



**CONEM 2016**  
CONGRESSO NACIONAL DE  
ENGENHARIA MECÂNICA

**21-25**  
**AGOSTO DE 2016**  
**FORTALEZA - CEARÁ**

## **PROJETO E CONSTRUÇÃO DE UM PROTÓTIPO DIDÁTICO E INTERATIVO PARA O ESTUDO DA FÍSICA DO ARCO ELÉTRICO BASEADO EM UM ALTO-FALANTE A ARCO DE PLASMA-DINÂMICO ("TIGarela")**

Lucas Alves do Nascimento, eng.lucasalves@gmail.com<sup>1</sup>

Louriel Oliveira Vilarinho, vilarinho@mecanica.ufu.br<sup>1</sup>

Américo Scotti, ascotti@ufu.br<sup>1</sup>

Fernando Sousa dos Santos, ufu.fernandosantos@hotmail.com<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Uberlândia – Faculdade de Engenharia Mecânica, Av. João Naves de Ávila, 2121, Campus Santa Mônica Uberlândia, MG, Brasil.

**Resumo:** Ligada à evolução dos processos de fabricação, a área da soldagem possui uma contribuição direta para o desenvolvimento científico, tecnológico e de inovação do país. Contrariando este fato, há uma escassez cada vez maior de pessoas dispostas a atuar no aprimoramento das formas de promover a união permanente de materiais, justificável pela hostilidade do ambiente de trabalho. No sentido de tornar o aprendizado mais interessante e aproximar os alunos e futuros interessados no ramo, foi construído um dispositivo denominado de "TIGarela", para ensinar os fundamentos do arco elétrico de forma didática, interativa e sem a utilização de máscaras de proteção, facilitando a observação do fenômeno. O dispositivo é uma evolução do "arco cantante" de William Duddell de 1990, um alto-falante a arco de plasma-dinâmico que cria um som através da variação de pressão de ar causada por uma descarga elétrica (descarga de corona). O equipamento permite visualizar importantes conceitos utilizados na soldagem, entre eles, a simulação da emissão de elétrons pelo efeito termiônico (evidenciada no processo de soldagem Tungsten Inert Gas - TIG), a emissão de elétrons pelo efeito de campo (presente no processo de soldagem MIG/MAG, entre outros) causado pela inversão de polaridades entre o eletrodo de tungstênio (+) e o metal base (-), propriedades físico-químicas do arco elétrico, além das propriedades acústicas do arco elétrico em altas frequências. A visualização desprotegida é possível pelo uso de baixíssimas correntes, as custas de altas tensões. Neste trabalho é descrito, além dos fundamentos, o projeto eletromecânico do equipamento proposto. O circuito eletrônico é composto de 2 partes: circuito de controle e circuito de força. Já o projeto mecânico para suportar os equipamentos foi desenvolvido com o auxílio do software Solidworks® e fabricado posteriormente. Durante o funcionamento do equipamento foi observado que devido à sua incapacidade de se mover grandes volumes de ar, o mesmo se limita a reproduzir apenas frequências muito altas, e são, portanto, utilizável unicamente como tweeters. Porém, foi observado que o som produzido é nítido e limpo. Conclui-se que esse equipamento contribui significativamente para o estudo e demonstração das propriedades do arco elétrico.

**Palavras-chave:** Física do arco elétrico, Alto falante, Soldagem TIG, Ensino

### **1. INTRODUÇÃO**

Tem sido possível observar nos meios de comunicação, quando se exalta o desenvolvimento do Brasil, máquinas trabalhando e atividades produtivas diversas. Dentre elas, a soldagem, definida como processo especial pela Cláusula 7.5.2 da ISO 9001 (2008), está sempre presente e possui uma contribuição direta para o desenvolvimento científico, tecnológico e de inovação do país. Em especial nesta última década, a tecnologia da soldagem passa por uma revolução. Fontes modernas com possibilidade de gerar qualquer formato de onda, interfaceamento com robôs e monitoramento à distância são uma realidade. Passa-se a utilizar processos modernos e inovativos, como os processos derivativos e híbridos, que demandam um grande número de parâmetros interdependentes a serem ajustados e que são uma resposta às exigências de qualidade e produtividade estabelecidas pela ISO 3834 (2005). Soma-se a isto, a necessidade da redução de custo e garantia de um processo ambientalmente consciente, regido pela ISO 14001 (2004).

Entretanto, em contraposição a este desenvolvimento tecnológico, há uma escassez cada vez mais crescente de pessoas interessadas em tecnologia da soldagem, em especial em Minas Gerais (MGTV, 2011). Esta constatação reflete a cultura, ainda que relativamente errada, de que o ambiente da soldagem é hostil. De fato, menciona-se na literatura (ANDRADE; VILARINHO, 2014), que a soldagem é conhecida internacionalmente por três “Ds” (Dangerous, Dusty e Dirty), sendo necessário reverter tal quadro para três “Cs” (Cool, Clean e Clever).

