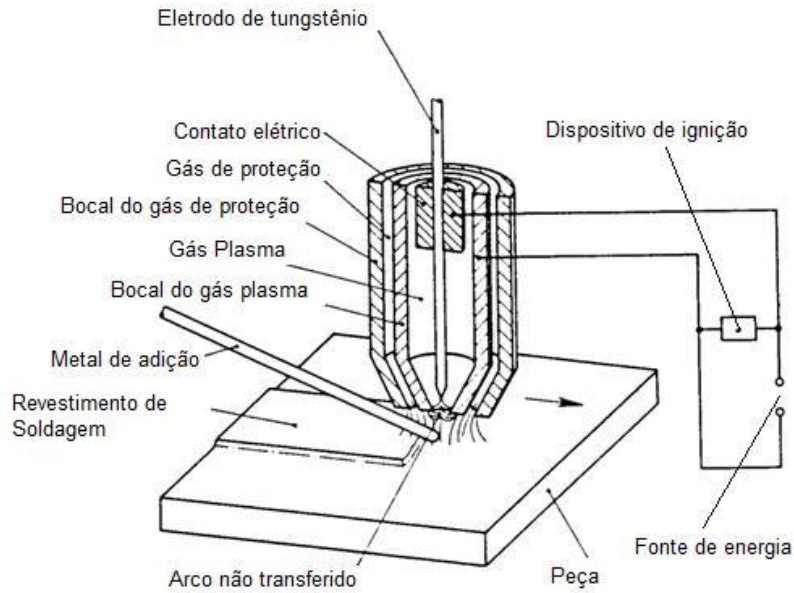


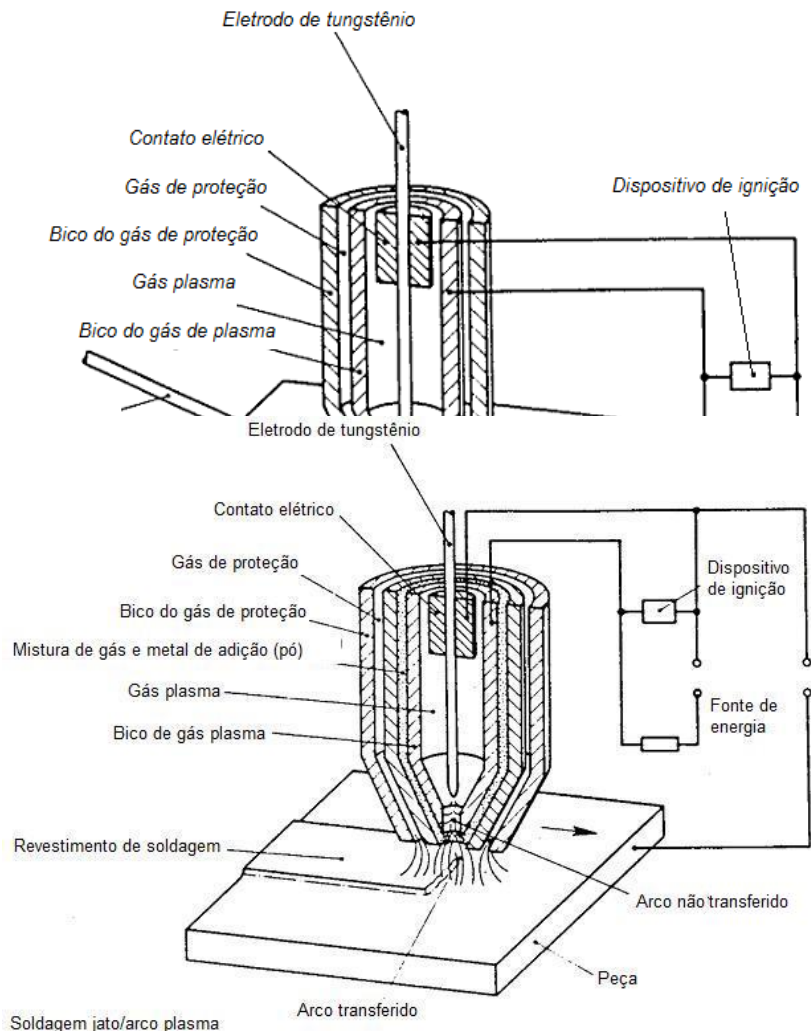
Soldagem Plasma

Julio C.R. Moura - E-mail: julio.cr.moura@gmail.com

1. Princípio do Processo

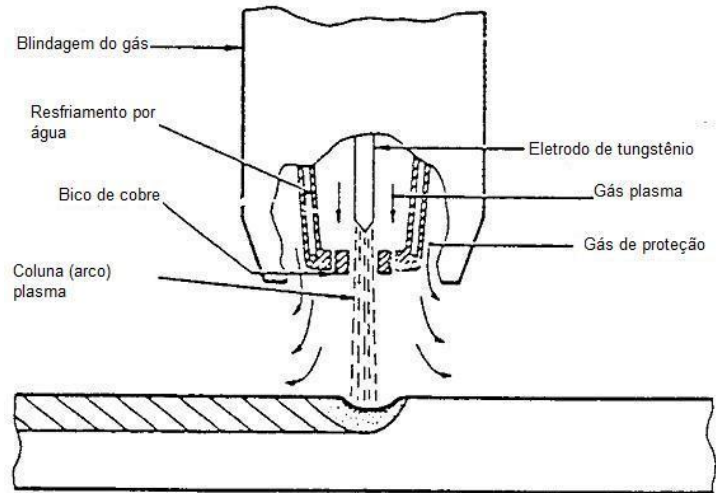


Soldagem jato plasma

