

# MANUAL DE OPERAÇÃO



## Microplasma 20mpa

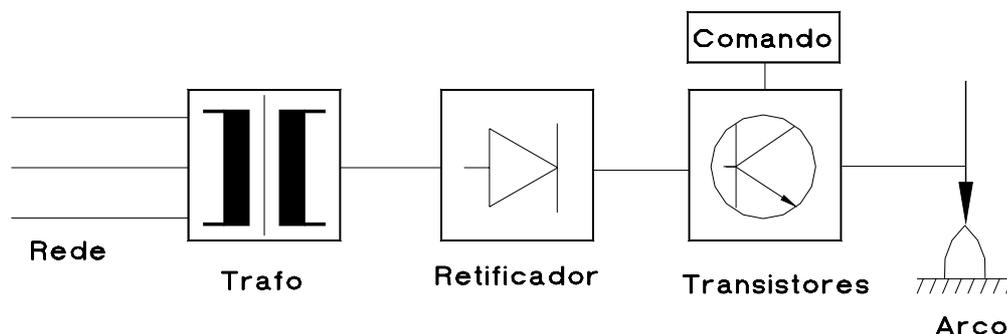
# SUMÁRIO

<b>01 DESCRIÇÃO DO EQUIPAMENTO</b>	<b>PÁG.</b>
1.1 – INTRODUÇÃO	01
1.1.1 CORRENTE PULSADA	01
1.1.2 PROCESSO TIG	03
1.1.3 PROCESSO PLASMA	04
1.1.4 ABERTURA DO ARCO	06
1.2 - DADOS TÉCNICOS DO EQUIPAMENTO	06
<b>02 DESCRIÇÃO DOS PAINÉIS</b>	<b>07</b>
2.1 - PAINEL FRONTAL	07
2.2 - PAINEL TRASEIRO	10
<b>03 INSTALAÇÃO</b>	<b>11</b>
3.1 – ELÉTRICA	11
3.2 - ÁGUA	11
3.3 - GASES	12
<b>04 OPERAÇÃO COMO MICROPLASMA</b>	<b>12</b>
4.1 - AJUSTE DAS VARIÁVEIS	15
4.1.1 – UTILIZAÇÃO DO PEDAL	17
4.2 – PROCEDIMENTO DE SOLDAGEM	19
<b>05 OPERAÇÃO COMO MICROTIG</b>	<b>21</b>
<b>06 PROTEÇÃO</b>	<b>21</b>
<b>07 RECOMENDAÇÕES</b>	<b>22</b>
<b>08 REFERÊNCIAS</b>	<b>22</b>
<b>09 ANEXOS</b>	
9.1 – ANEXO 1 – TRATA DA INICIALIZAÇÃO E PROTEÇÃO	
9.2 – ANEXO 2 – TRATA DA ALTERAÇÃO DE TENSÃO 110V/220V E VALOR DOS FUSÍVEIS	

## 1 - DESCRIÇÃO DO EQUIPAMENTO

### 1.1 INTRODUÇÃO

A *MicroPlasma 20mpa* (mpa = microprocessada analógica) foi desenvolvida com tecnologia inédita no Brasil, para operar pelos processos plasma ou TIG, usando-se o termo "micro" para enfatizar a faixa de corrente extremamente baixa com a qual a máquina consegue operar. Como microplasma a faixa vai de 0,1 A a 20 A, diferenciando-se da microTIG apenas no limite inferior que está em torno de 2 A. Tem a possibilidade de soldar com corrente contínua pulsada ou constante, abrangendo a faixa de 0,1 Hz a 20 kHz. A variação da corrente média pode ser feita em tempo real diretamente no painel ou através de um pedal, permitindo ao operador um ajuste dinâmico da corrente durante a soldagem. A extensa faixa de frequência e corrente abrangida por esta fonte deve-se a esta ser transistorizada analógica (fig. 1), o que seria muito difícil obter com uma fonte chaveada.

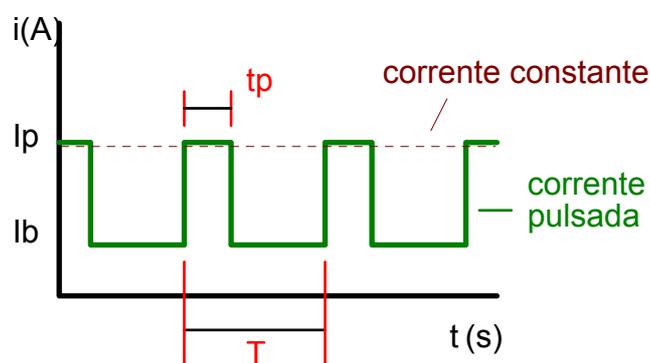


**Fig. 1 - Fonte transistorizada analógica**

Embora, o equipamento tenha sido concebido para ser amplamente abrangente em possibilidades, seu painel de comando com teclado digital e display LCD é bastante simples de utilizar, devido ao painel gráfico que mostra uma forma de onda característica identificando todas as grandezas utilizadas, facilitando a operação com um mínimo de conhecimento.

#### 1.1.1 CORRENTE PULSADA

Pode-se definir a corrente pulsada como uma corrente cujo valor varia ciclicamente de um valor de base ( $I_b$ ) para um valor de pulso ( $I_p$ ) e vice-versa (fig. 2). Neste equipamento, esta corrente fica definida com o ajuste de seu valor de pulso ( $I_p$ ), seu valor de base ( $I_b$ ), pelo ajuste da frequência ( $1/\text{período}$ ) e pela razão cíclica, que é a relação entre o tempo de pulso e o período ( $t_p/T$ ). Quando o tempo de pulso ( $t_p$ ) se equivale ao período da corrente pulsada ( $T$ ), ou seja  $t_p/T = 1$ , a corrente deixa de ser pulsada e torna-se uma corrente constante com valor igual a  $I_p$ . Este é o artifício que deve ser usado para se obter uma corrente constante (fig. 2).