Desta forma, o presente trabalho procura estabelecer condições para tornar o aprendizado mais interessante para os alunos que têm na sua grade curricular a disciplinas relacionada à soldagem, como “Processos de Fabricação Mecânica” (Graduação em Engenharia Aeronáutica, Elétrica e Mecatrônica), “Fundição e Soldagem” (Graduação em Engenharia Mecânica), “Fundamentos de Soldagem”, entre outros. Neste contexto, foi criado um dispositivo portátil a ser utilizado nas aulas práticas de graduação/pós-graduação da UFU, denominado de “TIGarela” (ou “Arc TalkaTIG”, em inglês), para ensinar fundamentos do arco elétrico existente em soldagem de forma didática e interativa. O dispositivo é uma evolução do “arco cantante” de William Duddell de 1990, um alto-falante a arco de plasma-dinâmico que cria um som através da variação de pressão de ar causada por uma descarga elétrica (descarga de corona), a partir de uma tocha do processo TIG. O acrônimo denominativo é a união do processo com o fato de arco poder falar (ou, mais exatamente, reproduzir a fala).

O arco elétrico utilizado em soldagem (Fig. 1) consiste em um jato de plasma formado entre dois eletrodos pela ionização do meio entre eles. Durante as disciplinas mencionadas, é ensinado aos alunos a física do plasma envolvida e considerações a respeito de fluxos, gases e propriedades físico-químicas ali existentes. Ilustra-se que o arco elétrico pode funcionar como um alto-falante a plasma, onde a tensão e corrente do processo funcionam como o agudo e volume deste alto-falante.

Num alto falante a plasma, varia-se a intensidade de um plasma criando ondas compressivas no ar, como acontece com um alto falante convencional. Essa variação é percebida quando ocorre dentro do espectro de frequências audíveis. Em um alto-falante convencional, é necessário considerar a inércia da película móvel responsável pela conversão eletromecânica do som, chamada de *driver*. Esta inércia causa resistência a uma mudança instantânea na sua posição em resposta ao sinal elétrico da entrada, diminuindo a fidelidade de reprodução de altas frequências, que correspondem aos tons agudos de áudio. A limitação do *driver* é uma das razões pelas quais os *tweeters* são muito menores do que *woofers*; menor inércia resulta em drivers com maior capacidade de resposta às altas frequências. Já em uma coluna de plasma, esta limitação não existe efetivamente, já que o próprio ar é conduzido diretamente pela expansão do plasma com a variação da corrente.

Neste sentido, projetou-se uma estrutura mecânica para suportar a tocha TIG e circuitos eletroeletrônicos baseado em circuitos mais simples (Malvino et al., 2008) e, em ignitores de alta frequência, complementados por outras fontes (MH-Audio, 2015), para que a partir de uma entrada de áudio (microfone, celular, rádio, etc.), os alunos possam observar o fenômeno descrito (formação de um arco elétrico que “fala”) e interagir com ele, maximizando seu aprendizado. Destaca-se que o arco elétrico é de menor intensidade para que os alunos possam visualizar mais facilmente sem a utilização de máscaras de proteção.

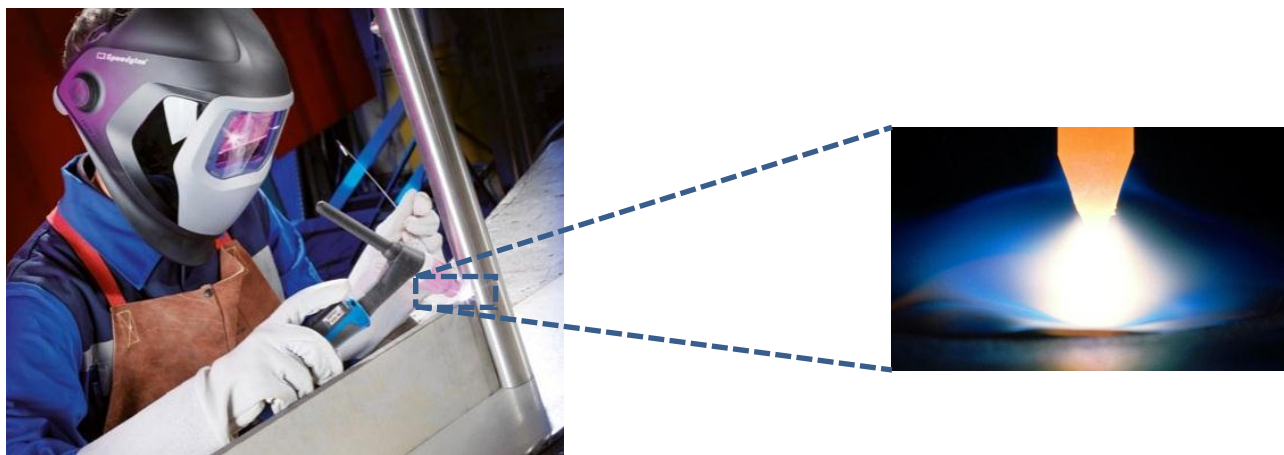


Figura 1. Soldador executando uma soldagem e detalhe do arco elétrico (Binzel, 2016).

