



Friction Stir Welding European Qualifications

CU2 – Definição e preparação de junta Operador SFL

2. Preparação de junta

- 2.1 – Métodos de limpeza
- 2.2 – Equipamentos e processos de medição
- 2.3 – Posicionadores
- 2.4 – Programas SFL
- 2.5 – Limites e parâmetros do processo SFL
- 2.6 – Especificação de procedimento de soldadura (EPS)
- 2.7 – Tipos de ferramentas

2.1 – Métodos de limpeza

Limpeza das juntas:

- Etapa necessária para uma junta bem sucedida
- Remover pó, gordura ou humidade
- Resultados negativos de uma limpeza inadequada da superfície:
 - Pobre desempenho à fadiga
 - Baixa ductilidade localizada
 - Defeitos volumétricos

Métodos de limpeza mais comuns :

- ✓ Utilização de um solvente e limpeza com uma toalha de papel

Outros métodos de limpeza: *(não utilizados normalmente):*

- ✓ Desbaste
- ✓ Escovagem de fio
- ✓ Remoção de tinta
- ✓ Decapagem

2.2 – Equipamentos e processos de medição

2.2.1 – Processos de medição

- Espessura das peças a soldar
- Variação da espessura da chapa
- Falhas geométricas podem surgir de uma inadequada medição da espessura e dos parâmetros incorretos subsequentes para compensar a variação de espessura
- Normalmente utilizado numa oficina:
 - Dispositivos mecânicos: utilizar uma abordagem mais direta de comparação da distância entre as arestas da peça e uma régua

2.2 – Equipamentos e processos de medição

2.2.2 – Dispositivos de medição



Comparadores de espessuras

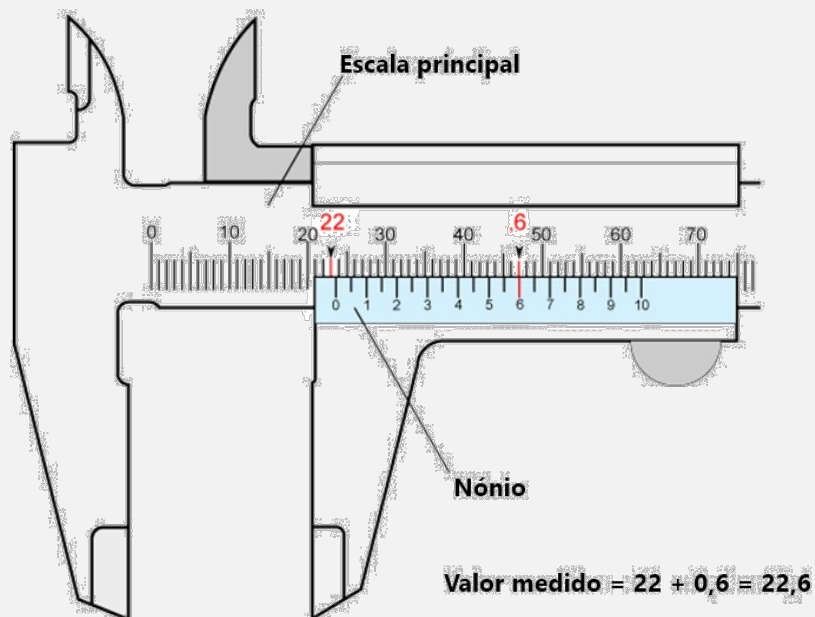


Paquímetro com nónio

2.2 – Equipamentos e processos de medição

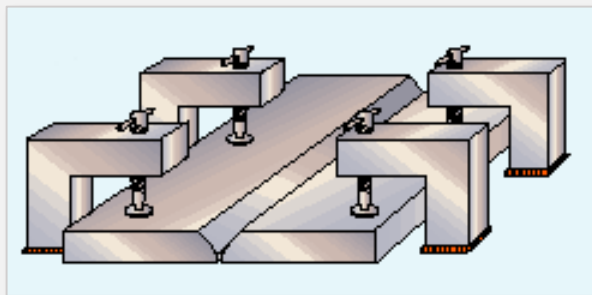
2.2.2 – Dispositivos de medição

Como utilizar um paquímetro?