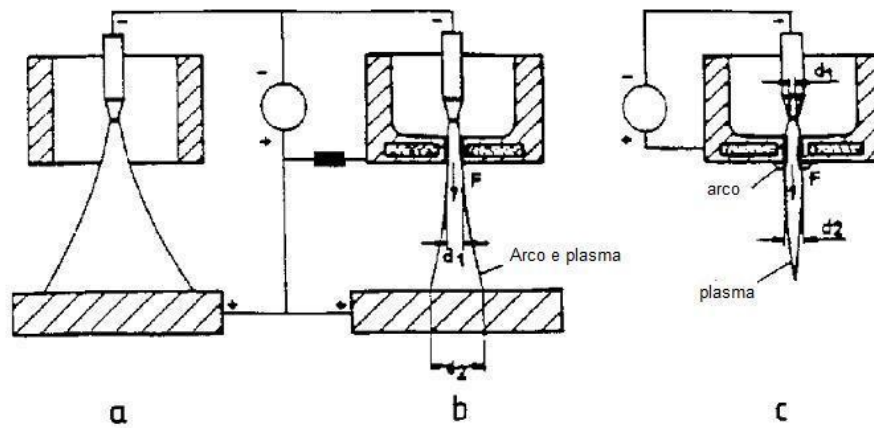


Soldagem jato/arco plasma

2. Construção do arco



Constritamento do arco por bico de cobre

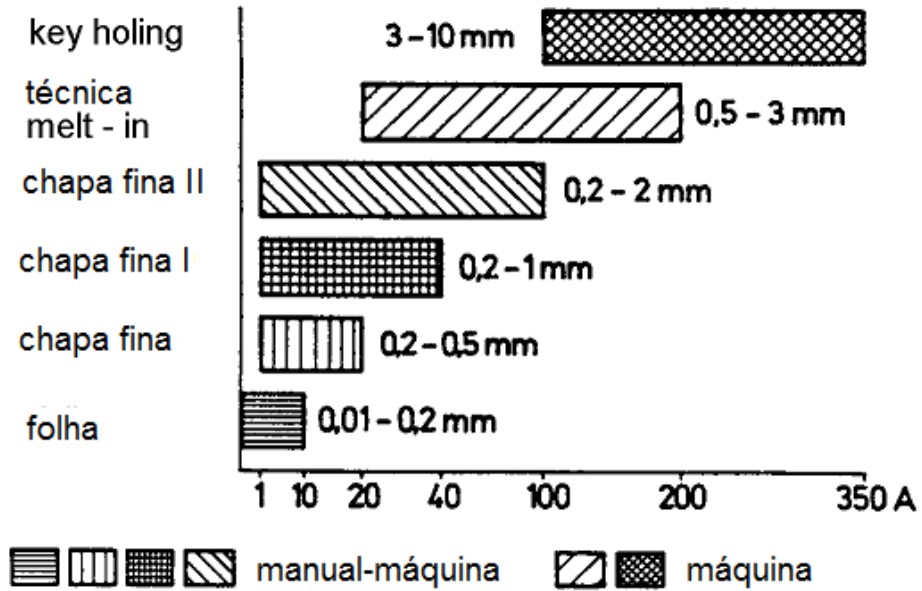


Arco de queima livre (a), transferência constrita (b) e não transferida (c)

