

TTEM 010/16

SOLDAGEM DE MÓDULO PARA ANCORAGEM DE ELEVADOR CREMALHEIRA NO PROCESSO MIG/MAG

WELDING MODULE FOR LIFT RACK ANCHORAGE IN THE PROCESS MIG/MAG

Signatários:

- Dener Evangelista da Cruz¹
- Stephany de Barros Camargo²
- Prof. Dr. José Rubens de Camargo – Universidade de Taubaté
- Prof. Dr. Wendell de Queiroz Lamas – Universidade de São Paulo/USP
- Prof. Dr. Francisco José Grandinetti – Universidade de Taubaté/FEG-UNESP

Finalidade: Abordar o processo de fabricação de módulos para ancoragem de elevador cremalheira no processo de soldagem MIG/MAG.

Duração: 3 meses.

1 – Aluno do curso de Especialização em nível de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica da Universidade de Taubaté (UNITAU/SP) – denerevangelista_cruz@hotmail.com

2 - Aluna do curso de Engenharia Mecânica da Universidade de Taubaté – (UNITAU/SP) - stephanycamargo@live.com

Palavras chave: Elevador cremalheira, Ancoragem de elevador, Soldagem, MIG/MAG.

Resumo. O presente trabalho técnico pretende abordar conceitos e aplicações dos processos de soldagem MIG/MAG empregados na manufatura de módulos para ancoragem de elevador cremalheira. Os módulos são produzidos utilizando os processos robotizado e manual durante a fabricação, garantindo maior confiabilidade dos componentes soldados. As dimensões das soldas nas colunas e nas barras de travamentos são especificadas, controladas e avaliadas por meio de inspeções visual e dimensional definidos no projeto. Esses módulos são padronizados dimensionalmente, facilitando no momento da montagem do elevador, independente da posição e da altura da torre.

1 - INTRODUÇÃO

O presente trabalho técnico pretende apresentar a técnica de soldagem ao arco elétrico com gás de proteção (GMAW – Gas Metal Arc Welding), também conhecida como soldagem MIG/MAG (MIG – Metal Inert Gas e MAG – Metal Active Gas), um arco elétrico é estabelecido entre a peça e um consumível na forma de arame.

O arco funde continuamente o arame à medida que este é alimentado à poça de fusão.

O metal de solda é protegido da atmosfera pelo fluxo de um gás (ou mistura de gases) inerte ou ativo.

A Figura 1 mostra esse processo e uma parte da tocha de soldagem.

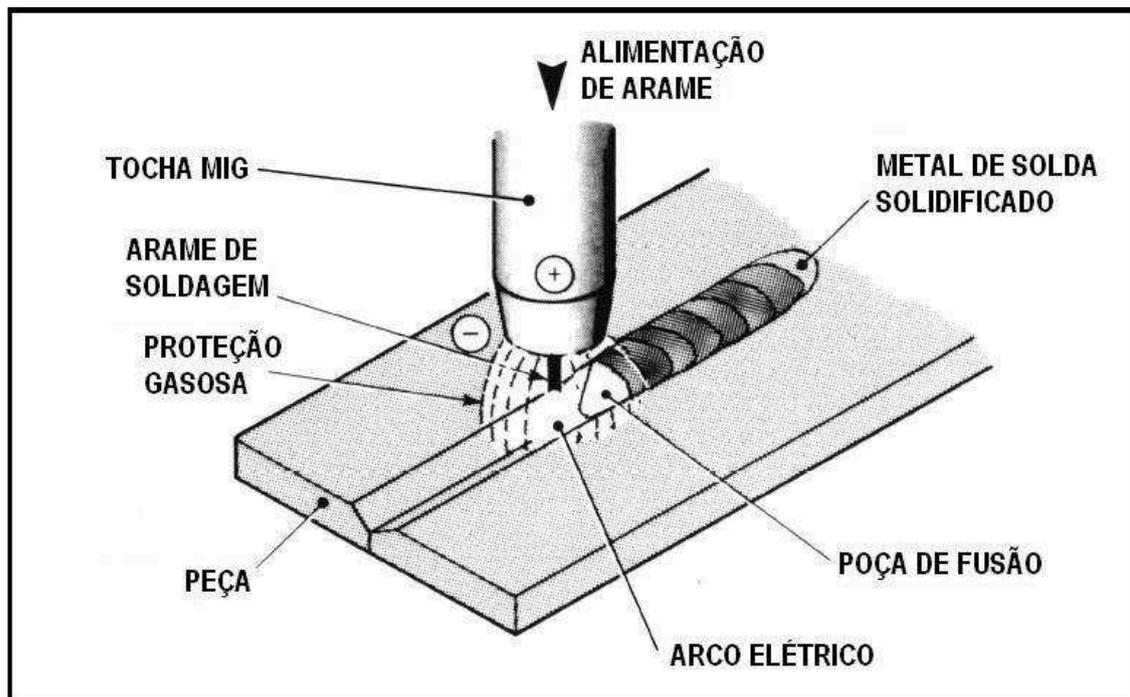


Figura 1 – Processo básico de soldagem MIG/MAG (ESAB MIG).

2 - CONCEITO

O conceito básico de GMAW foi introduzido nos idos de 1920, e tornado comercialmente viável após 1948. Inicialmente foi empregado com um gás de proteção inerte na soldagem do alumínio. Conseqüentemente, o termo soldagem MIG foi inicialmente aplicado e ainda é uma referência ao processo.

Desenvolvimentos subsequentes acrescentaram atividades com baixas densidades de corrente e correntes contínuas pulsadas, emprego em uma ampla gama de materiais, e o uso de gases de proteção reativos ou ativos (particularmente o dióxido de carbono, CO₂) e misturas de gases.

Esse desenvolvimento posterior levou à aceitação formal do termo GMAW – Gas Metal Arc Welding para o processo, visto que tanto gases inertes quanto reativos são empregados.

No entanto, quando se empregam gases reativos, é muito comum usar o termo soldagem MAG (MAG – Metal Active Gas).

O processo de soldagem funciona com corrente contínua (CC), normalmente com o arame no polo positivo.

Essa configuração é conhecida como polaridade reversa.

A polaridade direta é raramente utilizada por causa da transferência deficiente do metal fundido do arame de solda para a peça.

São comumente empregadas correntes de soldagem de 50 A até mais que 600 A e tensões de soldagem de 15 V até 32 V.

Um arco elétrico autocorrigido e estável é obtido com o uso de uma fonte de tensão constante e com um alimentador de arame de velocidade constante.

Melhorias contínuas tornaram o processo MIG/MAG aplicável à soldagem de todos os metais comercialmente importantes como os aços, o alumínio, aços inoxidáveis, cobre e vários outros. Materiais com espessura acima de 0,76 mm podem ser soldados praticamente em todas as posições.

É simples escolher equipamento, arame, gás de proteção e condições de soldagem capazes de produzir soldas de alta qualidade com baixo custo.

2.1 - VANTAGENS

O processo de soldagem MIG/MAG proporciona muitas vantagens na soldagem manual e automática dos metais para aplicações de alta e baixa produção. Suas vantagens combinadas quando comparado ao eletrodo revestido, arco submerso e TIG são:

- A soldagem pode ser executada em todas as posições;
- Não há necessidade de remoção de escória;
- Alta taxa de deposição do metal de solda;
- Tempo total de execução de soldas de cerca da metade do tempo se comparado ao eletrodo revestido;
- Altas velocidades de soldagem; menos distorção das peças;
- Largas aberturas preenchidas ou amanteigadas facilmente, tornando certos tipos de soldagem de reparo mais eficientes;

- Não há perdas de pontas como no eletrodo revestido.