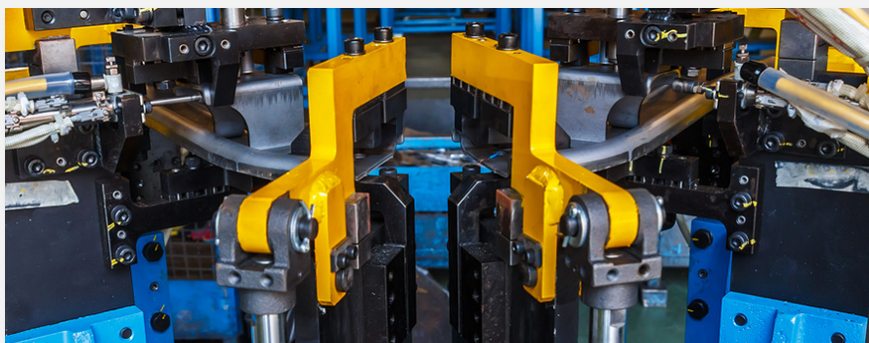


2.3 – Posicionadores

2.3.1 – Tipos de gabaritos



Gabarito de soldadura (Cortesia do TWI)



Gabarito de soldadura (Cortesia da Escola de Soldadura de Tulsa)



Gabarito de furação (Cortesia da Kreg Jig)

2.3 – Posicionadores

2.3.2 – Tipos de acessórios de fixação



Estrutura para guiar



Estrutura de guia de soldadura



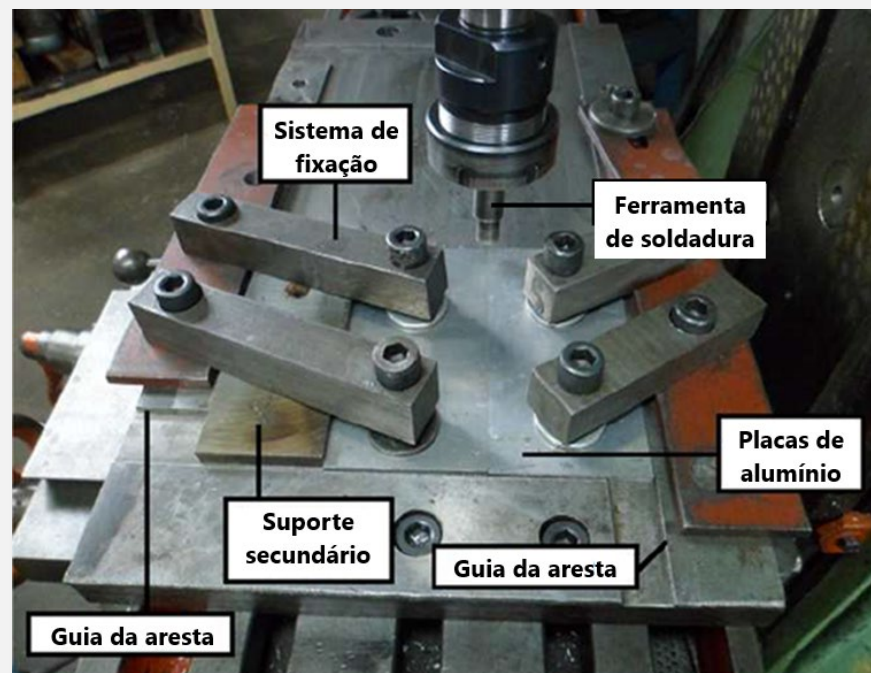
Fixação a vácuo

2.3 – Posicionadores

2.3.3 – *Sistemas de fixação*

Tipos de fixação:

- ✓ Grampos mecânicos
- ✓ Grampos pneumáticos e hidráulicos
- ✓ Fixação a vácuo
- ✓ Fixação magnética
- ✓ Fixação eletrostática