3. Classificação do processo

3.1 Uniões por soldagem

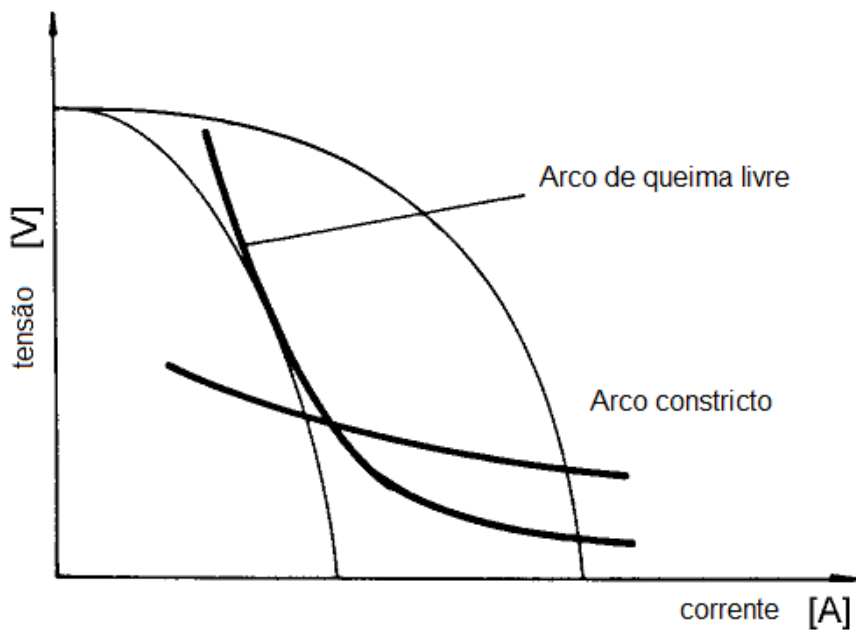
- Soldagem macro plasma (melt-in e keyhole)
- Soldagem micro plasma



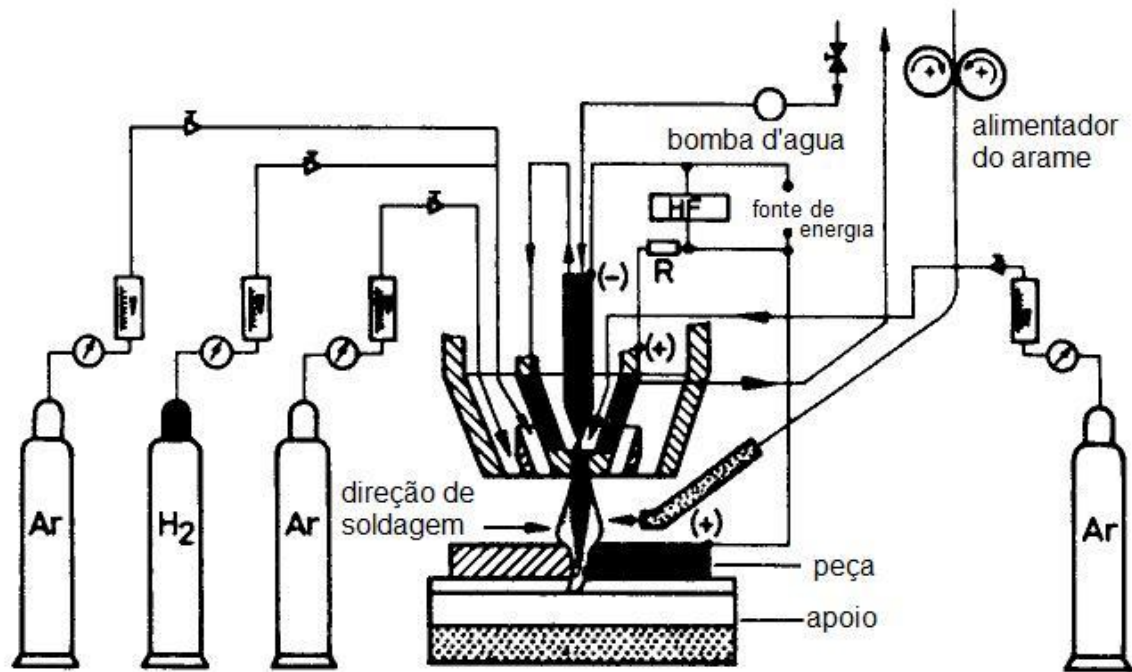
Limites de soldagem plasma para corrente e espessura de chapa

