

Resistance Welding IV / Solda por Resistência IV

Rodrigo A. L Satyro – E-mail: rodrigo_satyro@hotmail.com

Rogério Veiga – E-mail: rogerio.veiga@pirelli.com

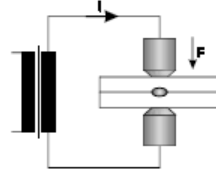
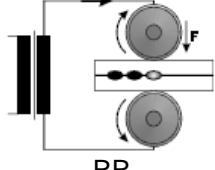
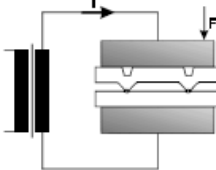
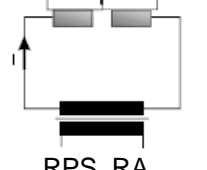
Santiago Moreira – E-mail: smbiscaino@yahoo.com.br

Moacir Santos – E-mail: moskitows@gmail.com

1. Controle dos Parâmetros de Soldagem

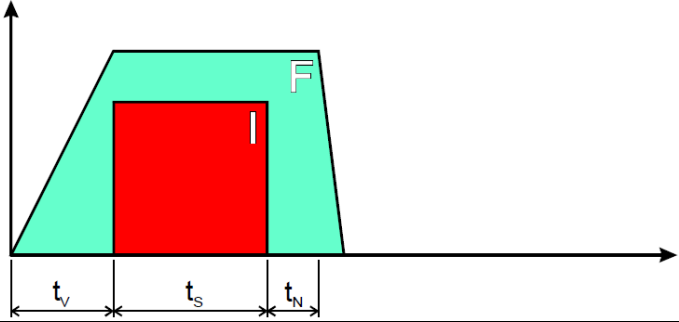
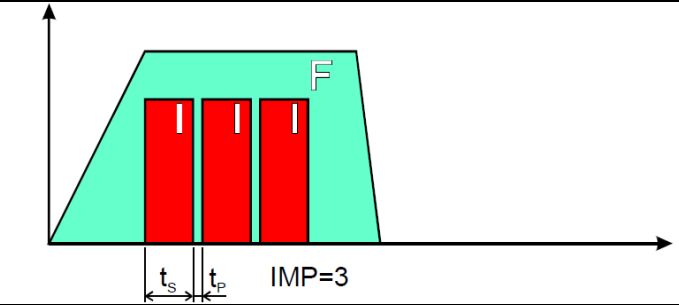
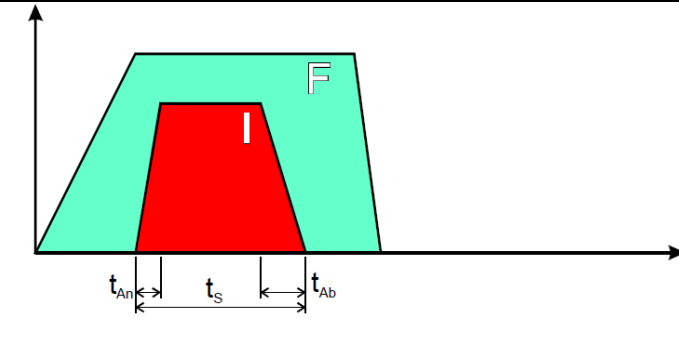
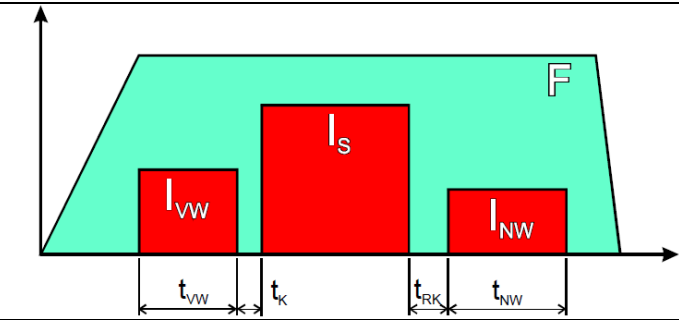
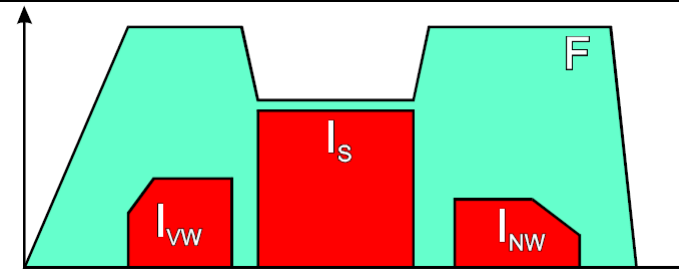
1.1 Alcance usual dos parâmetros

