

TOPOLOGIA DE ACIONAMENTO DE DIODOS LASER DE ALTA POTÊNCIA VISANDO SUA UTILIZAÇÃO EM AUXÍLIO VISUAL A PROCESSOS DE SOLDAGEM

Carolina Pimenta Mota, cpimentamota@gmail.com¹
Roberto Mendes Finzi Neto, robertofinzi@hotmail.com²
Louriel Oliveira Vilarinho, vilarinho@mecanica.ufu.br¹
Carlos Alberto Gallo, gallo@ufu.br¹

¹Universidade Federal de Uberlândia – Faculdade de Engenharia Mecânica. Uberlândia, Minas Gerais, Brasil.

²Universidade Federal de Goiás – Departamento de Ciências da Computação. Catalão, Goiás, Brasil.

Resumo: O estudo de boa parte dos fenômenos envolvidos no processo de soldagem necessita de auxílio visual e a luminosidade emitida pelo arco pode representar uma grande barreira. Uma das formas utilizadas atualmente para se obter a visualização do processo, sem a interferência do arco, consiste em iluminar o processo com o infravermelho próximo e utilizar filtros durante a aquisição das imagens. Uma solução para a iluminação infravermelha, de aplicação crescente, envolve o uso de diodos laser de alta potência, com baixo custo e menor complexidade de instalação do que os lasers convencionais. A proposta deste trabalho foi a criação de uma topologia de acionamento para o diodo de alta potência SPL PL90_3, respeitando suas limitações de uso e maximizando a potência luminosa emitida. A aplicabilidade desta topologia foi validada por simulações computacionais e, através de seu uso, é possível criar um sistema de auxílio visual à soldagem de baixo custo e alta flexibilidade.

Palavras-chave: soldagem; diodo laser; auxílio visual

1. INTRODUÇÃO

A soldagem é um dos principais processos de fabricação utilizados na indústria para a união de materiais, principalmente os metais, sendo cada vez mais necessário e mais empregado. Tendo isso em vista, a necessidade da garantia de qualidade e produtividade dos processos envolvidos nesta tarefa está em constante crescimento. Sendo um processo especial, com parâmetros interdependentes, muitos trabalhos de pesquisa são desenvolvidos com o intuito de alcançar um melhor entendimento de seus fenômenos envolvidos.

Uma das formas amplamente aplicadas, atualmente, para o auxílio dos estudos do processo de soldagem são os sistemas de visão. O uso de câmeras, de baixa ou alta velocidade, pode fornecer diversas informações úteis aos pesquisadores, que não são possíveis de se obter com a monitoração dos sinais elétricos usuais, como a corrente ou a tensão. Diferentes sistemas de visão podem fornecer informações específicas sobre o processo em andamento: a técnica de perfilografia ou *back-lighting* - projeção da sombra de elementos na região da solda em uma superfície plana - ilustrada na Fig. (1), visualiza as gotas em transferência como uma forma de estudo da transferência metálica (Bálsamo *et al*, 2000), enquanto novos sistemas de visão têm como o objetivo a visualização direta do metal fundido e da junta propriamente dita, com uma gama de aplicações indo de estudo dos fenômenos na poça até seguidores de junta ou controladores *online* de parâmetros do processo.

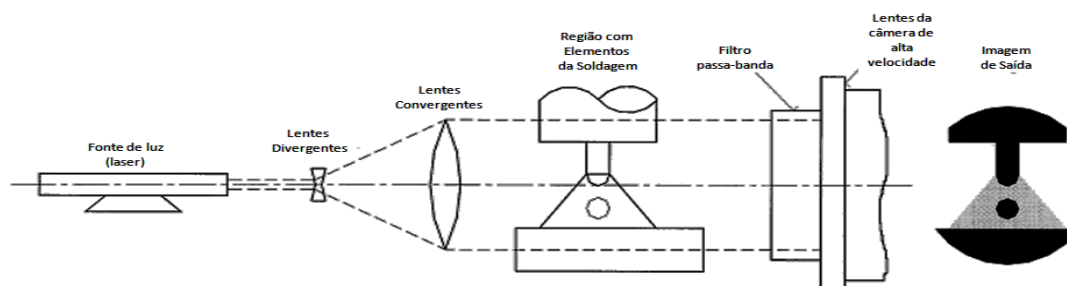


Figura 1. Visualização da transferência metálica por perfilografia (Bálsamo *et al*, 2000).

A visualização da poça fundida pode dar informações sobre muitos aspectos da solda. Diversos estudos (Vilarinho *et al*, 2009; Baskoro *et al*, 2008; Zhang *et al*, 1996; Zhang *et al*, 1995) comprovam que a observação e o controle da poça fundida, e suas principais características, resulta na penetração e propriedades mecânicas desejadas, enquanto Hara *et al* (2008) propuseram um sistema de controle de penetração pela frequência natural e largura da poça fundida. Além disso, a aplicação de um sistema de auxílio visual vai muito além do controle da penetração em um processo de soldagem. Uma visualização nítida da superfície da poça fundida e sua deformação retêm informações importantes de vários fenômenos básicos, como o fluxo de Marangoni dentro da poça de soldagem, o recuo da pressão devido à vaporização metálica, entre outros (Duffey *et al*, 1995).

O arco voltaico nos processos de soldagem emite, além da radiação luminosa visível, em praticamente todos os comprimentos de onda, incluindo radiações ultravioleta e infravermelha. A intensidade luminosa emitida, entretanto, em comprimentos de onda infravermelhos superiores a 850 nm é pequena quando comparada ao espectro visível, Fig. (2). Uma das técnicas de visualização do processo é a utilização de filtros passa alta nesta região de emissão, com o intuito de diminuir a luminosidade do arco presente durante a aquisição de imagens. Esta técnica, apesar de eficiente, não é suficiente para “apagar” completamente o arco, Fig. (3), e a luminosidade restante afeta a precisão e a nitidez com que se observa a poça fundida, não sendo suficiente em aplicações que demandem maior precisão.