2.3 – Posicionadores

2.3.4 – Princípios de fixação

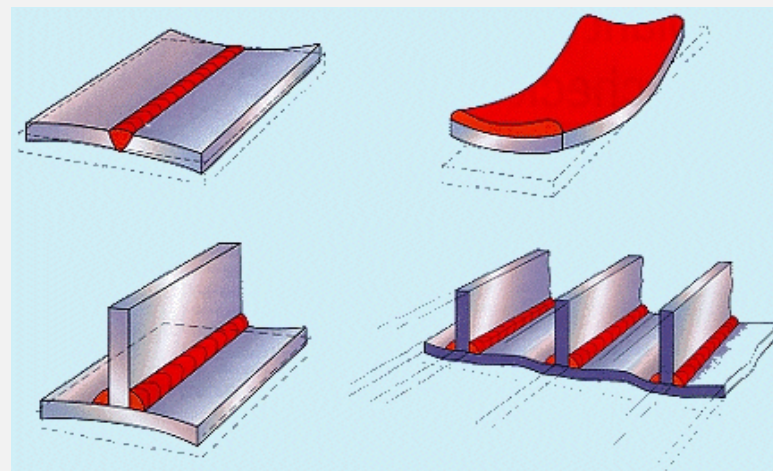
- ✓ **Posição** – direcionamento da força de fixação para uma zona localizada, suportado e robusta do componente
- ✓ **Força** –suficiente para garantir uma fixação segura sem danificar o componente
- ✓ **Produtividade** – o tempo de fixação deve ser reduzido com o auxílio de puxadores e alavancas para obter uma maior produtividade
- ✓ **Ergonomia** – todo o processo de fixação deve ser fácil para o operador, reduzindo a fadiga
- ✓ Os grampos podem ser equipados com **amortecedores de fibra** para evitar danos a peças frágeis

2.3 – Posicionadores

2.3.5 – *Influência do sistema de fixação na soldadura*

Fatores influenciadores na distorção:

- ✓ Localização da fixação
- ✓ Tempo de fixação
- ✓ Tempo de libertação da fixação
- ✓ Pré-aquecimento dos grampos.



Formas comuns de distorção das soldadura (*cortesia do TWI*)

2.4 – Programas SFL

2.4.1 – Tipos de programa de SFL



Exemplo de uma máquina e painel de controlo (Cortesia de Grenzebach)

