

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS
ENGENHARIA MECÂNICA
VINÍCIUS SILVA PEREIRA

ANÁLISE DO PROCESSO DE SOLDAGEM MIG/MAG
MANUALMENTE E AUTOMATIZADA

Varginha
2021

VINÍCIUS SILVA PEREIRA

**ANÁLISE DO PROCESSO DE SOLDAGEM MIG/MAG
MANUALMENTE E AUTOMATIZADA**

Projeto de pesquisa apresentado ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas UNIS MG, sob a orientação do Prof^a. Adilene Maria Soares Tirelli.

**Varginha
2021**

VINÍCIUS SILVA PEREIRA

**ANÁLISE DO PROCESSO DE SOLDAGEM MIG/MAG
MANUALMENTE E AUTOMATIZADA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel pela Banca Examinadora composta pelos membros:

Aprovado em / /

Prof^a. Adilene Maria Soares Tirelli

Prof.

Prof.

OBS:

RESUMO

A soldagem no setor industrial e metalúrgico possui um grande destaque, por ser uma das fontes mais importantes para a união de materiais com baixo custo comparado aos outros métodos que possui no mercado de trabalho. O estudo de comparação de solda manual com o processo automatizado apresenta a máquina de solda adaptada com uma máquina de corte semiautomática conjugada, apresentando os cordões de soldas feitos pela máquina, e a economia que a máquina adaptada fornece para a empresa, tanto no material de adição do processo de soldagem quanto na mão de obra que o operador necessita para ter uma solda com a mesma qualidade do processo automatizado.

Palavras chave: Soldagem, Automatização, Qualidade de solda.

ABSTRACT

Welding in the industrial and metallurgical sector has a great prominence, as it is one of the most important sources for the union of materials at a low cost compared to other methods that it has in the job market. The comparison study of manual welding with the automated process presents the adapted welding machine with a conjugated semi-umatic cutting machine, presenting the weld beads made by the machine, and the savings that the adapted machine provides for the company, both in the material of addition of the welding process as much as the labor that the operator needs to have a weld with the same quality as the automated process.

Keywords: Welding, Automation, Welding quality.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 01: Soldagem com eletrodo revestido..... | 15 |
| Figura 02: Processo de soldagem a arco submerso..... | 16 |
| Figura 03: Soldagem oxigás..... | 18 |
| Figura 04: Processo soldagem tig..... | 20 |
| Figura 05: Instalações e equipamentos..... | 22 |
| Figura 06: Perfil U enrijecido SAE 1012 3”..... | 24 |
| Figura 07: MEGA PLUS 350 DF..... | 25 |
| Figura 08: Máquina de corte semi-automática..... | 26 |
| Figura 09: Fixação do gatilho..... | 27 |
| Figura 10: Embuchamento do bico..... | 28 |
| Figura 11: Alinhamento da peça..... | 29 |
| Figura 12: Regulagem altura do bico..... | 29 |
| Figura 13: Regulagem da velocidade..... | 30 |
| Figura 14: Regulagem da tensão e velocidade do arame..... | 30 |
| Figura 15: Processo de solda..... | 31 |
| Figura 16: Primeira solda..... | 32 |
| Figura 17: Segunda solda..... | 32 |
| Figura 18: Terceira solda..... | 33 |
| Figura 19: Processo automatizado e manual..... | 34 |
| Figura 20: Medição da bobina..... | 35 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 01: Tabela de potencial de ionização de gases e vapores..... | 13 |
| Tabela 02: Diferentes gases para a combustão..... | 18 |
| Tabela 03: Especificações Técnicas da máquina de corte..... | 26 |
| Tabela 04: Cálculo do arame..... | 35 |
| Tabela 05: Cálculo do consumo de arame..... | 36 |
| Tabela 06: Cálculo do consumo de arame manualmente..... | 36 |

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1 TEMA | 09 |
| 2 PROBLEMA DE PESQUISA | 09 |
| 3 HIPÓTESE..... | 09 |
| 4 OBJETIVOS..... | 10 |
| 4.1 Objetivo geral | 10 |
| 4.2 Objetivos específicos | 10 |
| 5 JUSTIFICATIVA | 10 |
| 6 REFERENCIAL TEÓRICO | 11 |
| 6.1 Definição de soldagem | 11 |
| 6.2 História da soldagem | 11 |
| 6.3 Conceitos fundamentais do arco elétrico..... | 12 |
| 6.4 Processos de soldagem..... | 13 |
| 6.5 Soldagem eletrodo revestido (SWAW) | 13 |
| 6.6 Soldagem arcosubmerso (SAW) | 14 |
| 6.7 Soldagem oxiacetilenico | 16 |
| 6.8 Soldagem Tig (GTAW)..... | 18 |
| 6.9 Soldagem MIG/MAG(GMAW) | 19 |
| 7 METODOLOGIA..... | 22 |
| 8 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS..... | 22 |
| 9 MONTAGEM DA MÁQUINA..... | 26 |
| 9.1 Processo de soldagem automatizada | 27 |
| 9.2 Processo de soldagem automatizada..... | 30 |
| 9.3 Processo Manual | 32 |
| 9.4 Cálculo de arame utilizado..... | 33 |
| 10 RESULTADOS E DISCUSSÕES | 36 |
| 11 CONCLUSÃO | 36 |
| REFERÊNCIAS..... | 38 |

1 TEMA

A soldagem em geral tem um grande impacto na área da engenharia mecânica e nas indústrias metalúrgicas, pois é uma fonte alternativa para a união dos materiais metálicos com um custo relativamente baixo e com vários métodos para serem aplicados. Contudo, a soldagem é um processo que tem que ser analisado e ensaiado, tanto na utilização manual ou automatizada, ela pode ocorrer certos riscos na sua produção, esses riscos são defeitos na aplicação ou na estrutura do material.

