

ABERTURA E ESTABILIZAÇÃO DO ARCO MIG NA SOLDAGEM DE ALUMÍNIO COM CORRENTE PULSADA

(1) Túlio Fernandes dos Santos
(2) Jair Carlos Dutra

RESUMO

Na soldagem MIG do alumínio, com corrente pulsada, tem-se riscos de não ocorrer a abertura do arco, e do arame se enrolar no mecanismo alimentador, devido a boa condutibilidade térmica e elétrica do alumínio, e aleatoriedade do contato do arame-eletrodo com o metal de base. O equilíbrio entre velocidade de alimentação e taxa de fusão do arame, determina a estabilidade do comprimento do arco, que não sendo mantida pode ocasionar fusão do arame-eletrodo com o bico de contato e enrolamento do arame no mecanismo de alimentação, ou o mergulho do arame-eletrodo na poça de fusão, provocando curto-circuito. Este trabalho apresenta o estudo de técnicas para contornar as dificuldades apresentadas. Os resultados indicam que a abertura pode ser assegurada com o uso de uma elevada corrente de abertura combinada com a interrupção da alimentação do arame e a estabilidade do arco pode ser conseguida pela modulação da frequência de pulsos.

Palavras-chave: MIG; alumínio; corrente pulsada; abertura do arco; comprimento do arco.

ABSTRACT

The high thermal and electrical conductivity associated to a disadvantageous wire tip geometry lead to serious arc striking problems, in aluminum pulsed GMAW process. Under these conditions, there is a high possibility of jamming at the wire feeder. Wire jamming also occurs when there is an unbalance between wire feed velocity and wire melting rate, leading to arc length instability, short-circuit and meltback. This work presents the study of techniques to solve these problems. The results indicate that arc striking can be guaranteed by stopping the wire feeding and supplying higher short-circuit-current. Arc length stability is achieved through pulse frequency modulation.

Key words: GMAW; aluminum; pulsed current; arc initiation; arc length.

(1) Eng. Mecânico, Professor da PUCPR

Dep. Eng. Mec., Rua Imaculada conceição 1155, CEP 80215-901, Curitiba-PR

(2) Dr. Eng. Jair Carlos Dutra, Professor da UFSC

Dep. Eng. Mec., Campus Universitário, CP 476, CEP 88040-900, Trindade, Florianópolis-SC

1. INTRODUÇÃO

No processo MIG para soldagem do alumínio, embora este venha sendo utilizado desde que o mesmo foi inventado, na década de 40, pouco se evoluiu em conhecimentos a respeito. Assim, embora a tecnologia eletrônica tenha possibilitado dotar as fontes de soldagem com inúmeras sofisticações, muito pouco tem sido incluído acerca das propriedades da soldagem do alumínio.

Isto tem como causa uma lacuna de conhecimentos sobre as características da soldagem deste metal, mormente considerando-se as novas maneiras de transferência metálica.

Considerando esta situação, foi iniciado um trabalho de pesquisa conjunto entre o LABSOLDA/UFSC e o Laboratório de Soldagem da PUCPR, no sentido de desenvolver conhecimentos a respeito, oferecendo subsídios tecnológicos para o projeto de equipamentos de soldagem.

O presente artigo apresenta considerações sobre a instabilidade do comprimento do arco e sobre sua inicialização, problemas que afetam drasticamente a soldagem do alumínio.

1.1. ABERTURA DO ARCO

A soldagem do alumínio pelo processo MIG apresenta algumas características específicas que dificultam sua execução, sendo de grande relevância a característica da fonte, pois quando se trabalha com corrente constante (caso típico do processo com corrente pulsada) a corrente está limitada ao valor comandado na máquina.

Devido a boa condutibilidade térmica e elétrica do alumínio, a aleatoriedade da geometria de contato do arame-eletrodo com o metal de base influencia a abertura do arco, condicionando-a à intensidade da condução do calor do arame-eletrodo para o metal de base, como mostrado na fig. 1.

Uma baixa condução de calor do arame-eletrodo para o metal de base, favorece a fragmentação do arame-eletrodo próximo ao ponto de contato deste com o metal de base, demandando uma baixa potência para a abertura do arco, que tende a ser suave.

