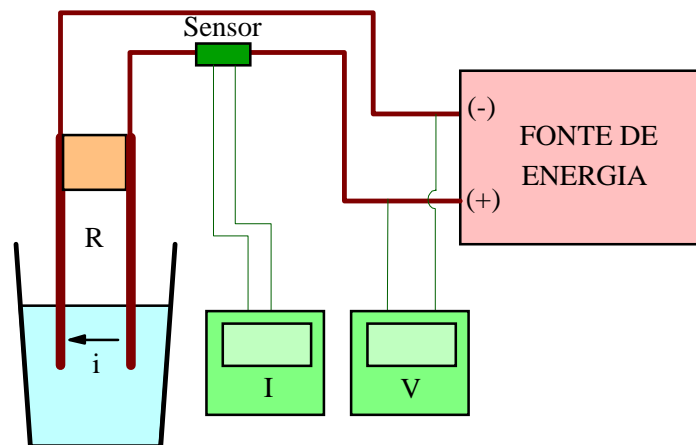


Figura 5 – Montagem para a construção de curvas características de uma fonte. A carga utilizada é um conjunto de duas placas de aço inoxidável separadas por um isolante que são mergulhadas em um banho de água e sal. O valor da resistência depende da profundidade que as placas são mergulhadas.

4. Resultados e Discussão:

- Com os dados coletados construir curvas características do arco e da fonte(s). No caso do arco, caso tenham sido obtidas curvas para diferentes comprimentos de arco e condições similares de operação, selecionar um nível de corrente (100A, por exemplo), determinar os valores de tensão correspondentes a cada comprimento do arco e construir curvas de $V \times l_a$.
- Discutir os resultados obtidos com base no seus conhecimentos das características do arco elétrico e do funcionamento das fontes de energia para soldagem.