Neste trabalho será abordada a comparação entre soldagem GMAW manualmente e automatizada, é um benefício que se tende a ser abordado nas indústrias metalúrgicas. Como atualmente os equipamentos e máquinas estão sendo projetados e desenvolvidos, com a finalidade de produzir peças automaticamente, a soldagem mig/mag é um dos principais processos que têm essa capacidade para a produção.

Sua principal importância nessa comparação é a diminuição de possíveis erros de fabricação, aumentando sua qualidade e confiança no processo de soldagem. É um processo que tem seu custo relativamente baixo e um aumento no tempo de produção.

2 PROBLEMA DE PESQUISA

Quais as vantagens e desvantagens do processo de soldagem GMAW automatizado e manual, visando os efeitos que a solda pode apresentar?

3 HIPÓTESE

A soldagem GWAW está presente no mercado de trabalho há alguns anos, e como ela é bastante utilizada nas indústrias, surgem máquinas inovadoras que tendem a trabalhar com mais praticidade aumentando sua qualidade e eficiência no desempenho de trabalho. Uma das formas que pode automatizar a máquina de solda GMAW é adaptação com a máquina de corte semiautomática, ela consiste em soldar materiais de forma automática sem a necessidade de robôs, buscando uma tecnologia que supra a mão de obra visando ter uma economia e qualidade no serviço.

4 OBJETIVOS

4.1 Objetivo geral

Apresentar uma análise com os resultados da soldagem GMAW feita com a máquina de corte semi-automática demonstrando suas vantagens e desvantagens.

4.2 Objetivos específicos

- Apresentar a máquina de corte semiautomática já adaptada na máquina de solda com suas regulagens de velocidade e soldagem;
- Demonstrar suas vantagens e desvantagens que a soldagem automatizada pode oferecer;
- Apresentar a soldagem e demonstrar se existir falhas;
- Apresentar as diferenças entre os processos de solda em termos de qualidade e resistência;
- Apontar os materiais que serão utilizados na soldagem;

5 JUSTIFICATIVA

Na soldagem manual ou semiautomática o soldador interfere plenamente, e o seu julgamento é essencial para execução da durante a solda, com a adaptação da soldagem na máquina de corte semiautomática o soldador pode oferecer uma solda mais resistente e ao mesmo tempo qualificada.

Este projeto tem como finalidade mostrar à redução de falhas no processo de soldagem, aumentando sua eficiência no trabalho, diminuindo a mão de obra do soldador, e a solução de ter um processo de soldagem automatizada com o baixo custo benefício comparada a solda robótica.

6 REFERENCIAL TEÓRICO

6.1 Definição de soldagem

Segundo IVANILDA (2016), soldagem é um processo que tem como principal função a união dos materiais, como polímeros e metais. A união é ganha pela aproximação dos átomos ou moléculas formadas pelas ligações químicas, ligações metálicas e de Van der Waals.

No processo de união das diferentes formas (parafusagem, rebitagem, colagem e brasagem), na soldagem acontece um fenômeno de mistura dos materiais. Mistura que tecnicamente é formada por ocorrer no processo de soldagem por pressão ou no processo de soldagem por fusão. A soldagem sempre procura as ligações químicas para a junta dos materiais a serem soldados, que podem ser utilizadas na recuperação de peças e fabricação de equipamentos, estruturas metálicas e para recuperar peças desgastadas com um determinado revestimento.

6.2 História da soldagem

De acordo com MACHADO (1996), a soldagem como conhecemos hoje em dia, foi criada no século XIX, como o principal processo para a união de materiais, mas já era utilizado a mais de quatro mil e oitocentos anos atrás, nos vales do rio Nilo na África, por brasagem e fase sólida.

A partir do século XIX foram descobertas vários equipamentos para evolução no processo de soldagem, como a bateria que foi criada (Alessandro Volta - 1800), a invenção do gerador elétrico (Século XIX), a descoberta do acetileno, e a produção do arco elétrico formada por dois eletrodos de carvão, classificada chama voltaica (Humphry Davy - 1801), os primeiros porta-eletrodos (Nikolai N. Bernardos e Stanislaus Olszewski - 1885), maçarico oxiacetilênico (E. Fouche e Ch. Picard - 1901), soldagem ao arco elétrico com eletrodo revestido, como oxigás e oxicorte (1ª Guerra mundial), processos TIG e MIG (Henry M. Hobart e Philip K. Devers-1926).

6.3 Conceitos fundamentais do arco elétrico

Sérgio (2004) define que o arco elétrico é uma descarga elétrica que é mantida por um gás ionizado, sendo gerada por uma quantidade de elétrons negativos que é aquecido e ioniza termicamente o gás. Para a soldagem o arco elétrico tem baixa tensão e baixa intensidade. E é definida com três conceitos fundamentais, sendo o calor, emissão e ionização.

A movimentação de cargas elétricas tem um calor que transmite para o arco elétrico de um eletrodo permanente, com a sucessão de choques nas cargas gera o calor. Os íons positivos no arco são comparados com a velocidade dos elétrons, sendo responsáveis pela geração do calor. A colisão de um elétron com um átomo de hélio acumula uma energia de 0,06% pelo elétron que é transferida para o átomo, sendo aquecida a 0,001°C com a colisão. No arco elétrico dos eletrodos consumidos, tem o choque entre íons, e existe outro choque entre íons e átomos gerados na fusão dos eletrodos com as gotas que passam o arco. A energia que o elétron recebe, pode ter influência do campo eletromagnético do átomo e deixa ela livre.