Na solda por resistência, diversos parâmetros devem ser programados. Uma visão geral desses parâmetros é dada na tabela a seguir.

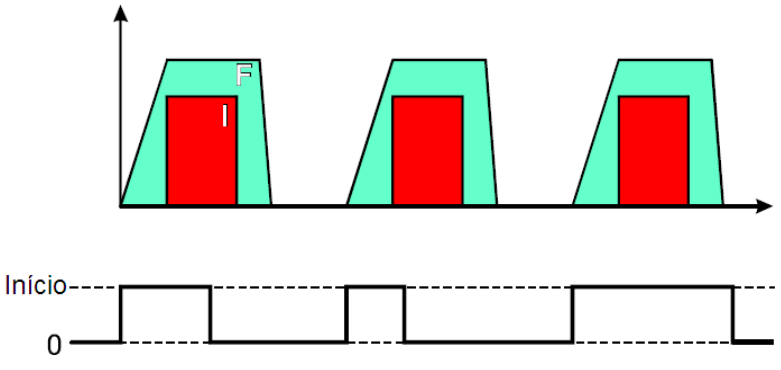

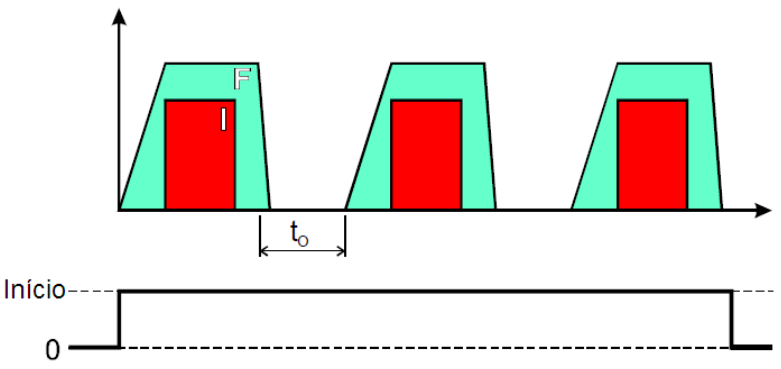

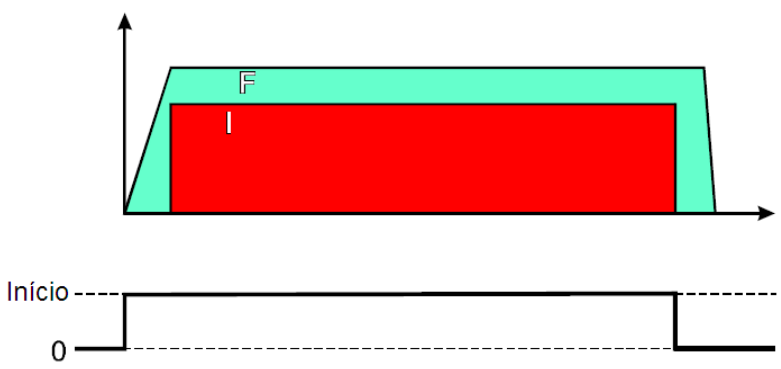

				
	RP Solda a Ponto	RR Solda por Costura	RB Solda por projeção	RPS, RA Solda a Topo por Pressão e por Centelhamento
Faixa de Aplicação	Aço: 0,1...12 mm Al: 0,2...4 mm	Aço: 0,1...3 mm	Aço: 0,5...6 mm Projeção 1...25	Aço: 1...40000 mm ²
Força F _E [N]	50...150000	1000...7000	500...300000	2000...500000 (atuação)
Corrente de Solda I _s [kA]	1...100	5...30	5...200	1...80
Tempo t _s [Per] [s]	½...250 0,01...5	1...contínuo 0,02...contínuo	1...50 0,02...1	- 2...1000
Tensão de circuito aberto U ₂₀ [V]	1,5...15	5...8	5...9	5...15
Potência Nominal A _s [kVA]	5...400	20...250	10...800	20...1600
Corrente Primária I ₁ [A]	4...1000	4...600	4...3000	4...2000
Velocidade de Soldagem v _s [m/min]	---	0,9...5	---	---
Velocidade de Atuação v _{st} [mm/s]	---	---	---	25...200

