



**CENTRO PAULA SOUZA
ETEC PROFESSOR IDIO ZUCCHI
Técnico em mecânica**

**Guilherme Buzzo da Silva
Hugo Tona Garcia
Klemer Gomes Teixeira Amorim
Lúcio Flavio Alves Garcia
Murilo Muniz Porto
Ruan Diego dos Santos**

BRAÇO ROBÓTICO PARA SOLDA

**Bebedouro – S.P
2022**

**Guilherme Buzzo da Silva
Hugo Tona Garcia
Klemer Gomes Teixeira Amorim
Lúcio Flavio Alves Garcia
Murilo Muniz Porto
Ruan Diego dos Santos**

BRAÇO ROBÓTICO PARA SOLDA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Técnico em Mecânica na ETEC Professor Ido Zucchi, orientado pelo Prof. Valdir Tiago Bordin, como requisito parcial para obtenção do título de técnico em mecânica.

**Bebedouro – S.P
2022**

Sumário

Resumo.....	6
1. Objetivo Geral.....	6
2. Objetivos específicos.....	6
3. Justificativa.....	7
4. Braço robótico.....	8
5. Arduino.....	9
5.1. O que é?	10
5.2. Por que o Arduino?	10
6. Solda.....	11
6.1. Tipos de solda	12
6.1.1. Soldagem com eletrodo revestido.....	12
6.1.2. Soldagem MIG/MAG.....	14
6.1.3. Soldagem TIG	15
6.2. Simbologia de soldagem.....	17
6.3. Conceitos gerais	18
7. Anatomia do braço.....	18
8. Torque	18
8.1. O que é torque?	18
8.2. Torque dos motores e dimensionamento.....	19
9. Matérias e métodos	21
9.1. Estrutura do equipamento.....	21
9.2. Software	21
9.3. Lista de materiais	21
10. Conclusões finais.....	24
11. Referências	25

Resumo

É um projeto para desenvolver um braço robótico para soldagem, que atenda aos requisitos e dentro do orçamento dos participantes. Durante o desenvolvimento, optou-se pelo Arduino para programa de controle dos movimentos das articulações, tendo em vista os servos motores utilizados, escolheu-se a madeira como material do braço para reduzir o peso do mesmo e ficar dentro do orçamento.

No projeto será utilizado para o processo de soldagem, mas pode ser adaptado para outros processos, sendo até mesmo melhorado futuramente. Decidiu-se utiliza-lo no processo de soldagem, para diminuir o risco aos trabalhadores e melhorar a eficiência.

Resumo

It is a project to develop a robotic arm for welding, which meets the requirements and within the budget of the participants. During development, Arduino was chosen as the joint movement control program, in view of the servo motors used, wood was chosen as the arm material to reduce its weight and stay within budget.

In the project it will be used for the welding process, but it can be adapted for other processes, and even improved in the future. It was decided to use it in the welding process, to reduce the risk to workers and improve efficiency.

1. Objetivo Geral

A finalidade desta pesquisa é apresentar um braço robótico para solda, com o intuito de diminuir custos, automatizar as operações de soldagem e aumentar a eficiência nesse tipo de processo. A pesquisa também, busca diminuir o esforço humano e a exposição às condições inseguras no ambiente de trabalho.

2. Objetivos específicos

- Automatizar a atividade de solda e contribuir para a qualidade de vida humana
- Construir um melhor conhecimento acerca do processo de soldagem e problemas relacionados;
- Compreender a grande importância no avanço da robótica e da programação;

- Detalhar o projeto o máximo possível, por meio de cálculos e de desenhos;
- Utilizar meios práticos e componentes acessíveis na elaboração do projeto;

3. Justificativa

Analisando as diversas condições inseguras no meio de trabalho, particularmente na área da soldagem e caldeiraria, foi constatado, riscos como exposição ao calor e à radiação, ruídos e vibrações, choques elétricos, problemas de posicionamento e postura, locais fechados ou de difícil acesso, problemas atrelados à visão e até mesmo a queda na produtividade devido à exaustão. Falando ainda em riscos ao trabalhador, os atos inseguros, onde por exemplo, o trabalhador devido à alguma condição do ambiente, não usa adequadamente seu EPI, ou em muitos casos, o EPI não é usado.

Além disso, olhando para o âmbito empresarial, prevenir acidentes e manter a integridade física do funcionário, pode custar alto. A empresa, deve se atentar com a ventilação do local, se necessário aplicando sistemas de exaustão. Manter o local de trabalho, bem iluminado. Preocupar-se com EPI's, visto que, de tempos em tempos, é necessário realizar a troca dos equipamentos de proteção. São gastos, que devido ao fator humano, não podem ser cortados, a menos que, o processo seja feito por robôs,

Pensando na Indústria, robotização e na automação de inúmeros processos, a pesquisa propõe um meio para solucionar os problemas levantados, mostrando ser possível realizar essa tarefa, sem custos exorbitantes para as empresas, com montagem simples, funcionalidade e a eficiência. O ponto principal, porém, é a qualidade de vida das pessoas, onde não precisaram sujeitar-se às condições inseguras e aos problemas anteriormente estabelecidos, em relação à caldeiraria e soldagem.