**Fig. 2 - Características dinâmicas de corrente constante e pulsada**

Utiliza-se a corrente de soldagem pulsada em alta frequência e em baixa frequência. A alta frequência ( $>5\text{kHz}$ ) atua diretamente sobre o confinamento e características do arco voltaico. Na corrente pulsada em alta frequência a pressão do arco é elevada, o que reduz os seus deslocamentos laterais produzidos pelos campos magnéticos presentes e pelos movimentos dos gases, fazendo com que o arco se torne denso [1].

A alta frequência encontra aplicação em máquinas automáticas de precisão onde se exige um arco de soldagem com excepcionais propriedades direcionais e estabilidade, e quando se necessita de um arco estável em pequenas correntes. Um problema da soldagem em alta frequência ocorre quando se está trabalhando próximo ao limite da audição humana: o ruído gerado é extremamente incômodo para o operador [1].

A pulsação em frequências intermediárias (2 a 5 kHz) não apresenta vantagens facilmente demonstráveis.

Já em baixa frequência ( $<2\text{Hz}$ ) a corrente pulsada apresenta as seguintes vantagens em relação a corrente constante [2]:

a) Aumento da relação da penetração/largura da solda. Pelo uso de uma corrente pulsada com pulsos elevados de corrente em curta duração produz-se um arco com grande

poder penetrante que tem a capacidade de gerar soldas em aço inoxidável cuja relação penetração/largura é de 2 para 1.

b) Minimização de zona afetada pelo calor. Esta propriedade é uma consequência da apresentada no item anterior, pois, se para uma mesma corrente eficaz obtém-se maior penetração com a utilização de uma corrente pulsada, é claro que para uma mesma penetração, a corrente constante teria que ter um valor maior do que aquela.

c) Menos risco de gotejar material fundido pela raiz da junta. Pelo uso de adequadas variáveis torna-se mínimo o risco do material fluir por entre as chapas como causa de uma poça metálica muito grande, pois o tamanho da poça líquida pode ser melhor controlado através da seleção destas variáveis. É esta a causa da grande utilização da corrente pulsada no processo TIG para a soldagem de tubos que não podem ser rotacionados, onde então a solda tem que ser executada desde a posição plana, passando pela vertical indo até a sobre-cabeça. Assim, pelo melhor controle do tamanho da poça líquida pode-se soldar em todas estas posições sem necessidade de trocar as variáveis de soldagem, produzindo uma solda mais uniforme.

d) Efeito de recristalização. Cada pulso de corrente, o qual forma nova poça metálica produz um efeito de tratamento térmico na poça solidificada anteriormente. Este efeito quebra os grãos grosseiros de estrutura fundida, formando grãos mais finos.

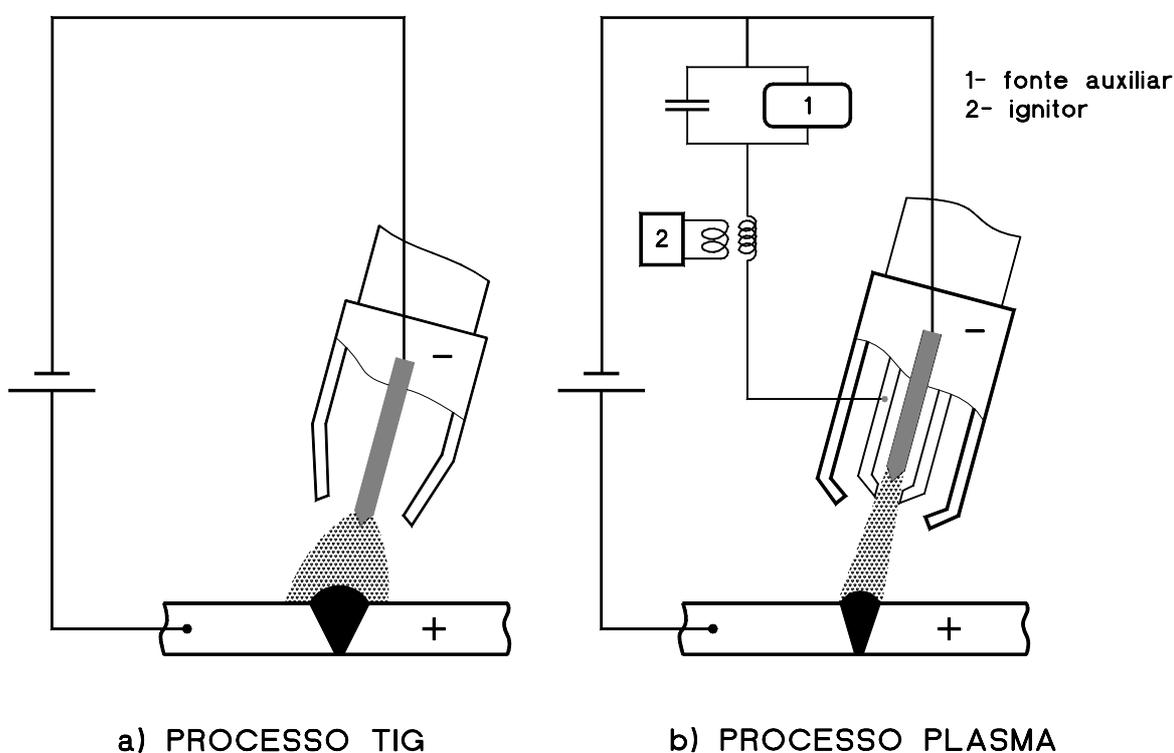
e) Depuração do metal de solda. A corrente de pulso desenvolvendo forças eletromagnéticas muito maiores do que aquelas desenvolvidas por corrente constante, é capaz de produzir uma agitação da poça de solda tal que reduz a porosidade e rechaça impurezas para fora da poça líquida.