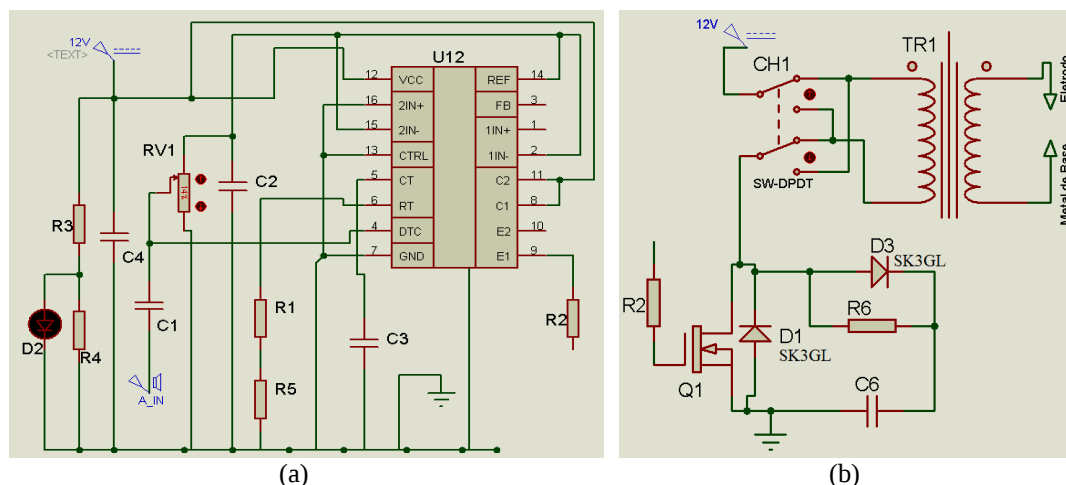
## 2. DESENVOLVIMENTO

### 2.1. Projeto elétrico e eletrônico

O circuito elétrico-eletrônico projetado é composto de 2 partes (circuito de controle e circuito de força), como detalha a Figura 2. O circuito de controle possui a função de gerar sinais em alta frequência (entre 5kHz e 50kHz), de modular o sinal sonoro de entrada e de ajuste do volume sonoro. O sinal gerado no circuito de controle é enviado para o “Gate” de um MOSFET (*Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor*) com o objetivo de chavear a tensão contínua (12Vcc) aplicada aos terminais de um a auto-transformador (*flyback*), de maneira a obter uma tensão de 40kV

no secundário. Esta tensão é necessária para a abertura do arco elétrico entre eletrodo e o metal base por meio do rompimento da rigidez dielétrica da atmosfera.

A simulação do circuito eletrônico e a geração das placas de circuito impresso (PCB) foram executadas com o software LabCenter Proteus®.



**Figura 2. (a) Esquemático do circuito de controle (Software LabCenter Proteus®); (b) Esquemático do circuito de força (Software LabCenter Proteus®).**

Na Figura 2 (a) (circuito de controle), os resistores  $R3 = 10k\Omega$  e  $R4 = 2k\Omega$  formam um divisor de tensão e têm a função de adequar a tensão em aproximadamente  $2,0V_{cc}$  para acionar o LED que indica a presença de alimentação elétrica na placa de controle. Já o capacitor  $C4 = 2000\mu F/250 V$  elimina ruídos e flutuações da fonte e garante a estabilidade da tensão de alimentação, o capacitor  $C1 = 47 nF$  faz o acoplamento do sinal de áudio com circuito de controle, o capacitor  $C2 = 100nF$  atua como filtro passivo de ruídos de alta frequência do sinal de áudio, o potenciômetro  $RV1 = 10k\Omega$  ajusta a amplitude do sinal da entrada do áudio e o volume de saída, o resistor  $R2 = 1,0\Omega$  limita a corrente na saída do circuito integrado (TL 494) e a combinação de  $R1 = 2,2k\Omega$ ,  $R5 = 470\Omega$  e  $C3 = 10nF$  é responsável por determinar a frequência de oscilação do sinal principal de saída que chaveia o transistor MOSFET Q1 = IRF260 (interface entre circuito de controle e circuito de força).

O circuito de força mostrado na Fig. 2 (b) é composto por um MOSFET, um *flyback*, um circuito *snubber*, 1 eletrodo de tungstênio e uma placa de cobre.

O transistor MOSFET IRF260 (Alldatasheet, 2015a), é um transistor de comutação de velocidade rápida, com capacidade de condução de corrente de 50A, tensão de ruptura de 200V e limiar de tensão máxima de  $4V_{cc}$ . Este transistor MOSFET é chaveado pelo sinal provindo do circuito integrado TL494 (Alldatasheet, 2015b) da Texas Instruments na frequência de 38kHz. Tal frequência foi determinada experimentalmente por apresentar a melhor intensidade sonora. Já o transistor MOSFET chaveia a tensão de  $12V_{cc}$  que alimenta o primário de um *flyback*<sup>1</sup> de modelo OMNI CCE TAT2009A e relação de tensão  $12V_{cc}:40kV$ . Consequentemente, o circuito secundário do *flyback* fornece energia para o eletrodo de tungstênio em nível alto de tensão e pulsada (ignitor de alta frequência), e a malha é completada pela resistividade do arco e por uma placa de cobre aterrada na fonte chaveada que alimenta todo o sistema.