Nota: A tabela mostra parâmetros usuais a serem utilizados em uma produção “normal”. Em casos especiais, valores acima ou abaixo dos listados da tabela certamente são possíveis.

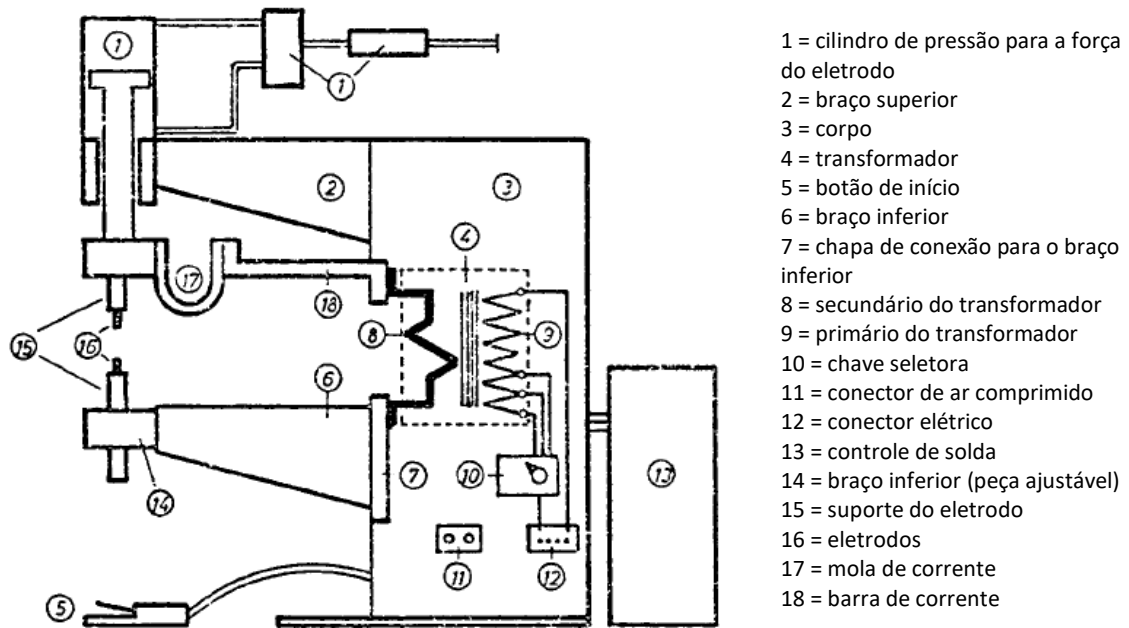
1.2 Exemplos de Rotinas

<p>Solda de um pulso</p>	
<p>Solda de multi-pulso</p>	
<p>Rampa de subida e descida</p>	
<p>Programa de corrente</p>	
<p>Programa de força e corrente</p>	

