



IMPLANTADOR DE IÕES DE ALTA CORRENTE

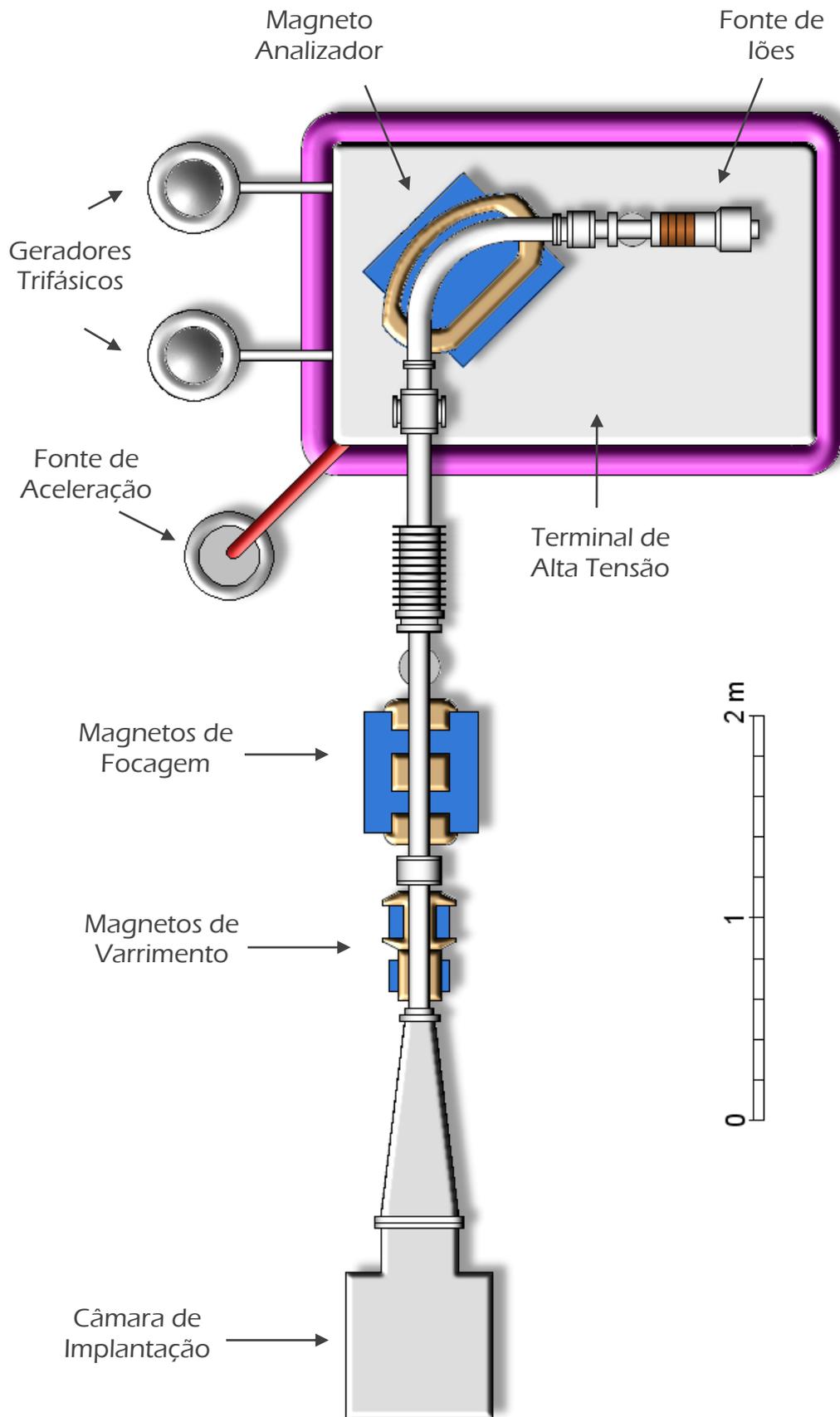
Manual de procedimentos

Atualizado: 04/2022

ÍNDICE

INTRODUÇÃO	2
ESTRUTURA DO IMPLANTADOR	3
PROCEDIMENTOS PARA LIGAR O IMPLANTADOR	4
Verificações	4
Nota sobre os botões multi-estado	4
Arranque	5
PROCEDIMENTOS PARA PRODUÇÃO DE FEIXE DE IÕES	13
Acender a fonte de iões	13
Apagar a fonte de iões	14
Desligar o implantador	14
PROCEDIMENTOS DE ABERTURA DA FONTE DE IÕES	16
Abrir a fonte e preparar os materiais	16
Processos de obtenção de feixe	17
Fechar a fonte	18
PROCEDIMENTOS PARA ABERTURA DA CÂMARA DO IMPLANTADOR	19
Abrir a câmara de implantação	19
Fechar a câmara de implantação	20