O transistor MOSFET IRF260 e a placa de cobre são refrigerados por um sistema de *water cooler's* (Corsair, 2015). Além do mais o transistor MOSFET é protegido por um circuito *Snubber*. Os circuitos *Snubbers* são pequenos circuitos inseridos em conversores estáticos de potência, cuja função é amortecer os transientes de alta tensão que ocorrem na comutação de uma carga. Foram selecionados  $C6 = 4,7nF$  e  $R6 = 470\Omega$ , além do diodo rápido de modelo SK3GL. O diodo SK3GL em paralelo aos terminais *Drain* e *Source* do transistor MOSFET é denominado diodo de roda livre e tem como função proteger o transistor MOSFET quando ocorre o corte, pois, no corte o efeito indutivo do indutor presente no primário do *flyback* produz um grande valor de tensão que pode danificar o semicondutor.

Tanto o circuito de força, o circuito de controle e os *water coolers* são alimentados por uma fonte chaveada de  $12V_{cc}/30A$  da fabricante Metaltex.

Durante os testes, notou-se uma diferença significativa no áudio com o eletrodo de tungstênio na polaridade direta (eletrodo negativo – simulação do efeito termiônico) e na polaridade inversa (eletrodo positivo – efeito de campo). Portanto, foi inserido no primário do *flyback* uma chave reversora de fases de 3 posições (CH1) com a função de inverter as polaridades e desligar o circuito de força (posição central). Ao final, a intensidade de corrente é baixa (da ordem de miliampéres) e a tensão é bastante alta (da ordem de 40kV).

<sup>1</sup> *Flyback* consiste em um núcleo de ferrite com vários enrolamentos encapsulados em material isolante e converte uma tensão pulsada de níveis baixos para tensões e frequências altas.

## 2.2. Projeto mecânico

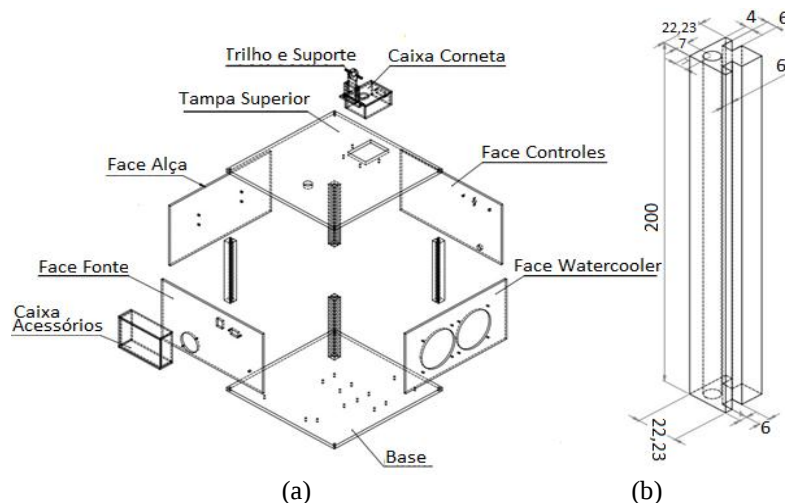
No protótipo construído, o arco é estabelecido entre um eletrodo de tungstênio torinado (de 1,6mm), acoplado em uma tocha de soldagem TIG da fabricante Binzel (modelo TIG 26) e uma chapa de cobre (material de base) de 5,0mm de espessura. O calor excessivo gerado na chapa de cobre e no transistor MOSFET é drenado por refrigeração utilizando *water coolers* em contato direto com os mesmos. Já a refrigeração da tocha TIG não é necessária devido a corrente elétrica que circula ser na ordem de miliampéres.

O eletrodo de tungstênio suporta altas temperaturas, tem ponto de fusão próximo a 3400°C, é excelente condutor de elétrons, tem facilidade para emitir elétrons por efeito termiônico, o que auxilia bastante a estabilidade do arco.

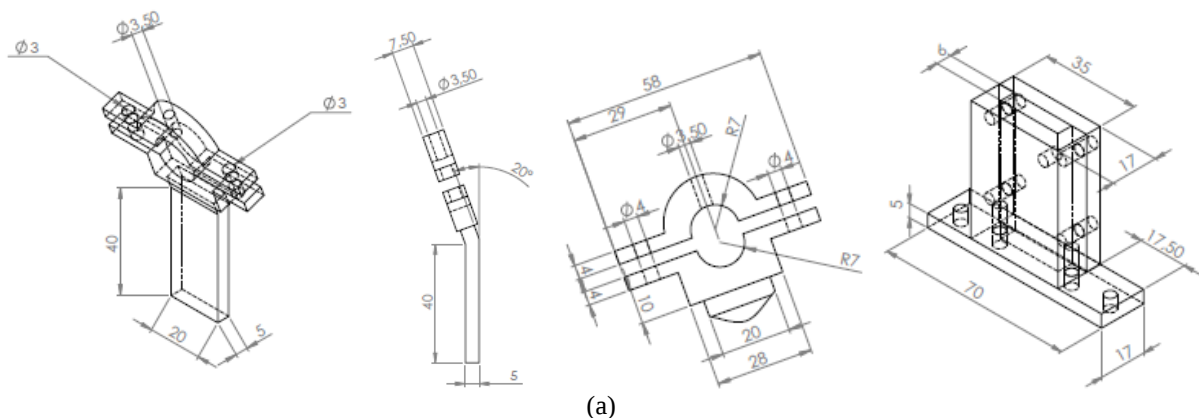
A possibilidade de visualização, identificação, interação e monitoramento das diversas peças e circuitos elétricos que compõem o equipamento são primordiais para a didática do protótipo e auxilia também na segurança do operador durante o seu funcionamento, pois, facilita a identificação de possíveis centelhas indesejadas que por ventura possam acontecer no primário do *flyback*. Baseando-se nessa necessidade, placas de acrílico com espessura de 6 mm e cortadas a *Laser* foram utilizadas para a fabricação da carenagem (Fig. 3). As sustentações das placas de acrílico foram feitas com perfis estruturais em alumínio de 200mm x 22,23mm x 22,23mm (Fig. 3b) e fixadas na base e na tampa por meio de parafusos. Já as faces laterais de acrílico são inseridas deslizando-as em sulcos de 6mm x 6mm fabricadas nos perfis estruturais de alumínio. Esse tipo de fixação não permanente garante manutenção facilitada, em caso de dano ou pane de qualquer componente, resultando em menor tempo de manutenção.