3 - MODOS DE TRANSFERÊNCIA DE METAL

Basicamente o processo MIG/MAG inclui três técnicas distintas de modo de transferência de metal: curto-circuito (short arc), globular (globular) e aerossol (spray arc).

Essas técnicas descrevem a maneira pela qual o metal é transferido do arame para a poça de fusão. Na transferência por curto-circuito — short arc, dip transfer, microwire — a transferência ocorre quando um curto-circuito elétrico é estabelecido.

Isso acontece quando o metal fundido na ponta do arame toca a poça de fusão.

Na transferência por aerossol — spray arc — pequenas gotas de metal fundido são desprendidas da ponta do arame e projetadas por forças eletromagnéticas em direção à poça de fusão.

A transferência globular — globular — ocorre quando as gotas de metal fundido são muito grandes e movem-se em direção à poça de fusão sob a influência da gravidade.

Os fatores que determinam o modo de transferência de metal são a corrente de soldagem, o diâmetro do arame, o comprimento do arco (tensão), as características da fonte e o gás de proteção (Figura 2).

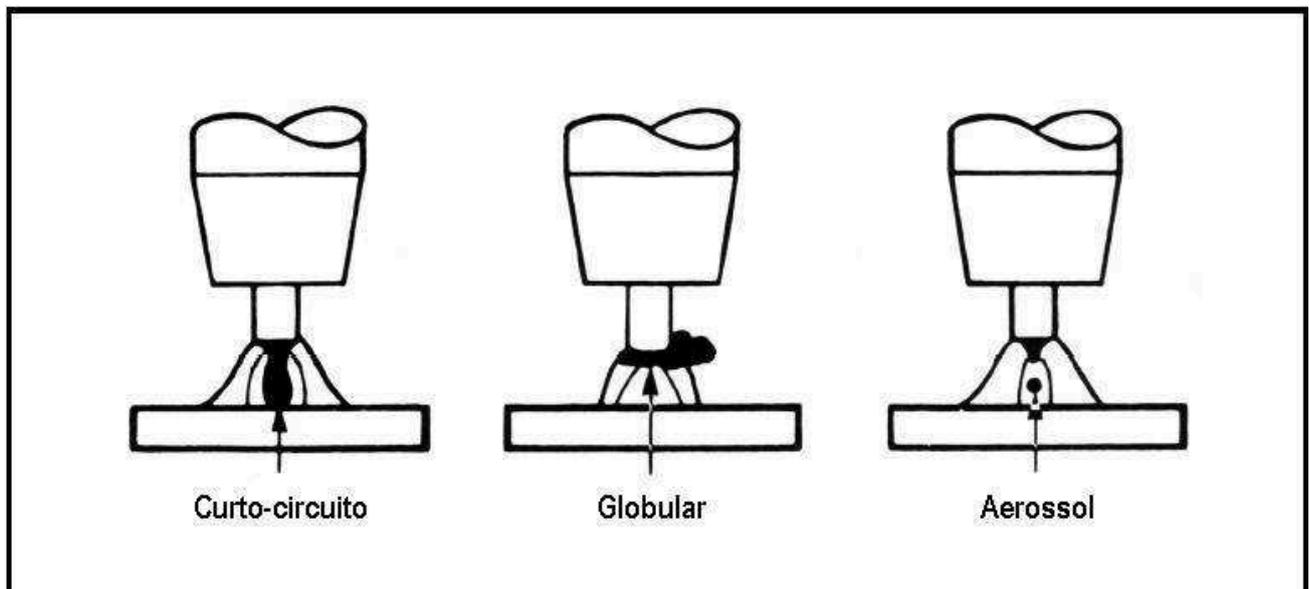


Figura 2 – Modos de transferência do metal de solda (ESAB MIG)

3.1 - TRANSFERÊNCIA POR CURTO-CIRCUITO

Na soldagem com transferência por curto-circuito são utilizados arames de diâmetro na faixa de 0,8 mm a 1,2 mm e aplicados pequenos comprimentos de arco (baixas tensões) e baixas correntes de soldagem. É obtida uma pequena poça de fusão de rápida solidificação.

Essa técnica de soldagem é particularmente útil na união de materiais de pequena espessura em qualquer posição, materiais de grande espessura nas posições vertical e sobre cabeça, e no enchimento de largas aberturas.

A soldagem por curto-circuito também deve ser empregada quando se tem como requisito uma distorção mínima da peça.

O metal é transferido do arame à poça de fusão apenas quando há contato entre os dois, ou a cada curto-circuito.

O arame entra em curto-circuito com a peça de 20 a 200 vezes por segundo.

A Figura 3 ilustra um ciclo completo de curto-circuito.

Quando o arame toca a poça de fusão (A), a corrente começa a aumentar para uma corrente de curto-circuito.

Quando esse valor alto de corrente é atingido, o metal é transferido. O arco é então reaberto.

Como o arame está sendo alimentado mais rapidamente que o arco consegue fundi-lo, o arco será eventualmente extinguido por outro curto (I).

O ciclo recomeça. Não há metal transferido durante o período de arco aberto, somente nos curtos-circuitos.

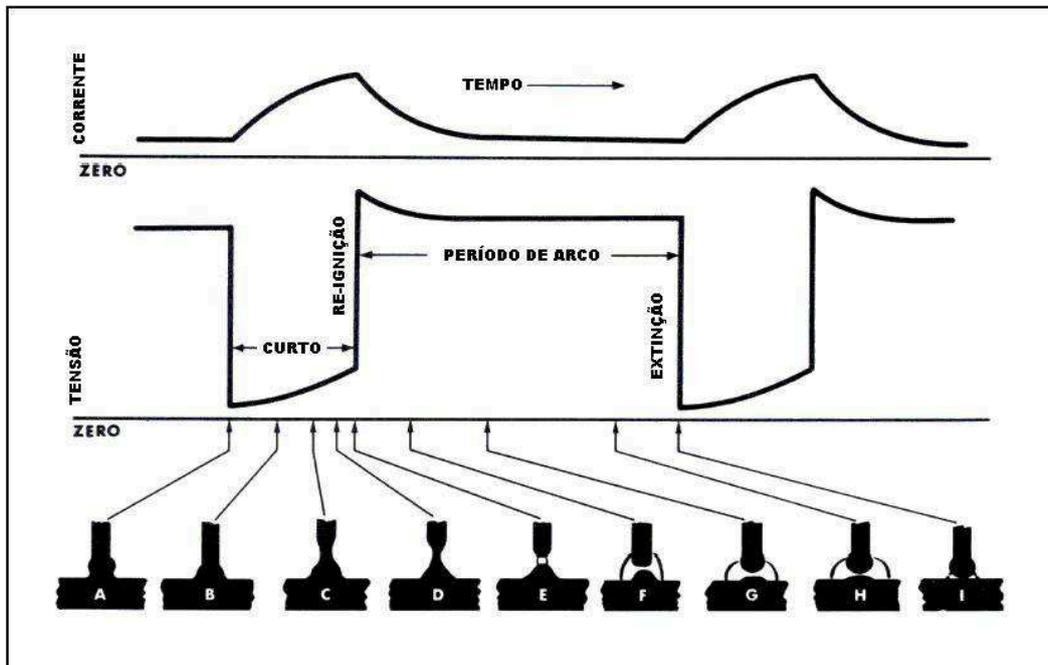


Figura 3 - Corrente-tensão versus tempo típico do ciclo de curto-circuito (ESAB MIG)

Para garantir uma boa estabilidade do arco na técnica de curto-circuito devem ser empregadas correntes baixas.

A Tabela 1 ilustra a faixa de corrente ótima para a transferência de metal por curto-circuito para vários diâmetros de arame.

Essas faixas podem ser ampliadas dependendo do gás de proteção selecionado.