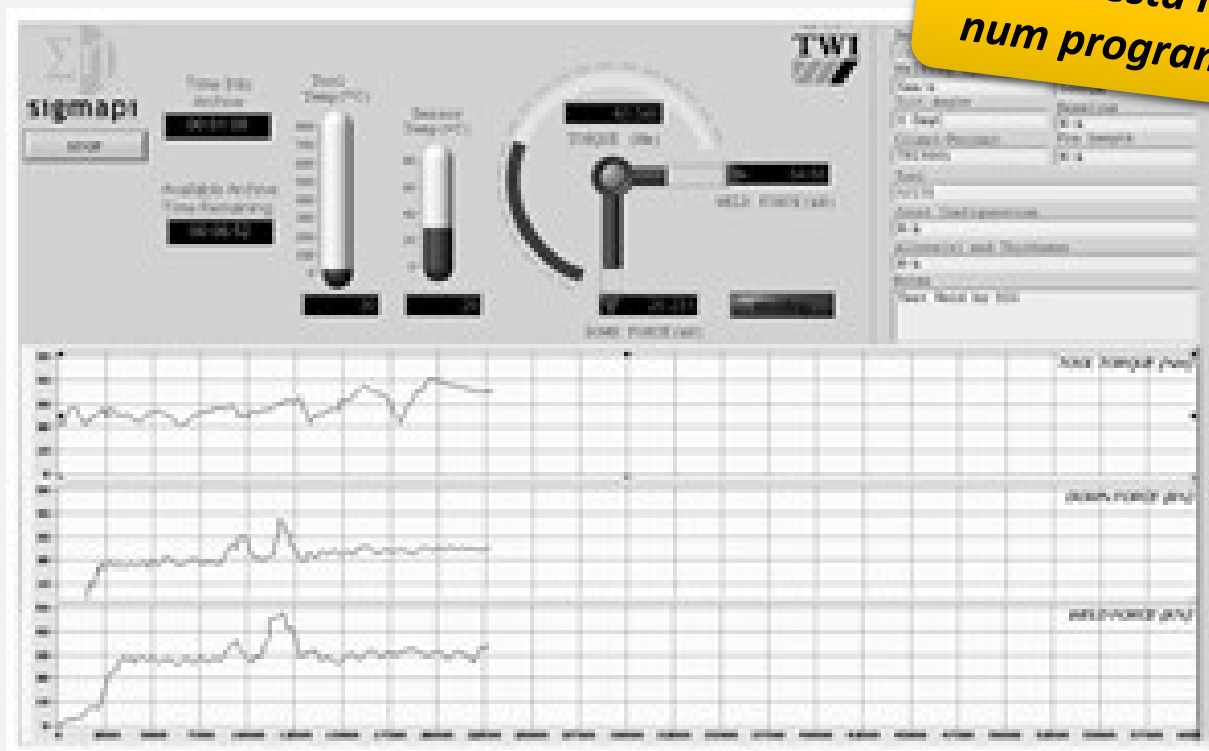


Sistema de controlo desenvolvido para o SFL (Cortesia da ESAB)

2.4 – Programas SFL

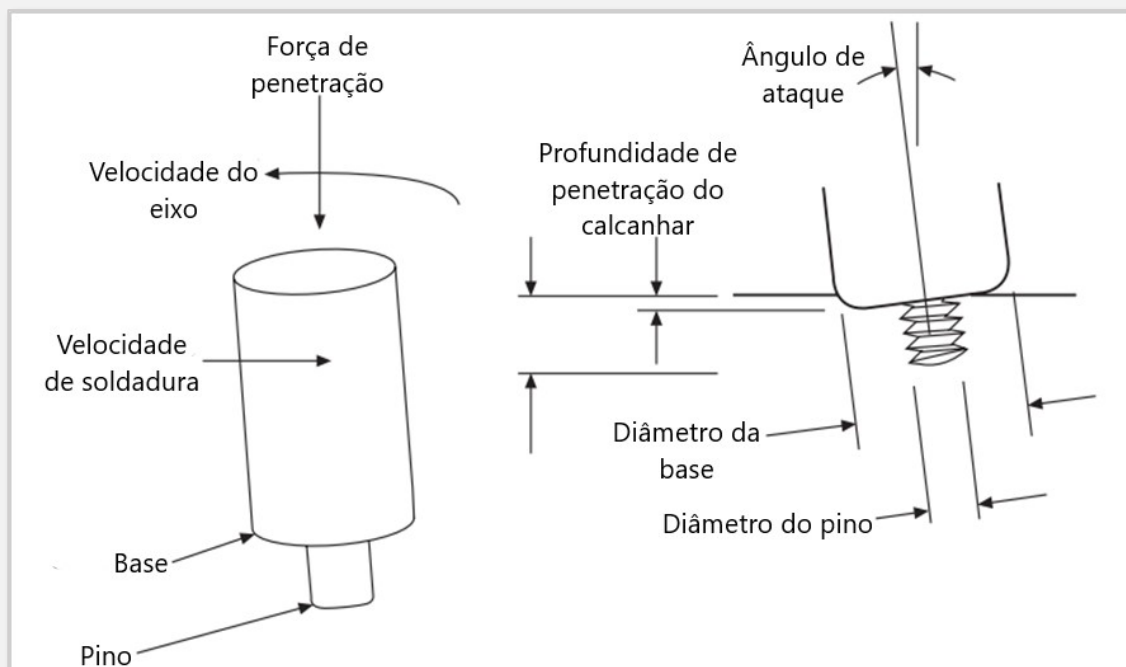
2.4.2 – Noções básicas dos programas SFL

**O que está incluído
num programa SFL?**



2.5 – Limites e parâmetros do processo SFL

2.5.1 – Sistema de controlo



- ✓ Velocidade de soldadura e velocidade de avanço
- ✓ Velocidade de rotação
- ✓ Profundidade de penetração
- ✓ Força axial ou força de penetração da ferramenta
- ✓ Ângulo de ataque da ferramenta

2.6 – Especificação de procedimento de soldadura (EPS)