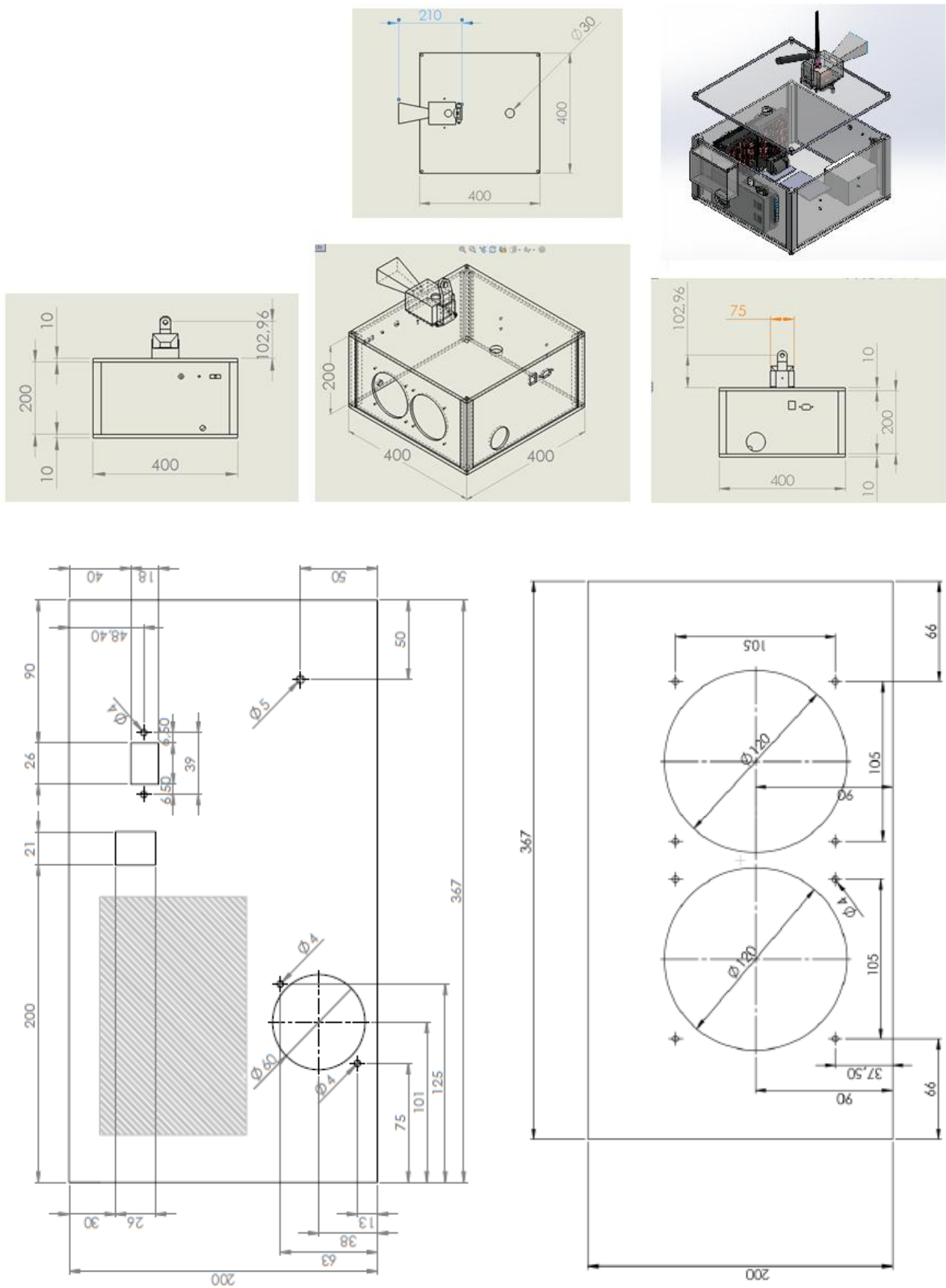
Todo o equipamento poderia ser construído em acrílico, mas a praticidade na montagem/desmontagem em uma manutenção e por ser um material leve (contribui para o menor esforço do operador no transporte) garantiram a escolha dos perfis de alumínio.