Tabela 1 - Faixa ótima de corrente de curto-circuito para vários diâmetros de arame (ESAB MIG)

Diâmetro do arame		Corrente de soldagem (A)	
pol (")	mm	Mínima	Máxima
0,030	0,76	50	150
0,035	0,89	75	175
0,045	1,10	100	225

3.2 - TRANSFERÊNCIA GLOBULAR

Quando a corrente e a tensão de soldagem são aumentadas para valores acima do máximo recomendado para a soldagem por curto-circuito, a transferência de metal começará a tomar um aspecto diferente.

Essa técnica de soldagem é comumente conhecida como transferência globular, na qual o metal se transfere através do arco.

Usualmente as gotas de metal fundido têm diâmetro maior que o do próprio arame. Esse modo de transferência pode ser errático, com respingos e curtos-circuitos ocasionais.

3.3 - SOLDAGEM POR AEROSSOL (SPRAY)

Aumentando-se a corrente e a tensão de soldagem ainda mais, a transferência de metal torna-se um verdadeiro arco em aerossol (spray).

A corrente mínima à qual esse fenômeno ocorre é chamada corrente de transição.

A Tabela 2 mostra valores típicos de corrente de transição para vários metais de adição e gases de proteção.

Conforme é observado nessa tabela, a corrente de transição depende do diâmetro do arame e do gás de proteção.

Entretanto, se o gás de proteção para soldar aços carbono contiver mais que cerca de 15% de dióxido de carbono (CO₂), não haverá transição de transferência globular para transferência por aerossol.

A Figura 4 mostra a transferência fina e axial típica do arco em aerossol. As gotas que saem do arame são muito pequenas, proporcionando boa estabilidade ao arco.

Curtos-circuitos são raros. Poucos respingos são associados com essa técnica de soldagem.

Tabela 2 - Corrente mínima para a soldagem por aerossol (ESAB MIG)

Tipo de arame	Diâmetro do arame		Gás de proteção	Corrente mínima de aerossol (A)
	pol (")	mm		
Aço carbono	0,030	0,76	98% Ar / 2% O ₂	150
	0,035	0,89		165
	0,045	1,10		220
	0,052	1,30		240
	0,062	1,60		275
Aço inoxidável	0,035	0,89	98% Ar / 1% O ₂	170
	0,045	1,10		225
	0,062	1,60		285
Alumínio	0,030	0,76	Argônio	95
	0,046	1,19		135
	0,062	1,60		180
Cobre desoxidado	0,035	0,89	Argônio	180
	0,045	1,10		210
	0,062	1,60		310
Bronze ao silício	0,035	0,89	Argônio	165
	0,045	1,10		205
	0,062	1,60		270

A soldagem em aerossol pode produzir altas taxas de deposição do metal de solda. Essa técnica de soldagem é geralmente empregada para unir materiais de espessura 2,4 mm e maiores.

Exceto na soldagem de alumínio ou cobre, o processo de arco em aerossol fica geralmente restrito apenas à soldagem na posição plana por causa da grande poça de fusão.

No entanto, aços carbono podem ser soldados fora de posição usando essa técnica com uma poça de fusão pequena, geralmente com arames de diâmetro 0,89 mm ou 1,10 mm.

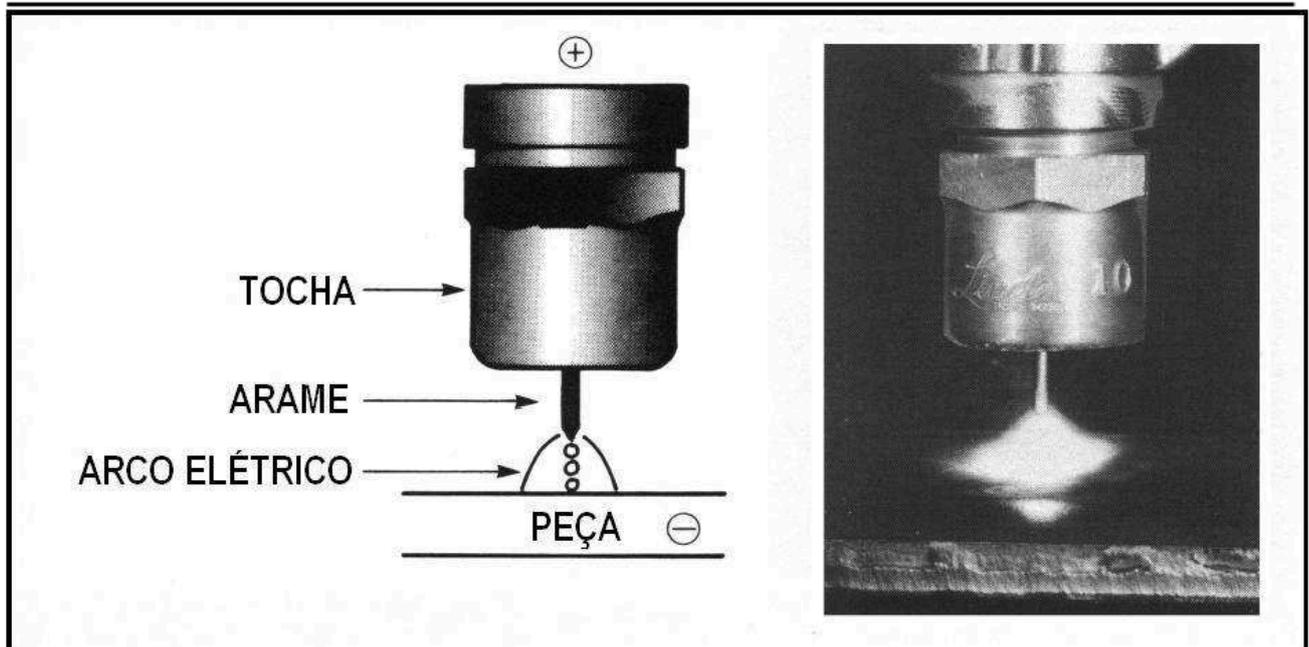


Figura 4 - Técnica de soldagem por arco em aerossol (spray) (ESAB MIG)

Uma variação da técnica de arco em aerossol é conhecida como soldagem pulsada em aerossol. Nessa técnica, a corrente é variada entre um valor alto e um baixo.

O nível baixo de corrente fica abaixo da corrente de transição, enquanto que o nível alto fica dentro da faixa de arco em aerossol.

O metal é transferido para a peça apenas durante o período de aplicação de corrente alta. Geralmente é transferida uma gota durante cada pulso de corrente alta. A Figura 5 retrata o modelo de corrente de soldagem usado na soldagem pulsada em aerossol.

Valores comuns de frequência ficam entre 60 e 120 pulsos por segundo. Como a corrente de pico fica na região de arco em aerossol, a estabilidade do arco é similar à da soldagem em aerossol convencional.

O período de baixa corrente mantém o arco aberto e serve para reduzir a corrente média. Assim, a técnica pulsada em aerossol produzirá um arco em aerossol com níveis de corrente mais baixos que os necessários para a soldagem em aerossol convencional.

A corrente média mais baixa possibilita soldar peças de pequena espessura com transferência em aerossol usando maiores diâmetros de arame que nos outros modos.

A técnica pulsada em aerossol também pode ser empregada na soldagem fora de posição de peças de grande espessura.