Preliminary welding procedure specification

Manufacturer's pWPS No.: _____
 Manufacturer's WPQR No.: _____
 Friction stir welding operator's name: _____
 Parent material type, temper, and reference standard(s): _____
 Parent material thickness (mm): _____
 Outside diameter of tube (mm): _____
 Equipment identification (model, serial number, and manufacturer): _____
 Tool identification (sketch)¹⁾: _____
 Clamping arrangement (sketch)¹⁾: _____
 Tack welding: _____
 Joint preparation and cleaning methods: _____

Joint design

Joint design and joint configuration	Welding sequences
(Sketch) ¹⁾	

Welding details

Run	Tool motion, rotation speed r/min	Heel plunge depth mm or axial force kN	Tilt angle °	Side tilt angle °	Dwell time s	Welding speed mm/min others

Welding position: _____
 Pre-weld heat treatment: _____
 Preheating temperature (°C): _____ Preheat maintenance temperature (°C): _____
 Interpass temperature (°C): _____
 Shielding gas: _____ Designation: _____ Gas flow rate (l/min): _____
 Postweld processing: _____
 Postweld heat treatment: _____
 Time, temperature, method: _____
 Heating and cooling rates: _____
 Other information¹⁾ _____

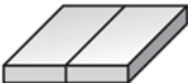


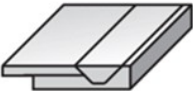
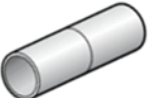
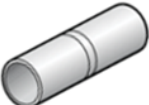
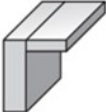
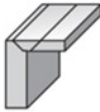


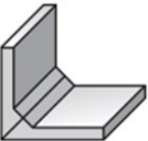
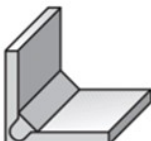


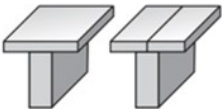

Manufacturer

Name, date and signature

1) If required.

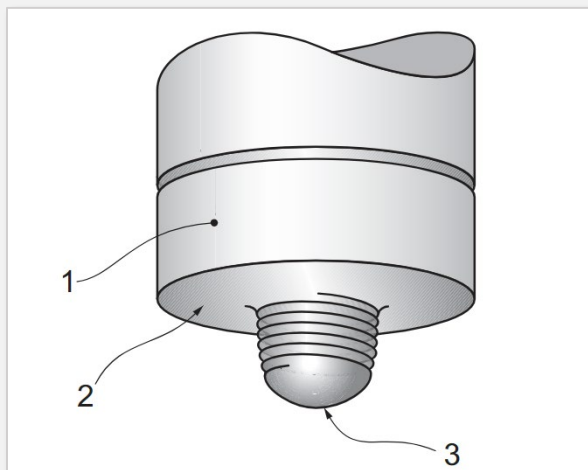
2.6 – EPS

2.6.1 – Design da junta

Design de junta	Antes da soldadura	Após soldadura	Design de junta	Antes da soldadura	Após soldadura
Junta topo-a-topo			Junta sobreposta + topo-a-topo		
Junta topo-a-topo			Junta de canto		
Junta sobreposta			Junta de canto		
Junta sobreposta + topo-a-topo			Junta em T		