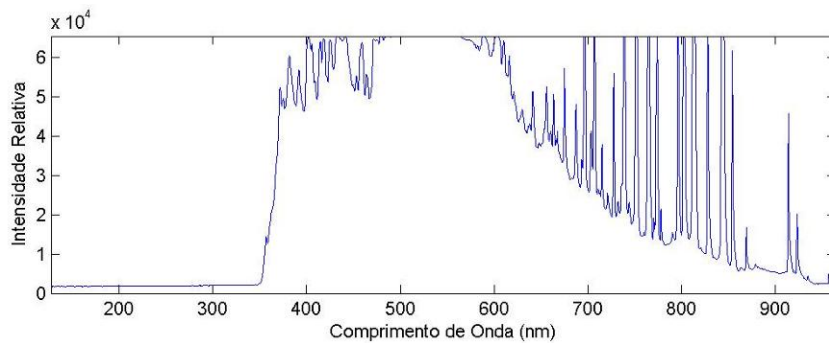


Figura 2. Exemplo de espectro do arco (TIG, Ar puro, 150A).



Figura 3. TIG em aço carbono, Ar puro, 100A, com filtro óptico passa alta de 850 nm (Vilarinho *et al*, 2009).

Para que a luminosidade do arco não seja um problema durante a aquisição de imagens, utiliza-se a técnica de Iluminação a Laser com Filtragem de Espectro. Segundo Houghton *et al* (2007), o princípio da técnica é diminuir ou eliminar totalmente a luz do arco que alcança a câmera iluminando a área de solda com a luz de um laser. A fim de minimizar os requerimentos de força da iluminação, o comprimento de luz da fonte de iluminação deve ser selecionado onde a intensidade do arco é baixa. Um filtro passa banda estreito é necessário para eliminar a luz do arco e apenas a luz do laser será capaz de alcançar a câmera, como mostra a Fig. (4).

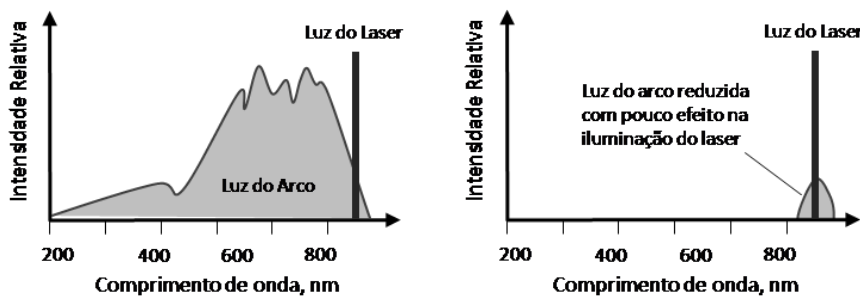


Figura 4. Princípio da Filtragem do Espectro (Houghton *et al*, 2007).

O tempo de abertura da câmera também influencia na quantidade de luz adquirida durante a aquisição da imagem. Sendo assim, pode-se diminuir a intensidade luminosa do arco diminuindo o tempo de abertura (*shutter*) de cada quadro capturado. Pulsando-se o laser dentro de cada tempo de abertura faz com que uma potência mínima seja necessária para que a luz do laser se sobreponha à radiação do arco, desde que o pulso do laser se situe dentro do tempo de abertura da câmera a quadra quadro adquirido, como ilustra a Fig. (5).

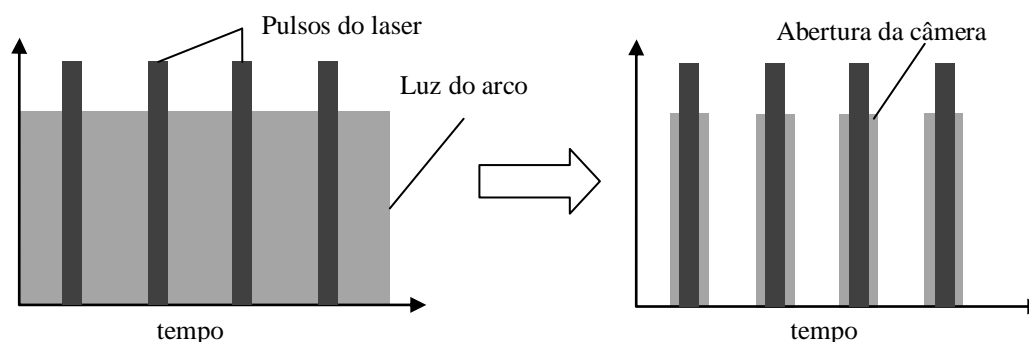


Figura 5. Ajuste do tempo de abertura da câmera para minimização da potência aplicada ao laser.

Três fontes de iluminação diferentes podem ser utilizadas para a iluminação da poça fundida: sistemas de laser, diodos LED e diodos laser. Os sistemas de laser, como, por exemplo, o laser de Nd-Yag, produzem potência suficiente para iluminar a poça fundida, entretanto são sistemas caros e de menor flexibilidade. Os diodos LED (*light emitting diode*), são produtos de baixo custo e possuem uma grande gama disponível comercialmente, porém, segundo Abdullah *et al* (2007), não produzem potência luminosa suficiente para iluminar poça fundida. Já os diodos laser têm várias características que determinam sua utilidade como uma iluminação alternativa ao laser em si, sendo de menor custo e possuindo potência suficiente quando se utilizado em conjunto, como pode ser visto na Tab. (1).