### **1.1.2 PROCESSO TIG**

É um processo de soldagem a arco voltaico com eletrodo de tungstênio e proteção gasosa inerte (fig. 3a). Essa proteção gasosa atua contra a oxidação causada pelo ar, protegendo o metal de solda e tornando o eletrodo virtualmente não consumível. A energia liberada pelo arco elétrico formado entre o eletrodo e as peças metálicas causa o aquecimento e a fusão destas, permitindo sua união. O arco formado é calmo e estável, bastante controlável, produzindo soldas com bom acabamento e exigindo pouca ou nenhuma limpeza após a operação. No processo TIG tem-se ainda um excelente controle do calor cedido à peça (aporte de calor) sendo por isso muito utilizado na soldagem de peças de pequena espessura e em passes de raiz [3]. Através deste processo consegue-se soldar todos os metais, inclusive materiais nobres como aços-inox, bronze e titânio.

### 1.1.3 PROCESSO PLASMA

Pode ser classificado como uma variante do processo TIG, que utiliza também eletrodo de tungstênio, virtualmente não consumível, e gás de proteção (fig. 3b). Mas no processo plasma o arco é constricto por um bocal de cobre fixado internamente na tocha de soldagem, de modo que o arco deixa de ser cônico e passa a ser aproximadamente cilíndrico, aumentando a densidade de energia.



**Fig. 3 - Representação esquemática dos processos TIG e Plasma**

Outra diferença básica entre os processos TIG e plasma está no número de fluxos gasosos: o processo TIG necessita de apenas 1 fluxo atuando como proteção, enquanto que o processo plasma além do fluxo de gás para a proteção precisa de outro para abrir o arco e mantê-lo.(veja item 3.3)

Além das vantagens do processo TIG citadas no item 1.1.2, o processo plasma possui um arco voltaico ainda mais estável, uma característica que é atribuída ao efeito combinado da constrição mecânica baseada na estrutura da tocha de soldagem. A soldagem

com o arco plasma tem extenso uso na fabricação de inúmeros equipamentos de todas as espécies, e mais especificamente o microplasma encontra campo de aplicação na micro-mecânica, na eletrônica, na fabricação de grades e filtros metálicos, válvulas de motores de combustão, na soldagem de tubos de pequenos diâmetros (fig. 4), fabricação de corações artificiais em titânio, reparos em peças, etc... Para estas aplicações, o processo plasma é mais rápido, mais eficiente e mais econômico que o processo TIG, graças a sua maior densidade de energia ( $A/m^2$ ) e o melhor acabamento do cordão de solda.

#### **Fig. 4 - Aplicação do processo plasma**

##### **1.1.4 ABERTURA DO ARCO**

Para a abertura do arco do processo plasma é necessário o uso de dispositivos de abertura do arco sem contato com a peça. Tal necessidade se deve ao fato do eletrodo permanecer totalmente envolto pelo bocal constritor, não permitindo a abertura do arco por contato.

Usa-se um sistema composto por um circuito, que gera uma alta tensão em alta frequência, para produzir a ionização da região situada entre a ponta do eletrodo e o bocal

de gás. Quanto isto ocorre, abre-se um pequeno arco entre o eletrodo de tungstênio e o bocal, denominado arco piloto, uma vez que existe uma pequena fonte de energia auxiliar ligada entre estes dois elementos (fig. 3). Este arco piloto é o elemento mantenedor constante da ionização, o que viabiliza o caminho mais fácil para o estabelecimento do arco principal, que é alimentado pela fonte principal de soldagem.

Entretanto, em alguns casos, o arco principal de soldagem pode ter intensidade de corrente menor do que o arco piloto, sendo este último, a razão de se poder atingir correntes tão baixas, como 0,1 A para o arco principal, o que não é atingível pelo processo TIG, cujo valor mínimo de corrente está situado por volta de 2 A.

Para o processo TIG, embora possa ser utilizado um circuito de alta frequência para a ionização do meio e a partir disto ter-se o arco de soldagem estabelecido, no equipamento *MicroPlasma 20mpa*, isto não é feito por duas razões. A primeira delas é de que a abertura do arco por contacto em correntes baixas, como é o caso deste equipamento, não traz malefícios para o eletrodo e, em segundo lugar, porque tecnicamente é recomendável evitar o uso de ignitores para abertura de arco devido a geração de interferência provocada por estes dispositivos.

Para que seja garantido um acendimento adequado do arco, o operador deve ajustar uma corrente de partida não superior a 5 A, pois este valor é suficiente para abrir o arco e garante a integridade da ponta do eletrodo.

## 1.2 DADOS TÉCNICOS DO EQUIPAMENTO

Voltagem : 220 V

Tensão em vazio : 56V

Corrente : Contínua (Constante ou pulsada)

Capacidade : 20 A / 100%, dependendo da refrigeração utilizada.

Proteção: sensores de falta de água e excesso de temperatura.

	Microplasma	Micro TIG	Frequência de Pulso
Corrente pulsada	0,1 - 20 A	2 - 20 A	0,1 Hz- 20 kHz

Dimensões: m

Peso: kg

Circuito de arrefecimento:

Gás externo: Argônio "Standard"

Gás interno : Argônio 99,995% de pureza ou superior

Potência máxima consumida: 1300 W

#### FUSÍVEIS DE SEGURANÇA

F1	F2
10 A	0,5 A

## 2 - DESCRIÇÃO DOS PAINÉIS

### 2.1 - PAINEL FRONTAL

Neste encontram-se os elementos necessários ao ajuste da máquina para uma dada condição de soldagem, conforme pode ser visto na Figura 5.

Para a comunicação com o usuário, o equipamento conta com teclado de membrana e display de cristal líquido onde todas as grandezas disponíveis para ajuste foram distribuídas em diferentes telas de acordo com sua prioridade de utilização. Abaixo deste encontra-se um oscilograma que mostra um ciclo inteiro de soldagem com a indicação das grandezas conforme aparecem no display, o que facilita muito o uso do equipamento.