A variação da distância eletrodo peça (DEP) é controlada por um sistema de trilho e suporte móvel deslizante. Para manter o suporte fixo na distância ideal é utilizado a pressão exercida por um parafuso. Também foi projetado uma corneta na tentativa de aumentar a sensibilidade das frequências agudas pelo ouvido humano. O projeto mecânico para suportar a tocha foi modelado com o auxílio do software Solidworks® (Fig. 4). A montagem final do equipamento é mostrada na Fig. 5.

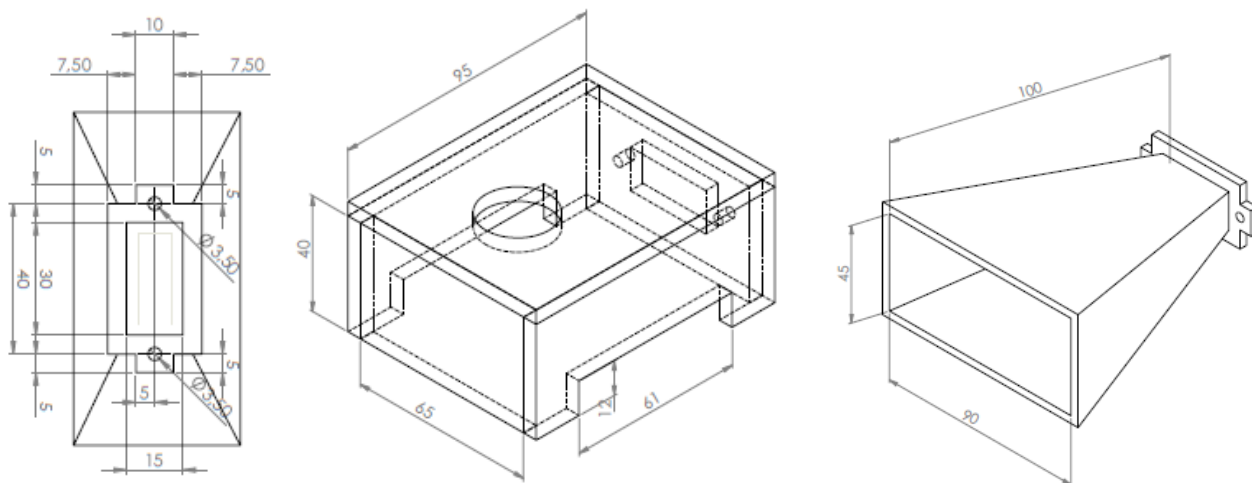


**Figura 3. (a) Identificação das partes mecânicas; (b) Perfil de alumínio para sustentação das placas de acrílico (dimensões em mm).**



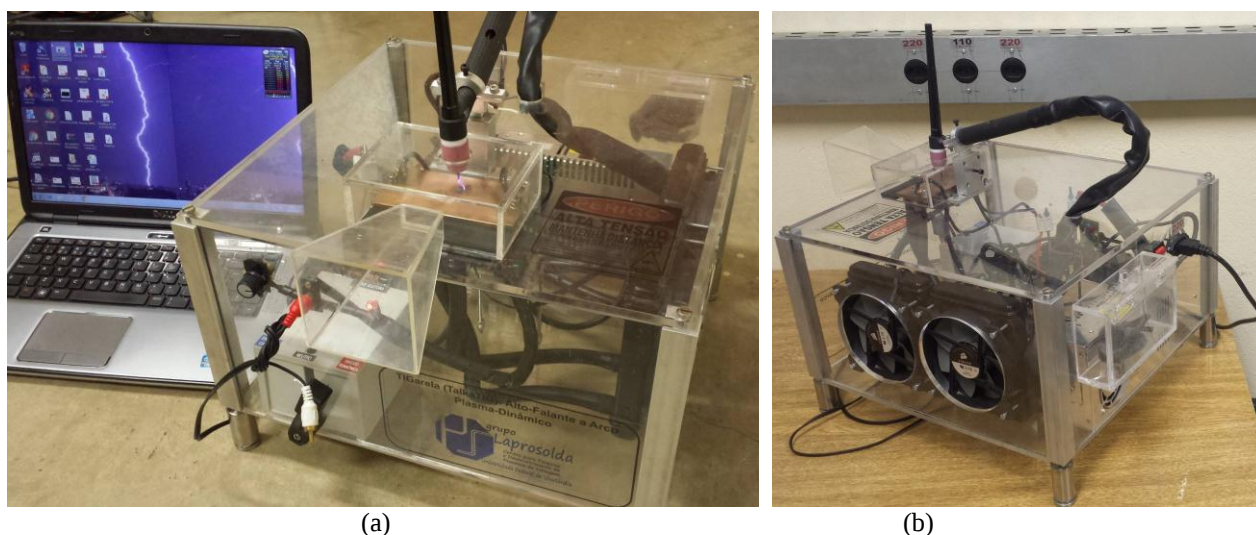


(b)



(c)

**Figura 4. Geometria do projeto mecânico modelado no software SolidWorks® (dimensões em mm); (a) Projeto da suportaçoão em alumínio da tocha TIG; (b) Projeto da carcaça; (c) Projeto da corneta.**