[Ranke]

Classificação da técnica de soldagem



Características do arco de queima livre e constricto (esquemático)



Configuração de unidade de soldagem plasma (esquemático)

	espessura [mm]	corrente [A]	velocidade de soldagem [cm/min]	gás de proteção	
				composição	[std-l/min] [*]
Aço inoxidável	0.025	0.3	1.5	Ar; 0.5 % H ₂	9
	0.075	1.6	15	Ar; 0.5 % H ₂	9
	0.075	1.6	15	Ar; 0.5 % H ₂	9
	0.125	2.0	12.5	Ar; 0.5 % H ₂	9
	0.125	2.0	12.5	Ar; 0.5 % H ₂	9
	0.25	6.0	20	Ar; 0.5 % H ₂	9
	0.25	5.6	38	Ar; 3.0 % H ₂	8
	0.75	10	12.5	Ar; 0.5 % H ₂	6.8

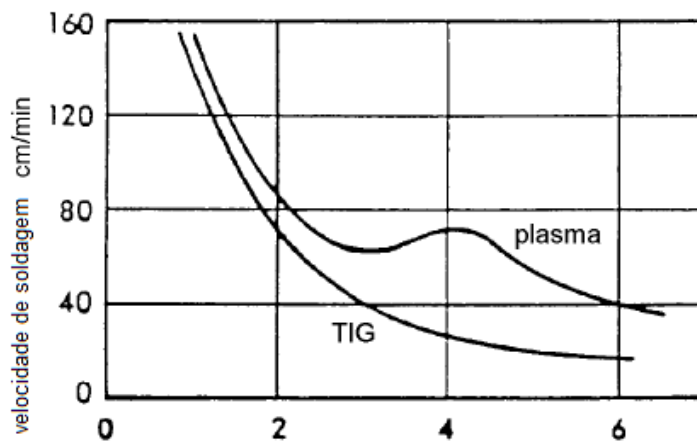
	espessura [mm]	corrente [A]	velocidade de soldagem [cm/min]	gás de proteção	
				composição	[std-l/min] [*]
Inconel	0.3	6	38	Ar; 75 % He	9
718	0.4	3.5	15	Ar; 5 % H ₂	9
cobre	0.075	10	15	Ar; 75 % He	9
titânio	0.2	5	12.5	Ar	9
	0.38	6	12.5	Ar	9
	0.55	10	18	Ar; 75 % He	9
	0.25	5.6	38	Ar; 3.0 % H ₂	8
	0.75	10	12.5	Ar; 0.5 % H ₂	6.8

(*) std-l/min= standard gas liters per minute

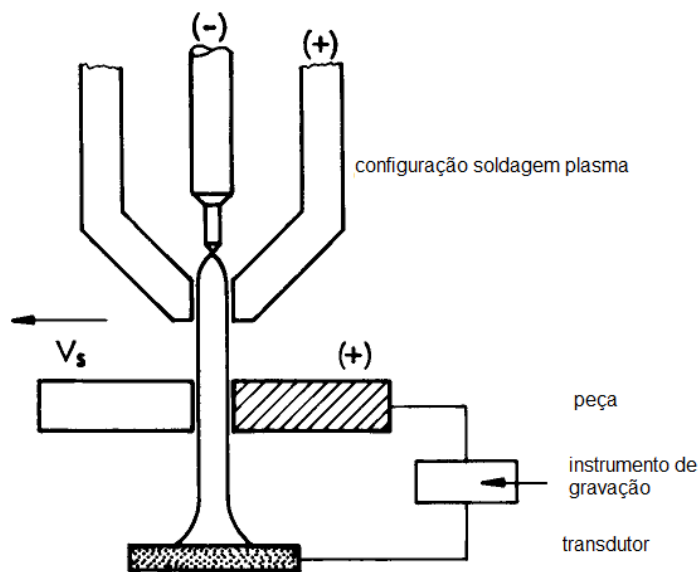
Parâmetros de soldagem micro-plasma para diferentes materiais (conf. Gormann)