ESTRUTURA DO IMPLANTADOR



PROCEDIMENTOS PARA LIGAR O IMPLANTADOR

Verificações

1. Verificar o vácuo:
 - 1) Fonte de iões: $<5 \times 10^{-6}$ mbar
 - 2) Linha: $<5 \times 10^{-6}$ mbar
 - 3) Câmara: $<10^{-5}$ mbar



Painel Fonte de iões

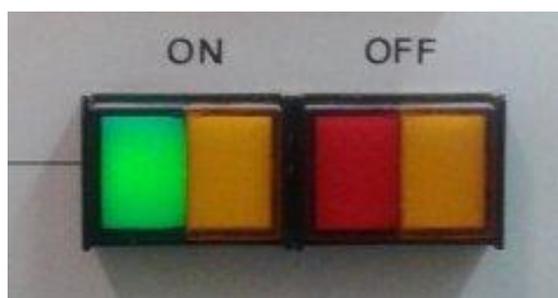


Painel vazio da Câmara e Linha

Nota sobre os botões multi-estado

Alguns painéis contêm botões multi-estado. Estes botões, normalmente em pares ON/OFF (ou OPEN/CLOSED), e cada botão tem duas luzes, verde e amarelo para ON (ou OPEN) e outras duas, vermelho e amarelo para OFF (ou CLOSED). Os estados são:

1. Luz amarela a piscar: botão inativo, não pode ser atuado
2. Luz amarela acesa (sem piscar): botão ativo mas o par necessita de ser reiniciado. O reinício faz-se pressionado o botão que está aceso (normalmente OFF ou CLOSED)
3. Luzes amarelas apagadas: par de botões ativo, pode ser atuado

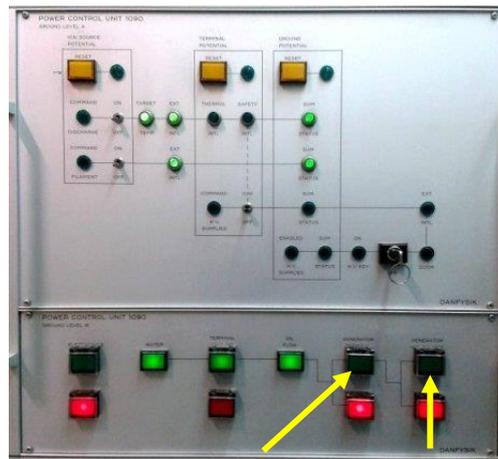


Par de botões multi-estado

Arranque

1. No painel *Power Control Unit 1090 Ground Level B* ligar os dois geradores: *Terminal e Ion Source Motor Generator*)

NOTA: Nesta operação os geradores devem ser ligados um de cada vez, para não haver sobre carga no quadro elétrico.



Terminal Generator Ion Source Generator

Power Control Unit 1090 Ground Level B

Após os passos anteriores terem sido executados, seguem-se os procedimentos dentro da cerca de proteção de alta tensão, conseqüentemente antes de começar qualquer operação, certifique-se de que o terminal está ligado a terra corretamente

NOTA: Caso a vareta de acrílico com ligação terra não se encontre colocada no terminal, esta deve ser colocada no mesmo antes de inicializar qualquer operação.



Posicionamento correto da vareta de acrílico com ligação terra

2. Abertura do gás:

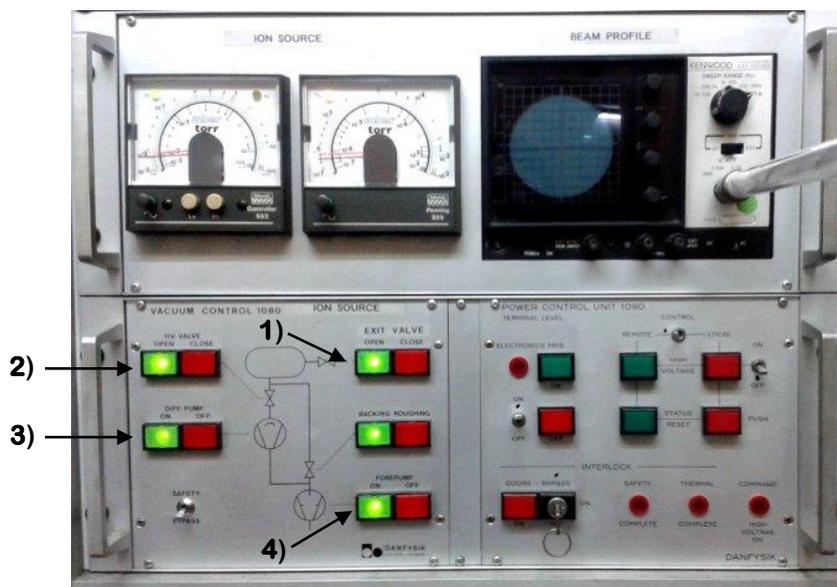
- 1) Abrir a garrafa do gás que está conectada, caso a garrafa tenha que ser trocada ver os procedimentos em 'Procedimentos de abertura da fonte de iões'
- 2) Regular o manómetro de saída para cerca de 1 Bar.