Tabela 1. Características de diodos LED e Diodos Laser (Abdullah, 2007)

Característica	Diodos LED	Diodos Laser
Corrente	50 a 100 mA	5 a 40 A
Potência	Menos de 1 W	50 W a 250 W
Ângulo de abertura	Maior que 40°	10° a 25°
Comprimento de Onda Disponível	0,66 a 1,65 μm	0,78 a 1,65 μm
Largura do Espectro	Larga (40-190 nm FWHW)	Estreita (7-10 nm FWHM)
Custo	Menos de £2	£15 a £400
Largura do Pulso	Maior que 100 μs	Menor que 100 ns

Portanto, uma solução para a iluminação infravermelha, envolve o uso de diodos laser de alta potência, com baixo custo e menor complexidade de instalação do que os lasers convencionais. A proposta deste trabalho foi a criação de uma topologia de acionamento para um diodo de alta potência, respeitando suas limitações de uso, como o seu ciclo de trabalho máximo ou a máxima tensão reversa sobre o diodo, e maximizando a potência luminosa emitida.

2. SISTEMA DE ILUMINAÇÃO

Para que o sistema de iluminação seja eficiente, de baixo custo e flexível, o diodo laser escolhido tem que atender às demandas intrínsecas ao processo. Necessita-se, então, da emissão em comprimento de onda no infravermelho próximo, onde a intensidade luminosa do arco é menor; de alta potência luminosa, para que a intensidade luminosa do laser seja superior à emitida pelo arco; de emissão com largura de banda estreita, para toda a luminosidade do diodo laser passe pelo filtro óptico e de pequeno ângulo de abertura, para que não a luz emitida se concentre apenas sobre a poça fundida.

Existem, atualmente, poucos modelos de diodos laser comercialmente disponíveis e, menos ainda aqueles que sejam de alta potência e com emissão no infravermelho próximo (NIR). Escolheu-se, portanto, o diodo laser disponível com maior potência encontrada, e maior aplicabilidade neste trabalho: o diodo laser SPL PL90_3 da fabricante OSRAM, e suas principais características são mostradas na Tab. (2).

A sincronização dos pulsos emitidos pelos diodos laser e do tempo de abertura da câmera é, como já citado, de extrema importância. Existem diversas soluções para que haja a sincronização do sistema de iluminação com o de visão, ilustrados na Fig. (6), como a utilização de um sistema de acionamento (*trigger*) mestre, acionando os diodos e a câmera ao mesmo tempo, ou um sistema onde os diodos laser são acionados pela saída do *trigger* da câmera, ou ainda,

um sistema onde o *trigger* gerado para os pulsos dos diodos laser acionem a captura de quadros da câmera, por sua entrada de *trigger*.

Tabela 2. Características do diodo laser SPL PL90_3 (OSRAM, 2006).

Parâmetros	Valor Típico	Unidade
Ciclo de Trabalho	0,1	%
Comprimento de onda de emissão	905	nm
Corrente Direta de Pico	40	A
Divergência do Feixe (FWHM)	11 x 25	° (grau)
Largura de espectro (FWHM)	7	nm
Largura de Pulso	100	ns
Potência de Pico de Saída	75	W
Tensão Reversa Máxima	3	V

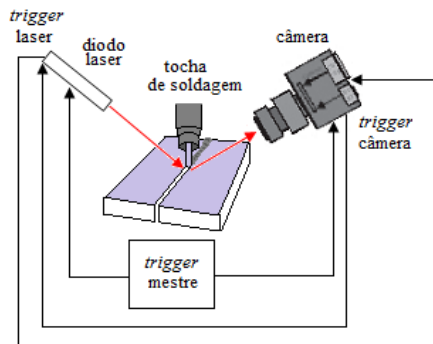


Figura 6. Formas de sincronização: *trigger* mestre, pela câmera e pelo laser.

Independentemente do local de geração dos pulsos de acionamento (interno ou externo aos diodos), o circuito de acionamento dos diodos laser deve receber o pulso do *trigger*, normalmente uma onda quadrada de menor frequência, redimensionar o pulso para a largura (em tempo) suportada pelo diodo laser, enviar o sinal de entrada para o circuito de acionamento de forma segura (isolamento através do uso de *drivers de gate*) e, por fim, acionar o circuito de acionamento dos diodos laser, como ilustra a Fig. (7).

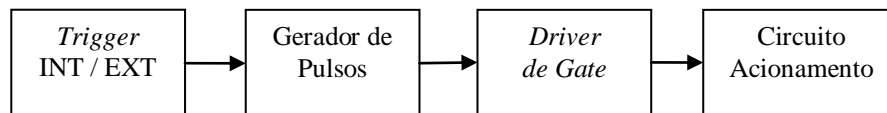


Figura 7. Esquema de circuitos responsáveis pelo acionamento dos diodos lasers.

3. TOPOLOGIA DE ACIONAMENTO

A proposta deste trabalho é a criação de uma topologia de acionamento de diodos laser de alta potência, não levando em consideração os circuitos complementares de acionamento e isolamento das chaves, do gerador de pulsos com baixo ciclo de trabalho, ou mesmo a construção e cálculos dos componentes das fontes utilizadas. Portanto, este apenas se foca no último circuito descrito no esquema do item anterior, Fig. (7), o circuito de acionamento por si só.

A topologia criada para o acionamento de três diodos laser de alta potência - LedMais, LedMenos e LedZero - é detalhada no diagrama a seguir, Fig. (8). Através do chaveamento dos MOSFETs Mmais e Mmenos em uma determinada frequência e o ajuste dos valores dos componentes passivos do circuito, é possível aumentar a corrente sobre os diodos laser, maximizando sua emissão luminosa a cada tempo de abertura para a aquisição de uma imagem da câmera.