Quando se tem uma boa condução de calor entre arame-eletrodo e metal de base, a fragmentação do arame-eletrodo tende a ocorrer próximo ao seu comprimento médio, demandando maior potência para abertura do arco [1,2]. Esta condição aliada à limitação de corrente, eleva o risco de não se obter a abertura do arco.

1.2. ESTABILIDADE DO COMPRIMENTO DO ARCO

A estabilidade do arco é de grande importância para se obter uma solda de boa qualidade, limpa, sem poros e homogênea[3].

Considerando o uso de fontes de corrente constante, o comprimento do arco não é auto controlado, como no caso das fontes de tensão constante.

Entre as causas de variação do comprimento do arco pode-se destacar as oscilações na velocidade de alimentação do arame, principalmente devido às folgas em conduites flexíveis quando o arame é empurrado pelo alimentador, sistema push, ou variações na distância da tocha ao metal de base (provocadas por oscilações da mão do soldador no processo manual, ou pelo empenamento do metal de base no processo automático)[1, 3].

2. MÉTODOS E MATERIAIS

Os materiais utilizados foram chapas de alumínio 1200 H14 com espessura de 3 mm, arame ER 4043 de 1,2 mm de diâmetro e gás de proteção Argônio.

A máquina de solda utilizada é nacional, multiprocesso, com conexão para microcomputador, este equipado com placa de aquisição e controle, e software especificamente desenvolvido para efetuar o controle sinérgico da máquina.

Para monitoração utilizou-se um sistema de aquisição portátil, com sensores de corrente, tensão, velocidade de arame, vazão de gás e com microcomputador operando com software para aquisição dos sinais, fornecendo oscilogramas como nas fig. 2,3, 4 e 5.

2.1 MÉTODOS PARA ESTUDO DA ABERTURA DO ARCO

Experimentos de abertura de arco foram realizados, variando-se a velocidade de alimentação e a corrente de abertura para identificação das condições adequadas, sendo efetuados registros dos experimentos através de oscilogramas como os das fig. 2, 3 e 4.

Um comando de parada de alimentação de arame foi introduzido no software de controle do processo, sendo acionado quando o arame-eletrodo toca o metal de base, permanecendo assim até que a tensão do arco ultrapasse um valor determinado, indicando que o arco está aberto.

O comando de parada de alimentação objetiva evitar que o arame se enrole após tocar o metal base, caso não ocorra a abertura do arco, possibilitando assim a realização de experimentos com correntes de abertura relativamente baixas.

2.2. MÉTODOS PARA ESTUDO DA ESTABILIDADE DO COMPRIMENTO DO ARCO

Foram realizados experimentos com corrente pulsada, depositando cordões sobre chapas e alterando as variáveis de pulsação para diversos níveis de corrente média, permitindo, assim, a identificação de conjuntos de variáveis mais adequados.

Com base nos conjuntos de variáveis identificados, estabeleceu-se funções que representassem a relação entre as diversas variáveis[4], possibilitando o controle sinérgico das mesmas.

Utilizando o controle sinérgico das variáveis, o comportamento obtido foi registrado pelo software de aquisição que, fornecendo oscilogramas da corrente, tensão e velocidade do arame, como o da fig. 5, possibilita a observação da estabilidade do arco.

O controle sinérgico foi implementado com realimentação ao longo de todo o processo de soldagem. Neste controle, é efetuada a leitura da tensão que comparada a um valor de referência, correspondente a uma altura de arco desejada, determina a correção a ser efetuada no tempo de base da corrente pulsada.

A correção do tempo de base introduzida, provoca um aumento ou redução da frequência de pulsos, alterando assim, a velocidade de consumo do arame-eletrodo. Em outras palavras, se o arco diminuir, ocorre uma redução na tensão do mesmo e com base na diferença entre as tensões, do arco e de referência, aumenta a frequência de pulsos e, conseqüentemente, o consumo do arame-eletrodo. Caso o arco esteja maior que o especificado ocorre o inverso.

O oscilograma da fig. 5 ilustra a variação do tempo de base, decorrente da correção efetuada, como se pode observar pela diferença entre t_{b1} e t_{b2} ,

Vários níveis de tensão de referência (tensão que indica o comprimento de arco desejado) estão sendo experimentados, possibilitando o estudo do comportamento em diversos comprimentos de arco. Está sendo analisada também, a dinâmica de correção, ou seja, a velocidade de atuação do mecanismo de correção, para identificar qual a mais adequada.