Garrafas de gás

3. No painel *Vacuum Control 1080 Ion Source* :

- 1) Fechar a válvula *exit valve*
- 2) Fechar a válvula *HV valve*
- 3) Desligar a bomba *Diff*
- 4) Desligar a bomba *Forepump*



Painel *Vacuum Control 1080 Ion Source*

4. Trocar o cabo de alimentação trifásica do quadro de terra para o terminal

- 1) Desligar o interruptor
- 2) Retirar o cabo e ligar na ficha do terminal
- 3) Acondicionar o cabo na esteira dentro do terminal
- 4) Ligar o interruptor



Ligação ao quadro de terra

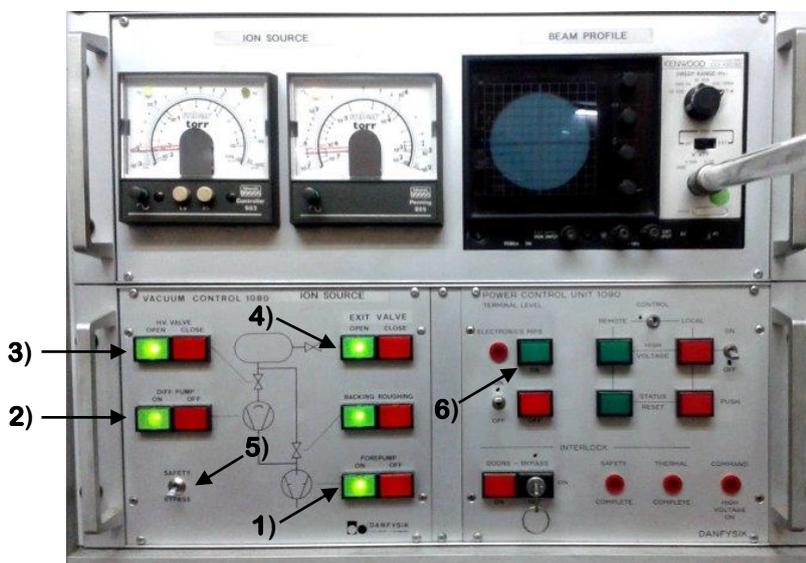


Ligação ao quadro do terminal

5. No painel *Vacuum control 1080 Ion Source*

- 1) Ligar a bomba *Forepump*
- 2) Ligar a bomba *Diff*
- 3) Abrir a válvula *HV Valve*
- 4) Abrir a válvula *Exit Valve* - verificar que o vazio se matem em cerca de 10^{-6} mBar
- 5) Comutar o botão *Safety* para *BYPASS*

- 6) No painel *Power Control Unit 1090 Terminal Level* ligar o Magneto Analizador (*Electronic MPS*)