Os componentes C2 e L2 formam o que chamamos de circuito ressonante em série. Segundo Bartkowiak (1999), um circuito ressonante em série é aquele em que a corrente no circuito está em fase com a tensão total sobre ele. Dependendo dos valores particulares de L e C, a ressonância ocorre em uma frequência distinta. Quando a ressonância ocorre, devido à aplicação da frequência apropriada, a energia armazenada em um elemento reativo é igual à fornecida pelo outro elemento reativo do sistema. Em outras palavras, a energia oscila entre um elemento e o outro. A ressonância ocorre quando a impedância reativa do sistema é nula, ou seja, quando a reatância capacitiva e a reatância indutiva são iguais, Eq. (1).

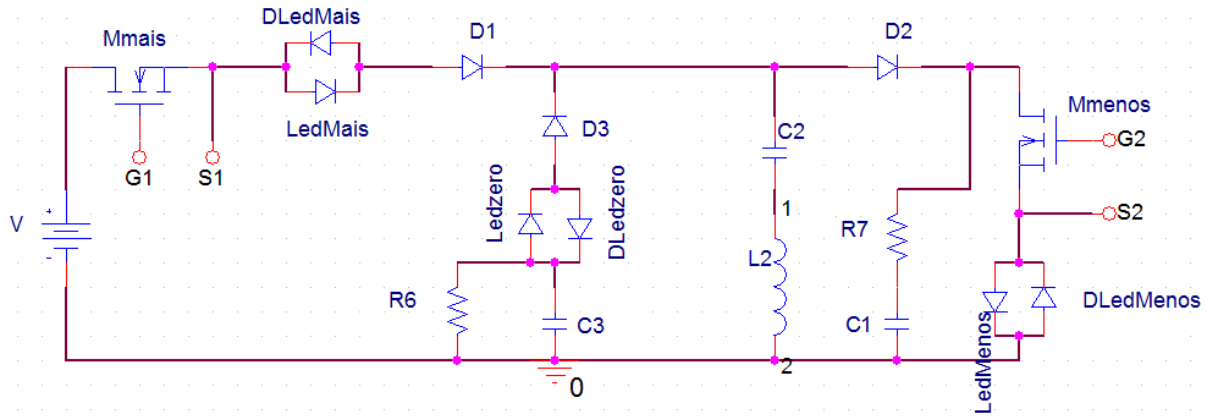


Figura 8. Topologia de acionamento dos diodos laser de alta potência.

$$X_{L2} = X_{C2} \quad (1)$$

Sendo assim, pode-se calcular a frequência de ressonância, f_r , pelos valores de L2 e C2, como mostra a Eq. (2).

$$2\pi \cdot f_r \cdot L2 = \frac{1}{2\pi \cdot f_r \cdot C2} \quad (2)$$

Ou:

$$f_r = \frac{1}{2\pi \sqrt{L2 \cdot C2}} \quad (3)$$

A corrente de pico atingida pelo circuito ressonante depende da impedância equivalente do sistema, da tensão DC de entrada e a tensão encontrada inicialmente no capacitor do circuito ressonante (Finzi, 1999), como mostra a Eq. (4).

$$I = \frac{V - V_{C2_0}}{Z} \quad (4)$$

Sendo que:

$$Z = \sqrt{\frac{L2}{C2}} \quad (5)$$

Na topologia empregada, portanto, a frequência de chaveamento dos transistores (Mmais e Mmenos) compõe, em conjunto com os valores de L2 e C2, o circuito ressonante em série. Em regime permanente, durante o semiciclo cuja primeira chave é fechada (Mmais), a fonte de tensão V alimenta o circuito ressonante, carregando o capacitor C2 e possibilitando a passagem de corrente pelo diodo laser LedMais. Ao final do primeiro semiciclo, a chave Mmais é aberta e a segunda chave (Mmenos) é fechada. O capacitor C2, então completamente carregado, torna-se a fonte de tensão do circuito, possibilitando a passagem de corrente pelo diodo laser LedMenos.

A tensão sobre o capacitor C2 ao início do segundo ciclo é superior à tensão fornecida pela fonte quando $X_{C2} < Z_{sc1}$ (impedância equivalente do primeiro semiciclo), e é dada pela Eq. (6).

$$V_{C2} = I \cdot X_{C2} = \frac{V - V_{C2_0}}{Z_{sc1}} \cdot X_{C2} \quad (6)$$

A corrente máxima sobre o diodo laser LedMenos, I_{sc2} , durante o segundo semiciclo é dada pela razão da tensão fornecida pelo capacitor pela impedância equivalente do segundo semiciclo, Eq. (7).

$$I_{sc2} = \frac{V_{C2}}{Z_{sc2}} \quad (7)$$

Ao final do segundo semiciclo, o capacitor C2 está inversamente polarizado. Quando a chave Mmenos é aberta, o capacitor C2 resultante torna-se a fonte de tensão, de polaridade oposta ao segundo semiciclo, e alimenta o circuito composto pelo último diodo laser, LedZero. A corrente máxima nesta última fase do circuito depende e da impedância equivalente encontrada nesta desta malha. A Figura (9) esquematiza o funcionamento da topologia durante um ciclo de chaveamento.