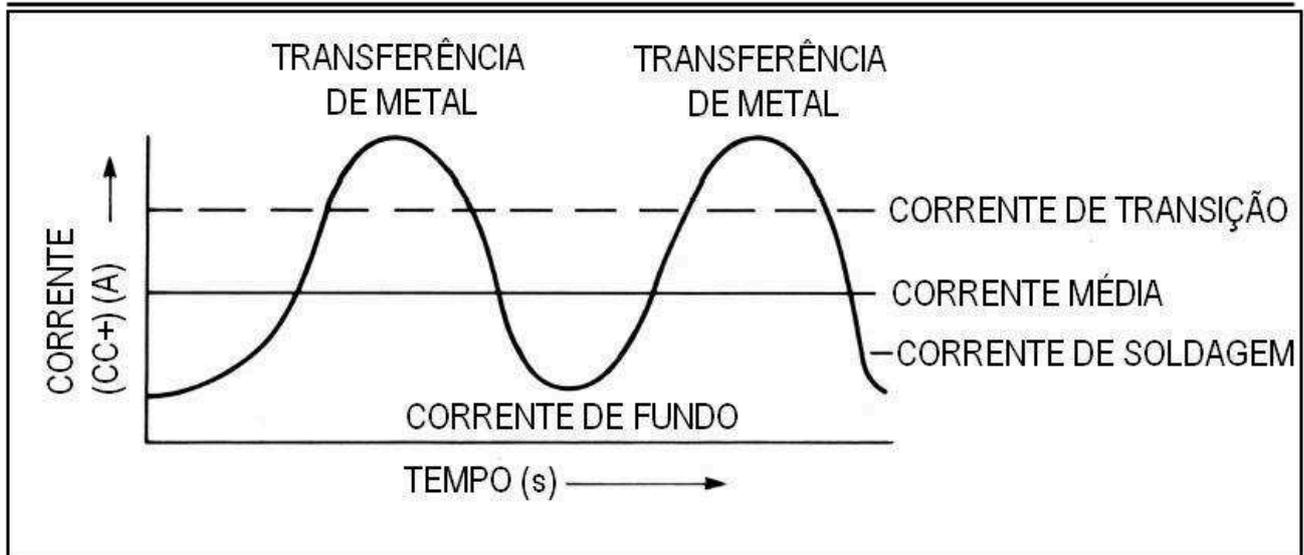


Figura 5 - Técnica de soldagem por arco pulsado em aerossol (ESAB MIG)

4 - SOLDAGEM COM ARAMES TUBULARES

O arame tubular é um eletrodo contínuo de seção reta tubular, com um invólucro de aço de baixo carbono, aço inoxidável ou liga de níquel, contendo desoxidantes, formadores de escória e estabilizadores de arco na forma de um fluxo (pó).

Ambos os materiais da fita e do núcleo são cuidadosamente monitorados para atender às especificações.

Os controles automáticos durante a produção proporcionam um produto uniforme de alta qualidade. Os arames tubulares com fluxo não metálico (flux-cored wires) são especificamente desenvolvidos

para soldar aços doces usando como gás de proteção o dióxido de carbono (CO_2) ou misturas argônio - CO_2 .

A soldagem empregando arames tubulares com fluxo não metálico (flux-cored wires) oferece muitas vantagens inerentes ao processo sobre a soldagem com eletrodos revestidos.

Taxas de deposição mais altas (tipicamente o dobro) e ciclos de trabalho maiores (não há troca de eletrodos) significam economia no custo da mão de obra.

A penetração mais profunda alcançada com os arames tubulares permite também menos preparação de juntas, e ainda proporciona soldas com qualidade, livres de falta de fusão e aprisionamento de escória.

5 - EQUIPAMENTOS

Os equipamentos de soldagem MIG/MAG podem ser usados manual ou automaticamente. Veja na Figura 6 o modelo de um equipamento para a soldagem manual.

Equipamentos para soldagem manual são fáceis de instalar.

Como o trajeto do arco é realizado pelo soldador, somente três elementos principais são necessários:

- Tocha de soldagem e acessórios;
- Motor de alimentação do arame;
- Fonte de energia.

6 - TOCHAS DE SOLDAGEM E ACESSÓRIOS

A tocha guia o arame e o gás de proteção para a região de soldagem. Ela também leva a energia de soldagem até o arame.

Tipos diferentes de tocha foram desenvolvidos para proporcionar o desempenho máximo na soldagem para diferentes tipos de aplicações.

Elas variam desde tochas para ciclos de trabalho pesados para atividades envolvendo altas correntes até tochas leves para baixas correntes e soldagem fora de posição.

Em ambos os casos estão disponíveis tochas refrigeradas a água ou secas (refrigeradas pelo gás de proteção), e tochas com extremidades retas ou curvas.

Geralmente são adicionados sistemas de refrigeração na tocha para facilitar o manuseio. Nos casos em que são executados trabalhos com altas correntes é possível usar uma tocha mais robusta.

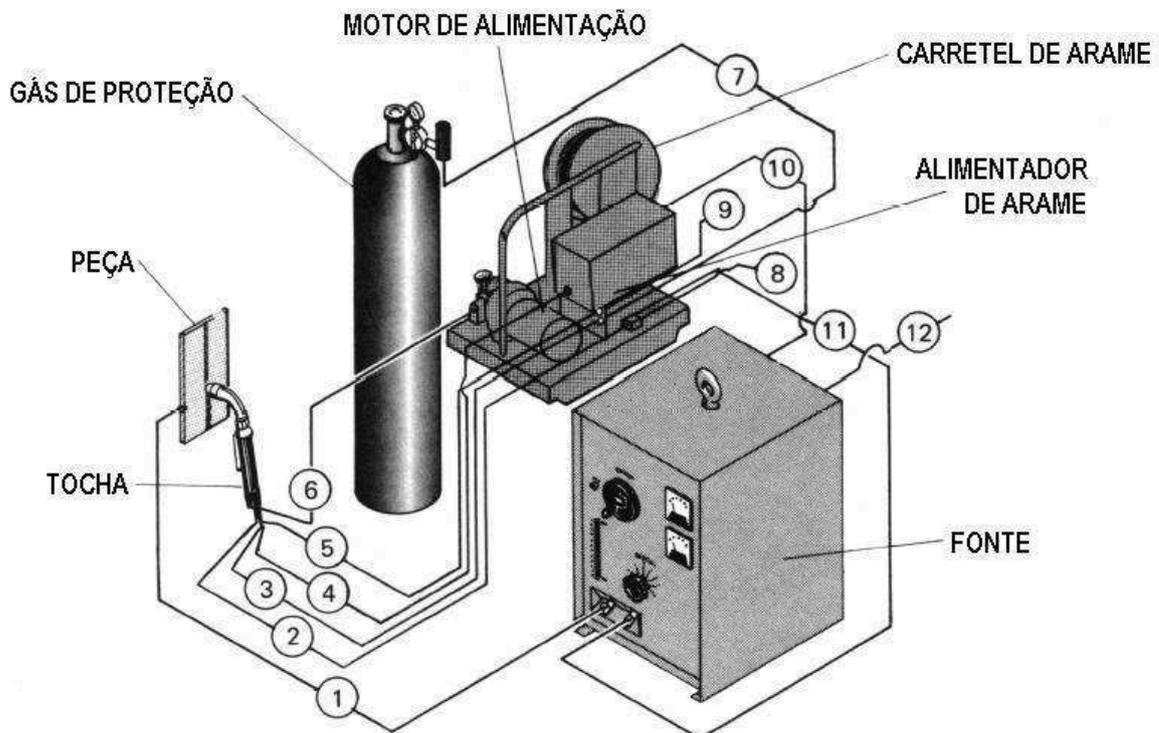


Figura 6 - Instalações para a soldagem manual (ESAB MIG)

1. CABO DE SOLDA (NEGATIVO)
2. REFRIGERAÇÃO DA TOCHA (ÁGUA)
3. GÁS DE PROTEÇÃO
4. GATILHO DA TOCHA
5. ÁGUA DE REFRIGERAÇÃO PARA A TOCHA
6. CONDUÍTE DO ARAME
7. GÁS DE PROTEÇÃO VINDO DO CILINDRO
8. SAÍDA DE ÁGUA DE REFRIGERAÇÃO
9. ENTRADA DE ÁGUA DE REFRIGERAÇÃO
10. ENTRADA DE 42 V (CA)
11. CABO DE SOLDA (POSITIVO)
12. CONEXÃO PARA A FONTE PRIMÁRIA (220/380/440 V)

