



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA ELÉTRICA

Tecnologia de Plasma para processos de revestimento

Prof. Ana L. F. de Barros²

Centro Federal de Educação Tecnológica /CEFET-RJ,

Rio de Janeiro, RJ, Brazil.





PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA ELÉTRICA

Capítulo 2

Bombas de Vácuo

2.1. - Vácuo

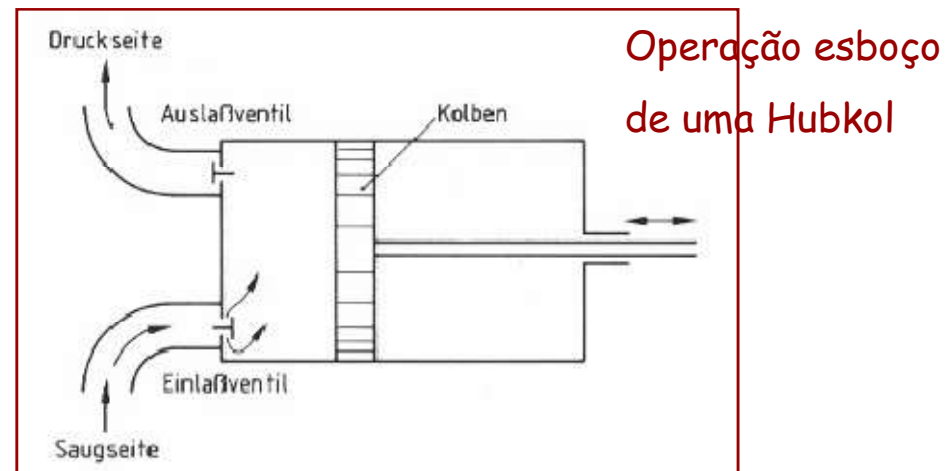
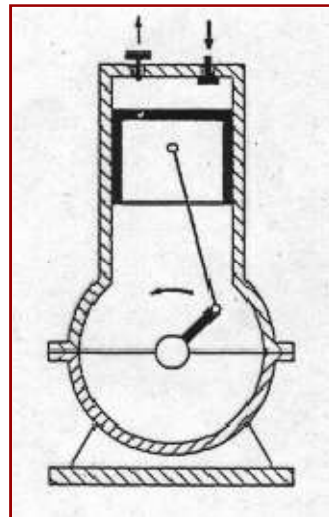
2.1.1 - Bomba de pistão

Princípio Funcional

Uma mudança de trabalho periodicamente alternando entrada e saída com sucção e pressão lateral ligado.

O gás a ser transportado será sugado e comprimido a partir da área de trabalho oferecida.

Vista Sectional de
uma bomba de vácuo
Hubkol



Pressão de trabalho conjunto: $10^3 - 5 \times 10^1$ mbar

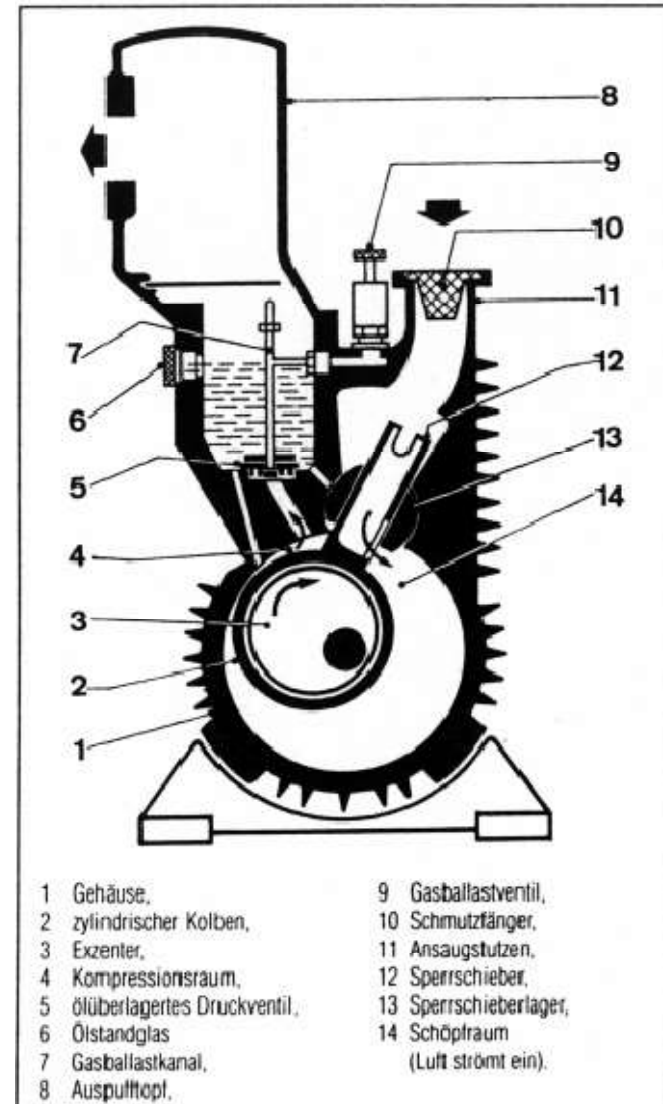
2.1.- Vácuo

2.1.2 – Bomba Rotativa e suas Restrições

Bloquear a válvula da bomba

Um pistão, impulsionado por uma seta na direção de rotação

O bombeamento do gás é canalizado através do bloqueio deslizante na crescente.

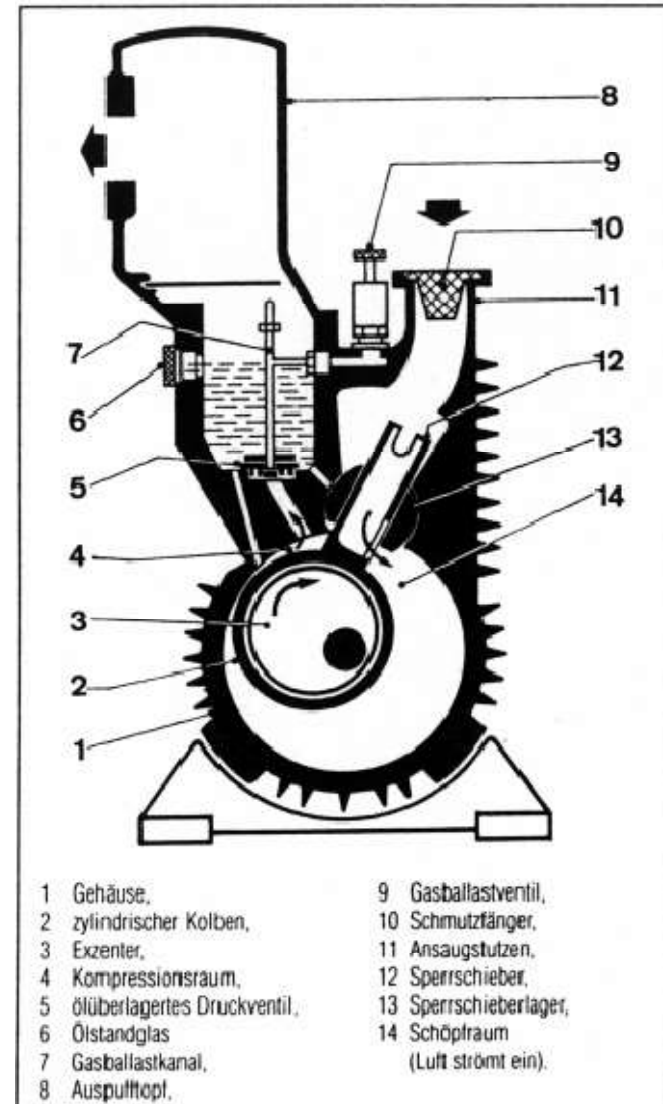


2.1.- Vácuo

2.1.2 – Bomba Rotativa e suas Restrições

Vantagens: robustas, insensíveis a Poluição.

Desvantagens: maiores, mais pesadas e mais altos do que as bombas convencionais.