Tabela 1: Tabela de potencial de ionização de gases e vapores

| Gás ou vapor | eV | Gás ou vapor | eV |
|--------------|------|------------------|------|
| Argônio | 15,7 | Sódio | 5,1 |
| Alumínio | 6,0 | Níquel | 7,6 |
| Cálcio | 6,1 | Oxigênio | 13,6 |
| Cobre | 7,7 | Silício | 8,1 |
| Fluor | 17,3 | Tungstênio | 8,1 |
| Hidrogênio | 13,5 | CO | 14,1 |
| Hélio | 24,5 | H ₂ | 15,6 |
| Ferro | 7,8 | H ₂ O | 12,6 |
| Potássio | 4,3 | N ₂ | 15,5 |
| Nitrogênio | 14,5 | O ₂ | 12,5 |

Fonte: Emílio Wainer.

6.4 Processos de soldagem

IVANILDA (2016) cita que uma descarga elétrica gerada por dois eletrodos, provada por um gás ionizado com alta temperatura denominado plasma, contendo energia térmica suficiente para a fusão do material.

- SWAW Shhielded Metal Arc Welding (eletrodo revestido);
- SAW Submerged (arco submerso);
- GTAW Gas Tungsten Arc Welding (eletrodo de tungstenio, TIG);
- PAW Plasma Arc Welding (Plasma);

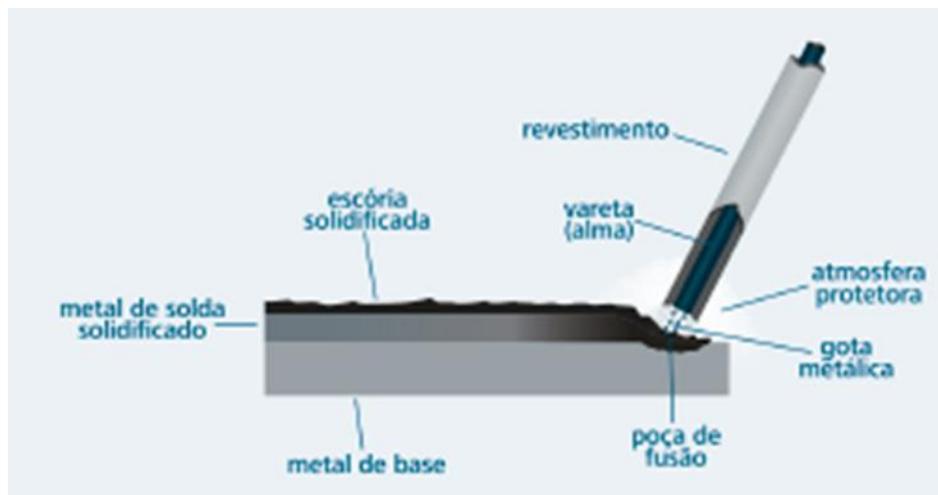
6.5 Soldagem eletrodo revestido (SWAW)

Segundo ARILDOMÁ (2012) cita o processo por eletrodo revestido, teve início no começo do século passado, com a utilização de arames para cercas, ligados a uma corrente elétrica. A prática resultou com problemas na instabilidade do arco e do preenchimento com soldas contaminadas. Com o uso de arames enferrujados, ou com camadas de cal, notou que mantia uma estabilidade, e uma melhora na qualidade do arco. Esses fatos ficaram marcados na década de 30, e na década de 50 a adição de pó de ferro.

ARILDOMÁ (2012) descreve que no processo de soldagem com arco elétrico usando o eletrodo revestido, o canal da peça a ser soldada desenvolve uma abertura com a capacidade de fundir ao mesmo tempo o eletrodo e a peça. O material fundido da vareta do eletrodo é transferida para o metal, transformando uma poça de metal fundido que tem uma cada de proteção pelos gases de combustão e da atmosfera contida no eletrodo e nos elementos fundamentais para a geração na escória constituída no revestimento do material fundido, que é incorporado na combustão do revestimento.

A aplicação do eletrodo revestido está ligado na soldagem de estruturas metálicas e montagem de diversos equipamentos, trabalhado de dentro das indústrias e oficinas até de baixo d'água para materiais com 1,5mm a 50mm de espessura. É um processo mais usual sendo determinante para o trabalho na mecânica. A soldagem por esse processo varia entre aço ao carbono, aço de baixa liga, aço de média liga, aço de alta liga, aço inoxidáveis, alumínio, ferro fundido, cobre, níquel e liga destes materiais.

Figura 1: Soldagem com eletrodo revestido



Fonte: e-tec (arildomá).

6.5.1 Vantagens e limitações

No processo com eletrodo revestido possui uma grande variedade de eletrodos, com um uso simples e acessível para o trabalho, utiliza os eletrodos especiais com diversas ligas específicas. A possibilidade de fundição é ampla que comporta espessuras entre 1,5mm a 50mm com passos múltiplos de 4mm. Contudo, o processo possui algumas limitações que necessita de um soldador com habilidade, não permitindo que os materiais alcance um ponto de fusão baixo, devido a alguns materiais como, estanho, zinco e materiais muito reativos. Sua baixa produção também está inclusa a um ponto negativo, pois necessita que o eletrodo seja trocado constantemente pelo fator da posição de trabalho.