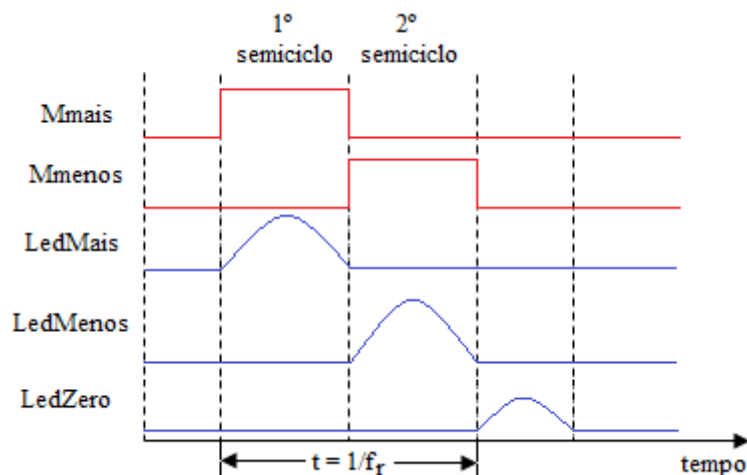


Figura 9. Esquema de funcionamento da topologia durante um ciclo de chaveamento.

Os diodos D1, D2 e D3, colocados em série com os diodos laser e os diodos em antiparalelo DLedMais, DLedMenos e DLedZero têm a função de proteger os diodos laser contra uma tensão reversa acima do suportado por eles e o retorno de corrente durante o tempo onde não há chaveamento.

O capacitor C1 e o resistor R7 formam um circuito *snubber* de tensão RC (não polarizado) e o capacitor C3 e o resistor R6 forma um circuito *snubber* polarizado. Um circuito *snubber*, em geral, tem a finalidade de absorver energia dos elementos reativos no circuito (Todd, 1993). Um capacitor colocado em paralelo com outros elementos do circuito controla a taxa de mudança da tensão destes elementos e a energia guardada é dissipada pelo resistor. O circuito *snubber*, neste caso, impede que as capacitâncias internas nos elementos da topologia, principalmente os transistores, armazenem energia e que a circulação de corrente pelos diodos lasers após o ciclo de chaveamento. Essa energia, se não dissipada, prejudica o ciclo de trabalho dos diodos laser e pode reduzir, e muito, sua vida útil.

4. SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL

Para a comprovação do funcionamento do projeto apresentado no item anterior, utilizou-se de simulação computacional para a obtenção de resultados. Através do simulador PSPICE®, é possível obter com precisão quaisquer sinais desejados. Através da observação dos sinais obtidos em simulação, pode-se concluir se o projeto da topologia proposta atende às demandas e respeita as limitações impostas pelo diodo laser de alta potência SPL PL90_3.

O projeto do circuito foi construído utilizando o software OrCAD Capture®. Foram inseridos valores para o circuito ressonante LC, para o circuito *snubber* e escolhidos componentes reais para as chaves e diodos de proteção. Os parâmetros de simulação e projeto utilizados nos experimentos são apresentados na Tab. (3), abaixo.

Tabela 3. Parâmetros utilizados na simulação.

Parâmetro	Valor	Unidade
V	180	V
C2	8	nF
L2	3	μH
C1	7	nF
R7	15	Ω
C3	15	nF
R6	4	kΩ

A figura a seguir, Fig. (10) mostra o diagrama de blocos utilizado para a simulação.

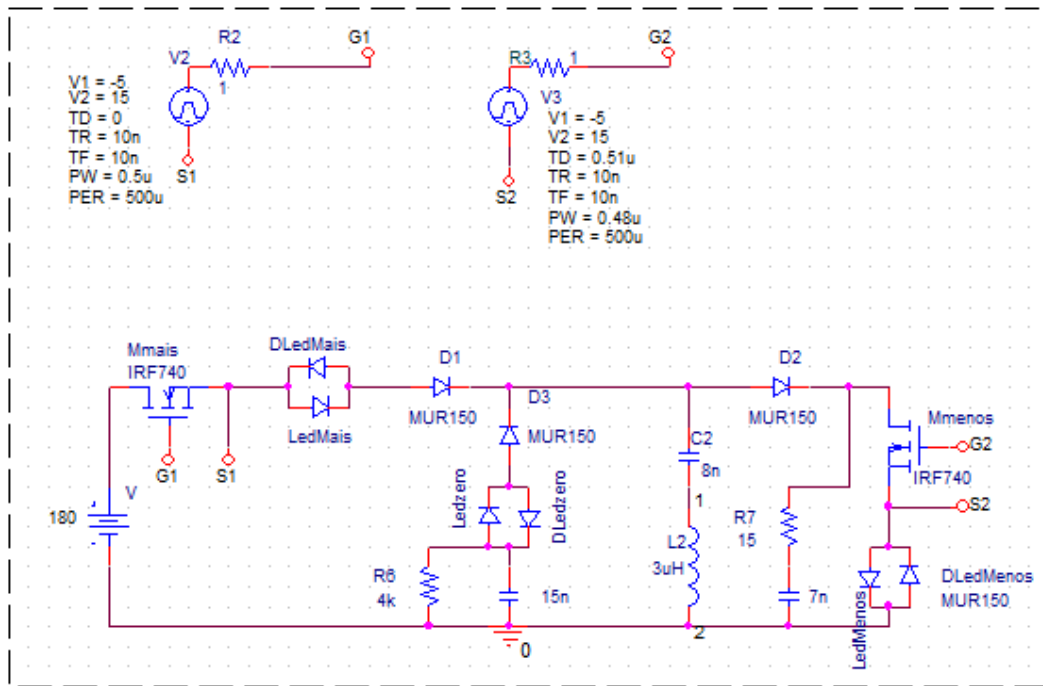


Figura 10. Diagrama de blocos utilizado na simulação.