4. Braço robótico

Processos automatizados requerem um alto nível de investimento, sendo inviável para pequenas empresas que precisem produzir em larga escala. Considerando esse déficit na realidade da indústria nacional, deseja-se com este projeto estimular a pesquisa e projeto na área da automação industrial, auxiliando como ponto de partida, a construção de manipuladores robóticos de baixo custo.

Portanto realizou-se o estudo, análise e desenvolvimento de um braço mecânico robótico eletrônico com 3 graus de liberdade para movimentação de cargas de até 300g. O projeto visa utilizá-lo juntamente com uma tocha MIG/MAG de soldagem.

O projeto envolve a utilização de servomotores, sendo controlados por um joystick projetado. Utiliza o microcontrolador ATmega2560 embarcado no sistema Arduino MEGA R3, como módulo de processamento central do manipulador. Através de um *firmware* desenvolvido se realizam as operações de controle do braço, possuindo as funções de gravar posições e realizar movimentos no modo automático.

Durante o desenvolvimento do projeto, foi possível compreender a importância da programação, sendo o foco principal deste projeto, colocando em prática o conhecimento adquirido em sala de aula, por meio da programação, a possibilidade de testar diferentes tipos de comandos.

Realizando a automação, identificou-se uma grande utilidade, pois os robôs podem trabalhar por horas sem perda na produtividade, reduzindo a margem de erro cometida pelo homem, uma vez corretamente programados. Além de poder atuar em área de risco, preservando a saúde humana. Conforme a fotografia abaixo. Segundo Unipampa de 2016 (UNIPAMPA – Universidade Federal do Pampa, Repositório Institucional da Pampa - <https://repositorio.unipampa.edu.br/handle/riu/1881>.)

Fotografia 1 – Modelo de braço robótico, retirado de DF Robótica

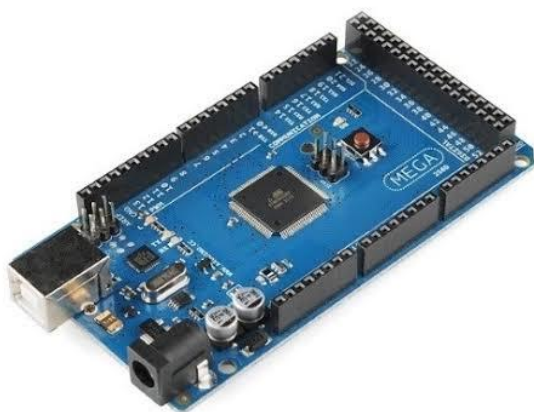


(Fonte: <https://www.marinostore.com/robotica/braco-robotico-em-aluminio-com-6-graus-de-liberdade>)

5. Arduino

Conforme o modelo na fotografia abaixo.

Fotografia 2: Arduino mega 2560, retirado de FilipeFlop.



(Fonte: <https://www.filipeflop.com/produto/placa-mega-2560-r3-cabo-usb-para-arduino/>)

5.1. O que é?

Segundo site oficial o Arduino é uma plataforma eletrônica de código aberto baseada em hardware e software fáceis de usar. As placas Arduino são capazes de ler entradas - luz em um sensor, um dedo em um botão ou uma mensagem do Twitter - e transformá-la em uma saída - ativando um motor, ligando um LED, publicando algo online. Você pode dizer à sua placa o que fazer enviando um conjunto de instruções para o microcontrolador na placa. Para isso você utiliza a linguagem de programação Arduino (baseada em Wiring), e o Software Arduino (IDE), baseado em Processing. Ao longo dos anos, o Arduino tem sido o cérebro de milhares de projetos, desde objetos do cotidiano até instrumentos científicos complexos. Uma comunidade mundial de criadores - estudantes, amadores, artistas, programadores e profissionais - se reuniu em torno desta plataforma de código aberto, suas contribuições somaram uma quantidade incrível de conhecimento acessível que pode ser de grande ajuda para iniciantes e especialistas. O Arduino nasceu no Ivrea Interaction Design Institute como uma ferramenta fácil de prototipagem rápida, destinada a estudantes sem formação em eletrônica e programação. Assim que atingiu uma comunidade mais ampla, a placa Arduino começou a mudar para se adaptar às novas necessidades e desafios, diferenciando sua oferta de placas simples de 8 bits a produtos para aplicações IoT, wearable, impressão 3D e ambientes incorporados. (Arduino – Site oficial - <https://www.arduino.cc/>.)

5.2. Por que o Arduino?

Graças à sua experiência de usuário simples e acessível, o Arduino tem sido utilizado na criação e cérebro de múltiplos projetos e diferentes aplicações. O software Arduino é perfeito para iniciantes, contudo atende a expectativa dos usuários mais avançados. Funciona em diferentes sistemas operacionais, Mac, Windows e Linux.