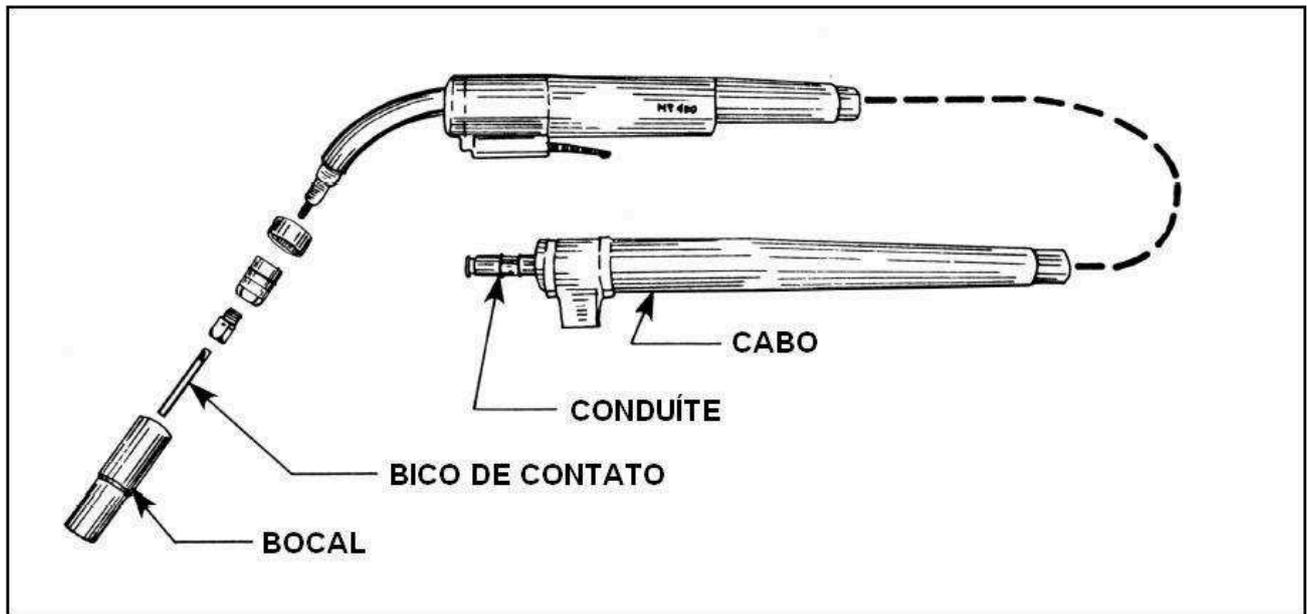


Figura 7 - Tocha MIG/MAG típica (ESAB MIG)

O bico de contato é fabricado de cobre e é utilizado para conduzir a energia de soldagem até o arame bem como dirigir o arame até a peça.

A tocha (e também o bico de contato) é conectada à fonte de soldagem pelo cabo de solda. Como o arame deve ser alimentado facilmente pelo bico de contato e também fazer um bom contato elétrico, seu diâmetro interno é importante.

O folheto de instruções fornecido com cada tocha relaciona o diâmetro correto do bico de contato para cada diâmetro de arame.

O bico de contato, que é uma peça de reposição, deve ser preso firmemente à tocha e centrado no bocal.

O bocal direciona um fluxo de gás até a região de soldagem. Bocais grandes são usados na soldagem a altas correntes onde a poça de fusão é larga. Bocais menores são empregados na soldagem a baixas correntes.

O conduíte é conectado entre a tocha e as roldanas de alimentação. Ele direciona o arame à tocha e ao bico de contato. É necessária uma alimentação uniforme para se obter a estabilidade do arco. Quando não suportado adequadamente pelo conduíte, o arame pode se enroscar.

Quando se usam arames de aço, recomenda-se que a espiral do conduíte seja de aço. Outros materiais como nylon e outros plásticos devem ser empregados para arames de alumínio.

A literatura fornecida com cada tocha lista os conduítes recomendados para cada diâmetro e material do arame.

7 - GASES DE PROTEÇÃO

O ar atmosférico é expulso da região de soldagem por um gás de proteção com o objetivo de evitar a contaminação da poça de fusão.

A contaminação é causada principalmente pelo nitrogênio (N_2), oxigênio (O_2) e vapor d'água (H_2O) presentes na atmosfera.

Como exemplo, o nitrogênio no aço solidificado reduz a ductilidade¹ e a tenacidade² da solda e pode causar fissuração.

Em grandes quantidades o nitrogênio pode causar também porosidade.

O oxigênio em excesso no aço combina-se com o carbono e forma o monóxido de carbono (CO), que pode ser aprisionado no metal, causando porosidade.

Além disso, o oxigênio em excesso pode se combinar com outros elementos no aço e formar compostos que produzem inclusões no metal de solda — o manganês (Mn) e o silício (Si), por exemplo.

Quando o hidrogênio (H), presente no vapor d'água e no óleo, combina-se com o ferro (Fe) ou com o alumínio (Al), resultará em porosidade e pode ocorrer fissuração sob cordão no metal de solda.

Para evitar esses problemas associados com a contaminação da poça de fusão, três gases principais são utilizados como proteção: argônio (Ar), hélio (He) e dióxido de carbono (CO₂).

Além desses, pequenas quantidades de oxigênio (O₂), nitrogênio (N₂) e hidrogênio (H₂) provaram ser benéficas em algumas aplicações.

Desses gases apenas o argônio e o hélio são gases inertes. A compensação para a tendência de oxidação dos outros gases é realizada pelas formulações especiais dos arames.

O argônio, o hélio e o dióxido de carbono podem ser empregados puros, em combinações ou misturados com outros gases para proporcionar soldas livres de defeitos numa variedade de aplicações e processos de soldagem.

8 - ARAMES

Um dos mais importantes fatores a considerar na soldagem MIG é a seleção correta do arame de solda. Esse arame, em combinação com o gás de proteção, produzirá o depósito químico que determina as propriedades físicas e mecânicas da solda.

Basicamente existem cinco fatores principais que influenciam a escolha do arame para a soldagem MIG/MAG:

- A composição química do metal de base;
- As propriedades mecânicas do metal de base;
- O gás de proteção empregado;
- O tipo de serviço ou os requisitos da especificação aplicável;
- O tipo de projeto de junta.

Entretanto, a grande experiência na soldagem industrial levou a American Welding Society — AWS — a simplificar a seleção.

Foram desenvolvidos e fabricados arames que produzem os melhores resultados com materiais de base específicos. Embora não exista uma especificação aplicável à indústria em geral, a maioria dos arames está em conformidade com os padrões da AWS.

9 - TÉCNICAS E PARÂMETROS DE SOLDAGEM

Depois de ter selecionado o arame e o gás para a soldagem, as condições de operação devem ser escolhidas. Os quatro parâmetros mais importantes são a corrente de soldagem, a extensão do eletrodo, a tensão de soldagem e a velocidade de soldagem. Esses parâmetros afetarão as características da solda de uma forma marcante.

Como esses fatores podem ser variados em faixas bem largas, são considerados os ajustes primários em qualquer atividade de soldagem.

Seus valores devem ser registrados para qualquer tipo diferente de solda para permitir reprodutibilidade.

10 - CORDÃO DE SOLDA

Duas características do cordão de solda são sua altura e largura, conforme é mostrado na Figura 8. Essas características são importantes para garantir que a junta de solda seja adequadamente preenchida, com um mínimo de defeitos, particularmente em soldas multipasses.