A necessidade de uma rampa de subida e de uma rampa de descida no processo de soldagem, assim como os tempos de pré-gás e pós-gás, estão relacionados com a inicialização e finalização da solda. A rampa de subida da corrente, desde  $I_i$  até  $I_p$ , visa dar ao operador o tempo que necessita para posicionar corretamente a tocha de soldagem e fazer com que o arco abra suavemente, evitando as turbulências que ocorreriam na abertura do arco se a corrente fosse desde o início  $I_p$ . Sem uma rampa de subida, o eletrodo de tungstênio poderia se contaminar com o oxigênio do ar durante a abertura do arco, o que acarretaria em respingos na solda e na peça de trabalho. Já a rampa de descida da corrente (de  $I_p$  até  $I_f$ ) serve para que o operador consiga um melhor fechamento de cratera no final da solda e ainda adaptar o processo de soldagem ao regime térmico na extremidade da peça de trabalho. O tempo de pré-gás garante uma atmosfera protetora para a abertura do arco e

o tempo de pós-gás, por sua vez, conserva esta atmosfera após extinto o arco, protegendo a poça de fusão na finalização da solda.

Cada etapa de soldagem é indicada por um LED, acendendo o inicial logo após o pré-gás. Após, os dois seguintes ficarão piscando alternadamente em corrente pulsada ou apenas o que indica  $I_p$ , em corrente constante ( $t_p/T=1,00$ ). Na finalização, o último LED acenderá. A ativação dos gases e do ignitor, pedal ativo e a sinalização de algum problema referente à refrigeração, são indicadas por LED's.

Tudo que se relaciona ao arco piloto foi colocado à parte com o intuito de evidenciar a independência entre o circuito deste e do arco principal. Isto é importante porque quando a máquina for *usada como microTIG, o arco piloto não deve ser acionado*, permanecendo, no entanto, todos os demais controles em uso.

O painel frontal possui também conexão para a peça, conector para ligação do pedal com interruptor para partida/parada do processo e passagem para a conexão da pistola. O display de sete segmentos indica a corrente média.

**Fig. 5 - Painel frontal**

## **2.2 - PAINEL TRASEIRO**

Neste encontra-se a chave LIGA/DESL., a entrada do cabo de força, as conexões para os gases, água de refrigeração e os fusíveis de proteção, conforme a Figura 6.

**Fig. 6 - PAINEL TRASEIRO**

## **3 - INSTALAÇÃO**

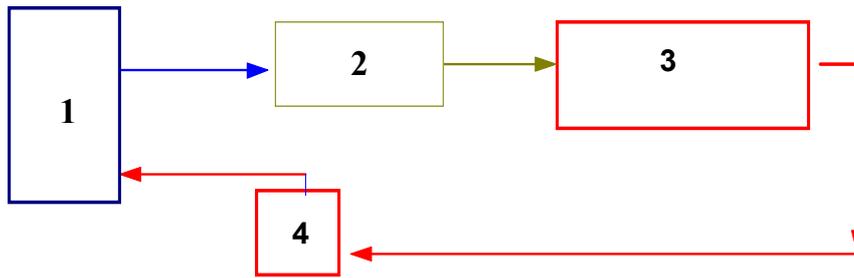
### **3.1 - ELÉTRICA**

A máquina deve ser conectada em 220V monofásico, com fase, neutro e terra. O plug para conexão a rede elétrica segue as normas convencionais e recomenda-se um ***bom aterramento***. A tomada deve ter capacidade de 1500VA.

### **3.2 - ÁGUA**

A água é necessária para refrigeração da pistola e da parte de potência da máquina. Por isto é necessário a utilização de um sistema de refrigeração externo (opcional que pode ser fornecido) ou a conexão a um sistema de água corrente através de filtro. A pistola possui orifícios extremamente pequenos que podem ser obstruídos caso a água não seja limpa. Se ocorrer falta de circulação d'água no circuito e/ou excesso de temperatura, o sistema interrompe a soldagem imediatamente colocando uma mensagem no visor e o LED "PROTEÇÃO" acenderá.

**Proteção ativada. possível falta de água  
ou sobreaquecimento. sistema parado.**



externo;

1 - Sistema de refrigeração

2 - Transistores;

3 - Pistola ;

4 - Sensor de vazão.

**Fig. 7 - Circuito de refrigeração**

### 3.3 - GASES

A máquina tem entrada para dois gases, como é necessário ao processo plasma. O gás interno é o utilizado pelo arco piloto e parte inicial do plasma, e o gás externo é o responsável pela extensão do plasma e atua como proteção da poça metálica. Não é necessário desconectar o gás interno na operação como microTIG.

## 4 - OPERAÇÃO COMO MICROPLASMA

Estando a máquina conectada ao barramento e as ligações dos gases e refrigeração realizadas, pode-se então ligar a máquina pela chave "LIGA/DESL" localizada no painel traseiro.

Ao ligar a fonte de soldagem, as seguintes situações podem ocorrer:

a - Se a **refrigeração estiver desligada**, o sistema impede o funcionamento, sinaliza através do LED "PROTEÇÃO" e de um beep, e informa pelo display

**Proteção ativada. Possível falta de água  
ou sobreaquecimento. Sistema parado.**

Neste caso basta ligar a refrigeração e a operação será normalizada.

b - Se a **refrigeração já estiver ligada**, deverá aparecer a seguinte mensagem:

**Microplasma**  
**LABSOLDA - UFSC - IMC**

a qual permanecerá por alguns segundos, passando após para a tela inicial de trabalho.

**CONFIGURAR      HAB.SOLDA      VARIAVEIS**  
**TESTAR GAS**

Se por acaso nenhuma das situações anteriores ocorrer, ou seja, o display não apresentar caracteres coerentes ao ligar o equipamento, significa que o sistema não inicializou corretamente. Basta desligar, aguardar alguns segundos e ligar novamente.

Considerando-se que tudo esteja correto, passa-se a etapa seguinte:

- **Ajustar a vazão dos gases.** Utilizando-se do botão "TESTE GÁS" do ARCO PILOTO, ajustar a vazão do gás interno, em torno de 0,5 l/min. Este gás deve ser argônio com grau de pureza mínimo de 99,995%. Para o gás externo deve ser acionada a tecla " TESTAR GÁS", de acordo com a tela seguinte.

**CONFIGURAR      HAB.SOLDA      VARIAVEIS**  
**TESTAR GAS**

A válvula de gás permanece aberta até que a tecla VOLTAR seja pressionada, como informa a tela posterior.