Professores e alunos usam o Arduino para construir instrumentos científicos, de baixo custo. Designers e arquitetos constroem protótipos interativos, no ramo da música, é o utilizado em instalações e para experimentar instrumentos musicais. Até mesmo os fabricantes, usam-no para construir muitos projetos, expostos na Maker Faire, por exemplo.

Existem muitos outros microcontroladores e plataformas, como por exemplo o Parallax Basic Stamp, o BX-24 da Netmedia, o Phidgets, o Handyboard do MIT e muitos outros. Todas essas ferramentas pegam os códigos da programação no microcontrolador e os envolvem em um pacote fácil de se utilizar.

O Arduino possui diversas vantagens em relação a outros sistemas:

- Barato - As placas Arduino são relativamente baratas em comparação com outras plataformas de microcontroladores.
- Multiplataforma - O software Arduino (IDE) é executado nos sistemas operacionais Windows, Macintosh OSX e Linux. Em contrapartida, outros sistemas de microcontroladores estão limitados ao Windows.
- Simplicidade e praticidade - O software Arduino (IDE) é fácil para iniciantes, mas flexível o suficiente para usuários avançados também aproveitarem.
- Software de código aberto e extensível - O software Arduino é publicado como ferramentas de código aberto, sendo disponíveis para extensão. A linguagem pode ser expandida por meio de bibliotecas de linguagem C++. Da mesma maneira, sendo do seu desejo, você pode adicionar o código AVR-C diretamente em seus programas Arduino.
- Hardware de código aberto e extensível - Os planos das placas Arduino são publicados sob uma licença Creative Commons, para que projetistas de circuitos experientes possam fazer sua própria versão do módulo. (Arduino – Site oficial - <https://www.arduino.cc/>.)

6. Solda

Fotografia abaixo usado com ilustração do processo.

Fotografia 3: Soldagem, retirado do artigo de Paulo César.



(Fonte: <https://alusolda.com.br/processos-de-soldagem/>)

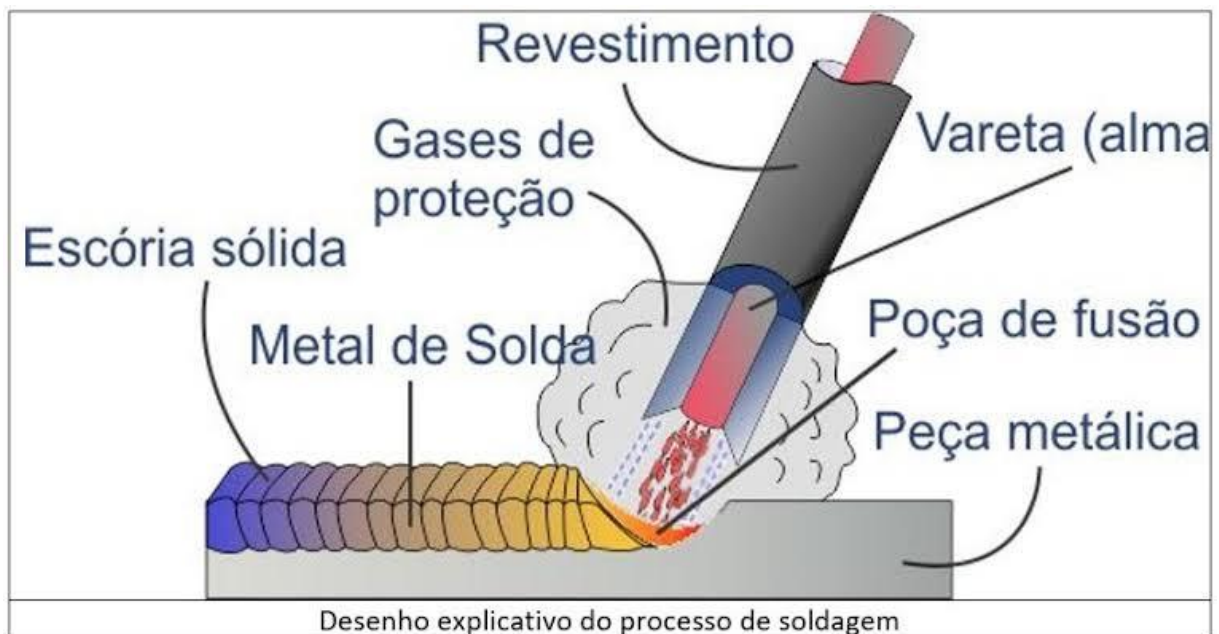
Conforme Infosolda (2013) a soldagem é a técnica de unir duas ou mais partes, assegurando entre elas a continuidade e as características mecânicas e químicas do material. A palavra soldagem designa a ação de unir peças; a palavra solda designa o resultado ou produto da operação. (INFOSOLDA, <https://infosolda.com.br/biblioteca-digital/livros-senai/processos/173-processo-mig-mag-caracteristicas>, soldagem, 20 de fevereiro de 2013).

6.1. Tipos de solda

6.1.1. Soldagem com eletrodo revestido.

Ilustração representativa do processo abaixo.