2.1. - Vácuo

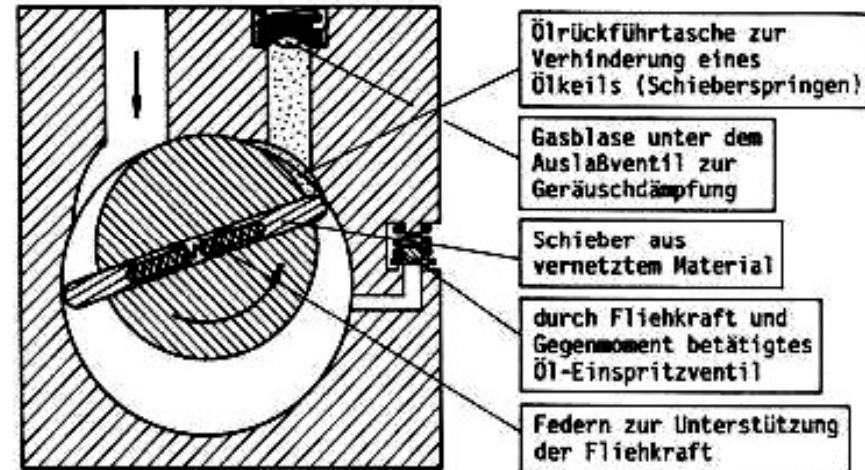
2.1.4 - Bomba de pistão

Bombas de Pistão

Vazão Típica: $50 \text{ m}^3 / \text{h}$

Pressão final (fase única): $< 2 \times 10^{-2} \text{ mbar}$

Taxa de compressão: $10^5 - 10^6$

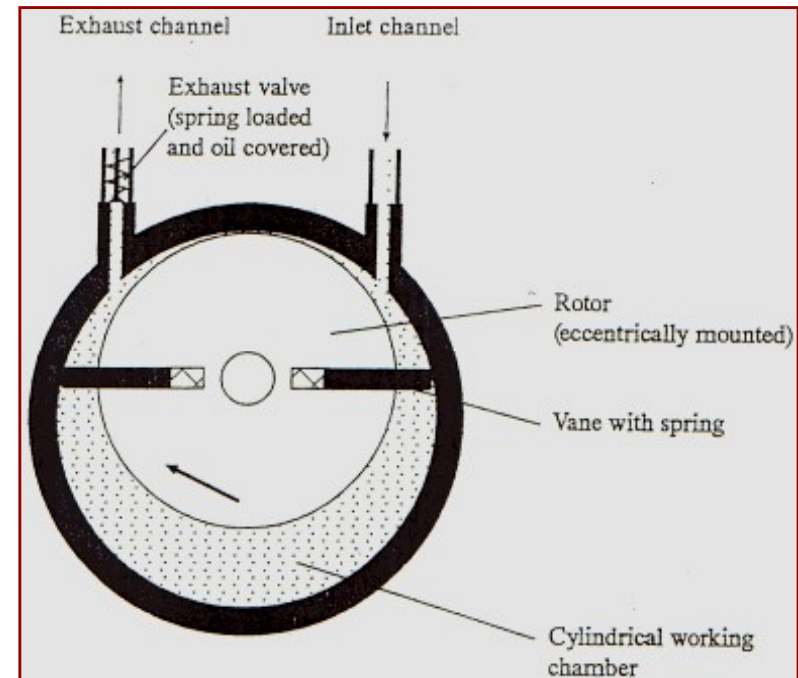
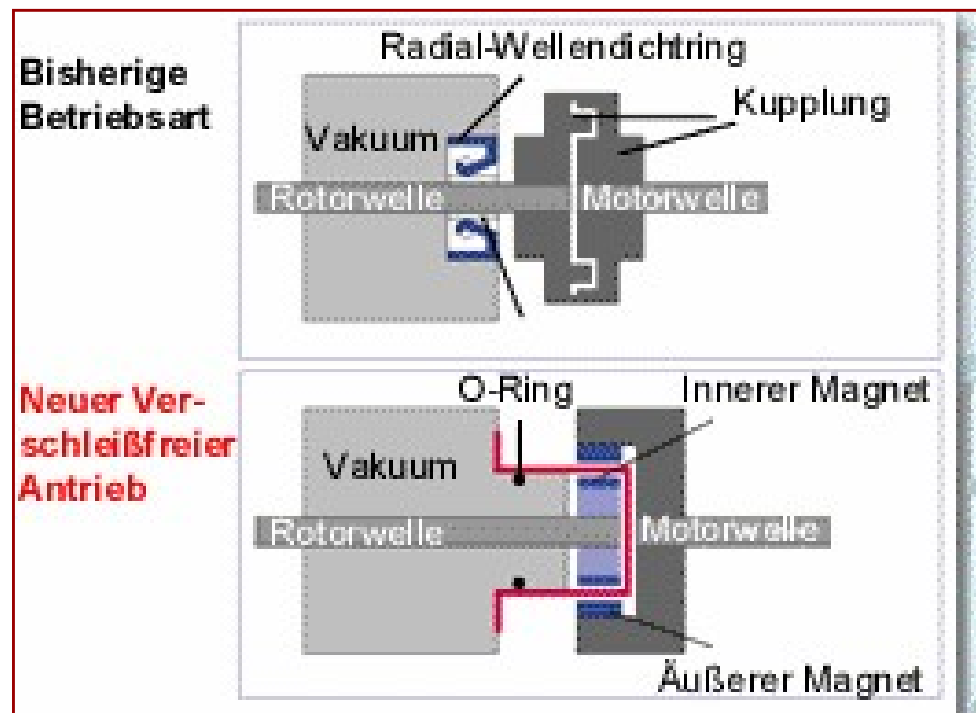