**Gas ligado. [VOLTAR] desliga o gas.**

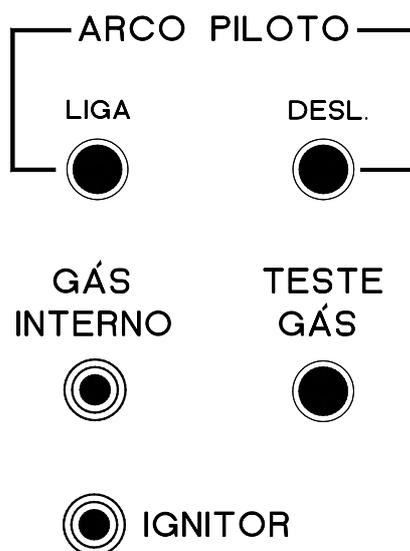
Pode ser utilizado argônio "Standard" com uma vazão a partir de 4 l / min, conforme os bocais e níveis de corrente utilizados.

- **Ligar o arco piloto.** A facilidade de abertura e manutenção do arco-piloto está estritamente vinculada as condições de montagem, afiação e composição do eletrodo, bem como o uso do bico apropriado. Assim, quando o arco piloto não abrir, ou abrir com dificuldade, deve-se fazer uma ou mais das seguintes operações:

- 1 - Verificar o posicionamento relativo entre eletrodo e o bico de plasma;
- 2 - Reafiar o eletrodo;
- 3 - Limpar o bico de plasma;
- 4 - Trocar o bico de plasma.

Considerando-se que os gases e o eletrodo estão em condições, deve-se fazer a abertura do arco piloto mantendo-se apertado o botão LIGA visto na Figura 8 por alguns segundos. **Atenção! Não deixar a pistola sobre a mesa de solda ao fazer a abertura do piloto, pois caso o bocal esteja em contato com a mesa (peça) poderá circular a alta frequência pela parte de potência, danificando os transistores.** Respeitada esta restrição, ao apertar o botão mencionado, deve imediatamente fluir o gás interno e após um pequeno intervalo de tempo necessário à estabilização do gás, o ignitor será acionado (LED vermelho acende), provocando o acendimento do arco. Deve-se obter um plasma denso, inclusive saindo para fora do bocal, pois isto irá facilitar a abertura do arco principal.

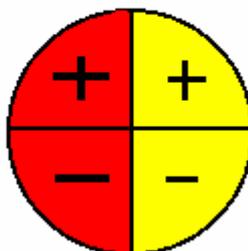
Para desligar o arco piloto basta um toque no botão DESL. mostrado na Figura 8.



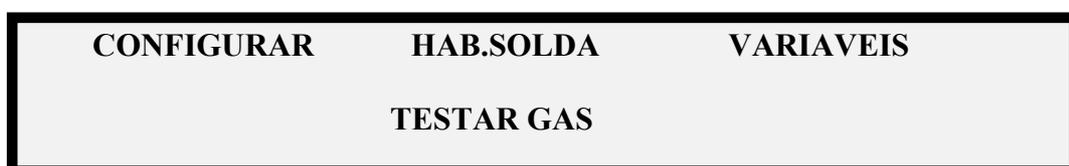
**Fig. 8 - Detalhe do painel específico do arco piloto**

#### **4.1 - AJUSTE DAS VARIÁVEIS**

O incremento e decremento das variáveis é feito selecionando-se a variável desejada (Ii, If, Ip, Ib, ts, td, f, ...) pela tecla correspondente e pressionando-se as teclas +, -, +, -. As vermelhas (símbolos maiores) atuam na unidade ou dezena: as amarelas (símbolos menores) atuam nas casas decimais.



Todo o procedimento de ajuste parte da tela inicial:



Na opção **CONFIGURAR** estão colocadas as variáveis utilizadas com menor frequência. Ao apertar a tecla correspondente a esta opção, tem-se:

<b>I<sub>i</sub>= 01.0 A</b>	<b>PEDAL: DES</b>	<b>PRE-GAS = 1.0 s</b>
<b>I<sub>f</sub>= 00.5 A</b>	<b>Faixa Freq.</b>	<b>POS-GAS = 1.0 s</b>

Para alterar uma das variáveis I<sub>i</sub>, I<sub>f</sub>, PRE-GAS E POS-GAS, basta apertar a tecla correspondente e atuar nas teclas de incremento e decremento. A opção pedal será explicada posteriormente. Ainda nesta tela tem-se a opção para mudar-se a faixa de frequência, através da tecla **Faixa Freq.** Esta chama a próxima tela:

<b>(10 a 20) kHz</b>	<b>(1 a 10) kHz</b>	<b>(100 a 1000) Hz</b>
<b>(10 a 100) Hz</b>	<b>(1 a 10) Hz</b>	<b>(0.1 a 1) Hz</b>

Esta permite ao usuário selecionar a faixa de frequência na qual irá trabalhar. A frequência específica dentro desta faixa pode ser ajustada dentro da opção **VARIÁVEIS** ou durante a soldagem, como será visto posteriormente. Uma vez selecionada, basta pressionar a tecla **VOLTAR** para passar a tela imediatamente anterior ou a tecla **INÍCIO** que voltará diretamente a tela inicial.

Voltando a tela inicial, se for desejável alterar as variáveis de maior influência na soldagem, deve-se pressionar a tecla **VARIÁVEIS**. Esta chamará a seguinte tela:

<b>ts= 01 s</b>	<b>td= 01 s</b>	<b>tp/T= 0.50</b>
<b>f= 100 Hz</b>	<b>I<sub>p</sub>= 10.0 A</b>	<b>I<sub>b</sub>= 02.0 A</b>

Para alterar os valores basta selecionar a variável e pressionar as teclas de incremento e decremento. Toda alteração será automaticamente salva, não sendo perdida ao desligar a fonte.

Com a tecla VOLTAR, retorna-se a tela inicial.

Todas as variáveis mencionadas estão representadas no oscilograma representativo de um ciclo de soldagem, no painel abaixo do teclado.