Painel *Vacuum Control 1080 Ion Source*

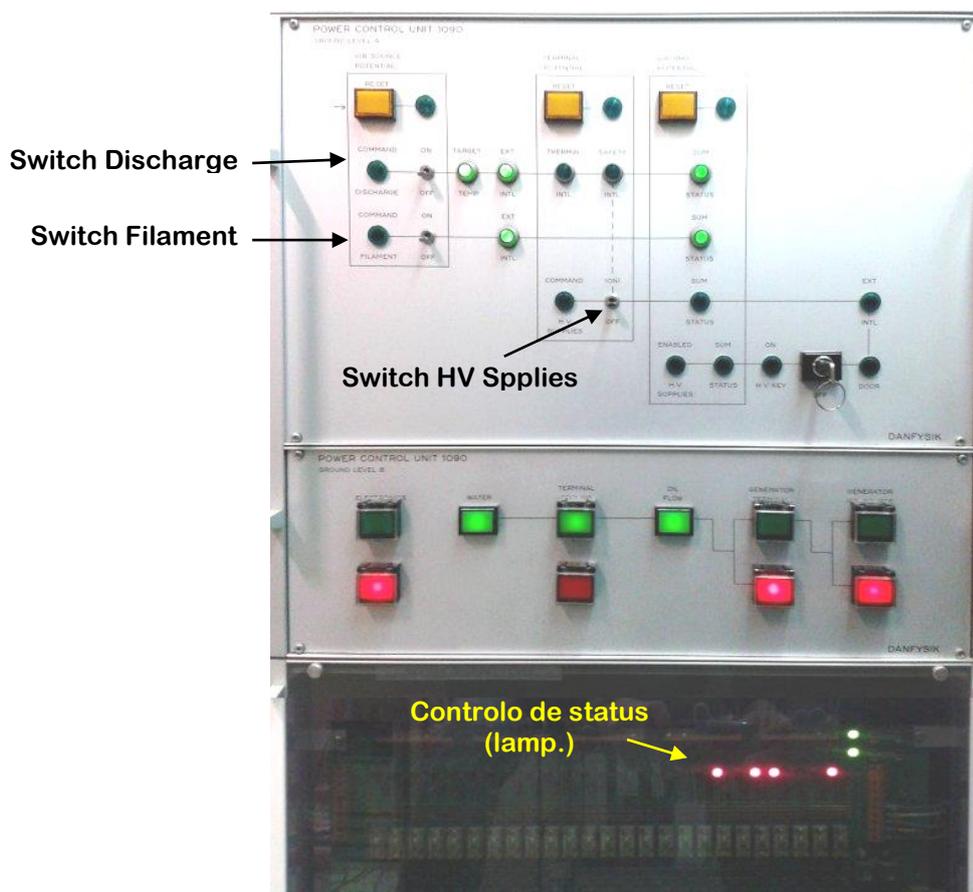
6. Fechar as portas do terminal
7. Colocar o ground (vareta de terra) junto à porta
8. Sair da cerca, fechar a cerca e a porta

Todos os procedimentos a partir deste momento são fora cerca de proteção de alta tensão

9. No painel *Power Control Unit 1090 Ground Level A* :

- 1) Fazer *RESET* dos interlocks *Ion Source*, *Terminal Potential* e *Ground Potential*
- 2) Verificar as lâmpadas de controle *Status Control* (placa de leds)
- 3) Ligar o switch *HV Supplies* e verificar se os painéis de controlo ficam ativos
- 4) Ligar os switches *Filament* e *Discharge*, e verificar se os painéis de controlo ficam ativos (luz indicadora acesa).

NOTA: Caso o painel da *Extraction* não acenda a possível causa deve-se a alguma porta do terminal não estar fechada



Painel *Power Control Unit 1090 Ground Level A*

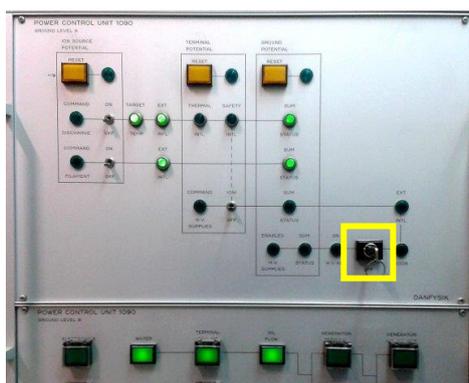
10. No painel *Extraction Supply* :

- 1) Rodar o manipulador da *Extraction* até atingir cerca de 20 kV
- 2) Rodar o manipulador da *Electron Suppression 1* até atingir cerca de 2 kV



Painel *Extraction Supply*

11. No painel *Power Control Unit 1090 Ground Level A* ligar a aceleração (*Power Acceleration*) rodando a chave, e verificar se os painéis ficam ativos.