6.6 Soldagem arcosubmerso (SAW)

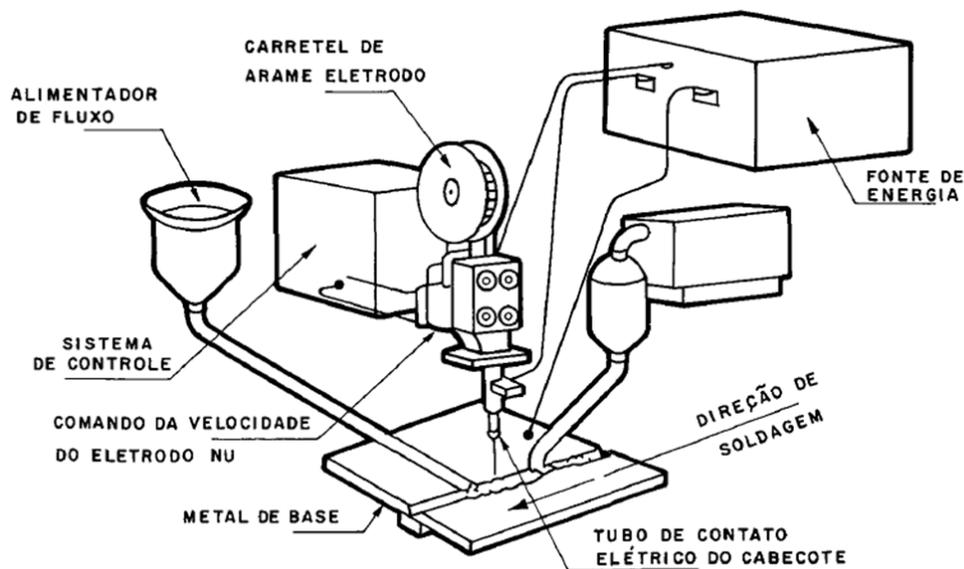
RONALDO (2004) cita o processo de soldagem com arco elétrico é utilizado com um arame de eletrodo, o arco fica submerso com uma camada de fluxo não sendo visível. Com essa forma, a solda trabalha sem faíscas, respingos e luminosidades, diferente dos outros processos de soldagem. Esse processo contém um alto grau de automatização, sendo alimentado com o arame de eletrodo direto na pistola de solda, o processo é rápido e econômico, comparado aos processos de soldagem com arco elétrico.

O início desse processo de soldagem foi estabelecido no período de 1939 a 1945 com a fabricação de tubos e de navios. Com a evolução durante a segunda guerra mundial, permitiu que o processo fosse automatizado permitindo a fabricação de equipamentos pesados.

A soldagem a arco submerso no Brasil teve um avanço nas indústrias para a utilização em equipamentos metálicos como perfis, tubos, navios, trocadores de calor e dentre os equipamentos pesados, podendo recuperar peças, tipo cilindros de laminação e peças de trator.

Com o calor produzido durante a soldagem pelo arco elétrico, o fluxo com a ponta do eletrodo se funde na zona de soldagem ficando sempre uma camada de fluxo não fundida e protegida pelo fluxo escorificante. O eletrodo fica acima do metal base, enquanto o arco elétrico vai se desenvolvendo na mesma posição, no deslocamento do eletrodo o fluxo se separa do metal transformando a solda líquida em uma escória. O material tem um ponto de fusão elevado maior que o da escoria, tornando-se uma forma sólida deixando a mesma em forma fundida, dando uma proteção para o material fundido e recém-sólido.

Figura 2: Processo de soldagem a arcossobmerso



Fonte: Livro soldagem processos.

6.6.1 Vantagens e limitações

CLEBER (2005) descreve que no processo de soldagem por arco submerso, a solda tem uma velocidade elevada contribuindo para a produção, deixando que as taxas de

deposição sejam maiores, com um bom estado não sofrendo diminuição no metal de solda. Permitindo um fácil uso no seu processo, e segurança para o operador. O que limita o processo por arco submerso é a dificuldade em um ambiente que suporte as posições de soldagem plana e horizontal com diversos ângulos.

6.7 Soldagem oxiacetilenico

ARILDOMA (2012) descreve que nas operações de solda e corte é realizado o processo oxiacetilênico, que é a queima da mistura de oxigênio e acetileno por um maçarico. As temperaturas que a chama dessa queima pode resultar é de até 3200°C. Esse processo utiliza também uma fusão que basicamente é ocorrido em dois materiais que são aquecidos até seu ponto de fusão. Ela pode ser feita com a adição de um eletrodo ou só por dois materiais do mesmo porte.

Durante o corte, o combustível é a mistura de gás e oxigênio que preaquece o material até uma temperatura para a reação do corte. As chapas devem ser aquecidas a uma temperatura de 700°C a 900°C, quando a cor do aço vai se tornando vermelha cereja, ela não atingiu seu ponto de fusão. Nesse instante o oxigenio é acionado com pressão concentrada na região aquecida, que reage de forma violenta tornando o metal aquecido em uma escória, com o deslocamento do jato de gás a chama vai penetrando no material realizando o corte.

A regulagem da mistura do gás é que determina a intensidade do calor gerado na chama. A utilização do oxigênio é o responsável na combustão do gás, podendo ser trocado pelo ar comprimido. Deixando o corte menos eficiente termicamente, e proporcionando uma redução no processo da soldagem deixando a solda com uma qualidade insatisfatória.

Figura 3: Soldagem oxigás



Fonte: Valter v de oliveira

6.7.1 Gases

Os gases que podem ser utilizados durante esse processo fornecem uma intensidade menor com um calor relativamente baixa comparado ao acetileno. Gases que podem fornecer o oxigênio e o ar para combustão.