Ilustração 1: Soldagem com eletrodo revestido, retirado do texto escrito por Hélio Batistela.



(Fonte: https://www.google.com/amp/s/blog.binzel-abicor.com/pt/entenda-a-soldagem-com-eletrodo-revestido%3fhs_amp=true)

Ainda baseado no Infosolda (2013) é também conhecida como processo SMAW (Shielded Metal Arc. Welding), é o método de soldagem mais difundido no segmento metal mecânico. É utilizado principalmente na fabricação e montagem de estruturas metálicas, na indústria de petróleo e gás, mas também em aplicações menores, como serralherias, trabalhos artísticos e uma infinidade de tarefas de solda. Basicamente, quase todos os materiais metálicos podem ser soldados com eletrodos revestidos. Este processo consiste em manter um arco elétrico entre duas partes metálicas, no caso a extremidade do eletrodo metálico revestido e o metal-base da peça que está sendo trabalhada, que serão fundidas a partir do calor provocado pelo arco.

Jeferson Godinho, especialista em processos e aplicação de soldagem da Unidade de Perfect Welding da Fronius do Brasil, ressalta que a soldagem com eletrodo revestido permite todas as

posições de soldagem, seja plana, horizontal, sobre a cabeça, vertical ascendente ou descendente, e, nos mais variados tipos de junta. “Além disso, a soldagem por eletrodo revestido não depende de gases externos de proteção, utiliza apenas os gases que são gerados pelo revestimento do eletrodo. Isso facilita a realização de trabalhos ao ar livre, mesmo em condições climáticas adversas, como vento ou chuva, e permite inclusive a soldagem subaquática”, revela Jeferson. Ele explica que a soldagem por eletrodo revestido requer uma baixa tensão e alta intensidade de corrente, sendo que este último deve ser o parâmetro mais importante para manter os requisitos impostos pela junta a ser soldada. “É fundamental que a corrente seja a mais constante possível, mesmo que o comprimento do arco voltaico se altere.

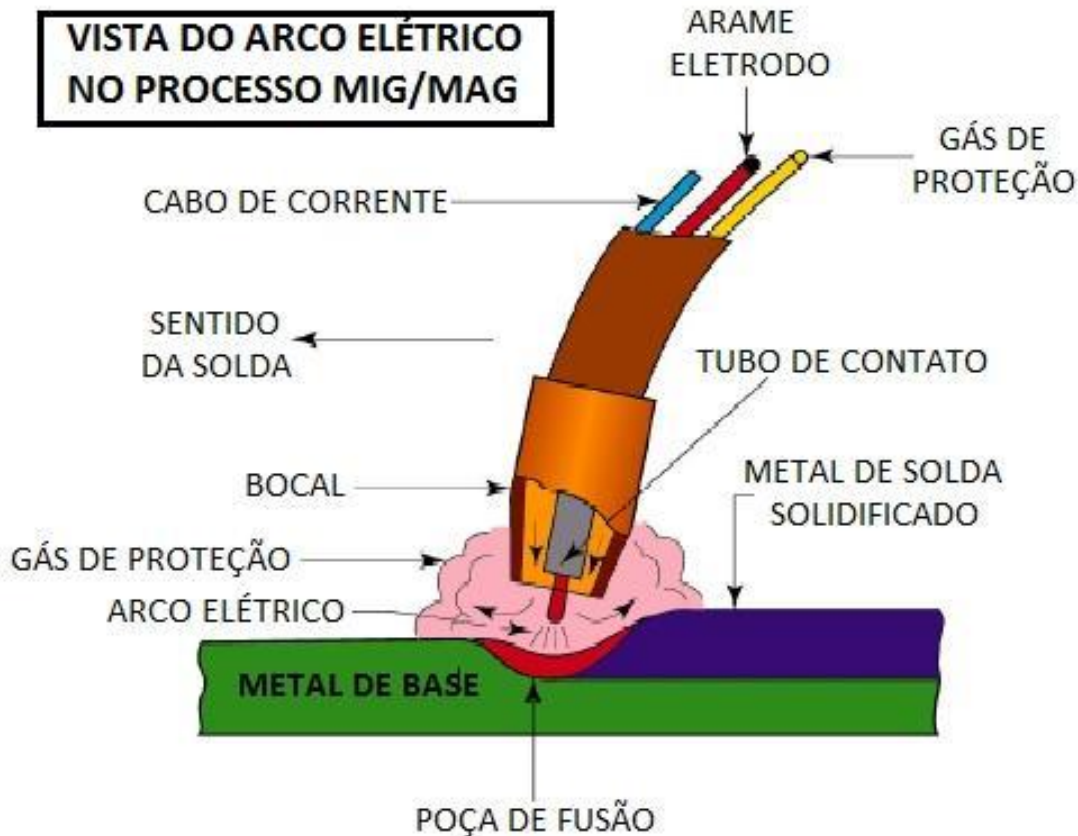
Por isso, inclusive, as fontes de solda para soldagem com eletrodo revestido sempre apresentam curva característica de corrente constante (CC), também conhecida como curva tombante”, comenta. Apesar de baixa velocidade de soldagem, de gerar fumos metálicos e da necessidade de manter o tratamento do revestimento do eletrodo, a soldagem com eletrodo revestido oferece inúmeras vantagens em relação aos processos MIG/MAG e TIG. Entre elas:

- Fácil manuseio • Independe da localização e é universalmente aplicável: na oficina, ao ar livre, debaixo d'água
- Baixo custo de aquisição
- Proteção do cordão de soldagem devido à formação de escória
- Quase todos os materiais metálicos podem ser soldados
- Alta qualidade do cordão de soldagem e altos requisitos mecânicos, a depender da classificação que o eletrodo está enquadrado. (INFOSOLDA, <https://infosolda.com.br/biblioteca-digital/livros-senai/processos/173-processo-mig-mag-caracteristicas>, soldagem, 20 de fevereiro de 2013).

6.1.2. Soldagem MIG/MAG

Ilustração abaixo para explicação do processo.

Ilustração 2: soldagem MIG/MAG, retirado do site Sumig.



(Fonte: <https://www.sumig.com/pt/blog/post/tudo-o-que-voce-precisa-saber-sobre-o-processo-de-soldagem-mig-mag>)

Baseado me infosolda é um processo de soldagem por arco elétrico entre um metal de base e um consumível em forma de arame, denominado eletrodo não revestido, fornecido por uma alimentação contínua, realizando uma união de materiais metálicos pelo aquecimento e fusão, sob uma atmosfera de proteção gasosa. Processo solda MIG: Soldagem com arame protegido do ar atmosférico por um fluxo de gás inerte como o Argônio ou Hélio, não tendo nenhuma atividade física com a poça de fusão. A solda MIG é indicada para soldagem de materiais não ferrosos tais como alumínio e suas ligas, cobre e suas ligas, bronze entre outros. Processo solda MAG: Soldagem com arame protegido do ar atmosférico por um fluxo de gás ativo, normalmente CO² (dióxido de carbono) e ou misturas, que interage com a poça de fusão. Além disso, possuem funções relacionadas a soldabilidade tais como penetração na chapa a ser soldada e pequena participação na composição química da poça de fusão.

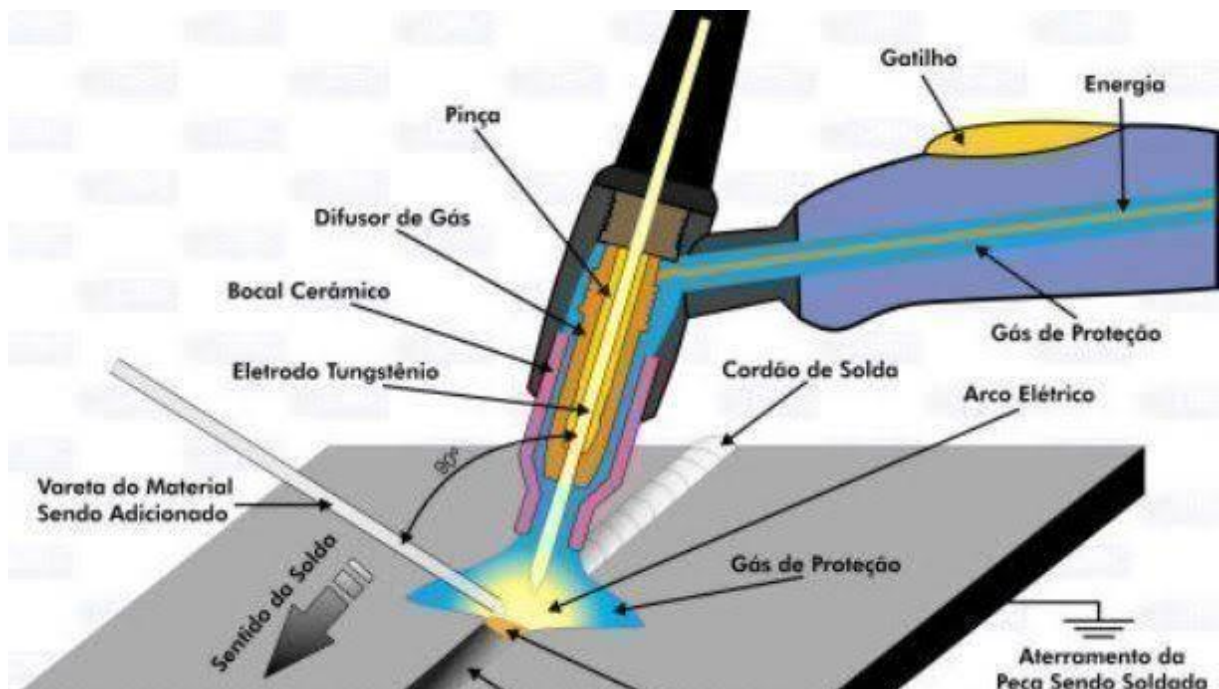
A solda MAG é indicada para soldagem de metais ferrosos. Soldagem mais rápida, o que possibilita um aumento de produtividade, com menos distorções das peças; Não há necessidade de remoção da escória; A soldagem pode ser feita em diversas posições, o que não ocorre com outros