Nesse caso, se a altura do cordão de solda for muito grande, torna-se muito difícil depositar os passes de solda subsequentes com boa fusão.

Quanto mais protuberante e estreito for o cordão de solda, maior a probabilidade de ocorrer falta de fusão.

As características do cordão de solda podem ser alteradas em seu tamanho ou em sua forma.

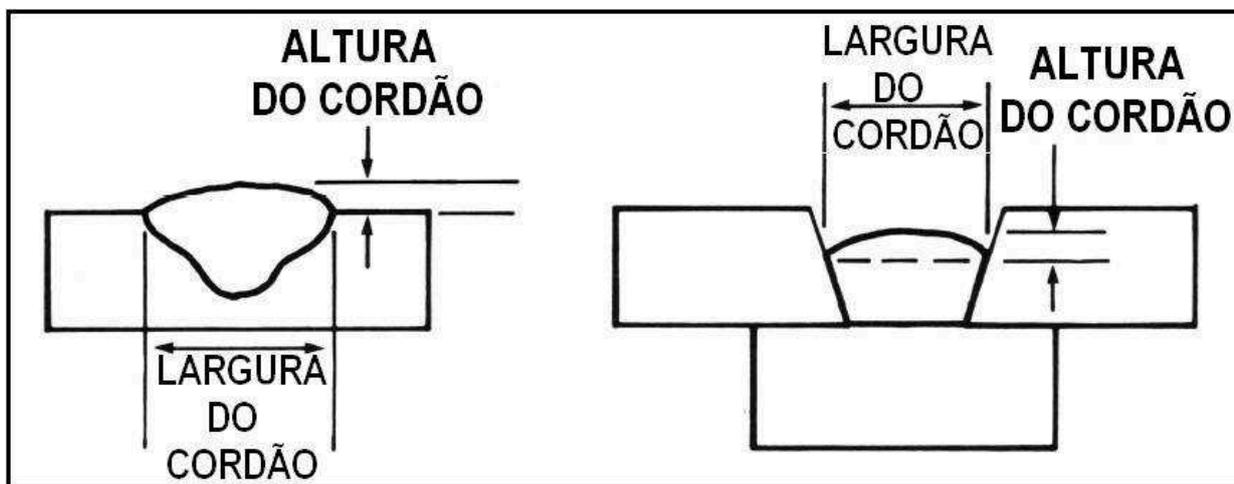


Figura 8 - Características do cordão de solda (ESAB MIG)

11 - DEFEITOS DE SOLDA-SUAS CAUSAS E SOLUÇÕES

Com as condições e técnicas de soldagem corretas e com os materiais também corretos o processo MIG/MAG resultará num depósito de solda de alta qualidade. Entretanto, assim como em qualquer outro processo de soldagem, os defeitos de solda podem ocorrer.

A maioria dos defeitos encontrados na soldagem é causada por práticas de soldagem inadequadas. Uma vez que as causas sejam determinadas, o operador pode facilmente corrigir o problema.

Defeitos usualmente encontrados incluem falta de penetração, falta de fusão, mordedura, porosidade e trincas longitudinais.

11.1 – FALTA DE PENETRAÇÃO

Esse tipo de defeito é encontrado num dos três casos:

- Quando o cordão de solda não penetrar completamente na espessura do metal de base;
- Quando dois cordões de solda opostos não se interpenetram;
- Quando o cordão de solda não penetrar na garganta de uma junta em ângulo.

A corrente de soldagem é o parâmetro que tem o maior efeito na penetração. A penetração incompleta é normalmente causada pela aplicação de uma corrente de soldagem muito baixa e pode ser evitada simplesmente aumentando essa corrente de soldagem.

Outras causas podem ser o emprego de uma velocidade de soldagem muito baixa e um ângulo incorreto da tocha.

Ambas permitirão que a poça de fusão passe à frente do arco, atuando como um amortecimento à penetração.

O arco deve ser mantido na margem anterior da poça de fusão, Figura 9.

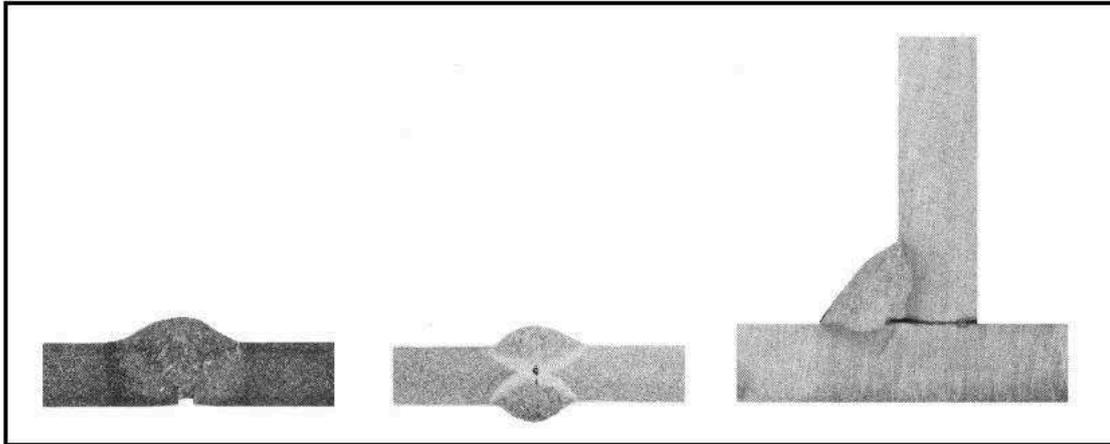


Figura 9 - Exemplos de falta de penetração (ESAB MIG)

12 - RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO

A resistência ao cisalhamento de uma solda pontual para uma determinada composição química é diretamente proporcional à área do ponto de solda na interface das duas chapas sendo soldadas. A Tabela 3 ilustra duas soldas pontuais feitas em aço doce.

Ambas as soldas foram realizadas com o mesmo gás de proteção e com o mesmo arame de solda, mas sob diferentes condições de soldagem.

Observe que um cordão apresenta menor penetração e uma área de seção reta do cordão de solda menor na interface. Esta solda possui uma resistência ao cisalhamento cerca de 500 kg menor que a solda com penetração total.

Tabela 3 - Soldas pontuais feitas em aço doce (ESAB MIG)

Tamanho do ponto (mm)	Arame (mm)	Corrente (A)	Tensão (V)	Duração do arco (s)
1,5	1,2	250	34,0	0,5
		200	33,0	1,0
1,9	1,2	275	34,5	0,5
		225	33,5	1,0
2,3	1,2	315	35,0	0,5
		250	34,0	1,0
2,7	1,6	390	34,0	0,5
		325	33,5	1,0
3,3	1,6	450	35,0	0,5
		365	34,0	1,0
4,8	1,6	565	38,0	0,5
		460	35,0	1,0
6,4	2,4	660	37,0	0,5
	1,6	575	38,0	1,0

Numa solda pontual de penetração total numa determinada espessura, a área da interface dependerá principalmente do gás de proteção e da tensão do arco.

Soldas pontuais em aços de baixo carbono, por exemplo, exibirão a área máxima na interface se for empregado como gás de proteção do dióxido de carbono (CO₂) e se a tensão do arco for aumentada até um nível logo abaixo do ponto em que a poça de fusão torna-se excessivamente turbulenta.

A Tabela 4 lista valores típicos de resistência ao cisalhamento para a soldagem pontual de aços de baixo carbono e de alumínio.

Observa-se na Figura 10 que variações na condição de superfície da peça, na fixação e na tensão do arco podem modificar significativamente a resistência ao cisalhamento.