**OBSERVAÇÃO:** para trabalhar com corrente constante (não pulsada) basta fazer  $t_p/T=1.00$  e ajustar o valor desejado em  $I_p$ .

#### 4.1.1 - UTILIZAÇÃO DO PEDAL.

O pedal é utilizado para dar ao operador maior facilidade de trabalho, pois permite a este manter as mãos livres para segurar a tocha e material de adição ou máscara, se for o caso. O pedal só atua na corrente de pico  $I_p$ , quando se está soldando com corrente pulsada (a corrente de base permanece no valor ajustado no painel). Note que se for usado  $t_p/T = 1.00$ , a corrente ajustada pelo pedal será constante (não pulsada).

Instalado no **pedal** está também o **botão** que controla a **partida e parada do processo**. Este deve ser usado mesmo que o operador não tenha habilitado o uso do pedal para variação da corrente. A sequência de operação do botão, está ilustrada na Figura.....

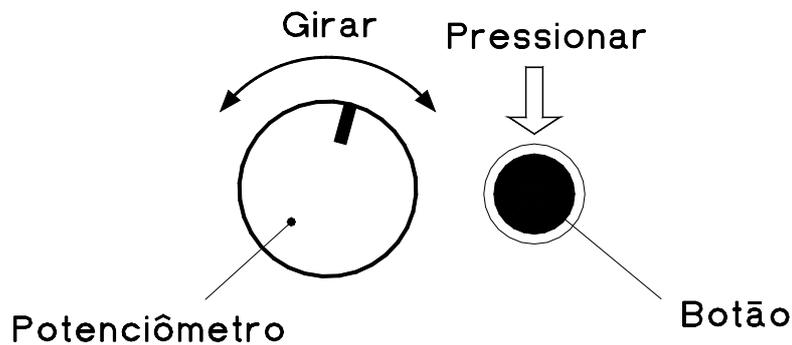
A opção CONFIGURAR, na tela inicial, abre a seguinte tela:

<b><math>I_i = 01.0</math> A</b>	<b>PEDAL: DES</b>	<b>PRE-GAS = 1.0 s</b>
<b><math>I_f = 00.5</math> A</b>	<b>Faixa Freq.</b>	<b>POS-GAS = 1.0 s</b>

Nesta aparece a tecla que habilita ou desabilita o uso do pedal.

**PEDAL:DES** - informa que o uso do pedal está desabilitado

Para fazer o ajuste das variáveis associadas ao "display", deve-se seguir o procedimento ilustrado na Figura 9. Ao pressionar o botão, o "display" é transferido para o ajuste da variável a ele associada e o valor é selecionado girando-se o potenciômetro.



**Fig. 9 - Procedimento para ajuste das variáveis**

- **Seleção e ajuste da frequência.** Para selecionar a faixa de frequência basta pressionar um dos cinco botões com intervalos de 0,2 Hz a 20 kHz, mostrados na Figura 10.



**Fig. 10 - Botões de seleção e ajuste da frequência**

Ao selecionar a faixa, será selecionado também um filtro para a corrente média apresentada no “display”. Com isto consegue-se obter uma indicação mais estável da corrente média em função da frequência desejada. Deve-se ressaltar que na faixa mais baixa (0,2 Hz a 2 Hz) o tempo de atualização do "display" é longo, uma vez que o filtro utilizado é "pesado". Utilizando-se um filtro mais "leve", o tempo de atualização diminuiria, porém o valor indicado no "display" ficaria oscilando com a frequência, resultando em uma leitura duvidosa.

Para ajustar a frequência dentro da faixa selecionada, basta fazer o procedimento ilustrado na Figura 9, com o botão e potenciômetro mostrado na Figura 10.

- **Ajuste da relação  $t_p/T$  (%).** Através deste potenciômetro seleciona-se a razão cíclica, ou seja, a relação entre o tempo de pulso e o período da pulsação selecionada. Durante o tempo  $t_p$  a máquina impõe a corrente de pulso  $I_p$  e no restante, a corrente de base  $I_b$ . A faixa vai de 5% a 105%. **Acima de 100% a máquina passa a operar com corrente constante, sem pulsação**, como está indicado pela linha pontilhada no desenho representativo de um ciclo de soldagem na Figura 5. **O valor da corrente nesta condição é aquele selecionado para  $I_p$** . Assim, a corrente passa de pulsada para constante ou vice-versa somente girando-se este botão, sem qualquer outra modificação. Isto pode ser feito independente da faixa de frequência selecionada. No entanto, se a máquina for operar em corrente constante é conveniente utilizar uma faixa de frequência alta (por exemplo 2 kHz a 20 kHz) para que a corrente média apresentada pelo “display” tenha a atualização mais rápida possível, uma vez que esta faixa é a que tem o filtro mais leve.

- **Ajuste de  $I_i$ .** Neste botão deve-se ajustar, o valor da corrente inicial, ou seja, de abertura. A faixa é de 0 a 4,5 A.

- **Ajuste de  $I_p$ .** Neste botão ajusta-se a amplitude da corrente de pulso ou a corrente constante, caso a relação  $t_p/T$  seja maior que 100%. A faixa vai de 0 a 20 A. O valor selecionado para  $I_p$  deve ser sempre maior que  $I_i$ , caso contrário, a seqüência de soldagem não progredirá, ficando somente no valor inicial.

- **Ajuste de  $I_b$ .** A corrente de base tem a mesma faixa de variação que a corrente de pulso, ou seja, de 0 a 20 A.

- **Ajuste de  $I_f$ .** A corrente final, ou de preenchimento de cratera, tem a mesma faixa da inicial, de 0 a 4,5 A.

As demais variáveis são ajustadas em função das escalas no próprio painel. Mesmo durante a soldagem pode-se variar ou simplesmente verificar o valor de uma determinada variável pressionando-se o botão a ela associado.