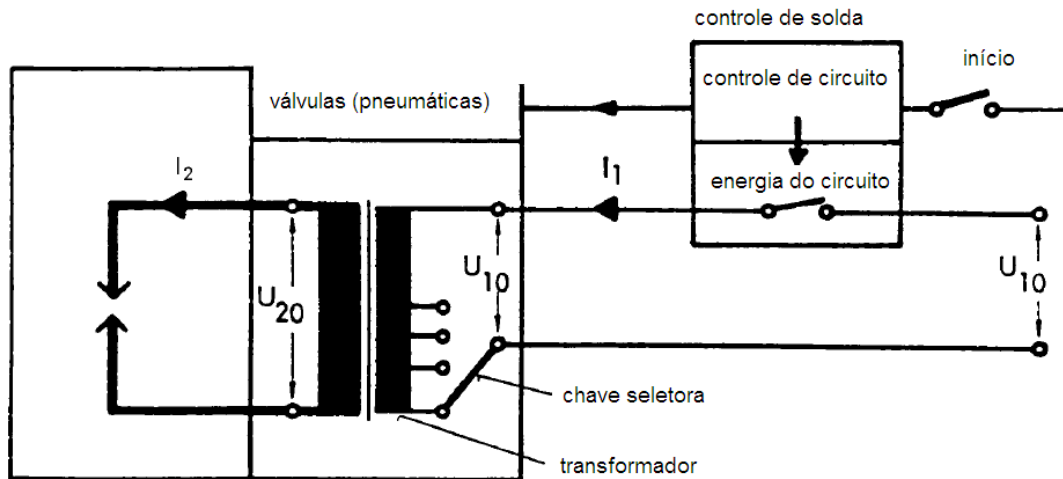
1.3 Modos de operação

Modo	Diagrama	Símbolo
Ponto único		
Pontos seriados		
Corrente contínua		

1.4 Configuração elétrica de uma máquina de soldagem por resistência.



Componentes de uma máquina de soldagem de resistência (esquemático)



Configuração elétrica de uma máquina de soldagem por resistência.

2. Controle de solda

2.1 Tipos gerais de controle

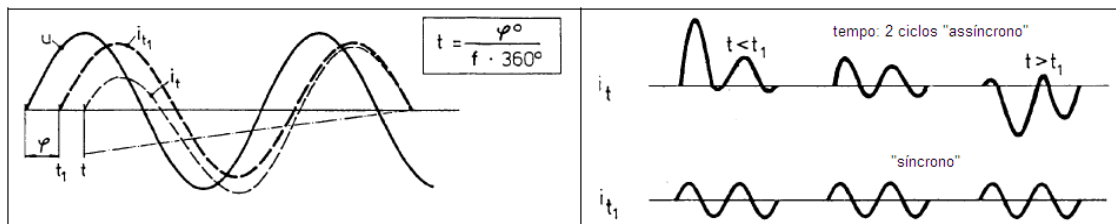
2.1.1 Controle analógico, assíncrono e síncrono.

Esse tipo consiste em circuitos temporizadores que são construídos com componentes analógicos, chamados de dispositivos RC.

Devido a tolerâncias, envelhecimento e fatores ambientais, variações do tempo de solda de mais ou menos dois ciclos são possíveis.

Os controles assíncronos alteram sem seguir a frequência dos principais. Portanto, durante a alternância podem ocorrer picos de corrente capazes de destruir tiristores e transformadores.

Os controles síncronos alternam na metade das ondas em relação a frequência dos principais em momentos definidos. Portanto, picos de corrente podem ser evitados.

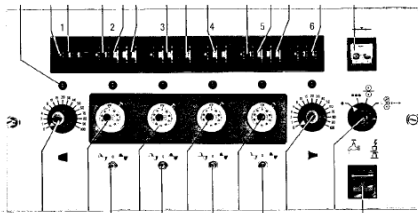


Efeitos de compensação durante o início da solda.

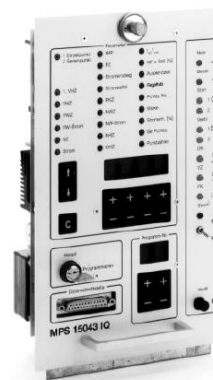
Curso da corrente sem e com sincronização.

2.1.2 Controles Digitais

Os circuitos temporizadores de controles digitais de solda consistem de contadores digitais. Não existem variações no tempo de solda. Controles digitais geralmente são síncronos.