**Figura 5. Equipamento construído. (a) em funcionamento; (b) visão isométrica.**

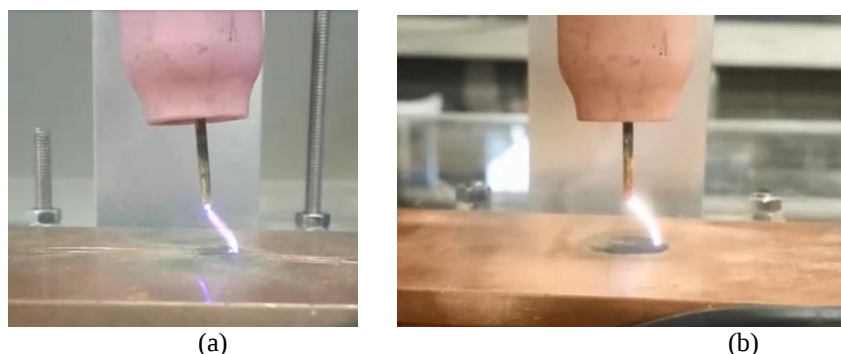
### 3. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Durante o funcionamento do equipamento, foi observado que devido à sua incapacidade de se mover grandes volumes de ar (variação de baixa intensidade de corrente), o mesmo se limita a reproduzir o som em baixo volume e em frequências muito altas, esta última característica semelhante ao papel dos *tweeters*. Porém, o som produzido é nítido e limpo. É notado também que na polaridade inversa (efeito de campo) o eletrodo de tungstênio não é consumido como acontece em soldagens do processo TIG, pois, a corrente é baixa (da ordem de miliampéres) e a tensão é bastante alta (da ordem de 40kV).

É possível variar a distância entre eletrodo e chapa de 3 a 15mm, obtendo-se diferentes níveis de intensidade sonora. Nota-se que quanto maior a DEP, maior é a intensidade sonora. É observável também que a distância entre os eletrodos interfere na abertura do arco. Mesmo considerando a rigidez dielétrica do ar de 30kV/cm, consegue-se estabelecer um arco com um afastamento máximo de 10mm entre os eletrodos, sem que o arco se apresente instável e com áudio ruidoso.

O *feedback* utilizado suporta no secundário 1A e, portanto, não é possível injetar argônio neste sistema. Tal afirmação é explicada pelo fato do gás de proteção facilitar a ionização da atmosfera que circunda o arco elétrico, que por sua vez, possibilita a diminuição da impedância e por consequência o aumento da corrente. O colapso do *feedback* acontece quando esta corrente ultrapassa 1A. Dessa forma para injeção de argônio deve-se utilizar *feedbacks* de maiores correntes ou associar vários *feedbacks* em paralelo ou até mesmo substituir por outro equipamento elétrico robusto (ex.: indutores de potência). Destaca-se que a utilização do *feedback* de 1A tem a função de manter o equipamento leve e portátil.

Durante o funcionamento do equipamento, observou-se que operando com o eletrodo na polaridade direta (eletrodo no negativo) o arco se apresenta com coloração mais intensa e áudio mais volumoso (Fig. 6b). Este fato se explica pelos diferentes fenômenos: emissão de elétrons pelo efeito de campo e emissão termiônica (eletrodo emite elétrons). É importante salientar que este arco produzido pode ser observado a olho nu.



**Figura 6. (a) Arco elétrico durante a execução do áudio - Efeito de Campo; (b) Arco elétrico durante a execução do áudio – Simulação do Efeito Termiônico.**

Por fim, este equipamento contribui significativamente para o estudo e demonstração das propriedades do arco elétrico, permitindo visualizar importantes conceitos utilizados na soldagem, entre eles, a simulação da emissão de elétrons pelo efeito termiônico (evidenciada no processo de soldagem Tungsten Inert Gas - TIG), a emissão de elétrons pelo efeito de campo (presente no processo de soldagem MIG/MAG) causado pela inversão de polaridades entre o eletrodo de tungstênio (+) e o metal base (-), propriedades físico-químicas do plasma e arco elétrico, além das propriedades acústicas do arco elétrico em altas frequências. O aluno pode observar também o acendimento do arco sem contato (HF ignitor); a possibilidade de abrir e manter um arco com baixíssima corrente, às custas de altíssima tensão, quantificado pela possibilidade de ver o arco a olho nu e; o efeito de alteração da geometria do arco pela variação da corrente quantificada pela emissão de sons.

#### 4. CONCLUSÃO

Demonstrou-se a possibilidade de se desenvolver e construir um equipamento para auxiliar no ensino da física do arco. O maior atrativo é que, por gravação de um “script”, o próprio arco poderia explicar os fenômenos afins, torna-se a ferramenta atrativa para novos estudantes se interessarem pela tecnologia da soldagem.