A qualidade da solda obtida com este controle é verificada por meio de ensaios, enfocando o acabamento, porosidade e regularidade de penetração.

Outros fatores que afetam a qualidade da solda também são objetos de nosso estudo, tais como, a corrente de pico e o diâmetro de gota.

3. RESULTADOS

3.1 RESULTADOS DO ESTUDO DA ABERTURA DO ARCO

É possível obter-se a abertura do arco, com segurança, em ampla faixa de corrente, quando aplicado o sistema que comanda a interrupção da alimentação do arame.

Conforme fig. 2, baixas correntes, da ordem de 140 A, demandaram grande tempo para abertura do arco, aproximadamente 500 ms, sendo necessária a interrupção da alimentação de arame. Com correntes de abertura, em torno de 240 A, o tempo para estabelecimento do arco foi menor, cerca de 100 ms, como mostrado na fig. 3. No entanto, em correntes maiores, como 440 A, a interrupção da alimentação do arame foi desnecessária, visto que o tempo para abertura do arco foi da ordem de 10 ms, como apresentado na fig. 4.

3.2 RESULTADOS DO ESTUDO DA ESTABILIDADE DO ARCO

O controle sinérgico implementado foi capaz de manter o comprimento de arco próximo ao estabelecido, mesmo com variação da distância entre a tocha e o metal de base,

exceto em caso de variações súbitas, proporcionando cordões de solda de boa qualidade.

Estudos estão sendo realizados para uma determinação mais precisa da tensão de referência adequada e da dinâmica de correção.

4. CONCLUSÕES

4.1 CONCLUSÕES SOBRE O ESTUDO DA ABERTURA

A dificuldade de abertura do arco pode ser contornada pelo uso de uma corrente elevada e pelo uso de um sistema de comando da interrupção da alimentação do arame na abertura.

O uso da interrupção da alimentação após o contato do arame-eletrodo com o metal de base, é uma alternativa para assegurar a abertura do arco, mesmo em baixos níveis de corrente. O comando desta interrupção pode ser vinculado à indicadores de abertura do arco, como a tensão.

4.2 CONCLUSÕES SOBRE O ESTUDO DA ESTABILIDADE DO ARCO

A instabilidade no comprimento do arco, inerente ao processo com corrente constante, pode ser atenuada adotando-se controles sinérgicos sobre as variáveis do processo como o tempo de base.

O controle sinérgico pode atuar sempre que for identificada uma variação significativa no comprimento do arco, que pode ser monitorado através de indicadores como a tensão.

5. AGRADECIMENTOS

À PUCPR, que possibilitou a realização dos experimentos em seus laboratórios.

À IMC de Florianópolis e ao LABSOLDA da UFSC, que forneceram a orientação e o apoio técnico para adequação de experimentos, máquinas, equipamentos e softwares

6. REFERÊNCIAS:

[1] - Ryan, P. Tips on Welding Aluminum with the GMAW Process, Welding Journal, December 1998, p. 43-45.

[2] – Farson, D. , Conrardy, C. , Talkington, J. , Baker, K. , Kerschbaumer, T. and Edwards, P. Arc Initiation in Gas Metal Arc Welding, Welding Journal, August 1998, p. 315-321.

[3] - Altshuller B. A Guide to GMA Welding of Aluminum, Welding Journal, June 1998, p. 49-55.

[4] – Dutra, J. C., Ollé, L. F. e Junior, R. G. O Processo MIG/MAG Pulsado com Pulsação Térmica, XXI ENTS, ABS 1995, p. 889-897.