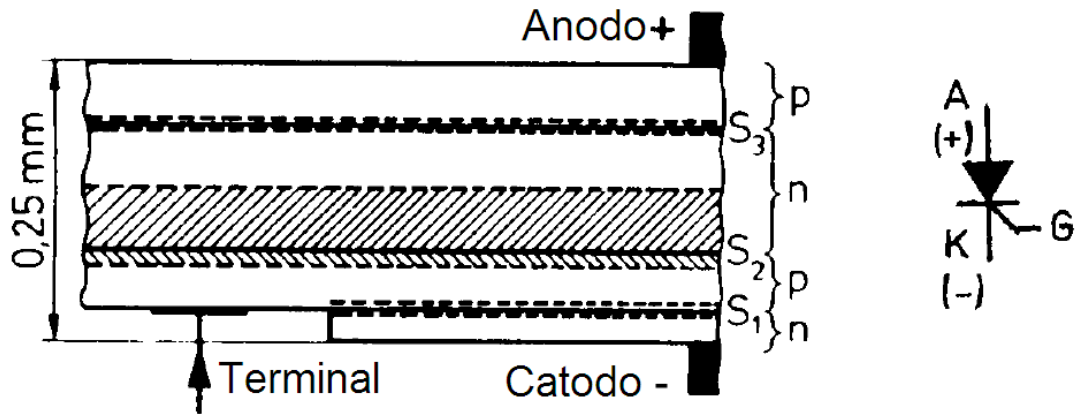
Controle mono-programa.



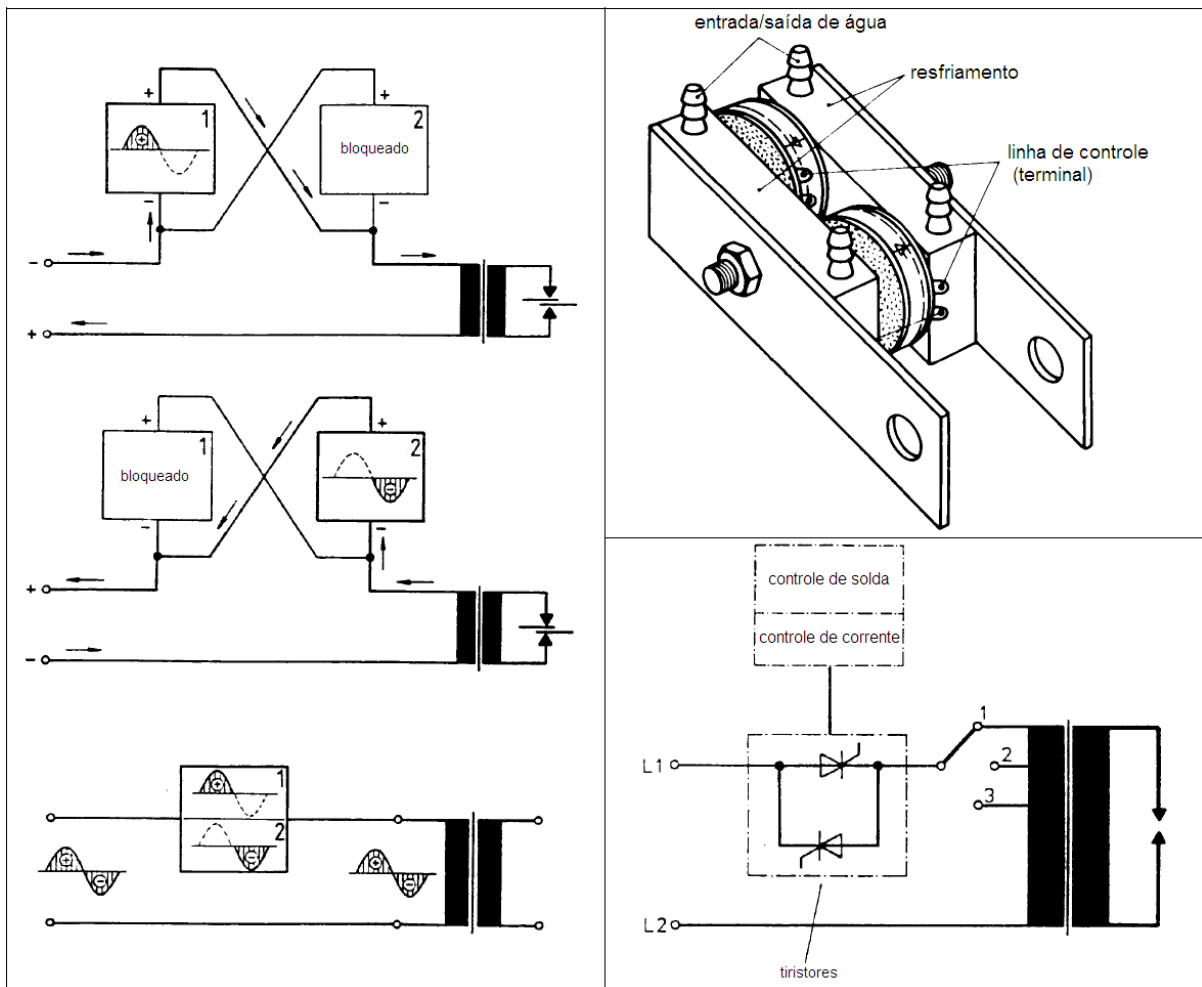
Controle multi-programa.