Tabela 2: Diferentes gases para a combustão

| Gás combustível | Temperatura de combustão | |
|--|--------------------------|--------|
| | Com oxigênio | Com ar |
| Acetileno – (C ₂ H ₂) | 3480 | 2650 |
| Hidrogênio – (H ₂) | 2980 | 2200 |
| Propano – (C ₃ H ₈) | 2925 | 2090 |
| Butano – (C ₄ H ₁₀) | 2980 | 2150 |
| MAPP (<i>Methyl acetylene propadiene</i>) – (C ₃ H ₄) | 2925 | 1470 |
| Gás natural – (CH ₄ e H ₂) | 2775 | 2090 |

Fonte: E-tec

6.7.2 Vantagens e limitações

CLEBER (2005) cita que no processo de soldagem e corte por oxiacetileno tem algumas vantagens dos diferentes gases que podem fornecer o mesmo processo. A alta

temperatura do acetileno varia entre 3100°C a 3500° permitindo ter uma chama fácil para regulagem e uma identificação na atmosfera. A formação endotérmica do acetileno, oprime uma liberação de calor durante a combustão, facilitando melhor qualidade no corte e uma boa propagação na velocidade em que a chama percorre no material a ser fundido ou ser cortado, o que contribui para o uso do acetileno comparado aos demais gases é o custo relativamente baixo e o teor de carbono elevado.

6.8 Soldagem Tig (GTAW)

De acordo com CLEBER (2005) esse processo de soldagem é por fusão a arco elétrico que necessita de um calor gerado pelo arco que denominando um eletrodo com tungstenio não consumido e o material a ser soldado. A fusão acontece quando a adição de gás com a mistura de gases inertes transmite uma corrente elétrica ionizada, juntamente com o processo deixa o eletrodo resfriado, ela pode ser trabalhada com ou sem metal para auxiliar na soldagem.

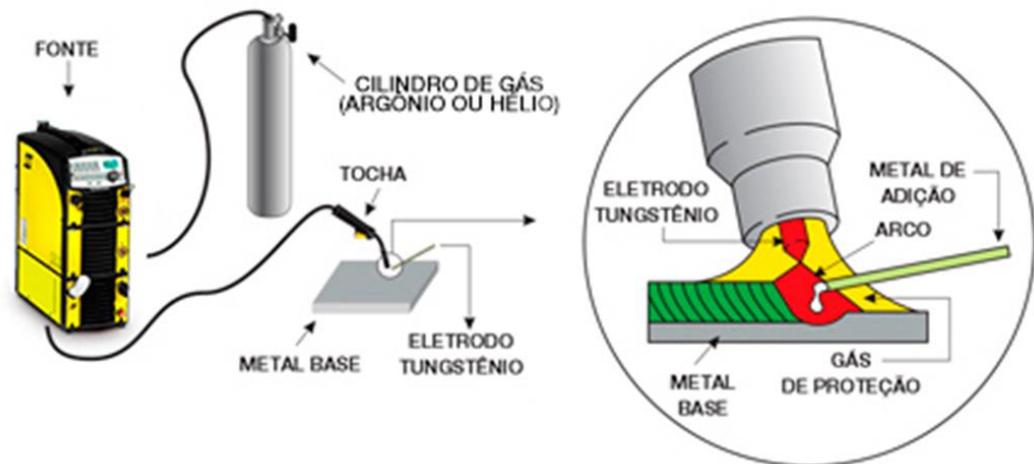
Com o arco sendo aberto a sua alta frequência na corrente pode facilitar a sobreposição no material, isso evita que a peça do eletrodo tungstênio seja riscada. Para a abertura do arco principal, o arco inicial tem que garantir a corrente de alta frequência, ionizando o gás para abertura do arco inicial. O eletrodo que é utilizado nesse processo não é consumido e tem os elementos químicos de tungstênio, emite elétrons que aumenta a capacidade da liga e permite uma maior vida útil para o eletrodo.

Na maioria dos materiais para o processo tig o eletrodo cc possui polaridade direta, e sua extremidade gera um calor menor dentro da polaridade inversa.

Para o alumínio, em grande parte do seu uso utiliza a polaridade inversa, com uma grande chance de o eletrodo ser fundido, à fundição ocorre quando a camada de oxido do alumínio é quebrada, e o seu alto ponto de fusão precisa do fluxo de eletrons para o eletrodo. Na soldagem acima de 130A é preciso tochas refrigeradas com agua, e para amperagem menores que existem as tochas de diferentes tamanhos que devem ser determinadas em função para aplicação.

Esse processo é muito utilizado em chapas com espessuras finas, com o controle da fonte de calor sendo mais equilibrado, na maioria das vezes o uso sem metal de adição é trabalhado nas bordas do material a ser soldado.

Figura 4: Processo soldagem tig



Fonte: Esab,2005

6.8.1 Vantagens e limitações

A soldagem tig é pode variar bastante de acordo com as ligas soldáveis e espessuras de cada material, possui uma facilidade nas aplicações para a soldagem de materiais não ferrosos e aços inoxidáveis. Caracteriza-se também por ser um processo que não tem respingos e escórias o que diminui o trabalho para a limpeza e acabamento, diminuindo o seu custo na produção. O processo necessita que o operador tenha uma habilidade para o processo, tendo que fazer limpeza perfeita nos metais e materiais a serem soldados, e emitindo uma quantidade excessiva de radiações ultravioleta podendo prejudicar a pele que esteja exposta.

6.9 Soldagem MIG/MAG(GMAW)

CLEBER (2005) descreve que no processo mig/mag contem um arco juntamente com um arame sendo consumida na peça. O arco com o arame vai alimentando direto a poça do material que vai ser fundida. O material tem uma proteção com a mistura dos gases que são ativos.