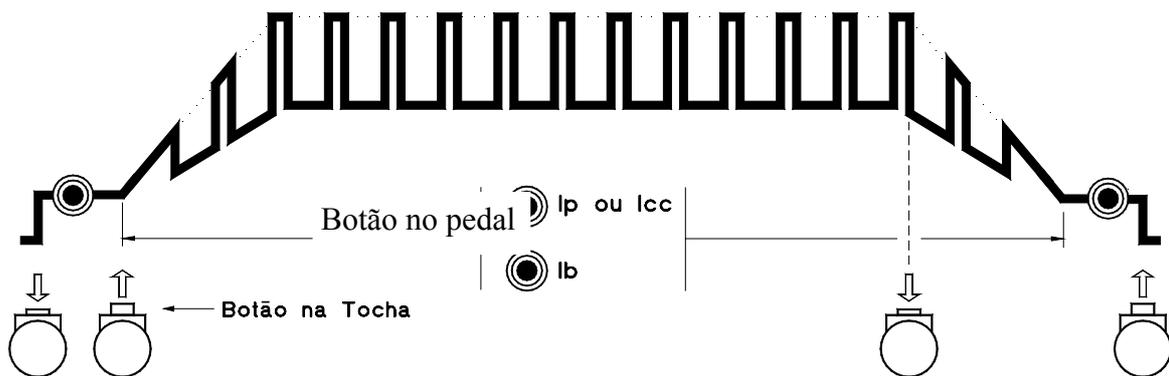
## 4.2 - PROCEDIMENTO DE SOLDAGEM

Com o arco piloto aceso e as variáveis ajustadas, a abertura do arco principal é feita aproximando-se a pistola da peça e, após posicioná-la, apertando-se o botão localizado em seu punho. A seqüência de soldagem é totalmente controlada pelo operador, o qual dá seqüência ao ciclo apresentado na Figura 10 ao soltar o referido botão. Neste instante a corrente sobe até os valores de pulso e de base num tempo (tempo de rampa) previamente ajustado.

Para a finalização da soldagem o soldador tem duas opções:

a) Pressionar e soltar rapidamente o botão da pistola, fazendo com que haja uma interrupção brusca da corrente.

b) Pressionar e manter pressionado o botão da pistola para seguir a seqüência da Figura 11. A corrente, então, passa a decair até o valor final, mantendo-se constante neste até que o operador solte o botão, extinguindo o arco.



**Fig. 11 - Ilustração do procedimento para um ciclo de soldagem**

O operador deve ficar atento para a seqüência de operação porque, caso ocorra uma extinção durante a soldagem, ele deve pressionar e soltar o botão para finalizar a seqüência e só então fazer nova abertura. No entanto, se o operador não desejar repetir as condições iniciais, basta aproximar a pistola da peça e, caso ocorra a reabertura, a máquina continuará a soldagem da etapa em que estava quando ocorreu a extinção.

Todas as etapas são sinalizadas por LED's indicativos.

## **5 - OPERAÇÃO COMO MICROTIG**

Para operar como microTIG é necessário apenas tirar o bico de confinamento do arco, deixando o eletrodo exposto, e não pressionar o botão do arco piloto (Fig.5) para não acionar o IGNITOR, pois a alta tensão gerada por este pode se fazer sentir em outras partes do equipamento, uma vez que o caminho normal para esta foi interrompido com a retirada do bico de confinamento. Feito isto, tudo o mais opera como foi explicado anteriormente. Como a ignição é por contato, o operador deve ajustar a corrente inicial em um valor tal que propicie uma boa abertura, sem comprometer o eletrodo.

## **6 - USO DO PEDAL**

O pedal, ao ser conectado, substitui o botão de ajuste da corrente de pico ( $I_p$  ou  $I_{cc}$ ), o qual fica inoperante. A variação de corrente fica em torno de 1 A (pedal solto) até 18 A (totalmente pressionado). O operador pode testar a sensibilidade pressionando o botão de ajuste de  $I_p$  ao mesmo tempo em que deve variar a pressão no pedal, acompanhando a variação no “display”. Todas as demais variáveis são ajustadas normalmente.

## **7 - COLOCANDO A FONTE EM OPERAÇÃO**

01 - Certifique-se se a voltagem da rede é a mesma do equipamento, caso seja, conecte o equipamento.

02 - Conecte o gás interno e o gás externo nas entradas correspondentes no painel traseiro. Mantenha as válvulas das garrafas dos gases fechadas.

03 - Conecte o cabo-peça (fio terra) na entrada “CONECÇÃO PEÇA” no painel frontal.

04 - Ligue a fonte.

05 - Verifique o LED "PROTEÇÃO", que deve se manter apagado. Caso acenda veja o item PROTEÇÃO.

06 - Abra as válvulas das garrafas dos gases e ajuste suas vazões utilizando os botões "TESTE GÁS".

07 - Ligue o arco piloto ( somente para o processo Microplasma )

08 - Selecione e ajuste a frequência de pulso.

09 - Ajuste  $t_p/T$  através do botão correspondente.

10 - Ajuste as correntes (  $I_i$ ;  $I_p$ ;  $I_b$ ;  $I_f$  ).

11 - Ajuste os tempos de pré-gás e pós-gás.

## **8 - PROTEÇÃO**

A máquina possui proteção térmica e contra falta de água. A primeira tem por objetivo proteger os transistores contra sobrecarga; a segunda protege a tocha e toda parte de potência refrigerada a água.

Caso uma das duas falhas ocorra, o circuito de proteção atua, bloqueando o circuito do arco piloto e o arco principal, acendendo o LED "PROTEÇÃO". Se a água não estiver circulando quando a fonte for ligada, a proteção atuará, impedindo a ligação do arco piloto e do circuito principal.

Em condições normais de uso, não deve ocorrer sobre temperatura, assim, caso haja atuação da proteção, deve-se procurar a causa na circulação da água. Verifique o nível da água no reservatório, caso necessário complete o nível com água destilada (ver item 3.2). Persistindo a falha verifique:

1 - Vazamentos no circuito de refrigeração.

2 - Bomba d'água.

3 - Falta de circulação da água por obstrução no circuito de refrigeração.