2.2 Circuito de força do controle de solda

2.2.1 Tiristor

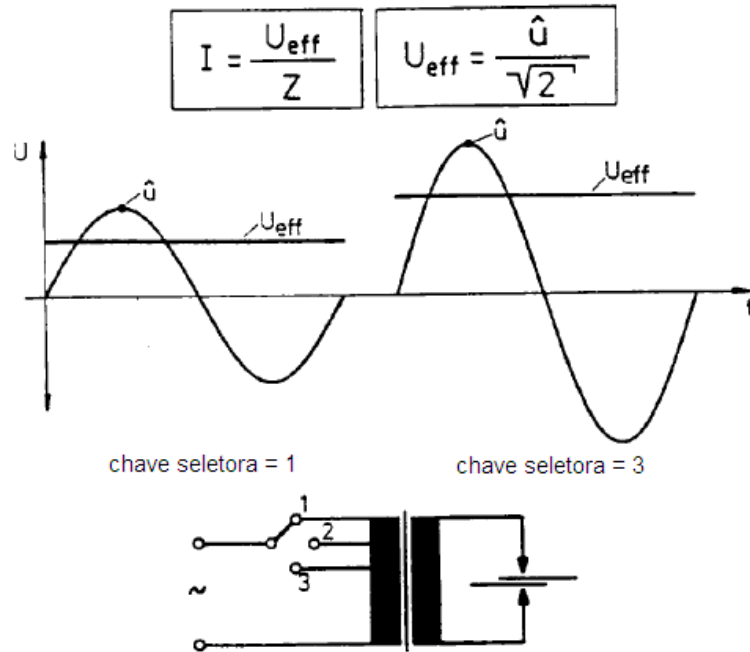


2.2.2 Alternância positiva e negativa de meia-onda

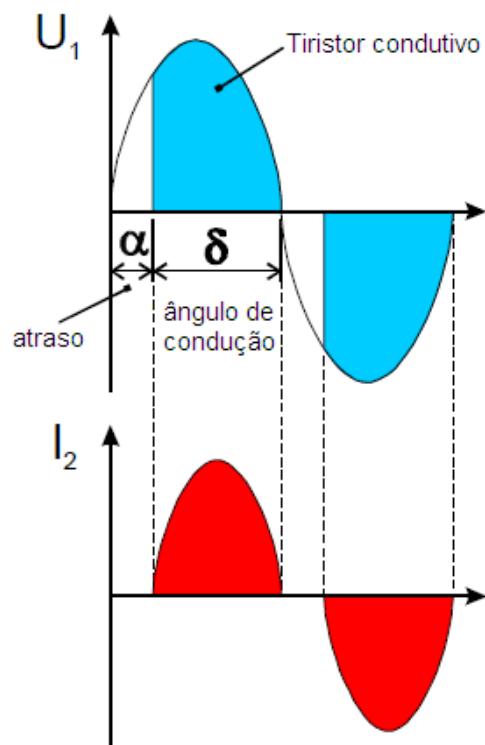


2.3 Duas formas de parametrizar a corrente de soldagem.

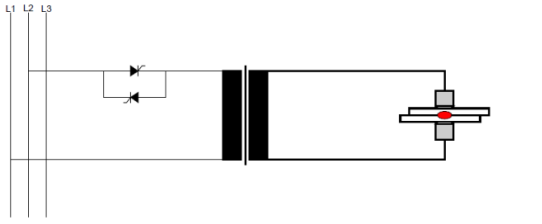
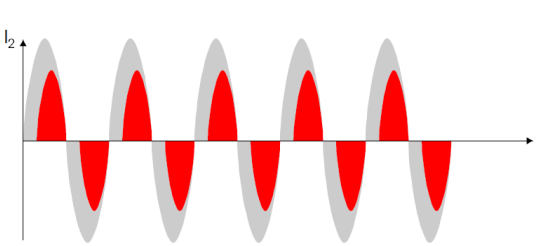
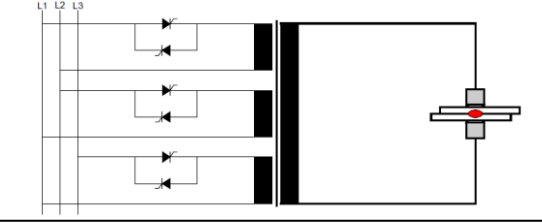
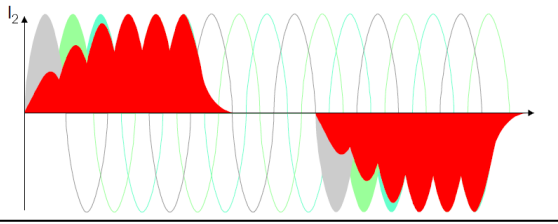