Pressão de Trabalho Faixa: $10^3 - 10^{-4} \text{ mbar}$

2.1. - Vácuo

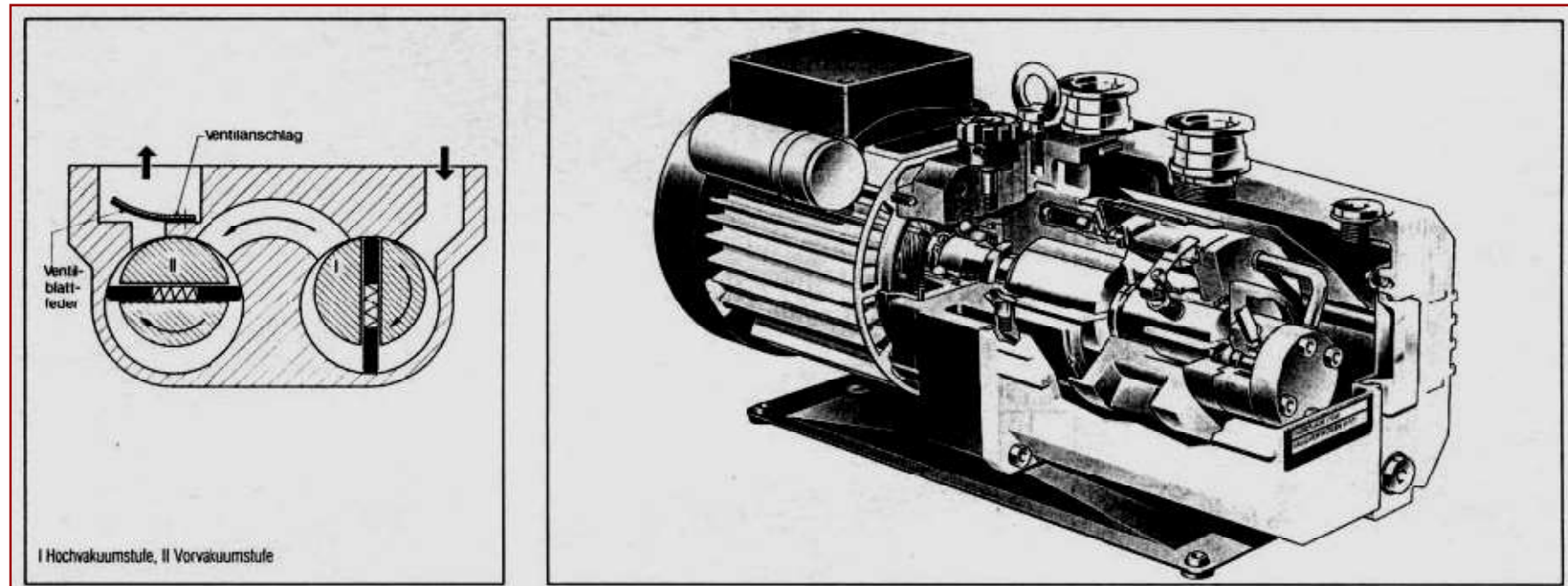
2.1.4 - Bomba de pistão

Rotary Vane Pump



2.1. - Vácuo

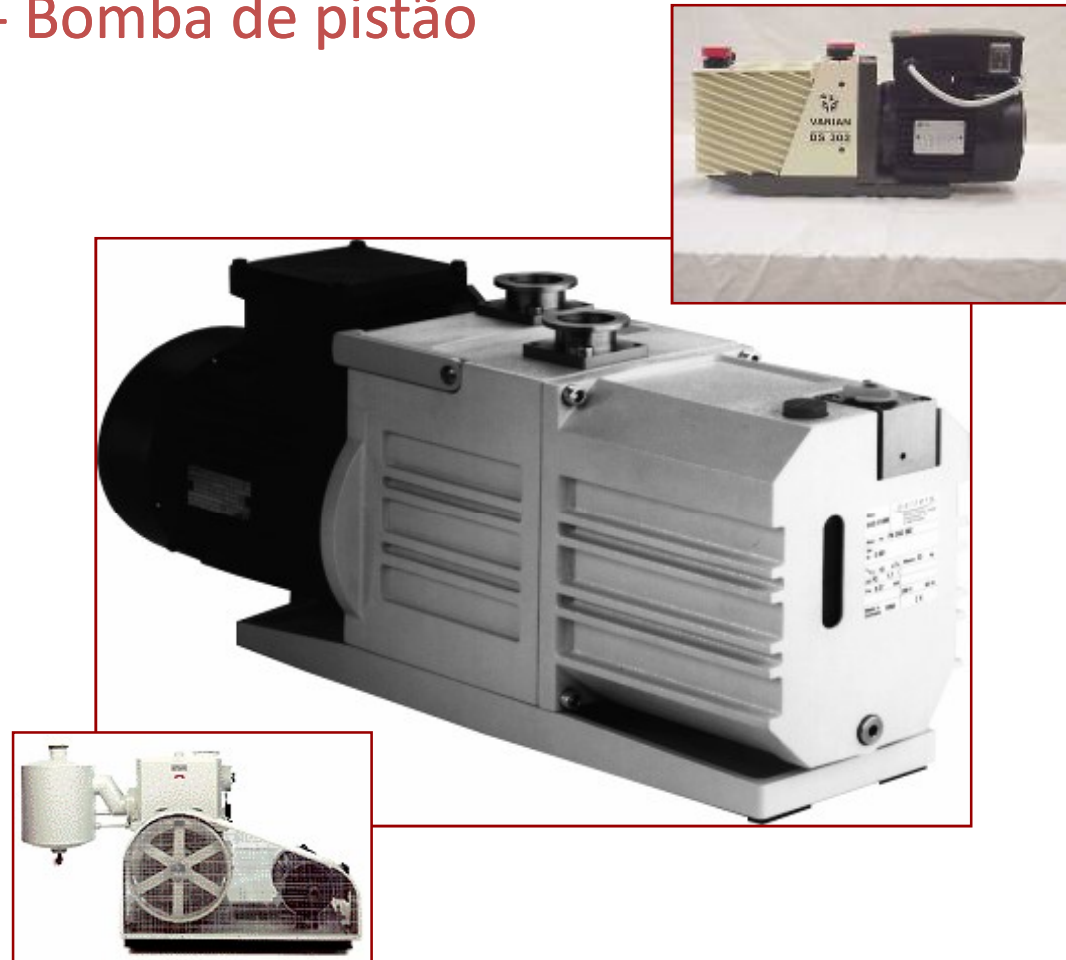
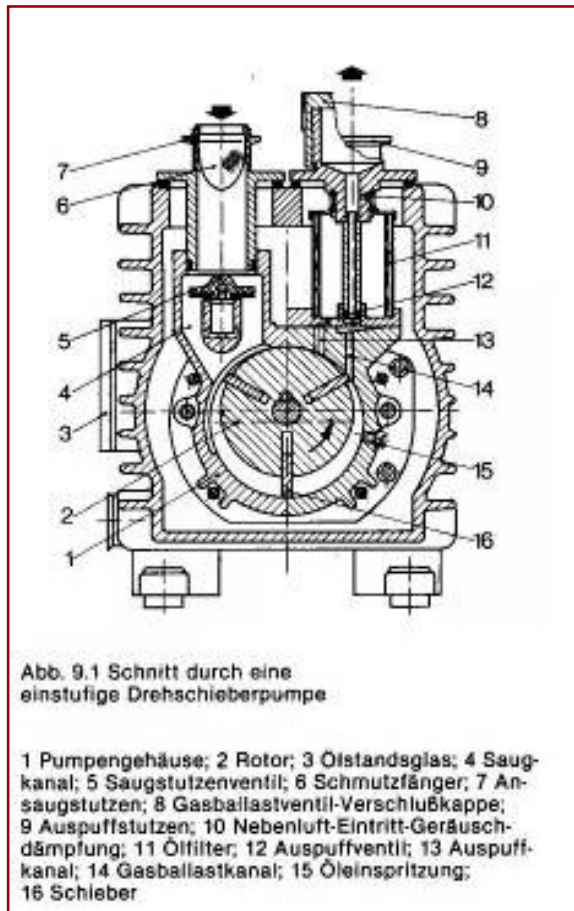
2.1.4 - Bomba de pistão



Sectional vista de uma bomba de palhetas rotativas

2.1. - Vácuo

2.1.4 - Bomba de pistão



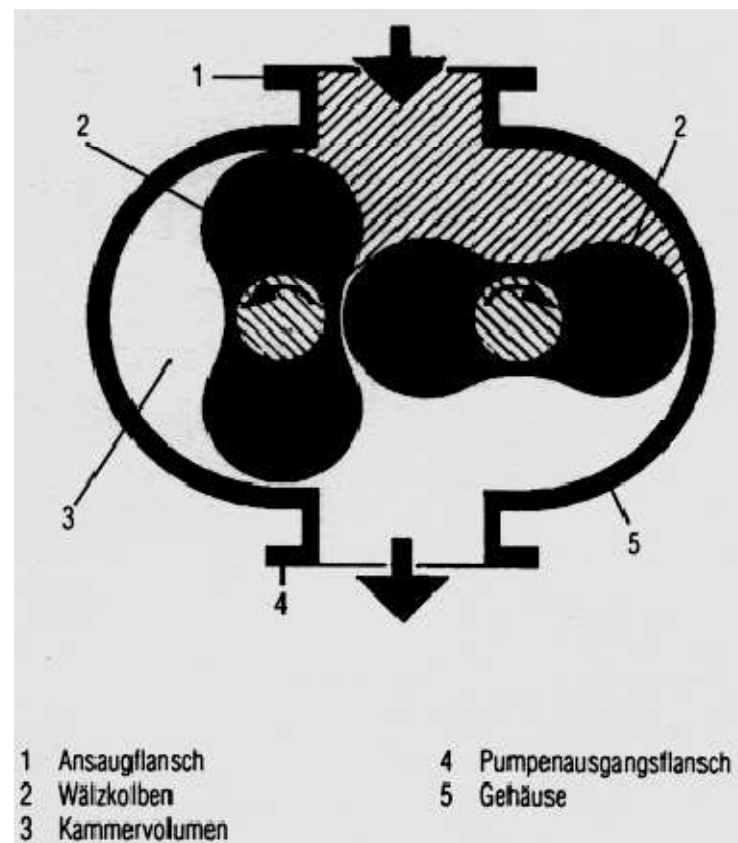
Formas Técnicas das bombas de palhetas rotativas

2.1. - Vácuo

2.1.5 - Bombas Raizes

Raízes bombas são usadas para alargar a área de trabalho as bombas de palhetas rotativas para pressões mais baixas e maior velocidade de bombagem.

Em um invólucro cilíndrico de bomba uma secção transversal oval rotativa dois "8 em forma de" Balão com sentido inverso de rotação, sem a Habitação ou tocar uns aos outros (coluna 100µm).



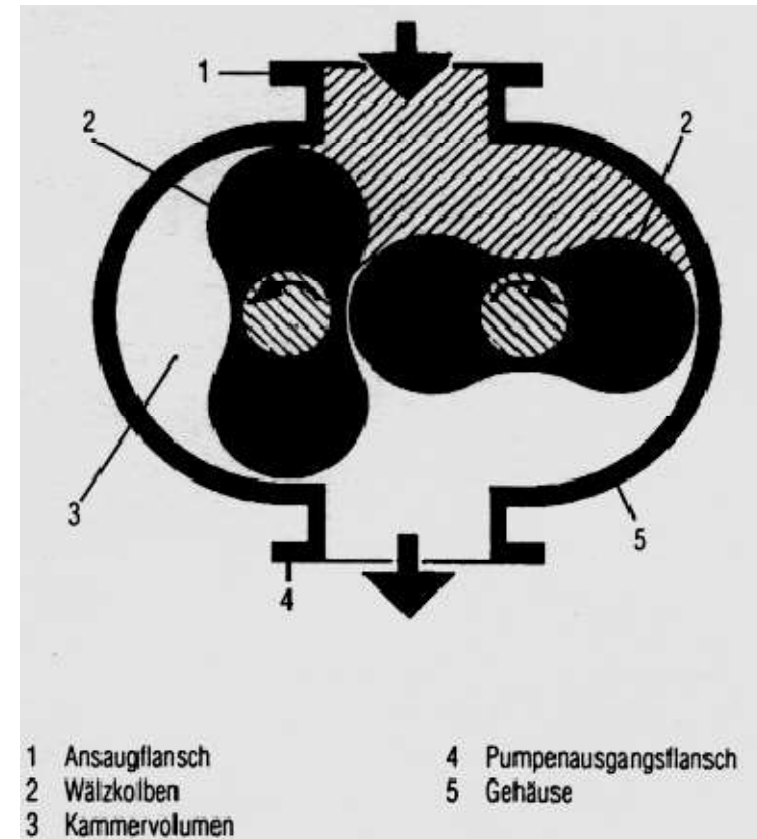
2.1. - Vácuo

2.1.5 - Bombas Raizes

- Alta velocidade e, portanto, pode ser realizado alta Bombeamento de velocidade (até $50 \text{ m}^3 / \text{h}$)