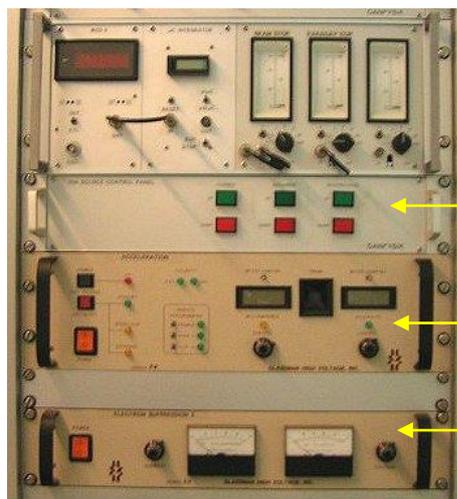
Painel *Power Control Unit 1090 Ground Level A*

12. No painel *Power Acceleration* :

- 1) Pressionar o botão de *ENABLE*
- 2) Rodar o manipulador até atingir 30 kV a *Power Acceleration*

NOTA:

A aceleração deve ser gradual até atingir o valor desejado.
 Por exemplo: aumentar 30, 50, 60, 70, 80, 90, 100 com intervalos de 10 min, acima dos 100 kV a tensão deve ser aumentada de 5 em 5 kV com intervalos de cerca de 20 min.



← Painel *Ion Source*

← Painel *Power Acceleration*

← Painel *Electron Suppression*

NOTA:

Quando aumentamos a A.T. (alta tensão), deve-se verificar no painel a aceleração caso esta se encontre acima de 0.1 mA com 30 kV, significa que ocorreu um curto-circuito entre o terminal e a terra e é provável que a vareta de segurança tenha ficado esquecida conectada ao terminal. A solução neste tipo de situações passa por a A.T. em zero, desligar a chave do “*Power Acceleration*” e voltar à cabine de tensão e colocar a vareta de segurança no suporte junto à porta.



13. No painel de controlo *Ion Source Control Panel*:

- 1) Pressionar o botão da *DISCHARGE* até o ponteiro atingir cerca de 50 V
- 2) Pressionar o botão do *FILAMENT* até se verificar uma pequena oscilação do ponteiro

- 3) Ir subindo gradualmente a corrente dos filamentos (max. 1V cada 10s) sempre vigiando o vazio, não deixando ultrapassar muito acima de 10^{-5} mBar

14. No painel *Electron Suppression 2* verificar se os parâmetros se encontram nos valores corretos, normalmente cerca de 10 kV e 2 mA

15. No painel *Analyzing Magnet* rodar o manipulador até o display do magneto apresentar o valor de corrente correspondente ao feixe pretendido

NOTA:

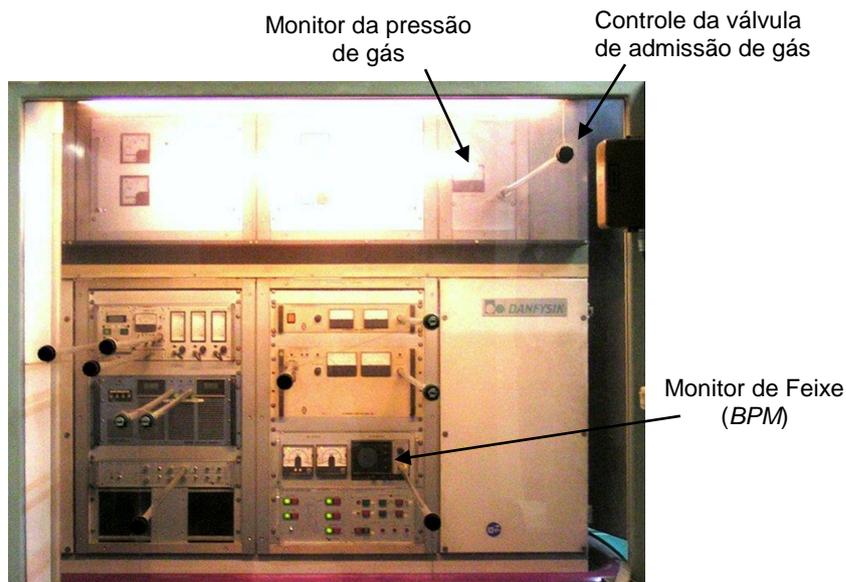
Valores típicos de referência para o feixe de Argon (Ar^+):

Extração: 20 kV \Rightarrow Magneto: 32.7 A

Extração: 30 kV \Rightarrow Magneto: 40.1 A

Todos os passos descritos anteriormente são procedimentos que permitem a estabilização do Implantador ANTES de se inicializar o feixe

PROCEDIMENTOS PARA PRODUÇÃO DE FEIXE DE IÕES



Acender a fonte de iões

1. Garantir que os parâmetros da fonte estão nos valores corretos: *Filament* entre 100 e 150 A e *Discharge* entre 50 e 100 V
2. Abrir a válvula do gás da fonte (sentido anti-horário) lentamente até o medidor de pressão de gás medir entre 0.20 e 0.25 mBar
3. Nesta altura a fonte deve acender, ou seja, o gás dentro da fonte ioniza e o feixe de iões é produzido. Ajustar os valores do Magneto Analizador, *Electron Suppression I* e gás para maximizar a corrente do feixe.
4. Se o processo de obtenção de feixe for por *Sputtering* (ver 'Processos de obtenção de feixe'), subir o valor da tensão de *Sputter* no painel *Ion Source Control* para cerca de 400 a 500 V