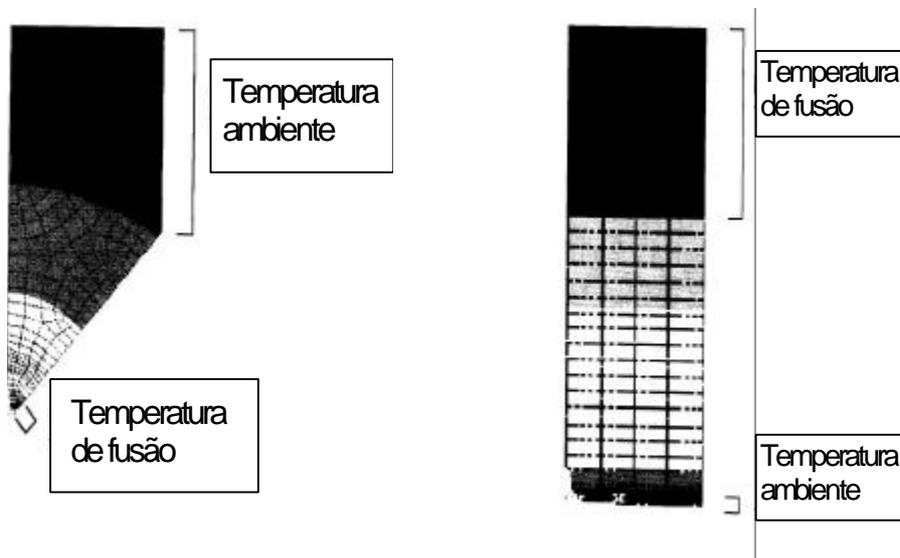


Fig. 1 Simulação da influência da geometria de contato na abertura do arco