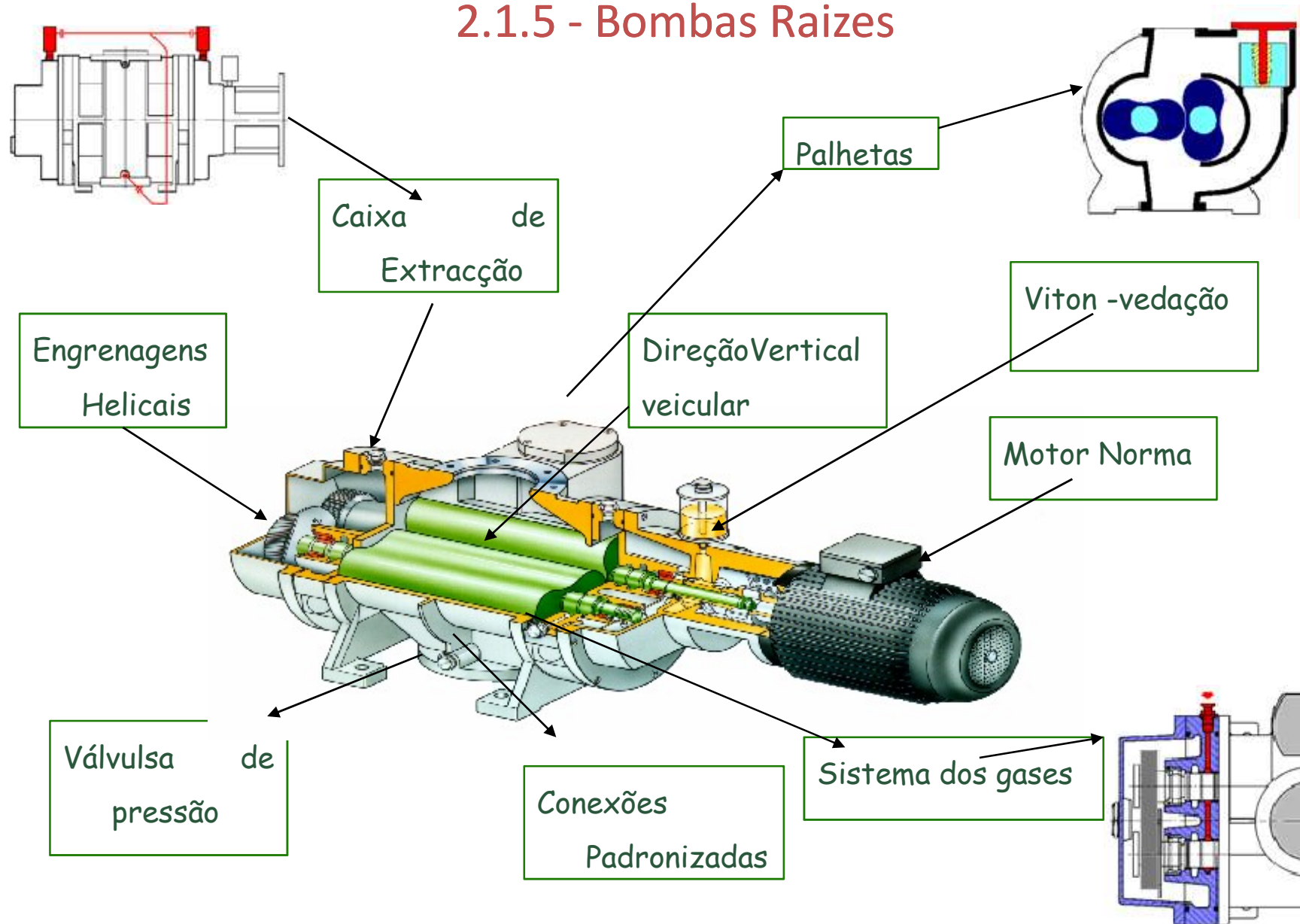
Estas bombas estão executandas a seco

- Realizáveis com compressão limitada a 10-100 , ou seja, da ordem de 1 mbar
- É possível realizar a combinação com bombas de palhetas rotativas



2.1. - Vácuo

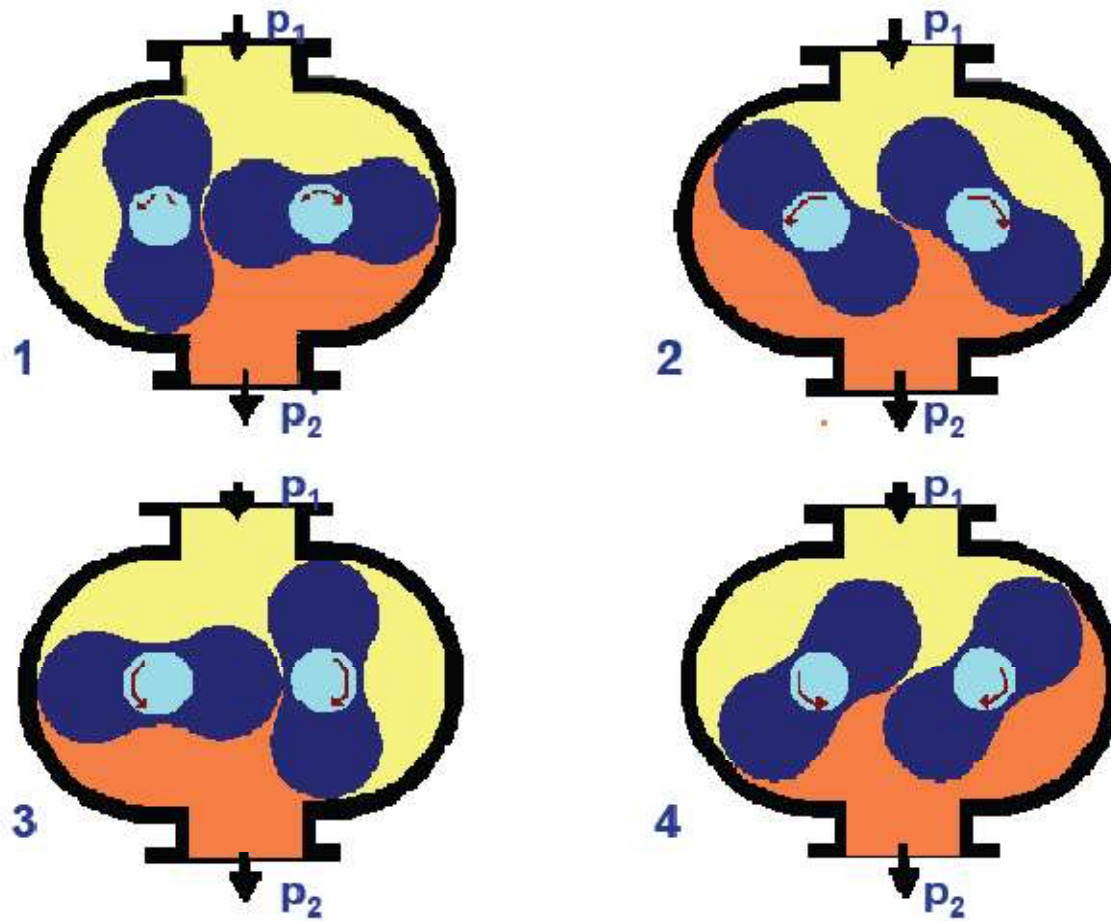
2.1.5 - Bombas Raizes



2.1. - Vácuo

2.1.5 - Bombas Raizes

Bombas Raizes - aspiração / descarga



2.1. - Vácuo

2.1.5 - Bombas Roots

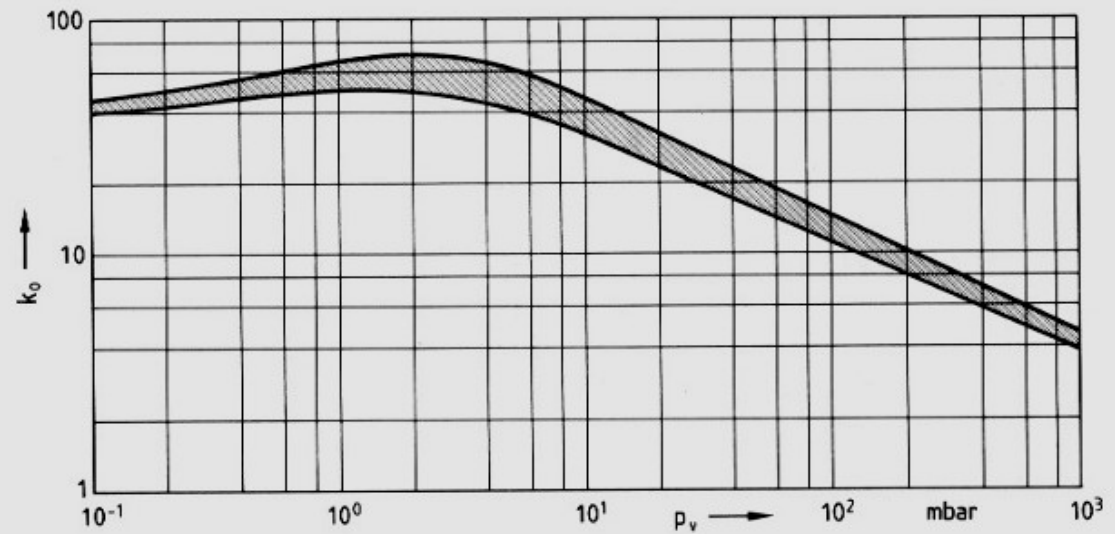


Abb. 16.7 Maximales Kompressionsverhältnis k_0 für Wälzkolbenvakuumpumpen als Funktion des Ausstoßdruckes p_v

2.1- Vácuo

2.1.5 - Bomba de Difusão à óleo

É o mais destacado membro das bombas propulsantes

Princípio de uma bomba propulsora

Este bombeamento de gás será realizado através da transferência e transporte da dinâmica das moléculas do gás.

O propulsor (gás ou líquido) entrar através de um bocal em alta velocidade na bomba já ligada

Moléculas de gás no jato ficam soprando para cima.

Propulsantes: água, vapor, ar, vapor de mercúrio.

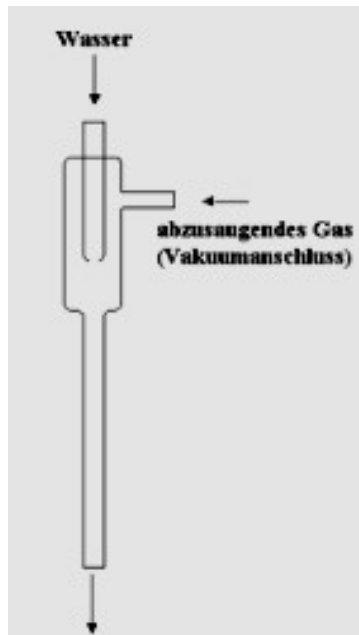
2.1- Vácuo

2.1.5 - Bomba de Difusão à óleo

Exemplo de um simples sopro bomba: **bomba jato**

Velocidade de bombagem deve: $0.1 - 1 \text{ m}^3 / \text{h}$

Pressão final: 17 mbar (saturação pressão de vapor de água a 15°C)



2.1- Vácuo

2.1.5 - Bomba de Difusão à óleo

Bombeamento típico velocidade: 5×10^4 l / s

Atingível pressão final: 10^{-8} mbar

Taxa de compressão: 10^6

Equipamento exigido para o funcionamento de uma bomba difusora:

1- Aquecimento

5 - HV-flange

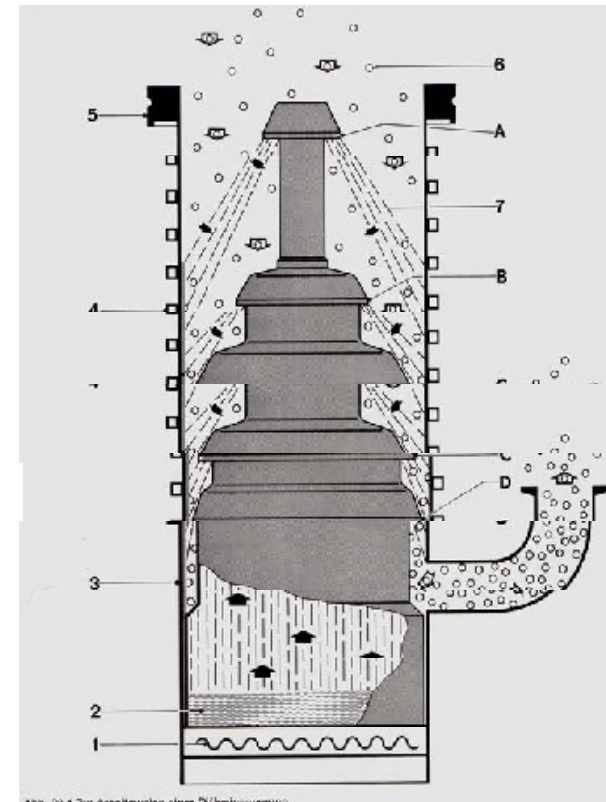
2- **Siederaum*** a gás

3- Bombas de jato de vapor

8- bicos de resfriamento

A, B, C, D jatos

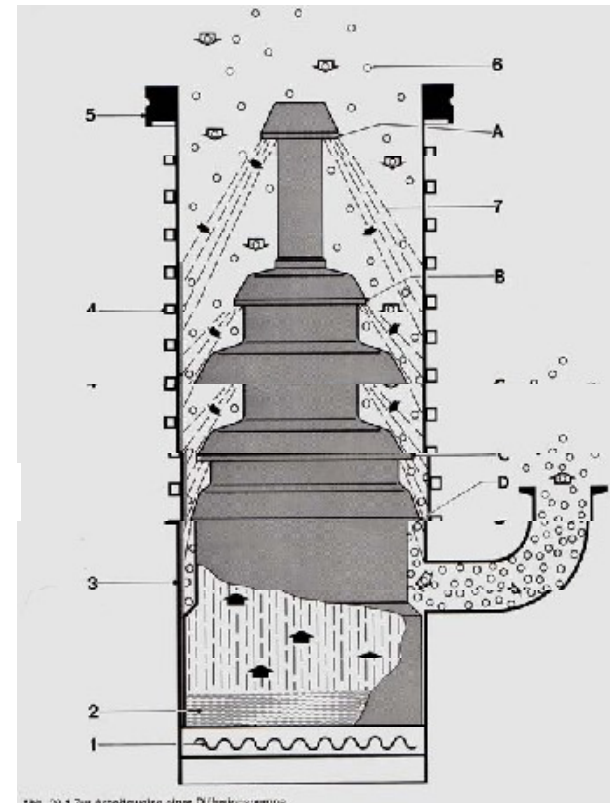
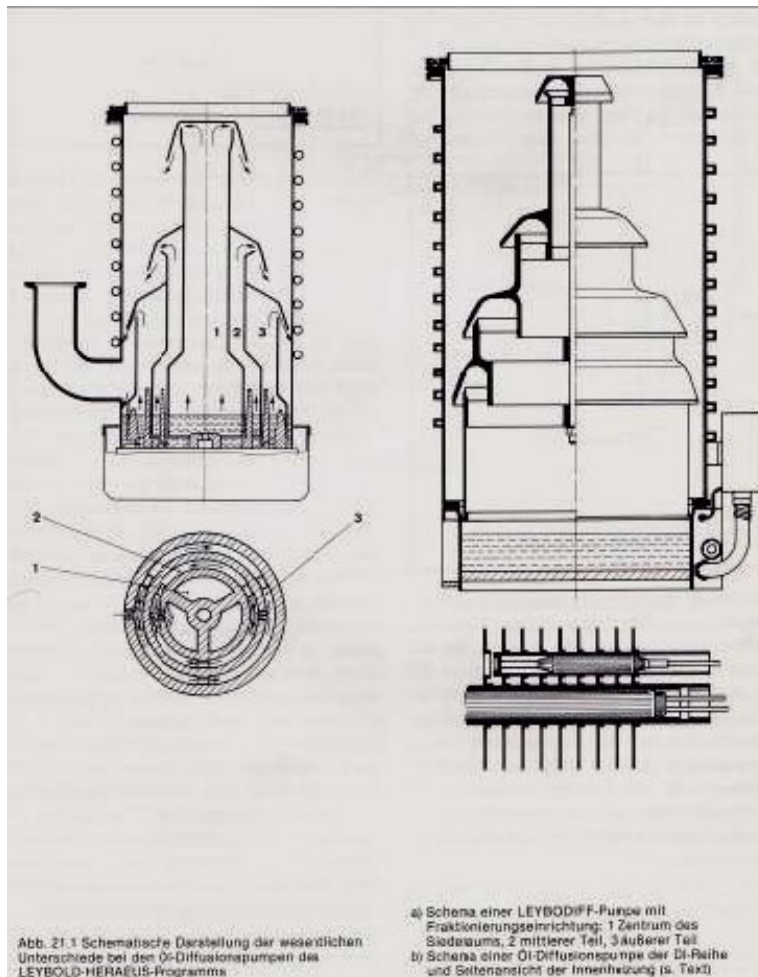
Bomba difusora



***Siederaum** vapor saindo através do acesso

2.1- Vácuo

2.1.5 - Bomba de Difusão à óleo



Pressão intervalo: 5×10^{-2} to 5×10^{-9} mbar

2.1- Vácuo

2.1.5 - Bomba de Difusão à óleo



É preciso resfriar uma bomba de difusão??

2.1. - Vácuo

2.1.6 - Bomba Turbo Molecular

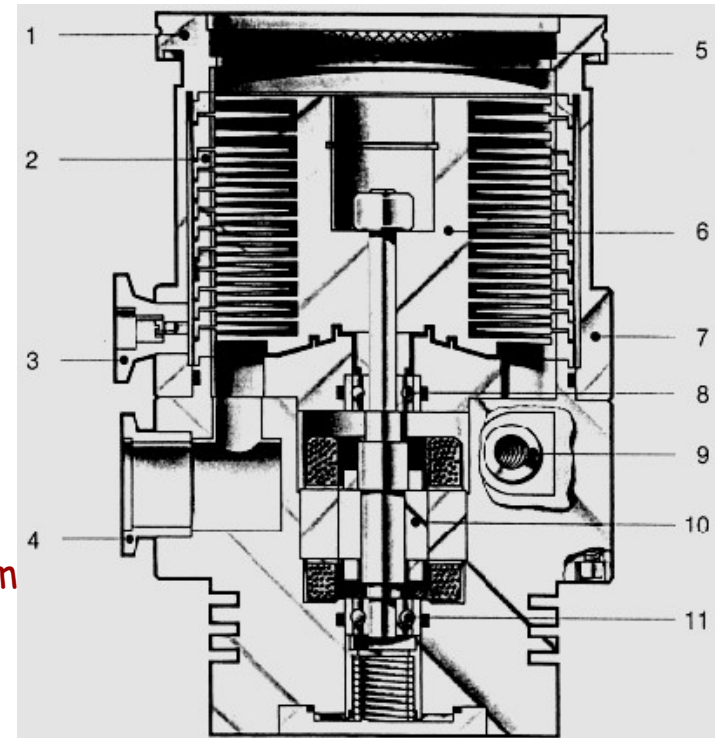
Como um "propulsor" destina-se movendo superfícies
Recebendo um pulso na direcção do fluxo de gás , a
bomba trabalha mais eficientemente em intervalo
de fluxo molecular

Estrutura

Um rotor, que consiste de um lâminas fatias, gira com
alta velocidade em sentido oposto.

Cada lâmina é um par de anel em fase.

Bomba consiste em 10^{-12} fases.