processos; Podem ser mecanizadas ou automatizadas; Taxa de deposição maior quando comparado com processo eletrodo revestido; Menor perda de material de deposição como o descarte de pontas no processo eletrodo revestido; Menos incidência de fumaça no local; Larga capacidade de aplicação; Possibilita soldar ampla faixa de espessura e de materiais; Largas aberturas preenchidas facilmente, tornando alguns tipos de reparos mais eficientes; Baixo custo de produção, o que torna a sua utilização mais econômica sem afetar a qualidade da solda, garantindo um cordão de solda com bom acabamento; Equipamentos de fácil manuseio e instalação, sendo compostos por uma tocha de soldagem e acessórios, um motor de alimentação do arame e uma fonte de energia; Regulagem do processo um pouco mais complexa; Não deve ser utilizado em presença de corrente de ar; Probabilidade elevada de gerar porosidade no cordão de solda; Produção de respingos; Custo mais elevado do equipamento em relação à soldagem com eletrodo revestido; Custo mais elevado do arame consumível para uso em alumínio e aço inoxidável. (INFOSOLDA, <https://infosolda.com.br/biblioteca-digital/livros-senai/processos/173-processo-mig-mag-caracteristicas>, soldagem, 20 de fevereiro de 2013).

6.1.3. Soldagem TIG

Ilustração abaixo para esclarecimento do processo.

Ilustração 3: Soldagem TIG, retirado da 2014DBC Oxigênio



(Fonte: <http://guias.oxigenio.com/processo-de-soldagem-tig>)

Baseado em Infosolda é processo de soldagem ao arco elétrico com proteção gasosa que utiliza eletrodo de tungstênio, um gás inerte, para proteger a poça de fusão. O nome TIG é uma

abreviação de Tungsten Inert Gas (gás inerte tungstênio), em que tungstênio é o material de que é feito o eletrodo e gás inerte refere-se ao gás que não reage com outros materiais.

O processo TIG apresenta variantes, tais como a soldagem TIG por pontos, TIG por corrente pulsada e TIG com arame quente ou "hot Wire". O processo TIG também é conhecido por GTAW ou Gas Tungsten Arc Welding (soldagem a arco com gás tungstênio). No processo TIG, o aquecimento é obtido por meio de um arco elétrico gerado com auxílio de um eletrodo não consumível de tungstênio o qual não deve se fundir para evitar defeitos ou discontinuidades no cordão de solda. O eletrodo e a poça de fusão são protegidos por uma atmosfera gasosa constituída de gás inerte, isto é, um gás que não reage com outros materiais, ou uma mistura de gases inertes, geralmente argônio ou hélio. O processo TIG permite soldar materiais com ou sem material de adição. Dependendo da aplicação da solda, é possível adicionar material à poça de fusão; nesse caso, o material deverá ser compatível com o metal de base.

O processo TIG foi desenvolvido na década de 40 para soldagem de aços inoxidáveis e de ligas de alumínio e magnésio; atualmente, é utilizado para soldar praticamente todos os metais. Aplicação O processo TIG é utilizado na soldagem de todos os tipos de juntas e chapas, principalmente as de espessura menor que 10mm. É um processo adequado a quase todos os metais, em especial titânio, zircônio, ligas de alumínio e magnésio, aços ligados, inoxidáveis, ligas de níquel e ligas especiais. É um processo bastante utilizado para soldagem de tubos, na indústria aeroespacial e nuclear e em trabalhos de reparação devido à facilidade em controlar o processo e à possibilidade de utilizar material de adição.

Vantagens

Este processo tem a vantagem de apresentar cordões de solda de alta qualidade, sem escória e sem respingos e pode ser empregado em todas as posições e tipos de junta. Em razão de admitir um controle preciso de entrega térmica, a soldagem TIG é a mais adequada para unir metais de pequena espessura, para fazer cordões em componentes sensíveis ao calor, para trabalhos de manutenção e para soldar pontos em chapas finas.

Desvantagens

Uma desvantagem no processo TIG é que o trabalho só pode ser realizado em local coberto ou protegido; se utilizada no campo, a soldagem TIG sofre a influência da circulação de ar no local e a proteção fornecida pelo gás inerte é prejudicada; outra desvantagem é que na soldagem de chapas grossas sua produtividade é baixa. Esses são os processos mais utilizados nas indústrias, mas existem vários tipos de soldagem para vários segmentos de produção, alguns exemplos Soldagem arco submerso Soldagem a laser Soldagem por explosão Soldagem por difusão Soldagem por resistência Soldagem por fricção. (INFOSOLDA, <https://infosolda.com.br/biblioteca-digital/livros-senai/processos/173-processo-mig-mag-caracteristicas>, soldagem, 20 de fevereiro de 2013).