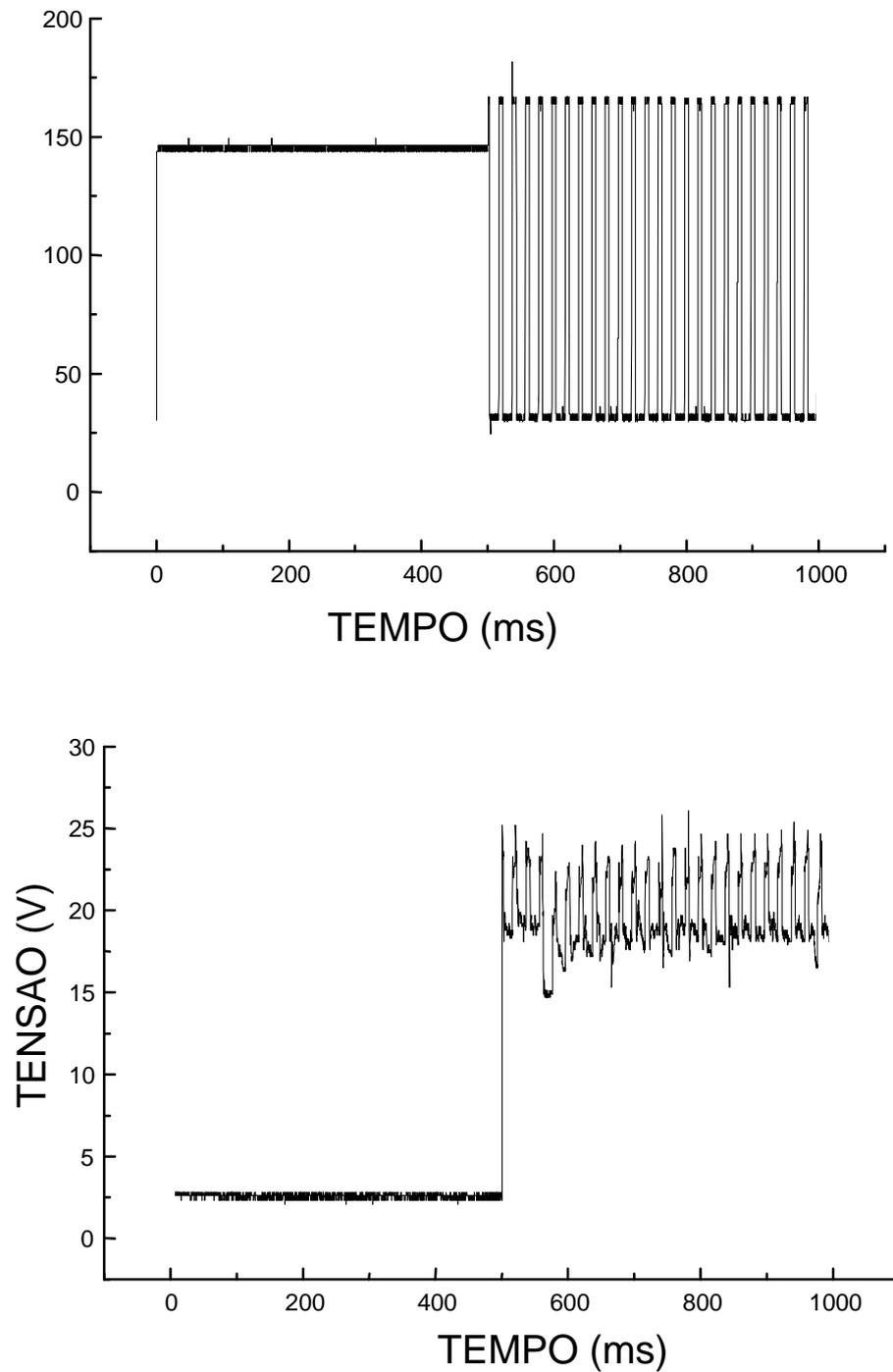


Fig. 2 Abertura do arco com corrente de 140 A

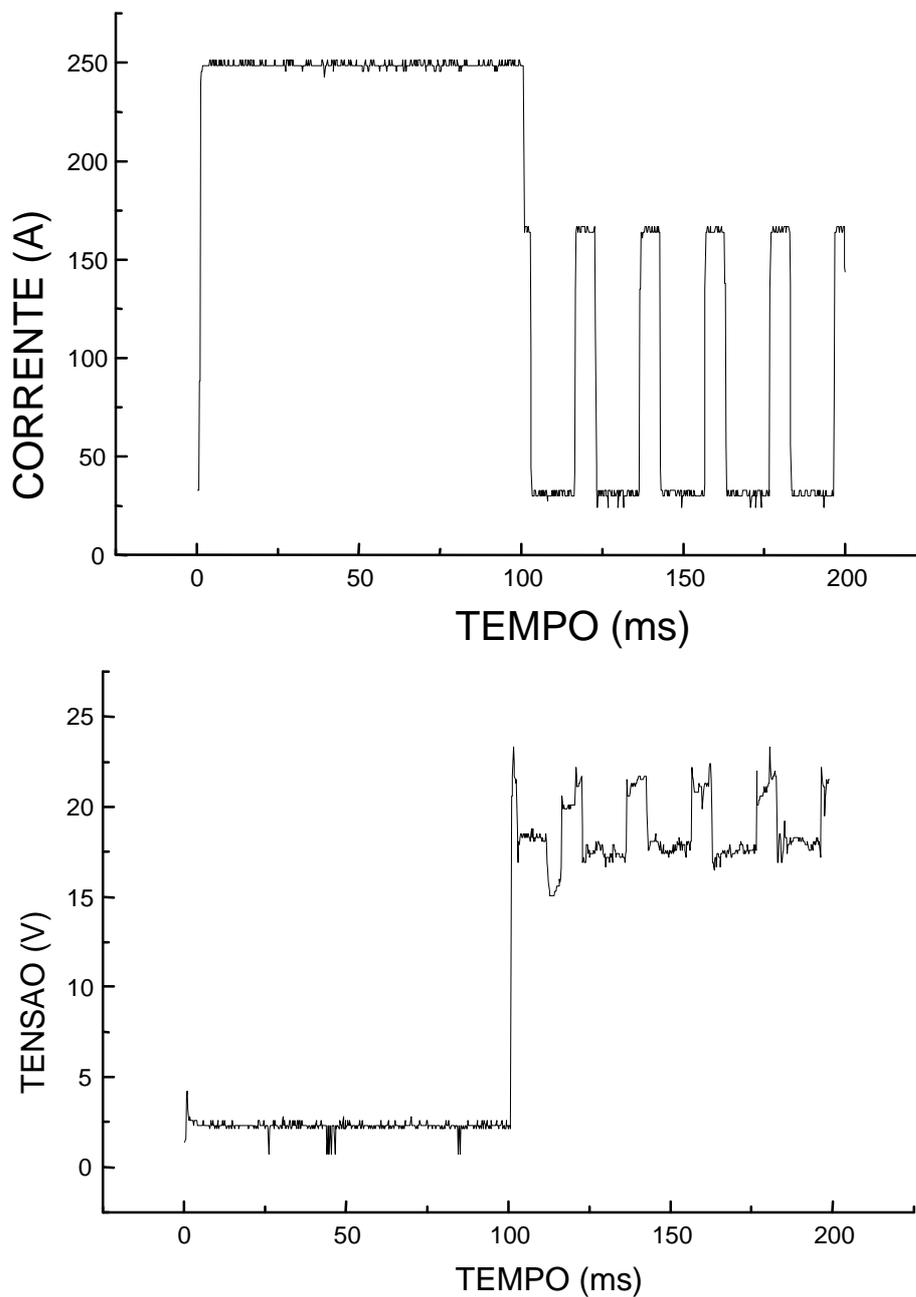