TURBOVAC 151

HV-1 Flange

5 lasca de protecção ; 9 resfriamento

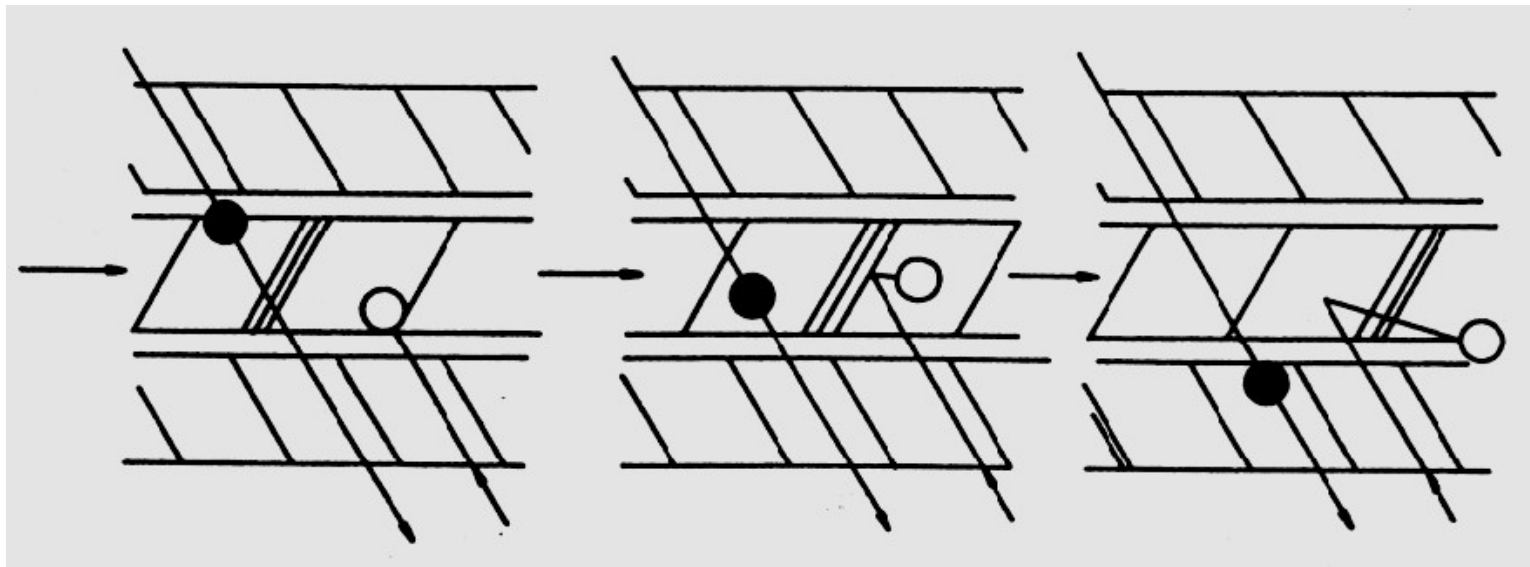
2 estrator 6 m 10^{-3} phase motor

7 Rolamentos, etc..

2.1. - Vácuo

2.1.6 - Bomba Turbo Molecular

Mecanismos de Bombeamento de uma bomba turbo-molecular utilizando o exemplo de dois gases



Fases:

T1

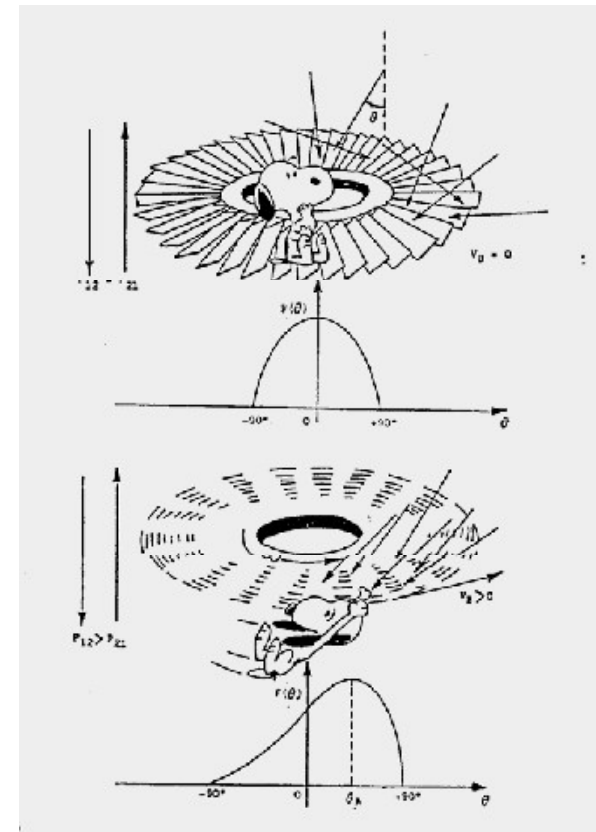
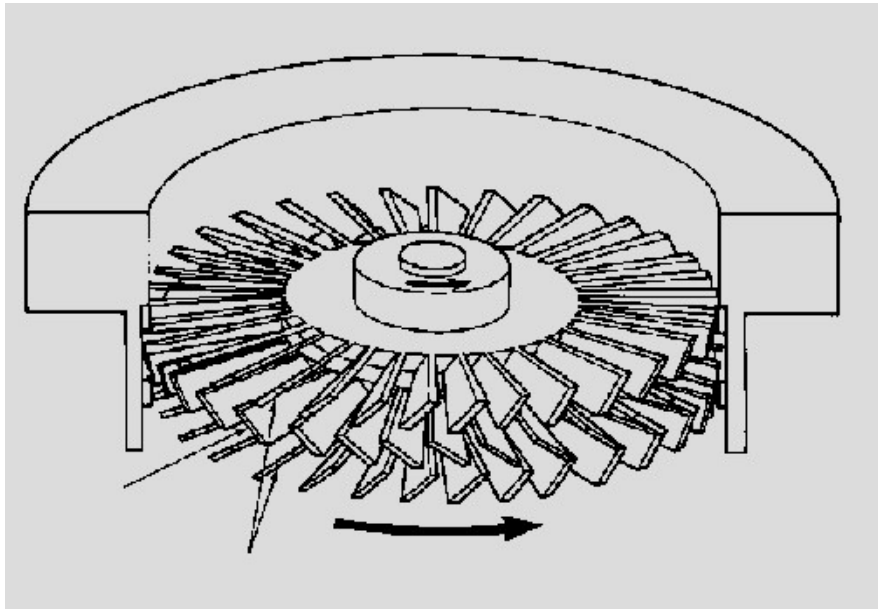
T2

T3

2.1. - Vácuo

2.1.6 - Bomba Turbo Molecular

Pressão intervalo: 10^{-1} - 10^{-11} mbar
(fase de arrasto)



2.1. - Vácuo

2.1.6 - Bomba Turbo Molecular

Características da bomba turbo-molecular

Velocidade de Rotação: 36.000 - 72.000 U.p.m.

Sobre a circunferência externa do rotor, aproximadamente 1,5 vezes a velocidade do som

Velocidade de Bombeamento: 50 - 2000 l / s

Bombeamento em velocidade constante a pressão abaixo 10^{-3} mbar (fluxo molecular)

Diminuição do campo de fluxo viscoso

Taxa de compressão: $k \sim EVM$ (M = massa molar)

$K > 10^{10}$ vapores de combustível

hidrocarboneto-livres vazios!

$k \sim 10^3$ para H_2

2.1. - Vácuo

2.1.6 - Bomba Turbo Molecular



Bombas Turbomolecular HV-com magntos permanetes e VV acampanhado com rolamentos electromagnéticos na frente e no verso

Constituintes:

Flange Alto vácuo

Magnético permanente ostentando

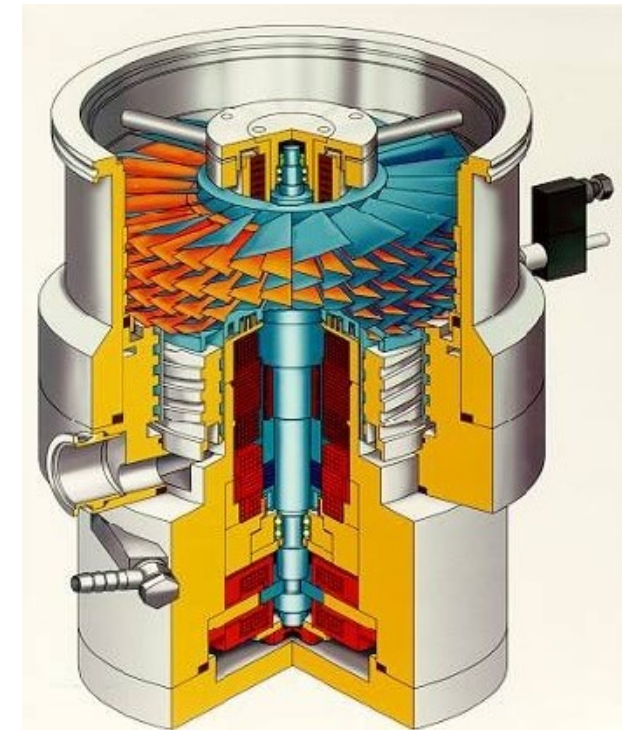
Rotor

Motor de alta rotação

Fases de Arraste Molecular

Flange de Pre-vacuum

Rolamentos Eletromagnéticos

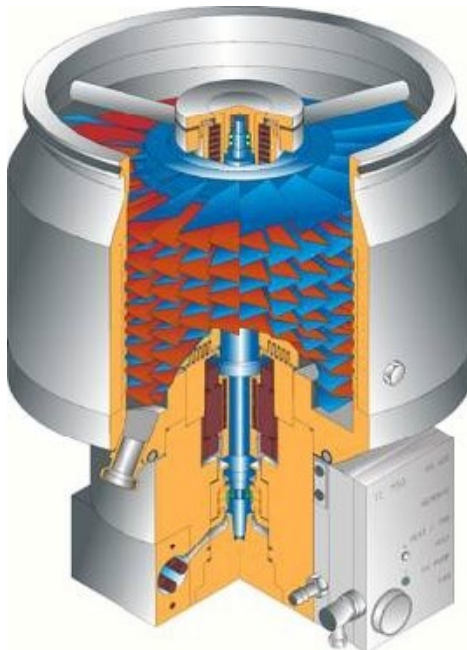


Bomba turbo molecular TMH 1600
com arraste por levitação
Magnética

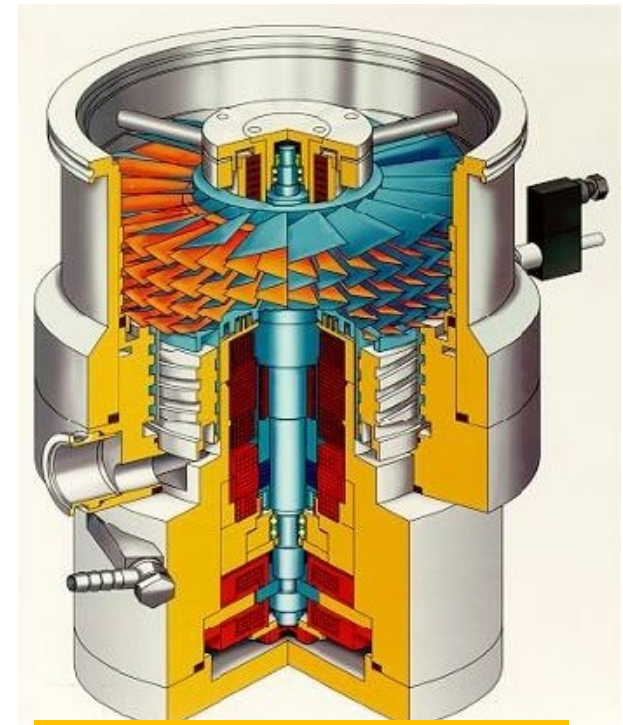
2.1. - Vácuo

2.1.6 - Bomba Turbo Molecular

Bombas Turbomoleculares de HV- com campo magnetico permanente e Rolamentos com esferas de cerâmica VV