NOTA:

Quando a fonte está acesa, se os valores da Extração e do Magneto Analizador estiverem certos, deve ver-se uma forma de onda no Monitor de Feixe (*Beam Profile Monitor*) correspondente ao feixe e deve poder medir-se a corrente do feixe no monitor do *Beam Stop* no painel *Ion Source Control Panel*.

5. No painel *Power Control Unit 1090* ligar o botão *Electronics*
6. Ligar as fontes de corrente *Quadrupole 1*, *Quadrupole 2* e *Sweep Supply*
7. Ajustar os valores de focagem e varrimento no painel *Beam Sweep System* correspondentes à massa e energia do feixe de iões pretendido e área do alvo a implantar.

8. No painel *Beam Line Control Unit* carregar no botão *Multistatus Reset* (as luzes vermelhas no *Multistatus Board* devem apagar todas)
9. No painel *Beam Line Control Unit* abrir o *Beam Stop* carregando em *Beam Stop Out* para iniciar a implantação
10. No painel *Beam Sweep System* ajustar os valores de *Offset* para garantir que a amostra está a ser totalmente varrida pelo feixe.

NOTA:

Os parâmetros do feixe de iões - corrente do Magneto Analizador, focagem e varrimento, etc - podem ser obtidos usando o software *imp2017*.

Apagar a fonte de iões

1. Carregar em *Beam Stop In* para terminar a implantação
2. Baixar a tensão de *Sputter* (caso seja usada) para zero
3. Baixar a tensão de *Discharge* para zero (a fonte deve apagar-se)
4. Baixar a pressão do gás para zero (sentido horário)
5. Baixar gradualmente, de modo igual ao da subida, a corrente de *Filament* até zero

Desligar o implantador

1. Baixar a corrente do Magneto Analizador para zero
2. Baixar a tensão de *Extraction* e *Electron Suppression 1* para zero
3. Baixar a tensão de *Acceleration* e *Electron Suppression 2* para zero
4. No painel *Beam Sweep System* pôr todos os valores de focagem, varrimento e *Offset* a zero
5. Desligar as fontes de corrente *Quadrupole 1*, *Quadrupole 2* e *Sweep Supply*
6. No painel *Power Control Unit 1090* desligar as fontes *Discharge*, *Filament*, *H.V. Supplies*, pôr a chave da fonte de Aceleração em OFF e desligar o botão *Electronics*
7. **Dentro da cerca**, fechar a *Exit Valve*, a *H.V.Valve*, a *Diff Pump* e a *Fore Pump*
8. Trocar o cabo de alimentação trifásica do terminal para o quadro de terra usando o processo inverso ao usado em 'Arranque'

9. Ligar de novo a *Fore Pump*, a *Diff Pump*, a *H.V.Valve* e a *Exit Valve*
10. Fechar a garrafa do gás
11. Fora da cerca, desligar os geradores *Terminal* e *Ion Source*

PROCEDIMENTOS DE ABERTURA DA FONTE DE IÕES

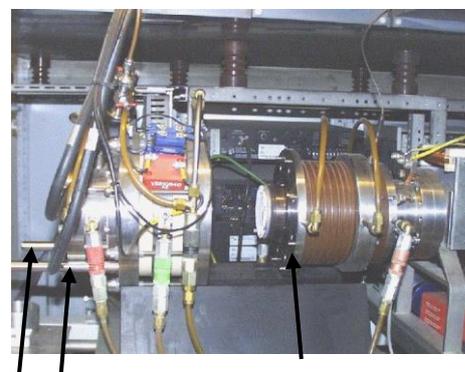


Fonte de iões

NOTA: Devido ao facto de algum material não serem totalmente conhecidos os seus efeitos secundários, recomenda-se para todos os materiais a utilização de luvas bem como de máscara

Abrir a fonte e preparar os materiais

1. No painel *Vacuum control 1080 Ion Source*:
 - 1) Verificar se o comutador se encontra em SAFETY
 - 2) Fechar a válvula *EXIT VALVE* (se estiver aberta)
 - 3) Fechar a válvula *HV VALVE*
 - 4) Desligar o medidor de Alto Vácuo
2. Fechar a válvula de admissão de gás
3. Abrir a válvula de admissão de ar lentamente até a câmara estar à pressão atmosférica
4. Desapertar os oito parafusos exteriores M6
5. Desligar o tubo de admissão de gás retirando a flange e o vedante para vácuo
6. Abrir a fonte puxando as peças de apoio