6.3. Conceitos gerais

Símbolos Básicos de Soldagem: Para garantir que os requisitos de projeto de juntas soldadas sejam entendidos, seguidos e controlados pela área fabril, criou-se a necessidade da padronização dos Símbolos Básicos de Soldagem como um processo de integração entre as áreas de projeto e fabricação.

7. Anatomia do braço

Conforme PIATTI, Edval, Instrutor SENAR – AR/SP, 2022, apostila de Metrologia Básica, as juntas do braço robótico podem se mover de uma até quatro direções, sendo determinado diretamente pelo grau de liberdade do braço robótico. Os graus de liberdades definem a movimentação do braço, sendo que, quanto maior o grau de liberdade do braço, maior é a amplitude de seus movimentos.

Buscando maior grau de liberdade para trabalho e movimentação, as articulações do braço robótico, são baseadas nas articulações de um braço humano. O sistema de movimentação consiste em juntas, conectadas em suas extremidades por elos. Podemos analogamente destacar, um sistema formado por ombro, cotovelo e punho.

Os movimentos do braço robótico, trabalham com articulações rotativas, onde existe um movimento de rotação perpendicular entre a junta de entrada e a junta de saída, fazendo com que o braço se mova para baixo ou para cima. Além disso, a base do braço robótico possui um movimento rotativo, na qual possibilita o braço girar em 360 graus.

8. Torque

8.1. O que é torque?

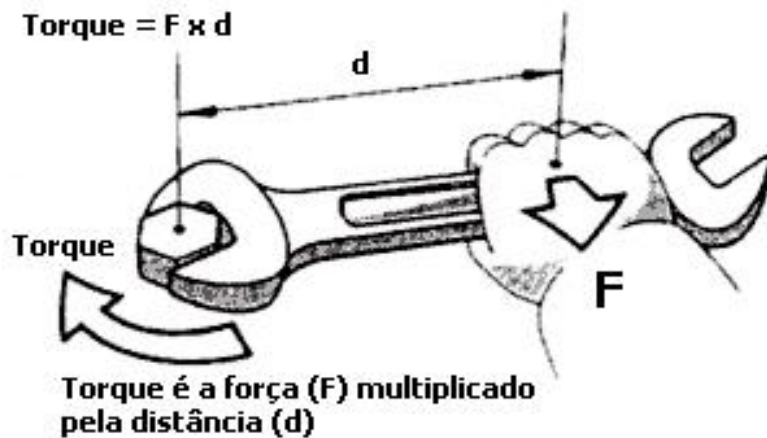
O torque é definido como um momento de força, ou seja, uma força aplicada em um determinado ponto multiplicada pela distância entre o ponto de aplicação da força e o ponto de giro. Aplicando uma força igual, em dois pontos diferentes de uma estrutura, o ponto mais distante do ponto de giro, terá o maior torque.

Torque = Força x Distância, ou seja, $T = F \times D$, sendo que o torque, no Sistema Internacional de Unidades, é expresso em Nm (Newton x Metro), pois a Força é

quantificada em Newton e a distância em metros. Também pode ser expresso em Ncm (Newton x Metro), Kg cm (Quilo x centímetro) ou Kgm (Quilo x Metro).

Segue abaixo iluminação explicativa.

Ilustração 4: Explicação do torque, retirado do Capt. Gottlieb.



(Fonte: <http://postcaptaingottlieb.blogspot.com/2015/07/torque-e-potencia-kgfm-x-hp.html?m=1>)

8.2. Torque dos motores e dimensionamento

Os movimentos do braço mecânico só serão possíveis, graças aos motores. Para evitar, que o projeto fique subdimensionado ou que não seja capaz de executar seu trabalho, é necessário calcular o torque necessário de cada motor. Primeiro é feito um estudo de todas as massas presentes no braço robótico.

Será considerado a massa do próprio braço e também o peso nos pontos de união e na extremidade onde estará a tocha ou qualquer carga adicional que não exceda o máximo de peso estabelecido. Para facilitar os cálculos, os pontos serão chamados P1, P2, P3 e as juntas serão J1, J2 e J3. Na extremidade do braço (P3) é levado em conta o peso adicional de 400g. No ponto de união (P2) deve ser considerado a massa de dois servos motores, que é de aproximadamente 55g cada e o peso adicional de duas peças para união. A massa de J3 será a massa da peça, porém para efeito de cálculo, concentrada no ponto médio da junta. O mesmo vale para a massa de J2.

O material do projeto deve ser o mais leve e mais barato possível. Por disponibilidade foi escolhido o MDF. As dimensões em milímetro de J1 serão 71×87×24, a de J2 serão 225×50×24, a de J3, 130×38×14. Sabendo que a densidade do MDF é 0,65g/cm³ foi estabelecido que J1 = 0,096 kg; J2 = 0,17 kg e J3 = 0,044 kg.