Para o controle do chaveamento dos tiristores Mmais e Mmenos, utilizou-se de dois geradores de pulsos, V2 e V3 que, em conjunto com os resistores de controle de corrente R2 e R3, envia um sinal para os *gates* G1 e G2, respectivamente, no formato de onda trapezoidal ilustrado na figura abaixo, Fig. (11). A frequência dos geradores de pulsos é determinada pelo período *PER* e, nesta simulação, utilizou-se $PER = 500\mu s$, a fim de respeitar o limite do ciclo de trabalho dos diodos laser. Com estes período é possível realizar a aquisição de imagens com até 2000 fps (quadros por segundo), o suficiente para filmagens em alta velocidade do processo de soldagem.

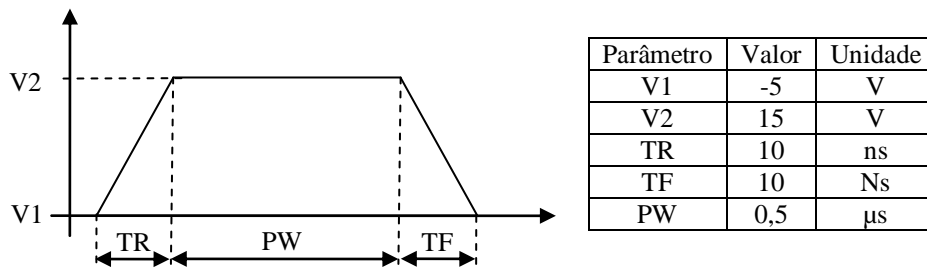


Figura 11. Forma de onda e parâmetros regulados para geradores de pulso.

Os resultados da simulação estão ilustrados nos gráficos que seguem. A tensão sobre os tiristores, gerando o chaveamento é ilustrado na Fig (12), enquanto a corrente que passa pelos diodos laser em um ciclo é mostrado na Fig. (13).

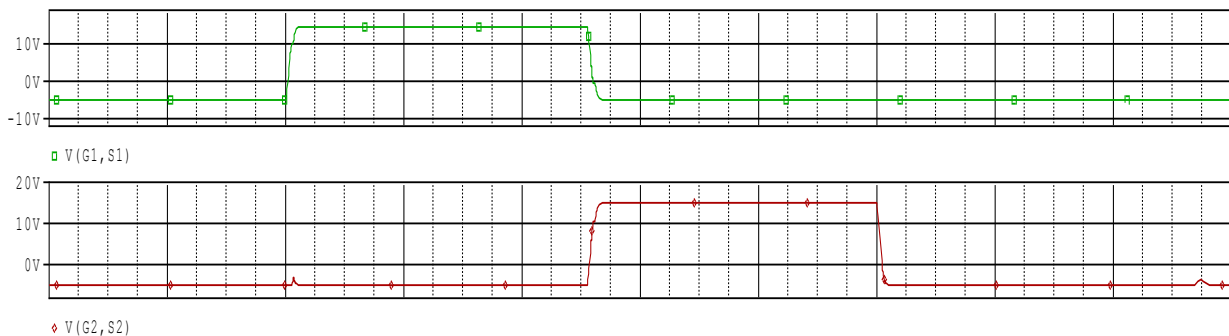


Figura 12. Tensão simulada sobre: Mmais (cima) e Mmenos (baixo).

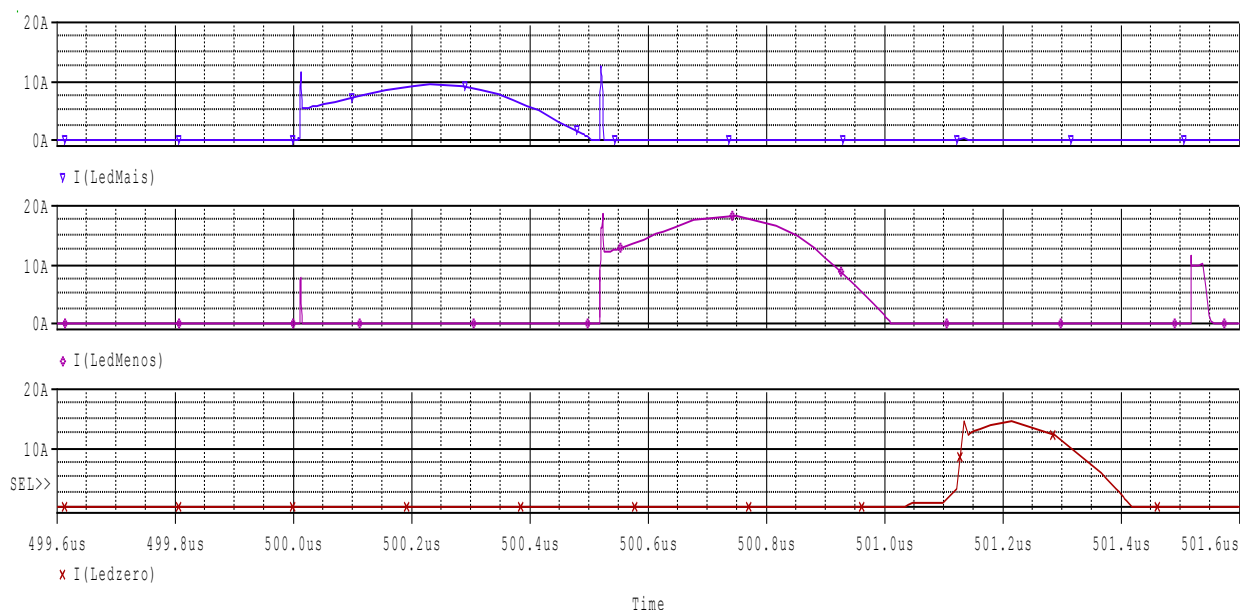


Figura 13. Corrente simulada sobre: LedMais (cima), LedMenos (centro) e LedZero (baixo).