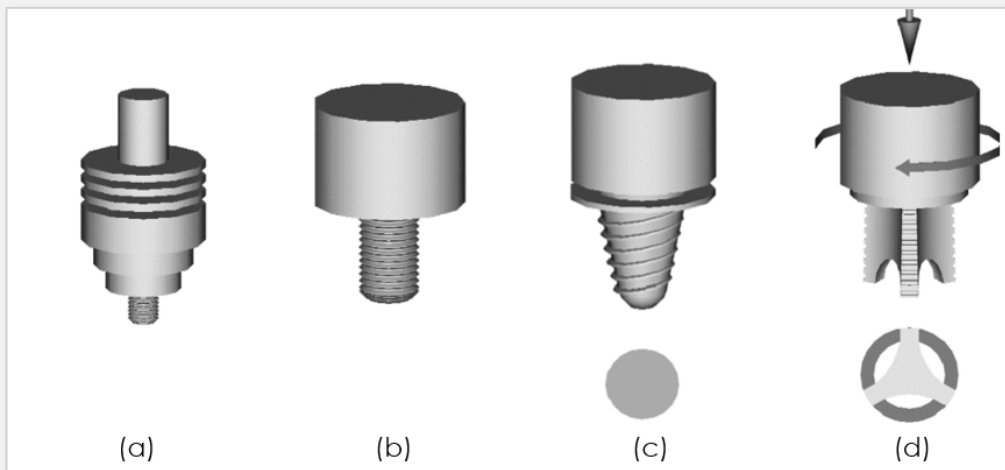
2.7 – Tipos de ferramentas para SFL

Ferramenta SFL



- 1 – Ferramenta
- 2 – Base
- 3 – Pino

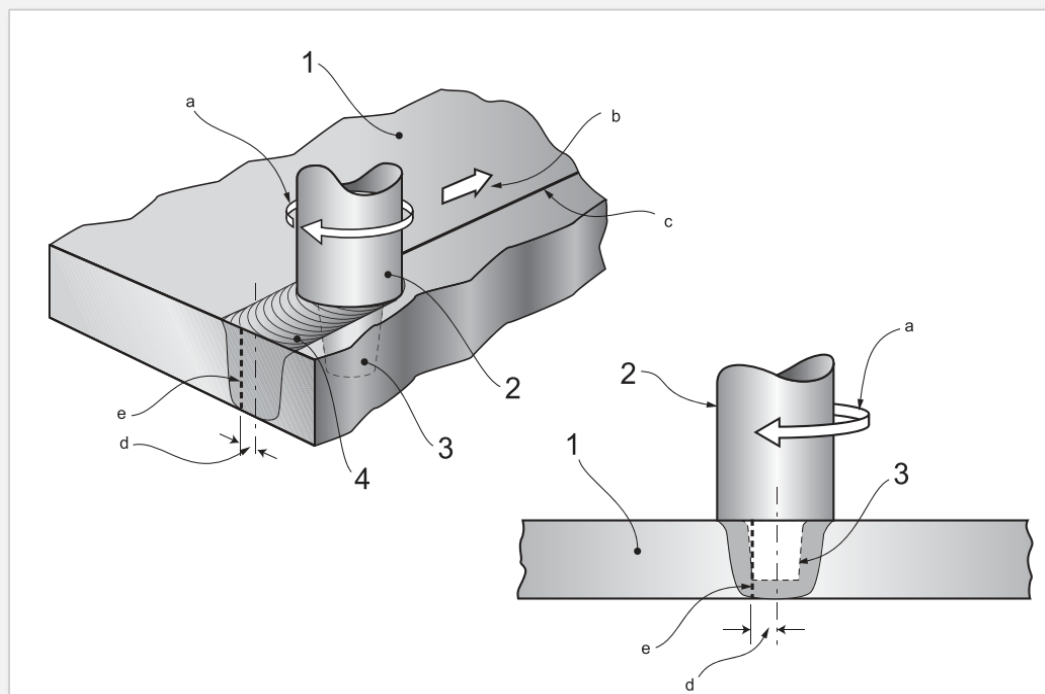
Formatos da ferramenta da SFL



- (a) Base em degraus com pino cilíndrico roscado
- (b) Base plana com pino cilíndrico roscado
- (c) Base plana com pino cónico
- (d) Pino *Flared-triflute*