4 - Sensor de vazão ( fixado junto à bomba )

## **9 - PISTOLA DE SOLDAGEM**

Caso seja necessário tirar a tocha para substituição ou manutenção, deve-se abrir a tampa superior e retirar a lateral esquerda da caixa a fim de soltar as conexões. Antes deve-se tirar totalmente a água para evitar que escorra para dentro da caixa ou nos circuitos eletrônicos.

O equipamento *MICROPLASMA 20MPAA* vem acompanhado de uma tocha de fabricação OERLIKON tipo MP 5-13.

A seqüência de montagem das peças da tocha deve ser necessariamente de conhecimento do usuário, pois é necessário a troca freqüente do bico de confinamento do plasma e a retirada do eletrodo para reafiação e eventualmente troca.

A figura 12 apresenta um detalhamento das peças em seqüência de montagem.

Para a fixação do eletrodo numa distância correta, existe um gabarito (fig. 13) que se adapta na posição do bico de confinamento, o qual tem um batente que limita a posição do eletrodo.

**Fig. 12 -**

**Fig. 13 -**

## **9.1 - ELETRODO**

Junto com o estojo da pistola é fornecido 3 eletrodos de tungstênio de 1,6 mm de diâmetro com 2% de tório num comprimento de 75 mm.

É possível também a utilização de eletrodo de tungstênio com tório.

É extremamente relevante a afiação correta do eletrodo num ângulo de 20 a 25°, conforme a figura 14.

Para uma adequada e rápida afiação é recomendado a utilização de afiadores especiais existentes no mercado.

Fig. 14 -

## 9.2 - BICOS DE CONFINAMENTO DO PLASMA

Para que se obtenha uma soldagem com boa qualidade é necessário que se atenha na escolha adequada do bico de confinamento em acordo com a faixa de corrente utilizada.

A tabela 1 apresenta uma indicação para a referida seleção.

<b>CORRENTE</b>	<b>BICO DE CONFINAMENTO</b>
até 6 A	0,6 mm
de 6 a 12 A	0,8 mm
de 12 a 18 A	1,0 mm
de 18 a 20 A	1,2 mm

**ATENÇÃO !** Para que se tenha uma adequada dissipação de calor do bico para a água que circula no corpo da tocha, é necessário que se aperte adequadamente o bico numa torção leve com um alicate. Deve-se atentar para que não haja sujeira na região de conexão.

## **10 - RECOMENDAÇÕES**

- Usar sempre água destilada no circuito de refrigeração.
- Ao mudar a tensão de alimentação, troque os fusíveis e coloque uma etiqueta no cabo indicando a tensão selecionada;
- Caso haja dificuldade na abertura do arco piloto, não insistir; verificar as condições do eletrodo e gás interno.
- Deve ser feita uma boa conexão do cabo-peça, pois isto é importante para transferência do arco principal.

## **12 - REFERÊNCIAS**

[1] American Welding Society, **WELDING HANDBOOK**, Miami, AWS, 1991, v. 2, 955 p.

[2] OLLÉ, L. F., DUTRA, J. C., GOHR, R. J. **Fundamentos da Corrente Pulsada para o Controle da Poça de Fusão-Pulsção Térmica**, LABSOLDA ,1995.

[3] QUITES, A. M., DUTRA, J. C. **Tecnologia da Soldagem a Arco Voltaico**, Florianópolis, EDEME, 1979, 250 p.

# ANEXO 1

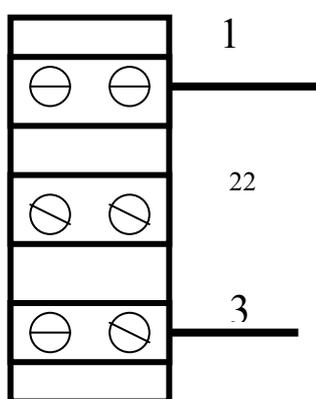
Conforme foi mencionado, a abertura do arco-piloto é feita por um ignitor de alta frequência. Para prevenir problemas de interferência nos circuitos de controle da fonte, toda vez que é feita a abertura do arco-piloto, o sistema de controle da fonte é inicializado automaticamente. Assim, recomenda-se:

- Ao iniciar o trabalho, primeiro ligar o arco-piloto e após ajustar as variáveis. Caso o display não inicialize, desligar e ligar novamente o arco-piloto.
- Durante o trabalho manter o arco-piloto aceso.
- 
- Outro aspecto a ser ressaltado é a importância da refrigeração para este equipamento. Para que este não opere sem água, foi colocado um sensor de fluxo que atua conforme explicado no texto. Para comprovar o bom funcionamento do sensor, recomenda-se:
- Ligar o equipamento sem circulação de água. Neste caso, a proteção deve atuar conforme descrito no texto.
- Colocar a água em circulação. A condição de proteção deve ser suspensa.
- 
- Caso alguma anomalia seja verificada, entrar em contato via fax ou telefone.

## ANEXO 2

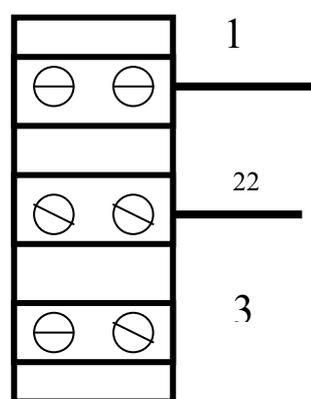
### ALTERAÇÃO DE TENSÃO

A fonte é configurada normalmente para 220V, conforme está indicado junto ao cabo de alimentação. No entanto, se for necessário fazer alteração de tensão, deve-se abrir a lateral **esquerda da máquina** e trocar a posição de um fio da barra sindal presa ao transformador, conforme indicado na figura abaixo. Ao trocar para 110V não esquecer de trocar os fusíveis e colocar um aviso no cabo de alimentação pois se o equipamento for colocado em 220V, este será queimado.



**220V**

**FUSÍVEL 1 = 8A**



**110V**

**FUSÍVEL 1 = 16A**

O fusível 2 (0,5A) não necessita ser alterado.