Os resultados ilustrados nos gráficos acima mostram que, através de um chaveamento adequado, o circuito ressonante demonstrou-se muito útil na maximização da corrente percorrida no circuito, atingindo valores próximos a 20 A no semiciclo de maior alimentação (segundo semiciclo). A energia ainda foi aproveitada após o ciclo de chaveamento, gerando uma corrente sobre o diodo laser LedZero em torno de 14 A, superior até mesmo ao primeiro semiciclo, onde o diodo laser recebe uma corrente próxima a 10 A.

A duração dos pulsos nos diodos laser é de, no máximo, 500 ns e, apesar de serem superiores ao determinado pelo fabricante, Tab. (2), o ciclo de trabalho máximo é respeitado e, espera-se que, assim, a vida útil do diodo laser não seja prejudicada. Para a realização de filmagens em baixa velocidade (25 fps), o ciclo de trabalho é ainda menor e a interferência da duração do pulso é, acredita-se, anulada. Entretanto, através da construção desta topologia e a realização de experimentos nos diodos laser reais é possível determinar a durabilidade do sistema de visão.

A utilização dos diodos de proteção em antiparalelo e em série com cada diodo laser impede que haja uma tensão reversa superior ao suportado pelo diodo durante o tempo onde não está conduzindo, Fig. (14), e que não haja retorno de corrente, respectivamente. O circuito *snubber* realiza a suavização do crescimento da tensão durante o chaveamento, Fig (12), assegurando a vida útil e o bom funcionamento dos tiristores. O circuito *snubber* polarizado impede que a energia oscilante do circuito ressonante continue circulando pelos diodos laser, mantendo o ciclo de trabalho baixo.

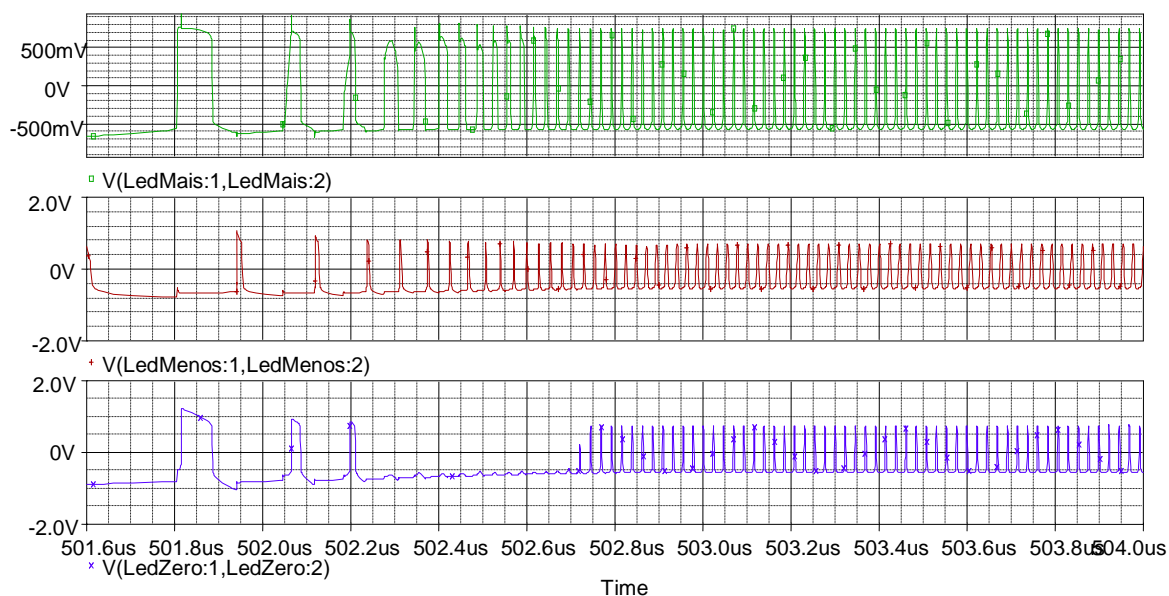


Figura 14. Tensão simulada, durante não condução, sobre: LedMais (cima), LedMenos (centro) e LedZero (baixo).

Sabe-se que quanto menor a impedância presente no circuito, maior será o pico de corrente encontrado nos diodos laser. Portanto, uma fonte de corrente deve ser projetada com a menor resistência equivalente possível. Como a corrente máxima atingida pelos diodos é de aproximadamente 20 A, acredita-se que esta topologia pode ser ainda aprimorada, para a obtenção de correntes próximas ao máximo suportado pelos diodos. Novos estudos devem ser realizados para este fim.

5. CONCLUSÃO

Foi proposta, neste trabalho, a criação de uma topologia de acionamento de diodos laser de alta potência, visando sua utilização em aquisição de imagens em processos de soldagem, respeitando suas limitações de uso e maximizando a potência luminosa emitida. Através de estudos comparativos e das demandas intrínsecas deste tipo de sistema de visão, escolheu-se o diodo laser no infravermelho próximo SPL PL90_3.

Com base em conhecimentos de circuitos ressonantes e circuitos de proteção, foi possível criar uma topologia relativamente simples que maximizasse a potência inserida no circuito e fornecesse picos de corrente alta para três diodos laser. Através da utilização de softwares de projeto e simulação de circuitos elétricos, OrCAD Capture® e PSpice® foi possível realizar a análise da topologia criada e sua funcionalidade.

O circuito ressonante permitiu picos de corrente de até 20 A sobre os diodos laser, sendo que diodos em série e em antiparalelo não permitem retorno de corrente e tensão reversa superior ao suportado pelos diodos laser quando eles não estão em condução. Os circuitos *snubber* dissipadores protegem as chaves e impedem que a energia oscilante do circuito ressonante continue circulando pelos componentes, assegurando um ciclo de trabalho mínimo.