O processo GMAW foi iniciado por volta de 1920 e a ser utilizado no mercado em 1948. No inicio o processo foi aplicado para os desenvolvimentos que trabalhavam com baixas densidades das correntes contínuas, conseqüentemente o uso de gases de proteção ativos e misturas de gases.

O funcionamento da soldagem necessita de uma corrente contínua com um arame no polo positivo. A configuração determinada como polaridade reversa, à polaridade direta já transfere o metal fundido com uma deficiência no arame da solda na peça. A corrente continua trabalham com uma amperagem de 50 A até 600 A com tensões 15 V até 32 V.

ARILDOMA (2012) fala que a execução dessa soldagem a corrente, o comprimento do arco e a velocidade em que o arame são controlados é determinado pela fonte de potencia, sendo ajustados para a execução do procedimento. A aplicação com a soldagem automatizada ou com o processo manual é possível que materiais inoxidáveis e com espessuras finas possam ser soldados até 1,0mm.

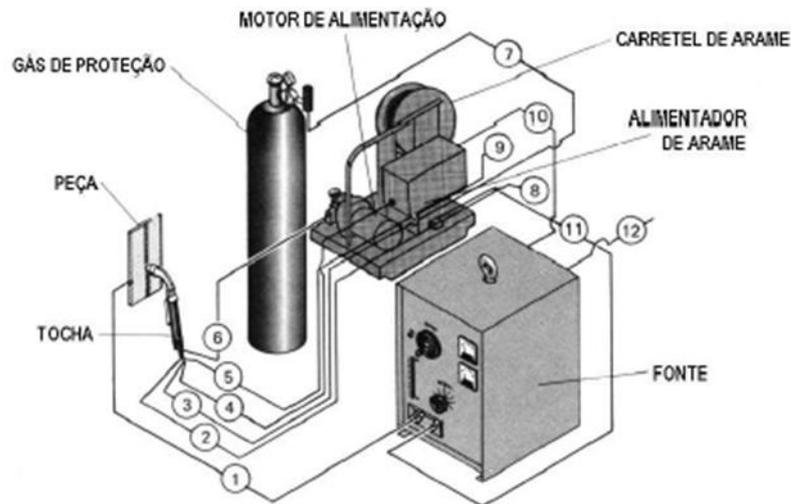
A soldagem GMAW não utiliza fluxo e isso se torna uma vantagens dos demais processos, na aplicação a solda respinga menos e trabalha em todas posições conseguindo remover o óxido através do arco elétrico, permitindo o preenchimento do metal nas juntas.

6.9.1 Equipamentos e consumíveis

Segundo CLEBER (2005) os equipamentos que pode ser utilizados no processo automatico e no manual da soldagem mig/mag, são faceis de instalação e são somente três componentes:

- Tocha de soldagem;
- Motor de arame para alimentação;
- Fonte de energia

Figura 5: Instalações e equipamentos



Fonte: Esab, 2005

1. Cabo negativo.
2. Refrigeração da tocha.
3. Gás de proteção.
4. Gatilho da tocha.
5. Água de refrigeração para a tocha.
6. Conduite do arame.
7. Gás de proteção vindo do cilindro.
8. Saída de água de refrigeração entrada de 42v.
9. Entrada de água de refrigeração.
10. Entrada de 42v.
11. Cabo positivo.
12. Conexão para fonte.

6.9.2 Gases de proteção

ARILDOMÁ (2012) cita os vários gases de proteção que são utilizados como o argônio ou hélio, porém podem existir misturas desses gases:

- Argônio.
- Hélio.
- Mistura de argônio e hélio.
- Adição de CO₂ e oxigênio ao Ar e ao He.
- Argônio – oxigênio - CO₂.
- Argônio – hélio - CO₂.
- Argônio – hélio - CO₂ – oxigênio.
- CO₂.

7 METODOLOGIA

O trabalho será desenvolvido conforme o referencial teórico acima. No início será demonstrado a soldagem no processo manual em diversas amperagens com materiais de diferentes espessuras e qualidades, com o objetivo de ter uma amostra para comparar com o processo de soldagem que será automatizado.

No segundo momento, a máquina de semi corte que será conjugada a máquina de soldagem GMAW, se adaptando para tornar o processo automatizado, o principal objetivo é transformar esse componente de soldagem para que reduza o consumo de arame que é desperdiçado e aumentar o rendimento na produtividade nas indústrias metalúrgicas que utilizam a soldagem GMAW.

8 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

8.1 Materiais

O gás de proteção utilizado no processo é a mistura de gás carbonico e argônio com 18% CO₂ e 72% Ar . Para o processo GMAW foi utilizado o metal de adição arame AWS A5, 18 ER70S-6 com 0.8mm de espessura.

O material utilizado para a soldagem foi o perfil U enrijecido SAE 1012 3” com espessura de 2,25mm. Suas principais caracterisitcas é que possui uma boa soldabilidade e ductilidade utilizado em estruturas metalicas.

Figura 6: Perfil U enrijecido SAE 1012 3”



Fonte: Hiperferro

8.2 Equipamentos

8.2.1 Máquina de solda

O equipamento utilizado para o processo de soldagem GMAW é a MEGA PLUS 350 DF, que possui um baixo custo de produtividade e fácil operação, tem um desempenho essencial para esse processo e adota componentes em seu interior que garante uma solda com qualidade sem aquecer o equipamento sem perder rendimento. O cabeçote armazena o arame que podem ser trabalhados com diâmetros de 0,8mm a 1,2mm, com a proteção gasosa utilizada mistura de argônio e gás carbonico.