Peças de Apoio

Parafusos M6

Processos de obtenção de feixe

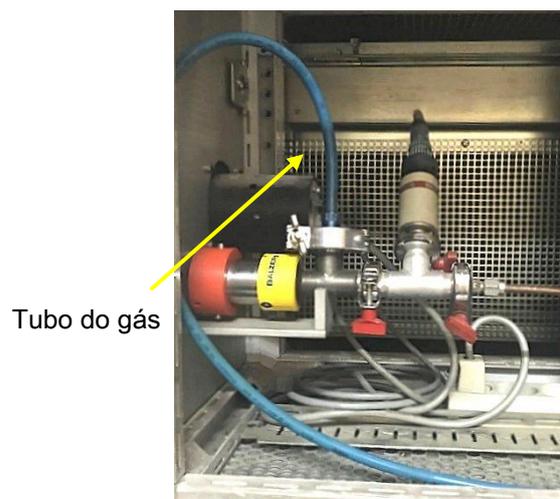
Normalmente utilizam-se dois tipos de materiais para implantação: gases e sólidos.

1. Gases:

O Árgon é o gás mais utilizado como suporte para todas as implantações, se não for este o caso, proceder como segue:

NOTA: **ATENÇÃO!** Nunca retirar o manómetro da garrafa com pressão, deve ser feita a purga do gás e da pressão que estiver na tubagem, como foi referido anteriormente.

- 1) Fechar a garrafa do gás e soltar o tubo do gás da válvula do gás
- 2) Despejar totalmente o manómetro, rodando o mesmo no sentido anti-horário
- 3) Retirar o manómetro da garrafa e colocá-lo na garrafa de pela que se pretende utilizar
- 4) Abrir a garrafa
- 5) Abrir o manómetro de saída de gás lentamente até sair gás no tubo junto da válvula de admissão de gás e deixar purgar aproximadamente durante 10 s
- 6) Recolocar o tubo na válvula do gás
- 7) Abrir o manómetro de saída até este indicar 1 Bar



Válvula do gás

2. Sólidos:

Existem dois métodos utilizados na implantação de materiais sólidos.

Com sólidos de alto ponto de fusão utiliza-se preferencialmente um prato do material a implantar que se designa por prato *Sputter* (exemplo: Crómio, Ferro, Tungsténio, etc).

Com sólidos de baixo ponto de fusão, ou impossíveis de obter com formato para *Sputter*, (exemplo: Alumínio, Ouro, Terras Raras, etc), utilizam-se um método de evaporação, colocando pedaços de material de material num cadinho de grafite imediatamente sob os filamentos da fonte.

1) Colocação do material a implantar pelo método *Sputter* :

- a) Desmontar a flange de saída
- b) Montar o prato *Sputter* do material a implantar sobre o prato de saída (*Outlet Plate*)
- c) Fechar a fonte.

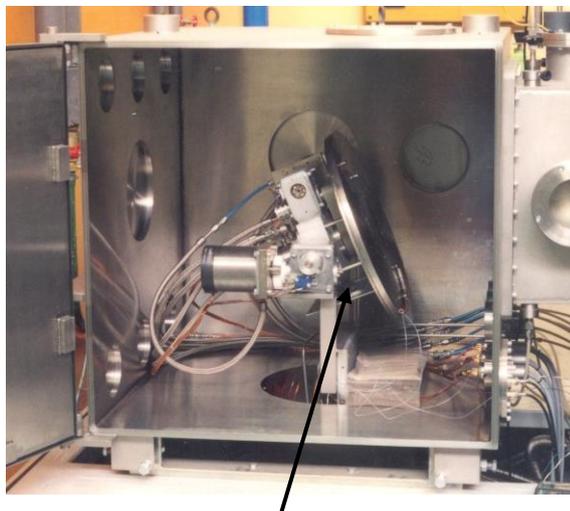
2) Colocação do material a implantar pelo método de evaporação:

- a) Colocar um bocadinho de material dentro do cadinho de grafite
- b) Colocar o cadinho de Grafite dentro da fonte de iões, sobre o elétrodo da *Discharge*, garantindo que este não toque nos filamentos nem no flange de saída.