Para aquisições de imagens em baixa e, a duração dos picos de corrente sobre os diodos laser não são considerados prejudiciais à vida útil do componente, mesmo que acima do valor determinado pelo fabricante. Estudos de aprimoramento da topologia criada devem ser realizados, a fim de maximizar a corrente de pico sobre os diodos laser ao máximo suportado, para obter a potência luminosa suficiente para a sobreposição do arco de soldagem.

6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CAPES, pelo apoio financeiro com o fornecimento da bolsa de pós-graduação. Agradecem também ao grupo Laprosolda pelo espaço físico, apoio e auxílio no desenvolvimento deste trabalho. Os Profs. Vilarinho e Gallo gostariam de agradecer pelo apoio financeiro ao CNPq (Processo 473953/2009-9 e Processo 307554/2008-2) e à Fapemig (Processo TEC - APQ-01389-08 e Procecco No.574001/2008-5 - INCT-EIE) e também a Texas Instruments e a ON Semiconductor por nos mandar amostras gratuitas.

7. REFERÊNCIAS

- Abdullah, B. M.; Smith, J. S.; Lucas, W.; Houghton, M. "A Low-Cost Vision System for Real-Time Monitoring of Welding Applications", 14th International Conference on the Joining of Materials & The 5th International Conference on Education in Welding, Helsingør, Denmark, 29th of April – 2nd of May, 2007.
- Bálsamo, P. S. S.; Vilarinho, L. O.; Vilela, M.; Scotti, A. "Development of an experimental technique for studying metal transfer in welding: synchronized shadowgraphy". Int. J. for the Joining of Materials 12(1) 2000.
- Bartkowiak, R. A. "Circuitos Elétricos". 2^a Ed. Revisada, tradução Moema Sant'Anna Belo; revisão técnica Antonio Pertence Júnior; Clóvis Edusrdo Mazzoti de Oliveira. São Paulo: Makron Books, 1999.
- Baskoro, A. S.; Masuda, R.; Kabutomori, M.; Suga, Y. "Welding Penetration Control for Aluminum Pipe Welding Using Omnidirectional Vision-based Monitoring of Molten Pool". Proceedings of the 8th International Welding Symposium organized by Japan Welding Society.
- Duffey, T. P.; Sloan, S. E.; Mazumder, J. "Measurement of Free Surface Deformation by Reflective Topography". Trends in Welding Research, Proceedings of the 4th International Conference, 5-8 June 1995, Gatinsburg, Tennessee.
- Finzi, R. M. "Desenvolvimento de um Inversor Trifásico Utilizando as Técnicas de Chaveamento Suave e Imposição de Corrente para Acionamento do Motor de Indução". Dissertação de Mestrado, Uberlândia, 1999. 161p.
- Hara, K.; Suga, Y. "Penetration Control by Monitoring Molten Pool Condition in TIG Welding of Thin Steel Metal". Proceedings of the 8th International Welding Symposium organized by Japan Welding Society.
- Houghton, M. A. et al, "Vision Systems for Monitoring and Control of Arc Welding Operations", Soldagem Insp. São Paulo, Vol. 12, No. 4, p.293-299, Out/Dez 2007.
- OSRAM. "Nanostack Pulsed Laser Diode in Plastic Package 75 W Peak Power - SPL PL90_3". Data Sheet. 2006-04-12. 6p.
- OSRAM. "Operating the Pulsed Laser Diode SPL PLxx". Application Note. September 10, 2004. 5p.
- Todd, P. C. "Snubber Circuits: Theory, Design and Application", pp. 2.1-2.17, Maio, 1993.
- Vilarinho, L. O.; Lucas, B.; Raghunathan, S.; Houghton, M.; Lucas, J. J. "Dedicated near-infrared vision system for monitoring welding processes". 20th International Congress of Mechanical Engineering. November 15-20, 2009, Gramado, RS, Brazil
- Zhang, Y. M.; Kovacevic, R.; Li, L. "Adaptive Control of Full Penetration Gas Tungsten Arc Welding". IEEE Transactions On Control Systems Technology, Vol. 4, No. 4, July 1996.

Zhang, Y. M.; Li, L.; Kovacevic, R. "Monitoring of Weld Pool Appearance for Penetration Control". Trends in Welding Research, Proceedings of the 4th International Conference, 5-8 June 1995, Gatinsburg, Tennessee.

8. DIREITOS AUTORAIS

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído no seu trabalho.

PROPOSAL OF A HIGH POWER DIODE LASER SYSTEM USED IN WELDING PROCESSES' VISION SYSTEMS

Carolina Pimenta Mota, cpimentamota@gmail.com¹
Roberto Mendes Finzi Neto, robertofinzi@hotmail.com²
Louriel Oliveira Vilarinho, vilarinho@mecanica.ufu.br¹
Carlos Alberto Gallo, gallo@ufu.br¹

¹Federal University of Uberlândia – – Mechanics Engineering College. Uberlândia, Minas Gerais, Brazil.

²Federal University of Goiás – Computation Cience Departament. Catalão, Goiás, Brazil.

Abstract: *Most of the phenomenon studied in the welding processes needs a vision system and the arc light emission can create a great barrier. Nowadays, one of the techniques used for visualizing the process, without arc interference, is the illumination of the process with near-infrared laser and the use of optic filters during the image acquisition. One solution for the infrared illumination, with increasing application, involves the use of high power diode lasers, with low cost and less complexity than the convectional lasers. The proposal of this work was the creation of a put in action topology for the high power diode laser SPL PL90_3, respecting its use limitations and emitting maximum light power. The applicability of this topology was validated by computational simulations and, through its use, it's possible to create a visual system in welding processes with low cost and high flexibility.*

Keywords: *welding; laser diode; vision system.*

The authors are the only responsible for the printed material included in this paper.