espessura	gás plasma [std-l/min]	gás de proteção [std-l /min]	corrente [A]	tensão [V]	veloc. soldagem [cm/min]
2	0.8 Ar	14 Ar+0.3 H ₂	140	?	80
2.4	2.55 Ar+0.15 H ₂	14.7 Ar+0.8 H ₂	115	30	61
3.	0.8 Ar	13 Ar+0.65 H ₂	180	?	62
3.2	0.9 Ar	13.5 Ar+2.25 H ₂	150	?	38
3.2	1.8 Ar	18 Ar+2 H ₂	220	29	85
3.2	4.25 Ar+0.25 H ₂	14.7 Ar+0.8 H ₂	145	32	76
4	1 Ar	14 Ar+0.4 H ₂	240	?	45
4.8	1.4 Ar+0.1 H ₂	23 Ar+2 H ₂	165	34	37.5
4.7	4.3 Ar+0.2 H ₂	19 Ar+1 H ₂	165	36	40
5	1.9 Ar	19 Ar+1 H ₂	165	30	23
5	5.6 Ar	19 Ar+1 H ₂	165	30	26.5
5	1 Ar	14 Ar+0.6 H ₂	260	?	41
6	1 Ar	13 Ar+0.5 H ₂	285	25	30
6.35	0.9 Ar	13.5 Ar+2.25 He	200	?	20
6.35	1.8 Ar	4.5 Ar	350	?	38
6.35	7.6 Ar+0.4 H ₂	21 Ar+1.1 H ₂	240	38	35
9.5	1.35 Ar	13.5 Ar+2.25 He	250	?	15
9.5	5.1 Ar+0.3 H ₂	19 Ar+1 H ₂	240	36	23

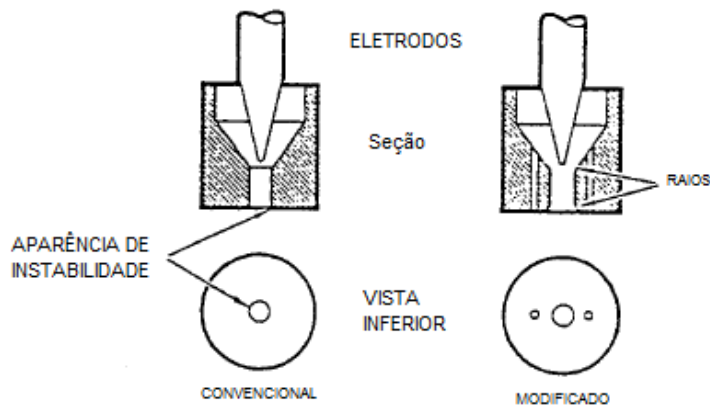
Valores de referência para soldagem plasma de aços inoxidáveis [comercial]



[O. Schnitt]



Princípio do circuito para gravação de dados de corrente [Demars]



Tipos de orifícios para PAW

espessura	Velocidade de soldagem TIG	Velocidade de soldagem plasma
2.75	66	91
3.2	56	91
3.9	51	91
5.5	20	38
6	15	35

Velocidade de soldagem TIG e plasma para aço inoxidável [O'Brien]

espessura [mm]	gás plasma [std-l/min]	gás de proteção [std-l/min]	corrente [A]	tensão [V]	veloc. soldagem [cm/min]
3.2	3.6 Ar	27 Ar	185	21	51
4.75	8 Ar	27 Ar	175	25	33
10	3.6 Ar + 20 He	7 Ar + 10 He	225	38	25
12.7	6 Ar + 6 He	13.5 Ar + 13.5 He	270	36	25

para titânio [O'Brien]