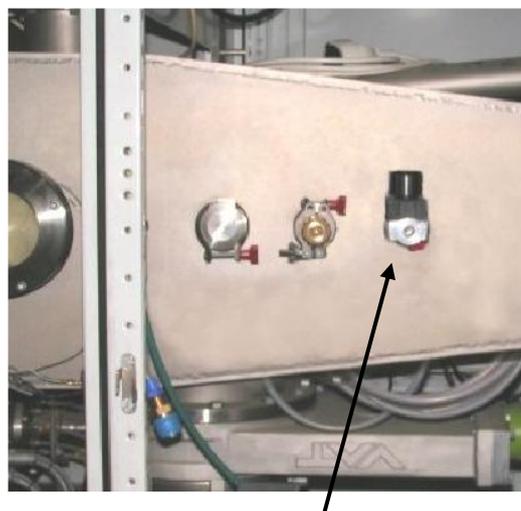
Fechar a fonte

1. Fechar a fonte empurrando as peças de apoio.
2. Apertar os oito parafusos exteriores M6
3. Ligar o tubo de admissão de gas repondo a flange e o vedante para vácuo
4. Fechar a válvula de admissão de ar
5. Abrir a válvula de admissão de gas
6. No painel *Vacuum Control 1080 Ion Source*:
 - 1) Abrir a válvula *Rouging* até o monitor indicar 5×10^{-2} mBar e a lâmpada verde do medidor de vácuo acender
 - 2) Abrir a válvula *HV VALVE*
 - 3) Comutar o botão para *SAFETY*

PROCEDIMENTOS PARA ABERTURA DA CÂMARA DO IMPLANTADOR



Alvo de implantação



Válvula de admissão de ar

Câmara de implantação (*Target Chamber*)

NOTA:

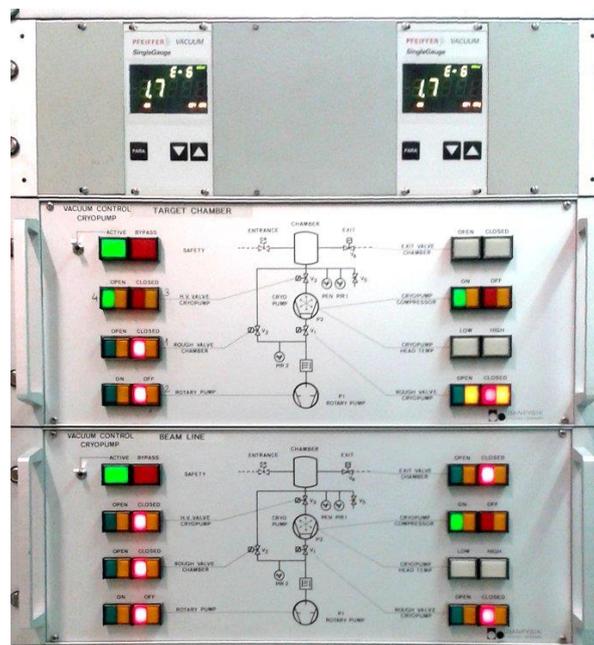
Ver no início “Nota sobre os botões multi-estado” no capítulo “PROCEDIMENTOS PARA LIGAR O IMPLANTADOR”

Abrir a câmara de implantação

1. Nos painéis *Vacuum Control Target Chamber* e *Beam Line*:
 - 5) Verificar se as seguranças (*SAFETY*) dos painéis estão em *ACTIVE*
 - 6) Fechar a *Exit Valve* da *Beam Line*
 - 7) Fechar a *H.V. Valve Cryopump* da *Target Chamber*, esperar uns segundos até ouvir o som da válvula a fechar
 - 8) Abrir a válvula de admissão de ar
 - 9) Fechar a válvula de admissão de ar quando a câmara estiver à pressão atmosférica

Fechar a câmara de implantação

1. Fechar a porta da câmara
2. No painel *Vacuum control Target Chamber* :
 - 1) Ligar a *Rotary Pump*
 - 2) Abrir a *Rough Valve Chamber*
 - 3) Esperar até o vazio na câmara ser da ordem de 5×10^{-2} mBar
 - 4) Fechar a *Rough Valve Chamber*
 - 5) Pôr o botão *SAFETY* em *Bypass*
 - 6) Abrir a *H.V.Valve Cryopump*
 - 7) Desligar a *Rotary Pump*
 - 8) Quando o vazio for da ordem de 10^{-5} mbar, pôr o botão *SAFETY* em *ACTIVE*



Painel *Vacuum Control Target Chamber*