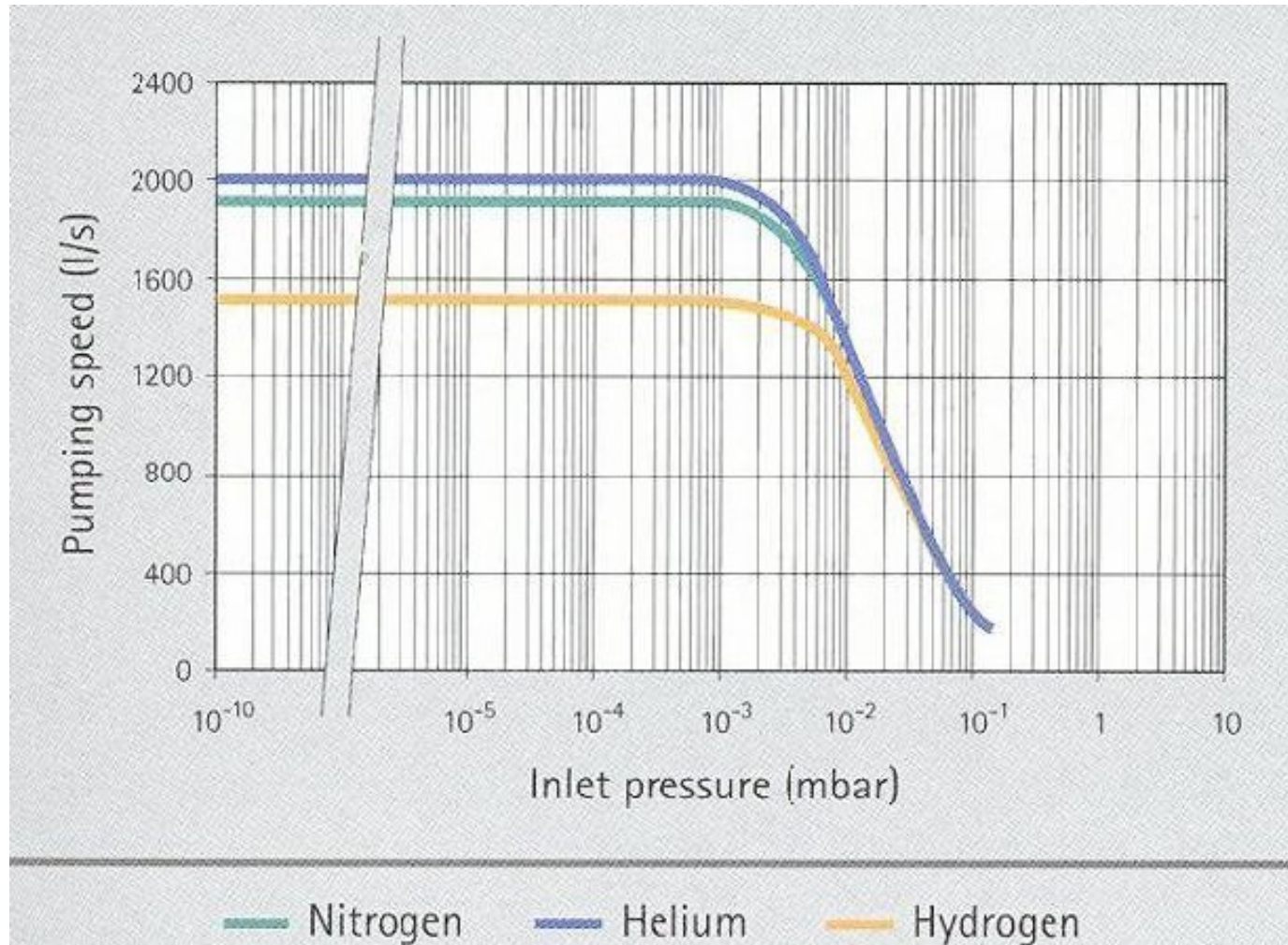
TPH 2101 Eletromagnético ostentando



Magnética levitated arraste bomba
turbo molecular TMH 1600 M

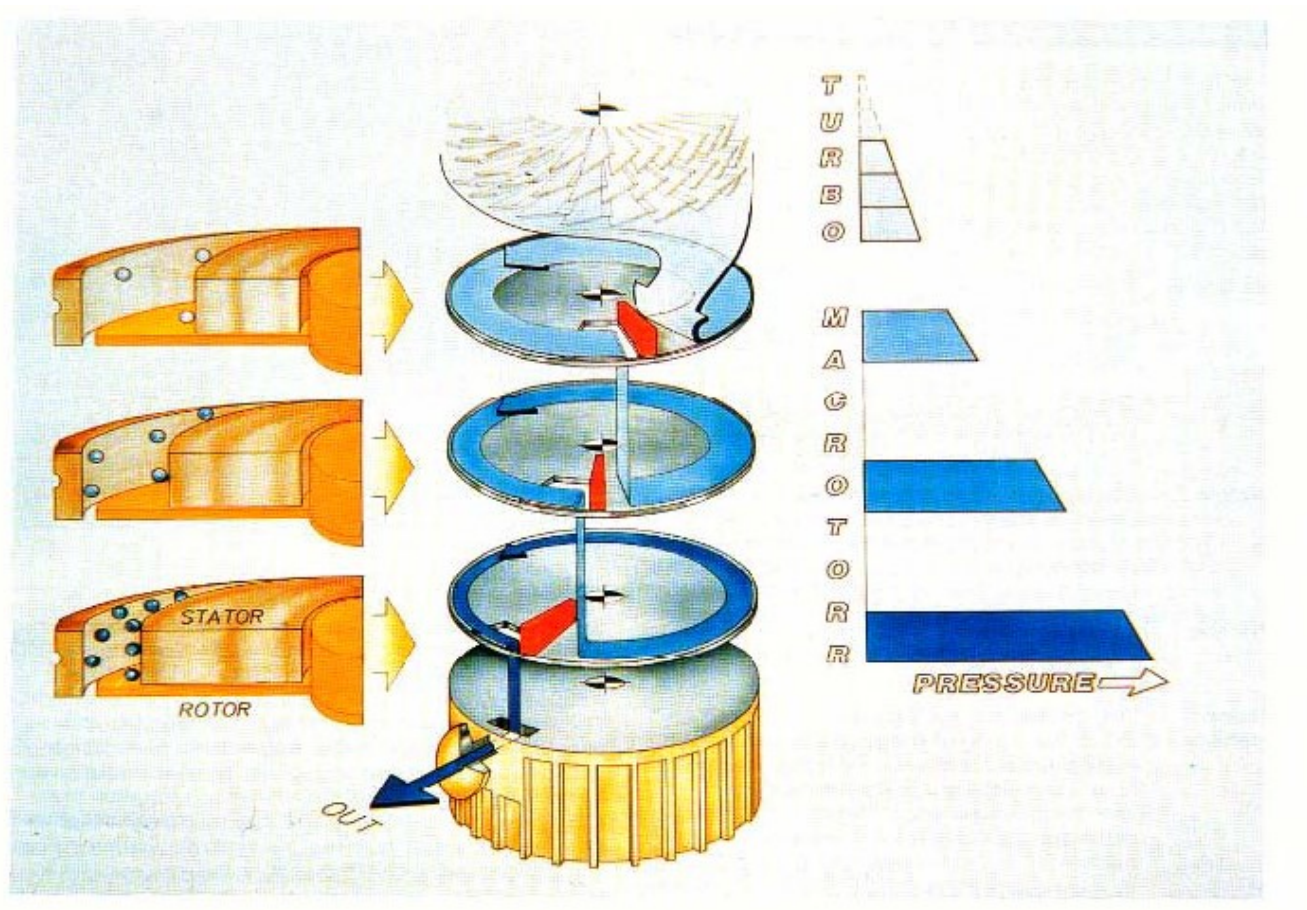
2.1. - Vácuo

2.1.6 - Bomba Turbo Molecular



2.1. - Vácuo

2.1.6 - Bomba Turbo Molecular



2.1. - Vácuo

2.1.6 - Bomba Turbo Molecular



2.1. - Vácuo

2.1.7 – Bomba Getter

Efeito da Bomba de Evaporação de Titânio

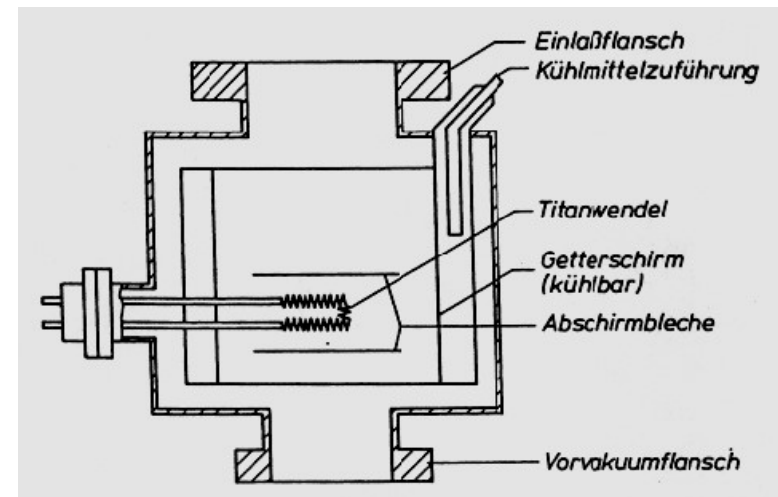
A partir de um fio de titânio é que evaporado e condensa sobre uma superfície resfriada.