2.7 – Tipos de ferramentas para SFL

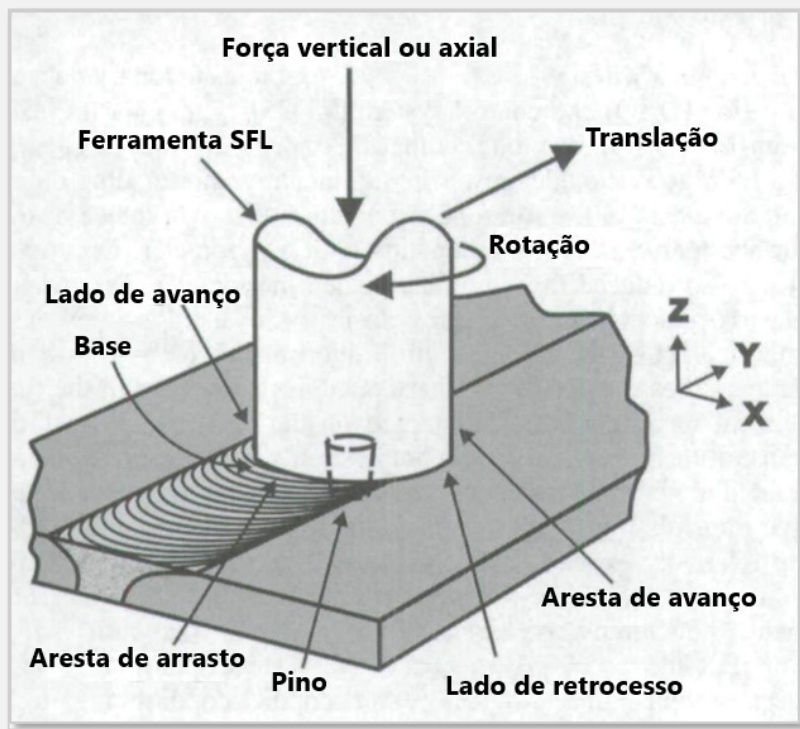
2.7.1 – Posição de Offset



1. Componente
 2. Ferramenta
 3. Pino
 4. Superfície de soldadura
-
- a. Direção da superfície de soldadura
 - b. Direção da fonte
 - c. Junta (superfícies unidas)
 - d. *Offset* lateral
 - e. Localização da junta antes da soldadura

2.7 – Tipos de ferramentas para SFL

2.7.2 – Posição Z

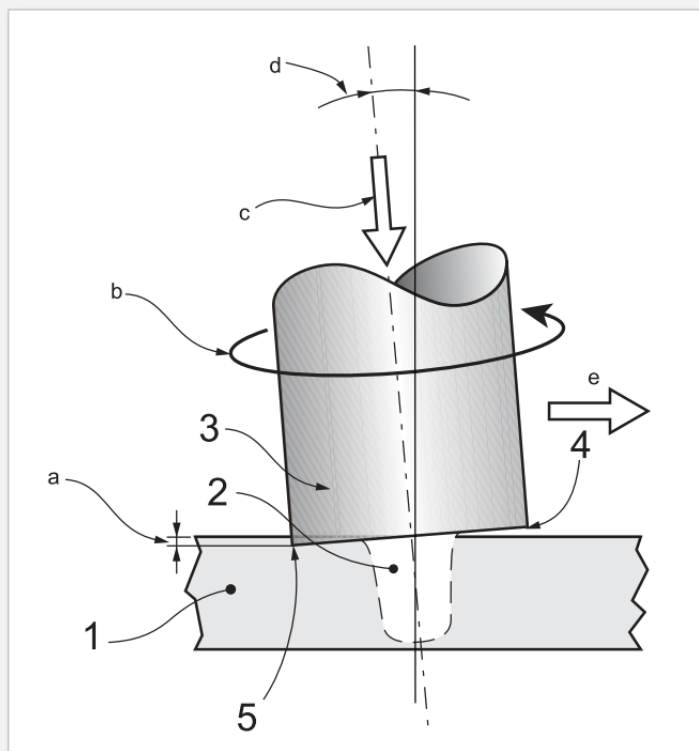


Posição z – localização especial no processo que é usualmente zero na superfície do componente

A força é aplicada ao longo da posição z é designada de força axial

2.7 – Tipos de ferramentas para SFL

2.7.3 – Profundidade de penetração



Distância que o calcanhar penetra no metal de soldadura

1. Componente de trabalho
 2. Pino
 3. Ferramenta
 4. Base (aresta de avanço)
 5. Calcanhar (aresta de arrasto da base)
-
- a. Profundidade de penetração do calcanhar
 - b. Direção da rotação da ferramenta
 - c. Força axial
 - d. Ângulo de ataque
 - e. Direção de soldadura