Torque do primeiro atuador (M1) será: (ainda precisa ser terminado)

$$M1 - 0,4 \cdot 35,5 - 0,044 \cdot 29 - 0,2 \cdot 22,5 - 0,096 \cdot 11,2 = 0$$

$$M1 = 14,2 + 1,276 + 4,5 + 1$$

$$M1 = 20,96 \text{ kg.cm}$$

Torque do segundo atuador (M2) será:

$$M2 - 0,4 \cdot 13 - 0,044 \cdot 6,5 = 0$$

$$M2 = 0,52 + 0,288$$

$$M2 = 0,80 \text{ kg.cm}$$

Realizado os cálculos, é necessário comprar quatro motores de 13 kg.cm de torque. O primeiro servo motor deverá possuir uma redução, já que comercialmente só possuem 13kg.cm. A redução será de engrenagens e será se 1:4,5.

9. Matérias e métodos

9.1. Estrutura do equipamento

O protótipo do braço robótico possui uma estrutura de materiais comuns, podendo assim facilitar sua montagem em geral, com auxílio de software 2D/3D elaboramos croquis de preparação cálculos de capacidade e dimensionamento de cada peça para sua fabricação.

9.2. Software

SOLIDWORKS é um programa CAD-2D/3D com um parâmetro tridimensional, gerencia dados e análise dos produtos.

AUTOCAD é uma ferramenta do tipo CAD (COMPUTER AIDED DESIGN) criada para auxiliar em desenhos técnicos bastante usado em áreas arquitetura, engenharia civil, mecânica. Desenhos realizados na perspectiva 2D, podendo utilizar um “falso 3D”.

Sgmanest-v8.0- Utilizado na indústria para auxiliar desenhos de cortes em chapas de ferro e aço em geral, gerando um pós-processador (G-CODE) posteriormente sendo usado nas coordenadas de corte em plasma para a máquina.

9.3. Lista de materiais

Depois de pesquisas foi decidido a utilização dos seguintes materiais abaixo:

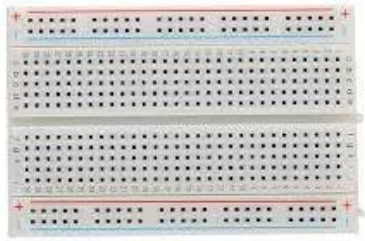
1. Estrutura em madeira.
2. Controladora- Arduino Mega2560- quantidade -1



3. Motor- Micro Servos -MG995, alimentação 5v-7v, torque nominal-13kgf/cm³, velocidade de operação 0,17sec/ 60° quantidade - 4



4. Protoboard- 400 pontos, material- ABS, quantidade-1



5. Jumper- Macho-Fêmea- 20cm- quantidade- 40



6. Potenciômetro- 5k quantidade-5



7. Botões- Pushbuton quantidade-2



8. LEDs - quantidade -2



9. Eletrodo revestido – Cr 65



10. Fonte inversora – Amperagem mínima 30A e máximo 165A, potência de 5000W, Monofásica, Bivolt.



10. Conclusões finais.

Ainda na fase de cálculos, foi decidida a troca do material do braço de aço para madeira, diminuindo assim o peso até ficar dentro do limite suportado pelos servos motores para se adequar ao projeto.

Pequenas peças onde não suportaram os esforços sendo feita de madeira foram trocadas, de tecnil, rolamentos e eixos, para remover oscilações, atritos, aumento de resistência mecânica, foi planejado uma redução de 1:4,5 no servo motor da base, para ganhar mais torque.

Com base nos resultados obtidos, foi considerado viável o projeto, atendendo todos o requisitos estabelecidos no projeto, dentro do custo mínimo para sua realização, precisará ser feita alterações para ser operacional em determinadas condições, como na estrutura do braço, sendo o material, tamanho ou formato; nos servos motores para obter maior torque e principalmente no eletro a ser usado, obtendo as especificações necessárias para realizar o processo em questão.

Durante o desenvolvimento do projeto, o manuseio e concentração mostraram-se como principais pontos de atenção, onde a programação requer maior atenção.

11. Referências

Arduino – Site oficial - <https://www.arduino.cc/>.

BRINCANDO COM IDÉIAS, <https://youtu.be/UfFC4gcr5tA>, Arduino, 2020.

ETEC Trajano Camargo (Limeira) – Repositório Institucional do conhecimento do Centro Paula Souza- <http://ric.cps.sp.gov.br/handle/123456789/8064>.

INFOSOLDA, <https://infosolda.com.br/biblioteca-digital/livros-senai/processos/173-processo-mig-mag-caracteristicas>, soldagem, 20 de fevereiro de 2013.

OLIVEIRA, Eduardo, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2014.

PIATTI, Edval, Instrutor SENAR – AR/SP, 2022, apostila de Metrologia Básica. Construção de um braço robótico didático com três graus de liberdade controlado por Arduino.

SOUZA, Geovane M., DELGADO, Martha X. T., CRUZ, Tiago X., Construção de um braço robótico a partir de um FPGA, Universidade Estadual de Santa Cruz, 2012.

UNIPAMPA – Universidade Federal do Pampa, Repositório Institucional da Pampa - <https://repositorio.unipampa.edu.br/handle/riu/1881>.