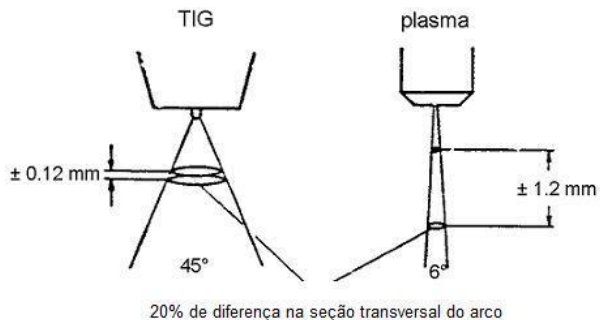
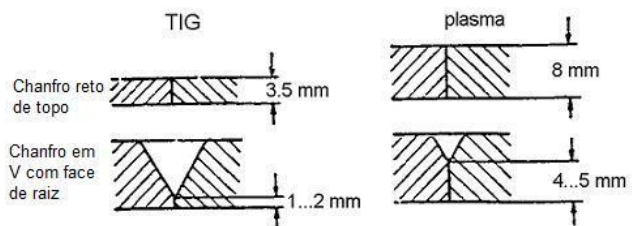
material	espessura [mm]	gás plasma [std-l/min]	corrente [A]	tensão [V]	veloc. soldagem [cm/min]
99.5 Ni	3.2	4.25 Ar + 0.25 H ₂	160	31	50
	6	4.25 Ar + 0.25 H ₂	245	31.5	35
	7.3	4.25 Ar + 0.25 H ₂	240	31.5	25
76 Ni + 16 Cr + 7 Fe	5	5.2 Ar + 0.3 H ₂	155	31	43
	6.6	5.2 Ar + 0.3 H ₂	210	31	43
32 Ni + 46 Fe + 20 Cr	3.2	4.25 Ar + 0.25 H ₂	1.15	30	46
	4.6	4.25 Ar + 0.25 H ₂	185	27	41
	5.8	5.2 Ar + 0.25 H ₂	185	32	43

para ligas de níquel [Pease]

espessura [mm]	corrente [A]	tensão [V]	gás plasma Ar [std-l/min]	gás concentrado [std-l/min]	arame de adição SV-10; 0.8 mm [cm/min]	veloc. soldagem [cm/min]
4	135	16	1.4	2.5 Ar + 0.2 H ₂	5	30
6	175	17	2.0	3.0 Ar + 0.25 H ₂	9	27
8	185	19	2.0	3.5 Ar + 0.25 H ₂	17	15
10	190	20	2.0	3.5 Ar + 0.25 H ₂	18	14
15	240	25	2.4	5.0 Ar + 0.3 H ₂	23	10

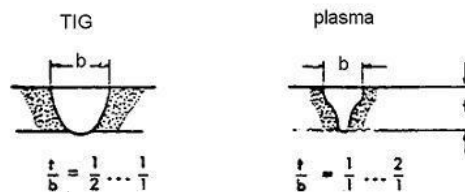
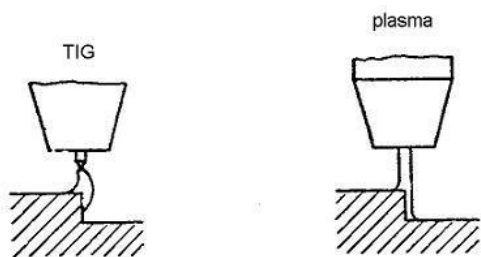
para aços não-ligados [Böhme]

Principais diferenças entre soldagem TIG e Plasma [Neuhauser e Born]



Preparação da solda

Divergência do feixe

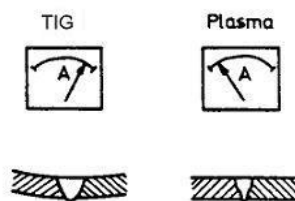


Estabilidade do arco

Formato da poça de solda e zona afetada pelo calor



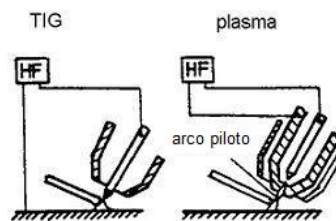
Vida útil do eletrodo e influência do formato do arco