Tabela 4 - Valores típicos de resistência ao cisalhamento para a soldagem pontual (ESAB MIG)

Tamanho do ponto (mm)	Arame (mm)	Corrente (A)	Tensão (V)	Duração do arco (s)
1,6	1,6	170	26,0	1,0
		125	27,0	1,5
2,4	1,6	230	28,0	1,0
		210	28,0	1,5
3,2	1,6	280	30,0	1,0
		265	30,0	1,5
4,8	1,6	330	28,0	1,0
		310	27,0	1,5
6,4	1,6	440	30,0	1,0
		415	29,0	1,5



Figura 10 - Resistência ao cisalhamento (ESAB MIG)

13 - APLICAÇÃO

O processo de solda MIG/MAG robotizado e manual é utilizado em 100% das aplicações na fabricação de elevadores cremalheiras, por vários motivos citados a anteriormente.

A velocidade e qualidade do processo viabilizam o seu uso principalmente ao que se desprezita a resistência e a produtividade.

Aplicado nos módulos itens de maior escala de produção nos equipamentos de elevação de carga.

As Figuras 11 a 16 mostram os módulos já agrupados sustentando todo o esforço do equipamento.

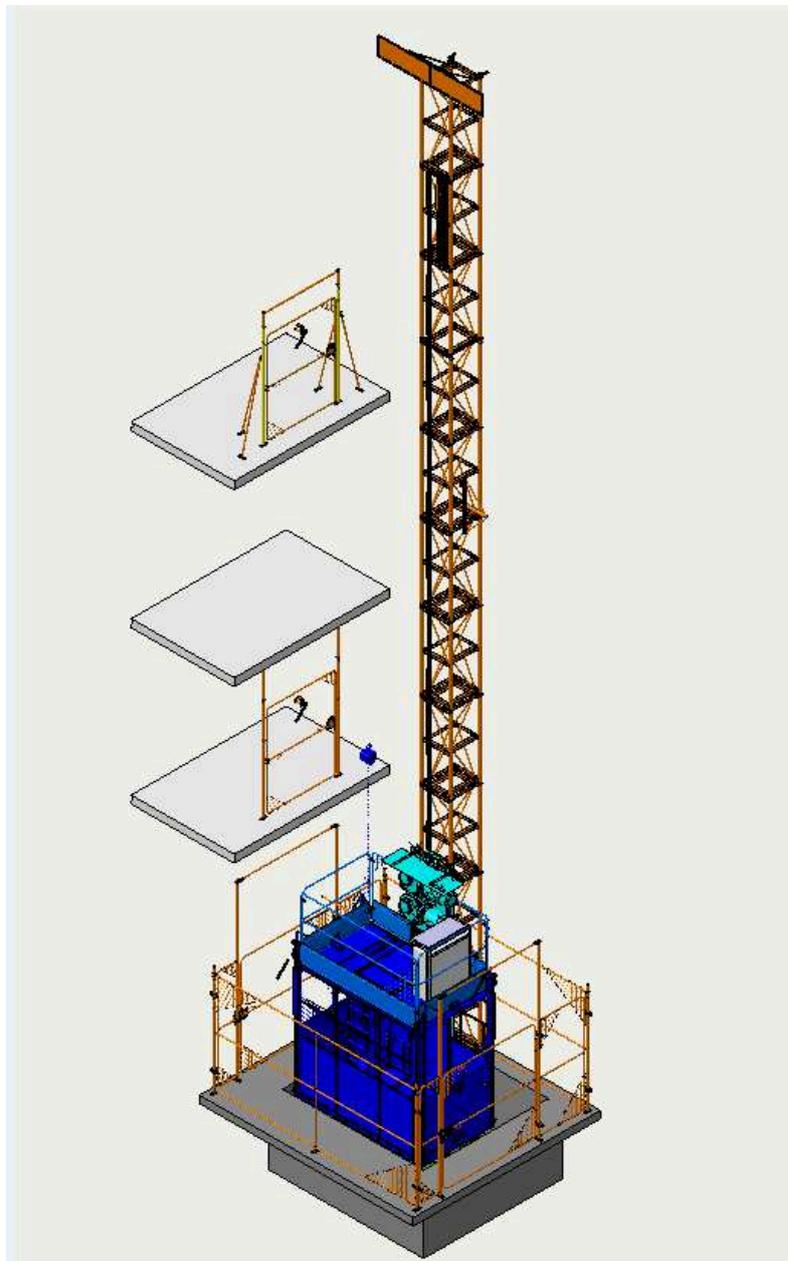


Figura 11 – Elevador de carga.

A Figura 12 mostra a montagem do elevador cremalheira em uma torre de concreto armado de comprimento 30 metros de altura. Trata-se de um elevador modelo E2026 utilizado para uma capacidade de 20 toneladas e para transporte de 26 pessoas. O elevador é fixado na alvenaria por chumbadores parabolt C1321 com capacidade de 750 kgf por ponto de fixação, assegurando a estabilidade da torre. As ancoragens são fixadas a cada 3 metros para garantir os esforços da carga e da ação do vento. A dimensão da cabine é de 3 metros de comprimento, 1,5 metros de largura e 2,5 metros de altura.

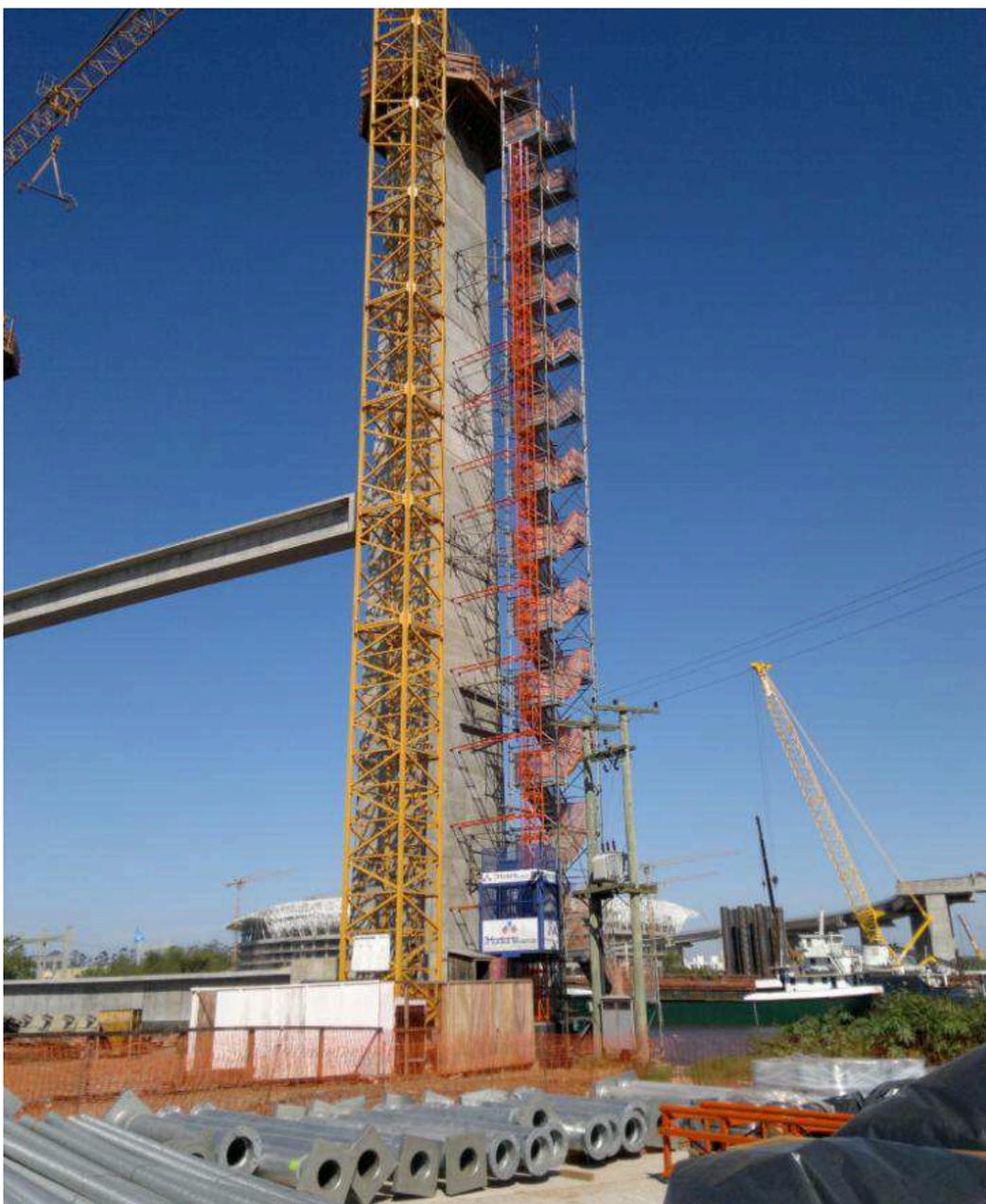


Figura 12 – Montagem de elevador em obra.