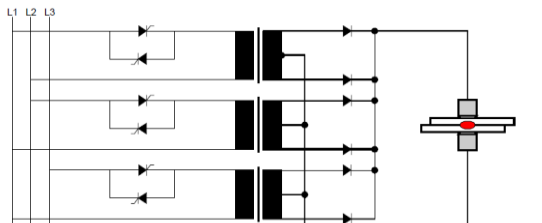
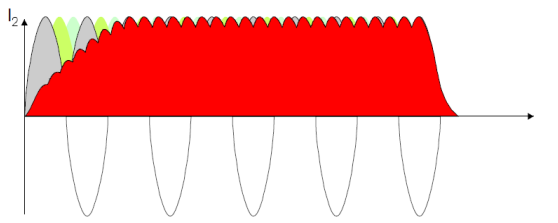
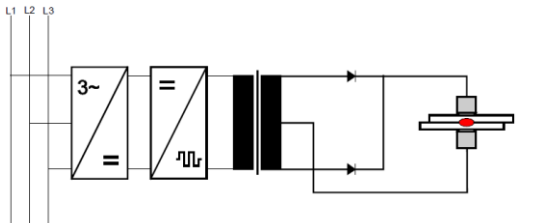
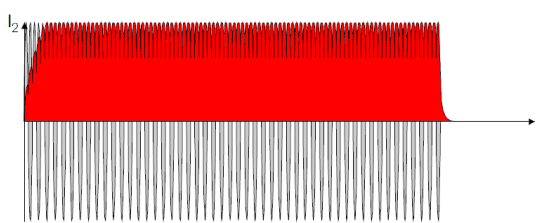
2.3.1 Chave seletora



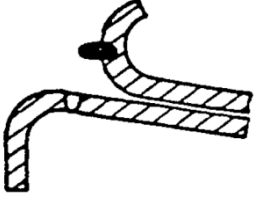
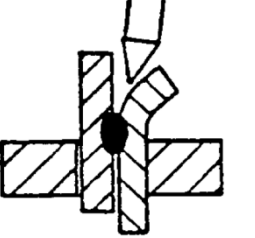
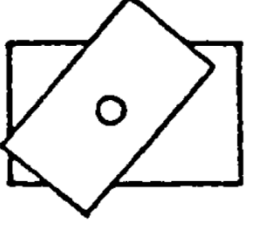
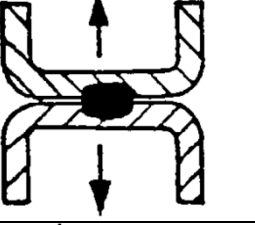
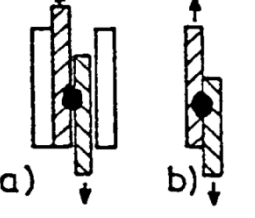
2.3.2 Controle de mudança de fase