Corrente e distorção

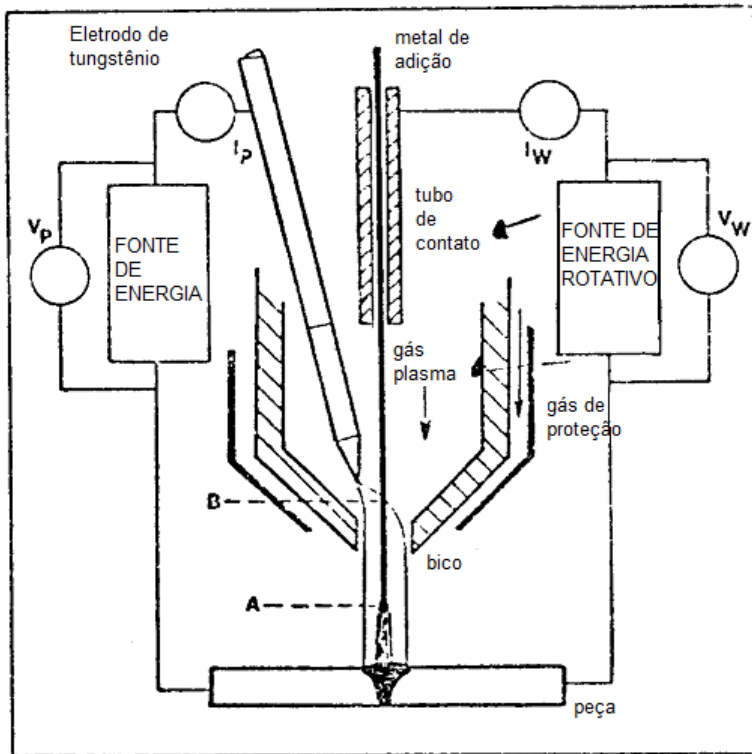


Localização do início da solda



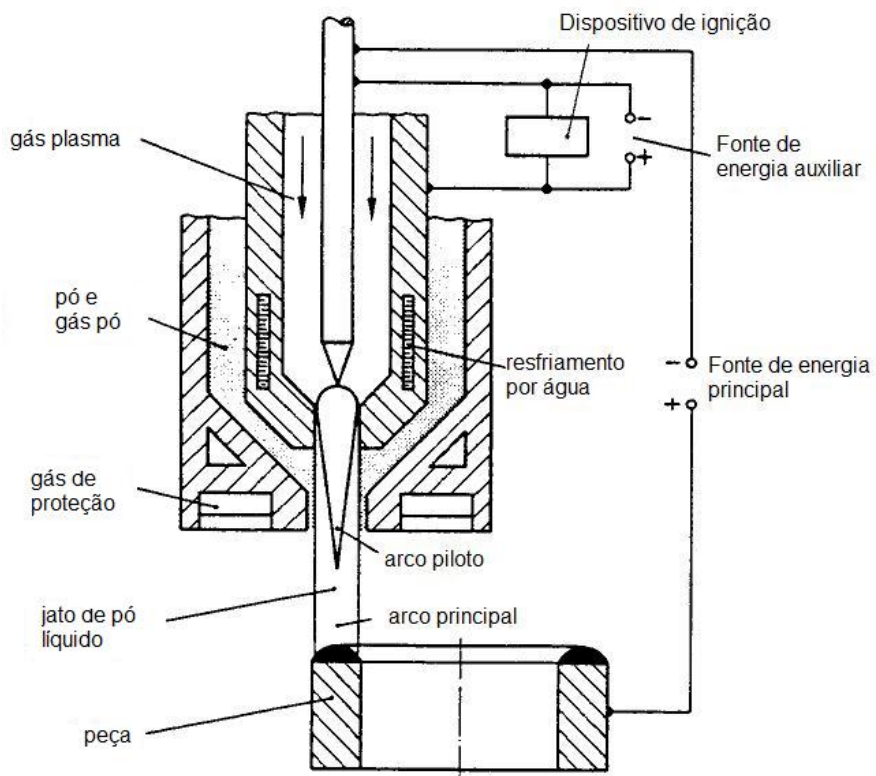
Inclusão de tungstênio e confiabilidade do início do arco

3.2 Soldagem MIG-Plasma



Visão esquemática do processo de soldagem MIG-Plasma

3.3 Revestimento arco Plasma



3.4 Revestimento com arco plasma hot-wire (pré-aquecimento)