Figura 13 – Módulo para elevador cremalheira.

Processos de qualidade e inspeção são aplicados nos módulos, tais como inspeção visual, líquido penetrante e em alguns casos inspeção por ultrassom.

Os módulos também passam por um severo regime de testes de fadiga, pois trabalham com esforços constantes.

O sistema de travamento garante a distribuição das cargas e esforços, evitando distorções durante a soldagem e carregamentos na utilização do módulo.

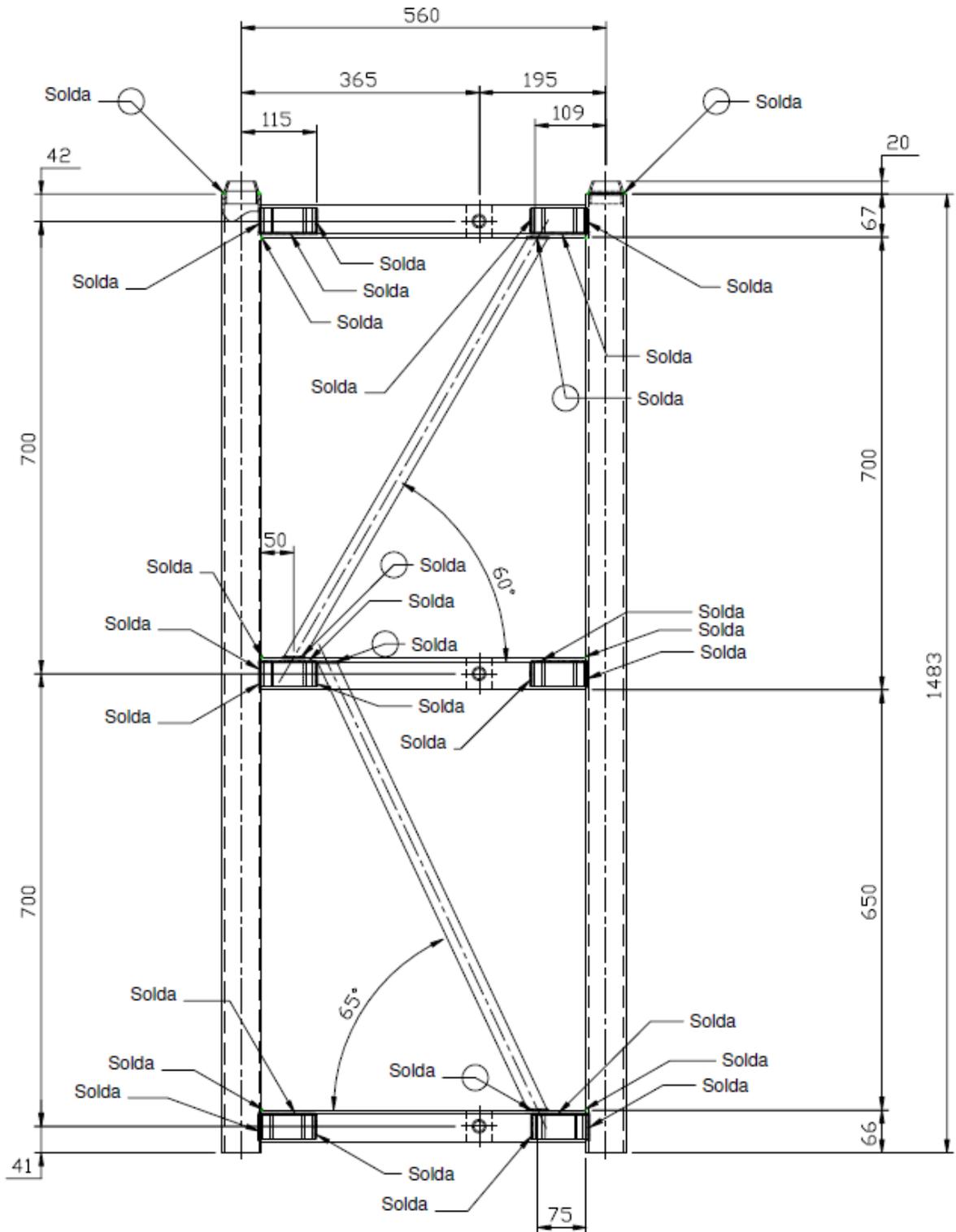


Figura 14 – Desenho de indicação de local de solda MIG/MAG.



Figura 15 – Módulos em fabricação robotizado e manual.



Figura 16 – Módulos em fabricação robotizado e manual.

14 - RESULTADOS

A soldagem MIG/MAG é o processo que garante maior produtividade para a manufatura dos módulos para elevador cremalheira, tanto no aspecto mecânico como no metalúrgico. Garante também maior confiabilidade, resistência e acabamento das soldas.

15 - CONCLUSÕES

Com base nos resultados apresentados no item 13 (Aplicações), concluí-se que o processo de soldagem MIG/MAG robotizado e manual é o processo de manufatura ideal para a fabricação de módulos para elevador cremalheira, pela sua viabilidade na produtividade, custo e benefício.

16 - REFERÊNCIAS

ABNT NBR IEC 60529, Graus de proteção para invólucros de equipamentos elétricos (código IP).

ABNT NBR ISO 4309, Equipamentos de movimentação de carga - Cabos de aço - Cuidados, manutenção, instalação, inspeção e descarte.

ABNT NBR NM 196, Elevadores de passageiros e monta-cargas - Guias para carros e contrapesos - Perfil T ABNT NBR NM 273, Segurança de máquinas - Dispositivos de intertravamento associados a proteções - Princípios para projeto e seleção.

Schulz, Diponível em: <http://www.schlz.com.br/pt/site/automotiva/home>
Indez [Acesso em outubro 2012].

ESAB MIG Welding Handbook – ESAB Welding & Cutting Products.

COMPARAÇÃO ENTRE SOLDAGEM ROBOTIZADA COM ARAME SÓLIDO E “METAL CORED” - A OCORRÊNCIA DO “FINGER”, Welerson Reinaldo de Araújo, Dissertação de Mestrado, UFMG, fev/2004.

MIG/MAG Welding, Svetsaren, vol. 58, N° 2, 2003.

Comunicado de responsabilidade

O autor é o único responsável pelo material pesquisado.

Abstract: This technical paper aims to outline the concepts and applications of welding processes MIG/MAG used in the manufacture of modules for rack lift anchor. The modules are produced using the robotic and manual processes during manufacturing, ensuring greater reliability of welded components. Weld dimensions on columns and locking bars are specified, controlled, and evaluated through visual and dimensional inspections defined in the design. These modules are dimensionally standardized, making it easy to assemble the lift, regardless of tower position and height.