2.8 – Referências

- [2-1] Future Weld, *Mechanized Welding - Mechanized, Orbital and Robot Welding*. 2014.
- [2-2] D. Lohwasser and Z. Chen, *Friction Stir Welding: From Basics to Applications*. 2010.
- [2-3] R. S. Mishra and M. W. Mahoney, “Friction Stir Welding and Processing,” *ASM Int.*, p. 368, 2007.
- [2-4] I. O. for S. (ISO), *Final Draft ISO/FDIS 25239-5*, 1st ed. ISO, 2011.
- [2-5] ESAB, “Handbook - Joint Design & Prep.” [Online]. Available: https://www.esabna.com/euweb/sa_handbook/585sa2_26.htm. [Accessed: 18-Jul-2018].
- [2-6] J. N. Pires, A. Loureiro, and G. Bölmsjö, *Welding robots: Technology, system issues and applications*, no. August 2015. 2006.
- [2-7] “What Is a Welding Jig? - Tulsa Welding School.” [Online]. Available: <https://www.weldingschool.com/blog/welding/what-is-a-welding-jig/>. [Accessed: 19-Jul-2018].
- [2-8] “UNIT 4 JIGS AND FIXTURES Structure 4.1 Introduction.”
- [2-9] “Welding Fixtures and How They Work | Forster America.” [Online]. Available: <https://www.forsteramerica.com/welding-fixtures-and-how-they-work/>. [Accessed: 19-Jul-2018].
- [2-10] T. Jagadeesha, “CLAMPING DEVICES.” National Institute of Technology Calicut, p. 20.
- [2-11] T. Schenk, I. M. Richardson, M. Kraska, and S. Ohnimus, “A study on the influence of clamping on welding distortion,” *Comput. Mater. Sci.*, vol. 45, no. 4, pp. 999–1005, 2009.
- [2-12] D. Lohwasser and Z. Chen, *Friction stir welding Related titles* : 2010.
- [2-13] I. O. for S. (ISO), *Final Draft ISO/FDIS 25239-1*, 1st ed. ISO, 2011.

2.8 – Referências

- [2-14] P. S. D. N. K. Mishra, S. R., Friction stir welding and processing. 2014.
- [2-15] I. O. for S. (ISO), “ISO 15607,” 2003.
- [2-16] I. O. for S. (ISO), “Final Draft ISO/FDIS 25239-4,” no. 4, 2011.
- [2-17] R. R. Of et al., “Draft International Standard Iso / Fdis,” vol. 2006, 2006.
- [2-18] V. K. M, M. Arivarsu, M. Manikandan, and N. Arivazhagan, “Review on friction stir welding of steels,” Mater. Today Proc., vol. 5, no. 5, pp. 13227–13235, 2018.
- [2-19] A. Pradeep, “A Review on Friction Stir Welding of Steel,” Int. J. Eng. Res. Dev., vol. 3, no. 11, pp. 2278–67, 2012.
- [2-20] R. Miller, “GUIDELINES FOR FRICTION STIR WELDING,” Detroit, 2011.
- [2-21] A. Fehrenbacher, N. A. Duffie, N. J. Ferrier, F. E. Pfefferkorn, and M. R. Zinn, “Toward Automation of Friction Stir Welding Through Temperature Measurement and Closed-Loop Control,” J. Manuf. Sci. Eng., vol. 133, no. 5, p. 051008, 2011.
- [2-22] HSE Gov.UK, “Welding fume - Reducing the risk.” [Online]. Available: <http://www.hse.gov.uk/welding/fume-welding.htm>. [Accessed: 07-Aug-2018].
- [2-23] ESAB AB Welding Automation and ESAB, “Friction Stir Welding - Technical Handbook.” [Online]. Available: https://www.esabna.com/euweb/sa_handbook/585sa2_26.htm. [Accessed: 18-Jul-2018].
- [2-24] D. Veljić et al., “Advantages of friction stir welding over arc welding with respect to health and environmental protection and work safety,” Struct. Integr. Life, vol. 15, no. 2, pp. 111–116, 2015.
- [2-25] S. B. ; D. R. D. Muruganandam, “HEALTH HAZARDS DUE TO VARIOUS WELDING TECHNIQUES AND ITS REMEDY BY FRICTION STIR WELDING (FSW),” Int. J. Res. Aeronaut. Mech. Eng., vol. 2, no. 3, pp. 96–101, 2014



Cofinanciado pelo
Programa Erasmus+
da União Europeia



Friction Stir Welding European Qualifications

Obrigado