Figura 7: MEGA PLUS 350 DF



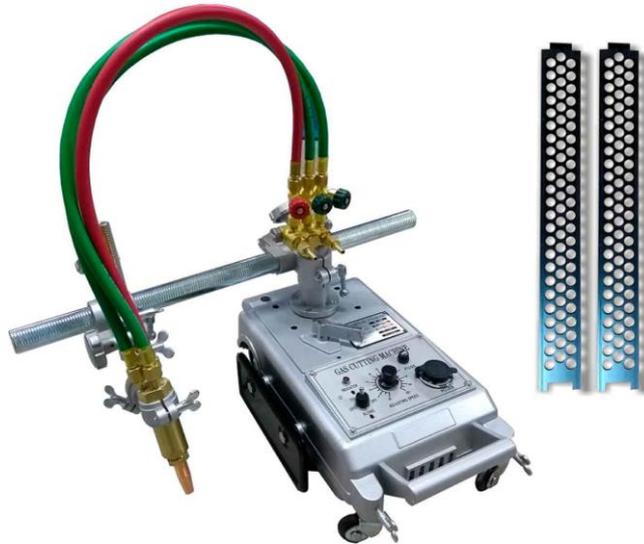
Fonte: Bambozzi,2021

8.2.2 Máquina de corte

A máquina de corte semi-automática é uma máquina que permite realizar corte com precisão e desempenho, tem um peso leve e não tem dimensões grandes, que permite um transporte mais acessível, facilitando realizar trabalhos em diferentes lugares.

Sua estrutura é fabricada com alumínio para eliminar as possíveis oxidações e dar uma garantia em possíveis problemas. A velocidade do corte pode ser controlada pelo sistema que permite a troca de velocidade sem variações, o suporte do maçarico foi projetado para ter uma interação nos cortes em várias posições do chanfro.

Figura 8: Máquina de corte semi-automática



Fonte: Casa do soldador, 2021

Tabela 3: Especificações Técnicas da máquina de corte

| | |
|------------------------------------|---------------------|
| Marca | Oximig |
| Espessura de corte do prato de aço | 8-100mm |
| Velocidade de corte | 50-3200mm/min |
| Diametro do corte circular | 200-2000mm |
| Energia | 24W |
| Corrente | 0.5 ^a |
| Velocidade | 3600-4600rpm |
| Dimensões da embalagem | 67cm x 33cm x 30cm |
| Dimensões do trilho da tartaruga | 183cm x 23cm x 32cm |
| Peso | 55KG |

Fonte: Casa do soldador

9. MONTAGEM DA MÁQUINA

Para adaptá-la a máquina de solda na máquina de corte semi automática, tivemos apenas o trabalho de confeccionar uma bucha que fixa-se o bico da tocha no carrinho da máquina, e para a fixar a o gatilho utilizamos uma abraçadeira de nylon .

Figura 9: Fixação do gatilho



Fonte: Próprio autor.

Figura 10: Embuchamento do bico.



Fonte: Próprio autor

9.1 Processo de soldagem automatizada

Primeiro passo é alinhar o material referente ao paralelo da máquina de corte.

Figura 11: Alinhamento da peça.



Fonte: Próprio Autor

Segundo passo é regular altura do bico sobre a peça com 5mm.

Figura 12: Regulagem altura do bico



Fonte: Próprio autor

Terceiro passo regular velocidade da máquina de corte.

Figura 13: Regulagem da velocidade



Fonte: Próprio autor

Quarto passo regulagem da tensão e velocidade do arame

Figura 14: Regulagem da tensão e velocidade do arame



Fonte: Próprio autor.

Quinto passo ligar as duas máquinas simultaneamente.

Figura 15: Processo de solda



Fonte: Próprio autor.

9.2 Processo de soldagem automatizada

No processo de soldagem automatizada, a regulação da máquina de corte determinar a área da soldada na peça. A primeira solda foi utilizada a velocidade 4 e teve uma solda de 5mm com 56,09 segundos.

Figura 16: Primeira solda



Fonte: Próprio autor

A segunda solda utilizamos a velocidade 3 e teve uma área de 9mm com 1:30 minutos.

Figura 17: Segunda solda.



Fonte: Proprio autor

A terceira solda com a velocidade 2 teve 12mm de área de solda com 3:40 minutos.

Figura 18: Terceira solda



Fonte: Próprio autor

9.3 Processo Manual

No processo manual, utilizamos a mesma regulagem do processo automatizado, tensão 3 e velocidade do arame 3, o tempo gasto para ter o mesmo resultado da área de solda que o automatizado foi de 03:05min, percebe-se claramente que o acabamento da solda automatizada é padrão e sem respingos no processo.

Figura 19: Processo automatizado e manual



Fonte: Próprio autor

9.4 Cálculo de arame utilizado

Na máquina de solda utilizada, foi calculado o quanto de arame foi gasto por cada solda feita nas diferentes velocidades da máquina de corte semiautomática. Para descobrir o quanto de arame foi gasto por cada solda, primeiramente foi medido a bonina que injeta o arame para tocha que tem 39mm de diâmetro.

Figura 20: Medição da bobina



Fonte: Próprio autor.

Descobrimos a medida da bobina, fizemos o cálculo para saber o comprimento da circunferência da bobina utilizando a fórmula $C = \pi \cdot d$, resultando um comprimento de 122,46mm. Testamos a mesma regulagem de solda contando 30 voltas da bobina durante o processo de soldagem que resultou em um tempo de 26,17 segundos, com um gasto de 3673,8mm de arame. Com isso podemos fazer uma comparação das velocidades que a máquina de corte semiautomática gera no consumo do arame comparado ao processo manual.