#### 5. REFERÊNCIAS

- Andrade, J. B. R.; Vilarinho, L. O. Avaliação ergonômica do trabalho do soldador por meio de sensor de movimento infravermelho. VIII Congresso Nacional de Engenharia Mecânica, 2014, 8p.
- Alldatasheet, 2015a, “N-Channel Power MOSFET 50A, 200Volts.” 8 Out. 2015a. 7p. <<http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/580583/NELLSEMI/IRF260.html>. >
- Alldatasheet, 2015b. “TL493, TL494, TL495 PULSE-WIDTH-MODULATION CONTROL CIRCUITS.” 8 Out. 2015b. pp 2-123 – 2-130. <<http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/28816/TI/TL494.html>. >
- Binzel, 2016, “TIG Welding Through Thick and Thin”, Revista: Abicor Binzel Welder’s World nº 6, Disponível em: <[http://binzel-abicor.com/uploads/Content/Germany/PDF-Files/PDF\\_Files\\_Welders\\_World/Welders\\_World\\_No\\_6\\_WEB.pdf](http://binzel-abicor.com/uploads/Content/Germany/PDF-Files/PDF_Files_Welders_World/Welders_World_No_6_WEB.pdf)>, Acesso em: 17 Abril 2016, pp. 33.
- Corsair, 2015. Hydro Series™ H60 High Performance Liquid CPU Cooler. 8 Out. 2015. <<http://www.corsair.com/en-us/hydro-series-h60-cpu-cooler>. >
- ISO 3834, 2005, “Quality requirements for fusion welding of metallic materials”. 2005, 66 p.
- ISO 9001, 2008, “Sistema de gestão da qualidade novo — Requisitos - Seção 7: Realização do Produto”. 2008, 30 p.
- ISO 14001, 2004, “Environmental management systems -- Requirements with guidance for use”, 2004, 23p.
- Malvino, A.P., et al., 2008, “Eletrônica Vol. 1”, 7ª Ed., 747p.
- MGTV, 2011, “Conheça um Pouco da Profissão de Soldador.” 18 Mar. 2011. <<http://megaminas.globo.com/2011/01/17/conheca-um-pouco-da-profissao-de-soldador>. >
- MH-Audio, 2015. “Plasma Loudspeaker”. <<http://www.mh-audio.nl/PlasmaSpeaker.asp> > 8 Out. 2015.

#### 6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CAPES, ao CNPq e à FAPEMIG pelas bolsas de estudo e pesquisa aos autores. Agradecem a ABICOR BINZEL, pela doação da tocha, e aos membros e colaboradores do Laprosolda/UFU (Grupo Centro para

Pesquisa e Desenvolvimento de Processos de Soldagem) pelo apoio e frutíferas discussões. Enfim, agradecem ao Programa de Pós-graduação da Universidade Federal de Uberlândia (COPEM), pela oportunidade.

## 7. RESPONSABILIDADE AUTORAL

Os autores são os únicos responsáveis pelas informações incluídas neste trabalho.

# DESIGN AND CONSTRUCTION OF A PROTOTYPE FOR TEACHING AND INTERACTIVE PHYSICS STUDY ARC BASED ON A SPEAKER A PLASMA ARC-DYNAMIC ("Arc TalkaTIG ")

Lucas Alves do Nascimento, eng.lucasalves@gmail.com<sup>1</sup>

Louriel Oliveira Vilarinho, vilarinho@mecanica.ufu.br<sup>1</sup>

Américo Scotti, ascotti@ufu.br<sup>1</sup>

Fernando Sousa dos Santos, ufu.fernandosantos@hotmail.com<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Federal University of Uberlândia – Av. João Naves de Ávila, 2121, Campus Santa Mônica Uberlândia, MG, Brasil.

**Abstract.** On the evolution of manufacturing processes, the area of the weld has a direct contribution to the scientific, technological and innovation in the country. Contrary to this fact, there is a growing shortage of people willing to act in the improvement of ways to promote permanent union materials, justified by the hostility of the work environment. In fact, the welding is known internationally for three "Ds" (Dangerous, Dusty and Dirty), and need to revert to the three "Cs" (Cool, Clean and Clever). In order to make learning more interesting and bring students and future interested in the business has built a device called a "singing arc" to teach the basics of electric arc didactic, interactive and without the use of protective masks, facilitating the observation of the phenomenon. The device is an evolution of the "singing arc" William Duddell (1990), a speaker arc plasma-dynamic that creates a sound through the air pressure change caused by an electrical discharge (corona discharge). The equipment allows you to view important concepts used in welding, including the simulation emission of electrons by thermionic effect (evidenced in the welding process Tungsten Inert Gas - TIG) electron emission by field effect (in the this welding MIG / MAG) caused by the inversion of polarity between the tungsten electrode (+) and base metal (-), physico-chemical properties of plasma and arc, besides the acoustic properties of the electric arc at high frequencies. In this context, this paper presents in detail the electromechanical design of the proposed equipment. The electronic circuit consists of 2 parts: control and power. The control circuit has the function of generating signals at high frequency (between 5kHz and 50kHz), to modulate the tone of the input and adjust the sound volume. The signal generated in the control circuit is sent to the "gate" of a MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor) in order to switch the DC voltage (12VDC) applied to the terminals of a transformer (flyback), obtaining a voltage 40kV of the secondary. This voltage is necessary for initiating the electric arc between the electrode and the base metal through the dielectric breakdown of the atmosphere. The mechanical design to support the equipment was developed with SolidWorks® software and manufactured later. During operation of the equipment is observed that due to their inability to move large volumes of air, they are confined to only very high frequencies, and are thus usable only as tweeters. It is also observed that the sound produced is crisp and clean. This equipment contributes significantly to the study and demonstration of electric arc properties.

**Keyword:** arc, audio, welding, didactic teaching