3. Tipos de máquinas (fontes de energia)

Diagrama do circuito	Forma da corrente de solda (para comparação, algumas curvas de tensão primária são dadas)
<p>3.1 Máquina de soldagem CA na frequência dos principais (50 Hz)</p> 	
<p>3.2 Máquina de baixa frequência: CA com frequência reduzida, ex: 16 2/3 Hz</p> 	
<p>3.3 Máquina de soldagem de CC com retificação secundária.</p> 	
<p>3.4 Máquina de soldagem de CC com sistema invasor ("média frequência")</p> 	

4. Ensaio de juntas soldadas por resistência

Ensaio destrutivo		Processo			
Tipo de ensaio		Ponto	Costura	Projeção	Topo
Ensaio de arrancamento		X	X	X	--
Ensaio de chisel		X	X	X	--
Ensaio de torção		X	X	Somente para uma projeção	--
Ensaio de tração		X	X	X	--
Ensaio de cisalhamento a) Carga de cisalhamento puro b) Carga de cisalhamento com componente de tração		X	X	X	--
Ensaio convencional de tração		--	--	--	X
Ensaio de impacto charpy		--	--	--	X
Ensaio de dobramento		--	--	--	X
Medição de deformação		--	--	--	X
Ensaio de Erichsen		--	--	--	X
X = usual -- = não usual * = para chapas		1) DVS-guideline 2916 2) DIN/ISSO 50124 3) DIN/ISSO 50164 4) DVS 2922			

Examinação micrográfica de ensaios metalográficos	Processo			
	Ponto	Costura	Projeção	Topo
Macrografia	X	X	X	X
Tamanho, defeitos interiores na zona soldada				
Micrografia	X	X	X	X
Ensaio de dureza	X	X	X	X

X = usual (X) = possível, mas não usual -- = não usual

Ensaios não destrutivos	Processo			
	Ponto	Costura	Projeção	Topo
Radiografia	(X)	--	(X)	X
Ultra-som	(X)	(X)	(X)	(X)
Líquido penetrante	X	X	X	X

X = usual (X) = possível, mas não usual -- = não usual

5. Supervisão e controle de resposta

Reação se houverem mudanças em...								
Valor medido	Sensor	Tensão de linha	Força do eletrodo	Formato dos eletrodos	Superf. do material	Desvio de corrente	Expulsões	Diâm. da lentilha
Corrente de solda	Bobina toroidal	++			#			
Tensão de solda	Grampo eletrodo	++	#	#	+	#	#	#
Resistência dinâmica	Bobina toroidal mais grampo eletrodo	+	#	+	+	+	#	+
Pos. do eletrodo	Sensor para pos. de	++	#	+	+	#	+	+
Expansão térmica	velocidade ou aceleração	++	#	+	+	#	+	+

++ = sempre aplicável + = aplicável na maioria das vezes # = limitado

Sistemas de supervisionamento para processos de soldagem por resistência a ponto.
Enxofre

Sistema de resposta	Valor medido	Bons resultados sob problemas devidos a variações...
Controle de tempo	Tensão	Tensão de linha, espessura do material, desvio de corrente.
	Posicionamento do eletrodo	Tensão de linha, força do eletrodo, desvio de corrente.
	Resistência dinâmica	Tensão de linha, espessura do material, desvio de corrente.
Controle de alternância	Corrente	Sem resultados disponíveis
	Tensão	Sem resultados disponíveis
	Potência	Tensão de linha, formato dos eletrodos, superfície do material, força do eletrodo, desvio de corrente.
	Velocidade do eletrodo	Tensão de linha, formato dos eletrodos, superfície do material, força do eletrodo, desvio de corrente.
Controle combinado	Resistência (durante o pré aquecimento) posicionamento do eletrodo	Tensão de linha, espessura do material, desvio de corrente.
	Supervisão	Medição da expansão térmica, RMS da corrente, tensão ou potência.
	Ajustes automatizados	Controle de passo para aprimoramento da solda seguinte
	Controle ao longo do processo (sistemas de resposta)	O tempo de solda e/ou a corrente são controlados no processo sendo realizado
	Não aplicável	Medição da temperatura da superfície