Tabela 4: Cálculo do arame

| Rotações | Comprimento(mm) |
|----------|-----------------|
| 1 | 122,46mm |
| 30 | 3673,8mm |

Fonte: Próprio autor.

Tabela 5: Cálculo do consumo de arame.

| CÁLCULO DO CONSUMO DE ARAME AUTOMATIZADO | | | |
|---|-----------------|-----------------------------|-----------------------|
| Velocidades da máquina de corte | Tempo(s) | Consumo do arame(mm) | Resultado |
| Velocidade 4 | 56,09s | X | X = 7874,03mm |
| | 26,17s | 3673,8mm | |
| Velocidade 3 | 90,04s | X | X = 12640mm |
| | 26,17s | 3673,8mm | |
| Velocidade 2 | 220,93s | X | X = 31014,62mm |
| | 26,17s | 3673,8mm | |

Fonte: Próprio autor.

Tabela 6: Cálculo do consumo de arame manualmente.

| CÁLCULO DO CONSUMO DE ARAME MANUALMENTE | | | |
|--|-----------------|-----------------------------|-----------------------|
| Velocidades da máquina de corte | Tempo(s) | Consumo do arame(mm) | Resultado |
| MANUAL | 185s | X | X = 25970,69mm |
| | 26,17s | 3673,8mm | |

Fonte: Próprio autor

10 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A figura 18 mostra os dois processos de solda utilizados na pesquisa, o automatizado e o manual. O resultado do automatizado é satisfatório comparado ao manual, com uma solda padrão e de ótima qualidade. Para a montagem da máquina não teve custos, apenas a mão de obra dos operadores, o material utilizado na soldagem foi um perfil U enrijecido SAE 1012 3” que a empresa disponibilizou para a pesquisa. Na tabela 2 foi mostrado como esse processo automatizado é econômico comparado a tabela 3 no processo manual, para a solda manual que teve sua área de soldagem parecida com a da velocidade 3, o tempo e a quantidade gasta de arame foi quase o dobro do processo automatizado.

11. CONCLUSÃO

A principal fonte para a união de metais nas indústrias metalúrgicas tanto no setor de manutenção quanto no setor produtivo é o processo de soldagem. E a mão de obra que é utilizada para esse processo é um tanto cansativa, e necessita de um operador experiente e com a capacidade para unir os materiais metálicos com uma qualidade e confiança no seu serviço.

Ao decorrer desta pesquisa foi mencionado vários pontos da soldagem em geral, com relevância nos processos de soldagem MIG/MAG.

A utilização do processo GMAW foi escolhido justamente por não precisar recorpor o material de adição, ter uma qualidade avantajada sobre algumas soldas, e ser um processo que muitas indústrias tem como principal fonte de trabalho.

A elaboração da máquina não teve muito trabalho, apenas para a regulagem das velocidades tanto no arame da máquina MIG/MAG quanto na velocidade da máquina de corte semiautomática, a tensão foi ajustada de acordo com a velocidade de arame, isso proporcionou que os cordões de soldas aumentassem de acordo com a velocidade da máquina tartaruga.

A análise das velocidades resultou na quantidade de arame que é gasto por cada soldagem em diferentes velocidades. Com isso a comparação feita, foi que no processo manual, o cordão de solda que foi resultado é o mesmo da velocidade 3, porém, no processo manual o tempo gasto para a produção foi o dobro que a da velocidade 3, consumindo o dobro de arame conseqüentemente.

O resultado dessa pesquisa é que podemos concluir, que se a empresa possuir os dois equipamentos que foram utilizados, vale a pena automatizar a máquina de solda, para um aumento na produção, perfeccionamento na qualidade de solda e economia tanto como trabalho humano e o material de adição.

REFERÊNCIAS

BRANDI, Sérgio **Processos e metalurgia**. Soldagem, v4. ,p 1-3, 2004. Disponível em: <https://www.google.com.br/books/edition/Soldagem/xzSxDwAAQBAJ?hl=pt-BR&gbpv=1&printsec=frontcover> Acesso: 28 abril.2021.

FELIZARDO, Ivanilda. **Dem** Engenharia mecanica. Versão 02/2016.

FORTES, Cleber. **Arco submerso**. Esab Br, 2004.

FORTES, Cleber. **Soldagem MIG/MAG**. Esab Br, 2005

NERIS, Manoel. **Cetec**, Soldagem. 2012

PEIXOTO, Arildomá. **E-tec** Instituto federal. 2012

PARANHOS; Ronaldo. **Processos e metalurgia**. Soldagem, v4. ,p 133-137, 2004. Disponível em: <https://www.google.com.br/books/edition/Soldagem/xzSxDwAAQBAJ?hl=pt-BR&gbpv=1&printsec=frontcover> Acesso: 28 abril.2021.

WAINER, Emilio. **Processos e metalurgia**. Soldagem, v4. ,p 9-14, 2004. Disponível em: <https://www.google.com.br/books/edition/Soldagem/xzSxDwAAQBAJ?hl=pt-BR&gbpv=1&printsec=frontcover> Acesso: 10 abril.2021

Hiper Ferro. Disponível em: <https://www.hiperferro.com.br/perfil-udc-enrijecido> Acesso: 29 outubro.2021

Bambozzi. Disponível em: <https://www.bambozzi.com.br/produtos-soldas/mega-plus-350-df-iii/> Acesso: 29 outubro.2021

Casa do soldador, Disponível em: <https://casadosoldador.com.br/p/maquina-de-corte-tartaruga-com-02-trilhos-1-8-metros-oximig-8387>. Acesso: 04 novembro. 2021