Fig. 3 Abertura do arco com corrente de 240 A

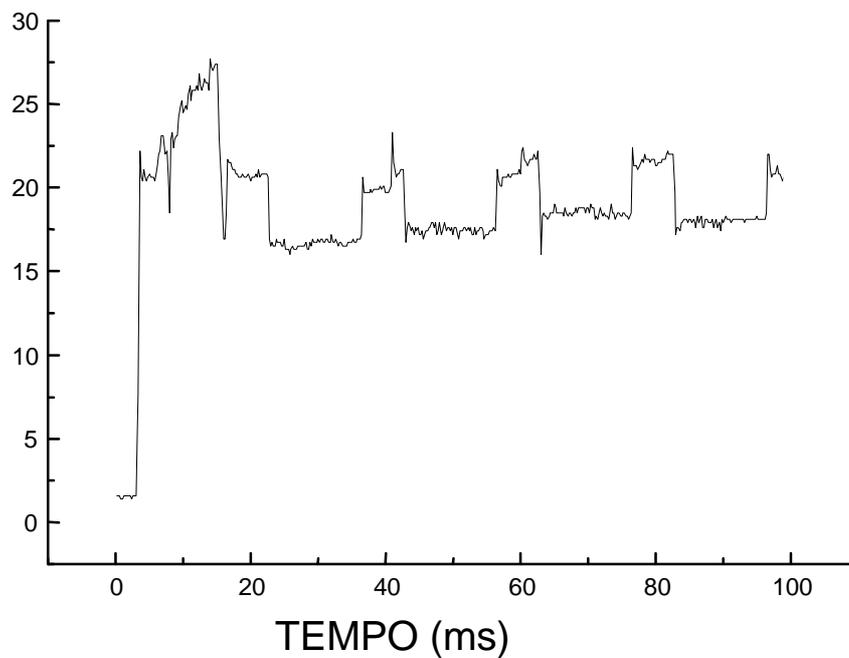
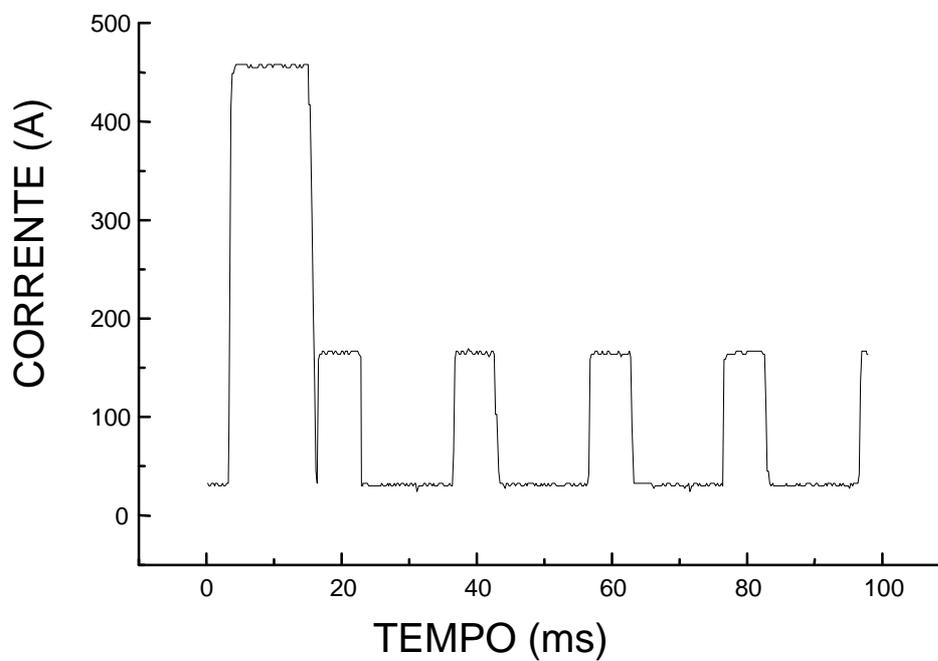