Esta camada ativa é constantemente renovada.

A bomba não é adequada para sistemas de vácuo que são periodicamente evacuado e ventilados

Velocidade de Bombeamento: $10^3 - 10^4 \text{ l / s}$

Pressão intervalo: $10^{-4} - 10^{-12} \text{ mb}$

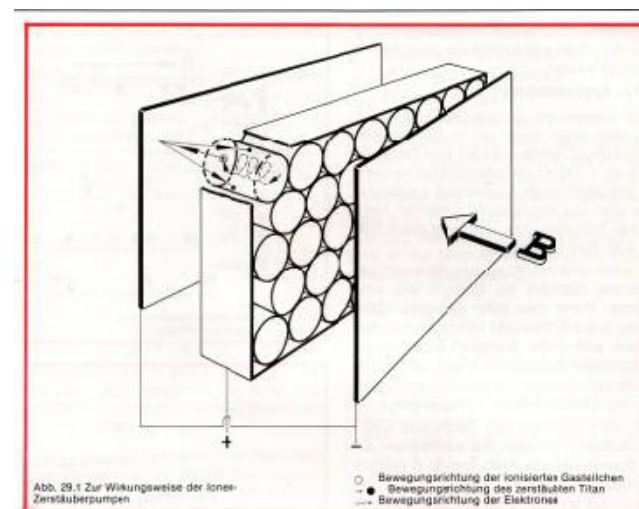
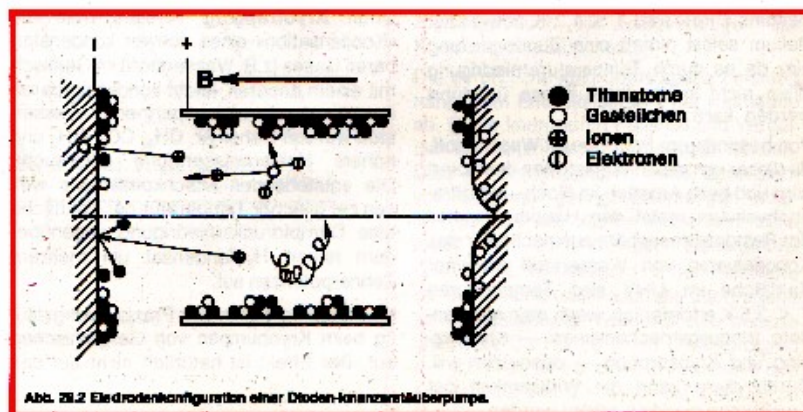


Bomba de Evaporação de Titânio

2.1. - Vácuo

2.1.7 – Bomba Getter

Efeito da Bomba de Evaporação de Titânio



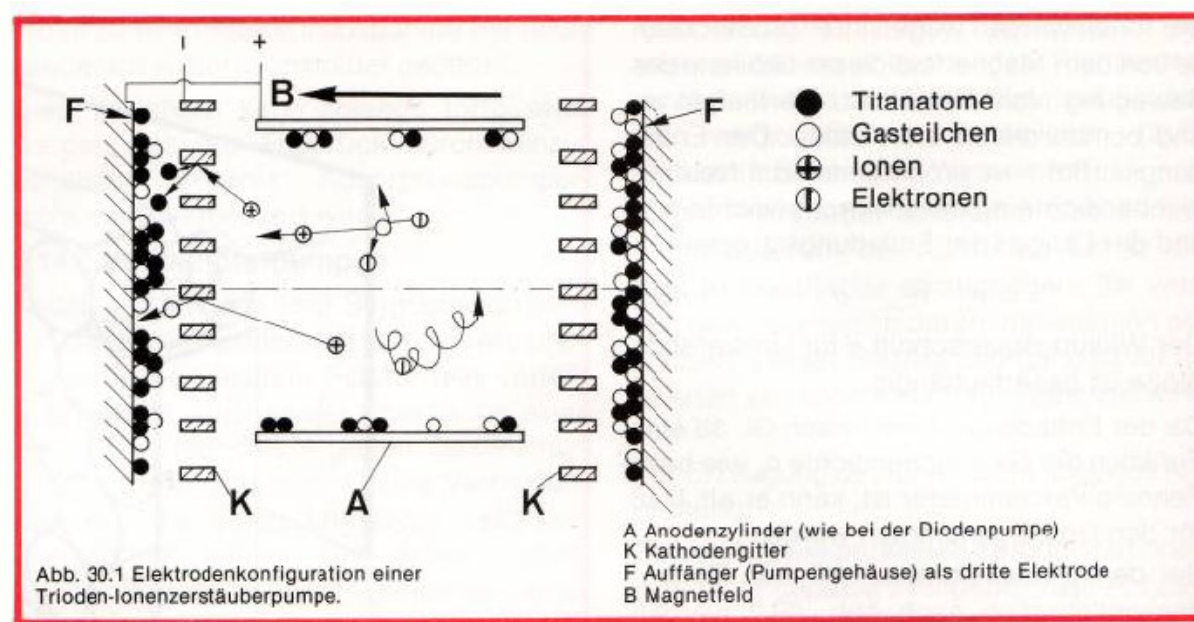
Bombeamento velocidade: $10^3 - 10^4$ l / s

Pressão intervalo: $10^{-4} - 10^{-12}$ mb

2.1. - Vácuo

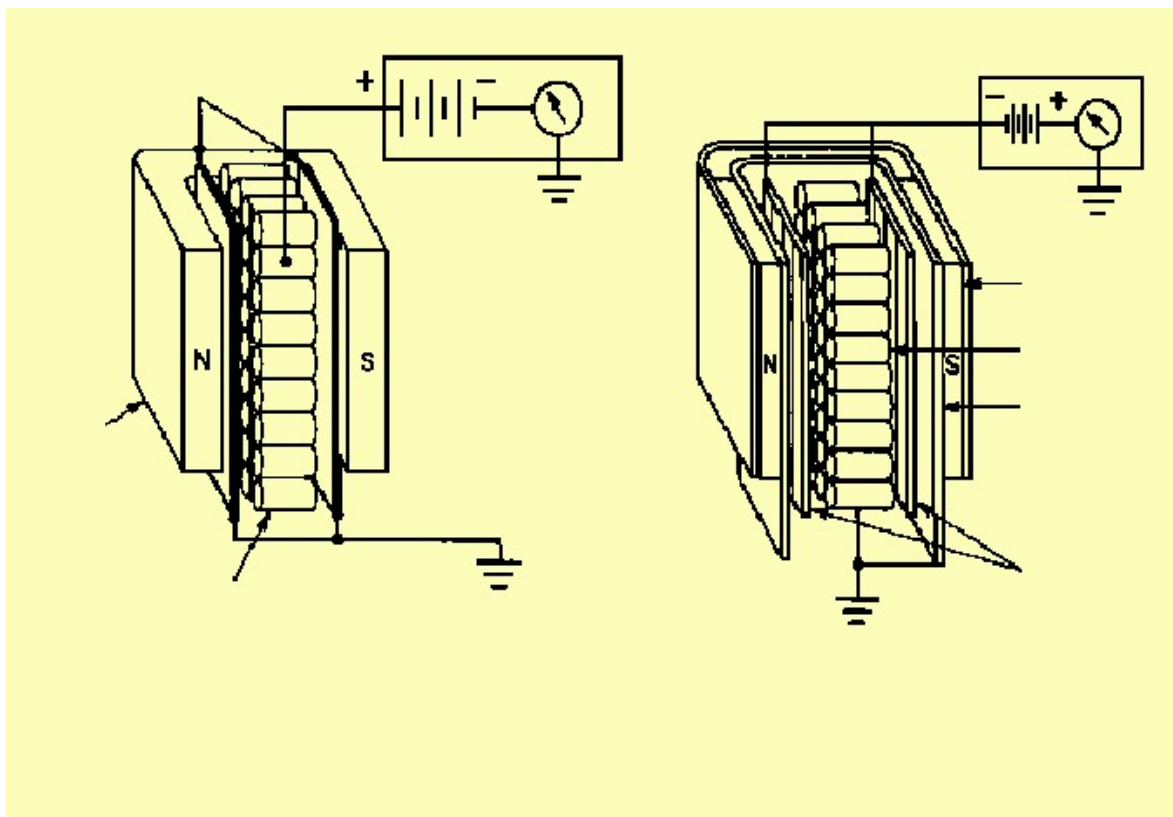
2.1.7 – Bomba Getter

Efeito da Bomba de Evaporação de Titânio



2.1. - Vácuo

2.1.7 – Bomba Getter



Catódos de Titânio

1. Power Supply
2. Placas
3. Power Supply
4. Magnet os
5. Grandes células
6. Bandeiras

Anode

1. Bombas parede formas
2. Magneto
3. terceiro eletrodo da bomba
4. Titanium catódicos

2.1. - Vácuo

2.1.7 – Bomba Getter