Fig. 4 Abertura do arco com corrente de 440 A

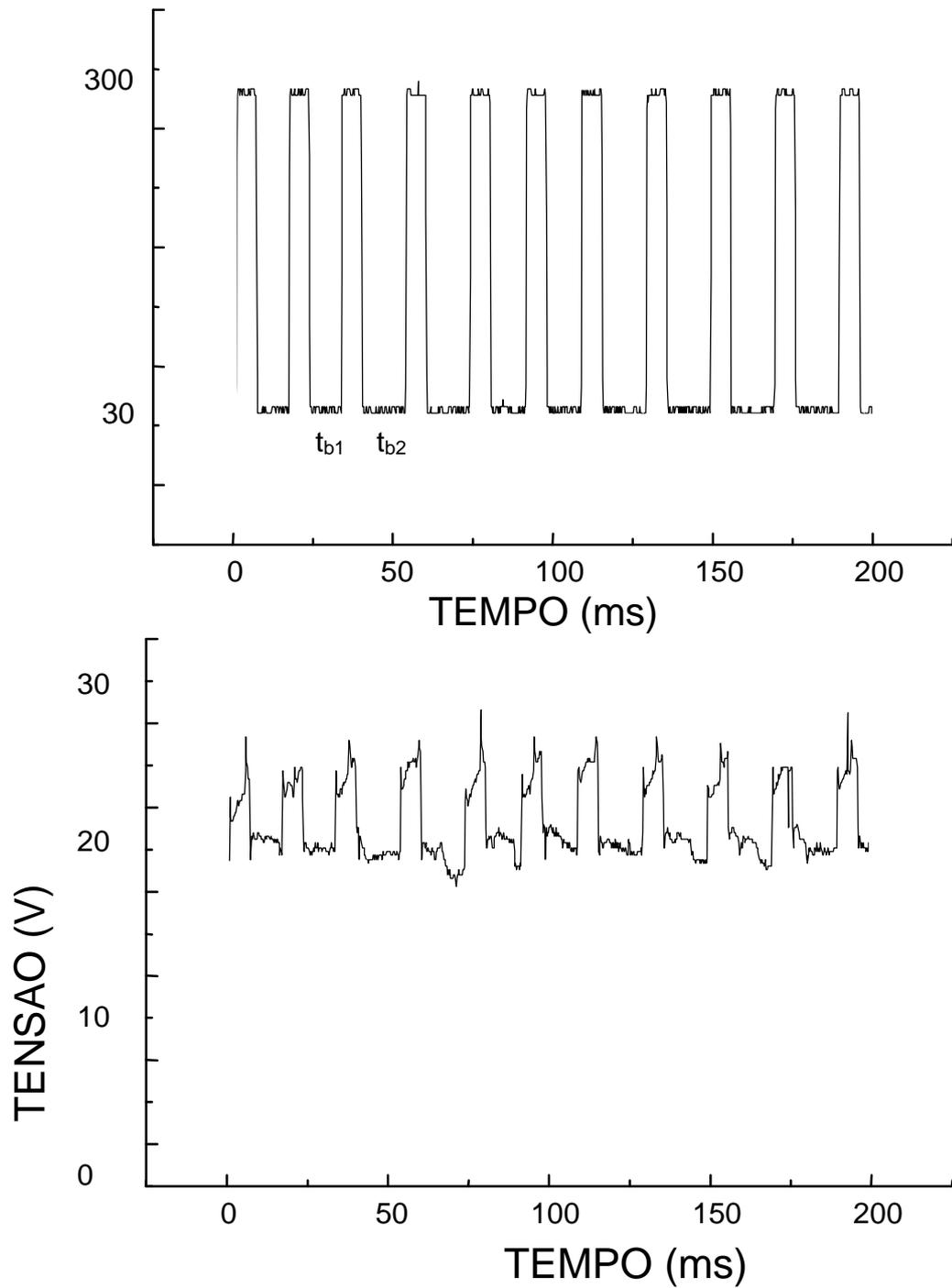


Fig. 5 Corrente pulsada com frequência modulada