

2171418

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

PROJETO MECÂNICO

BANCO DE ENSAIO DE BOMBAS INJETORAS

AUTOR:

LUIZ ALBERTO RAFFAGNATO

ORIENTADOR:

PROF. OSWALDO GARCIA

1982

AO MEU PAI:

PRIMO RAFFAGNATO - (1925 - 1978)

- I -

## AGRADECIMENTOS

Ao Professor OSWALDO GARCIA pela orientação e colaboração prestada.

A jovem TITA INÊS pelo empenho e dedicação com os trabalhos de datilografia.

## SUMÁRIO

Os primeiros modelos de motores de ciclo Diesel desenvolvidos no final do século XIX, utilizavam como meio de introdução do combustível, exclusivamente o processo de admissão de mistura combustível com ar a pressão. O combustível era dosado e bombeado até o injetor, que também era ligado a uma fonte de ar comprimido. Quando se abria o injetor, o ar aspergia o combustível para dentro do motor na forma pulverizada. Entretanto, em virtude da potência consumida pelo compressor, este sistema apresentava baixo rendimento e excessivo consumo, o que estimulou o desenvolvimento de um processo muito mais simples e econômico: a injeção mecânica do combustível puro a alta pressão. Tal inovação permite que o combustível se auto pulverize, devido a grande velocidade com que penetra na câmara de combustão, aliado à alta turbulência do ar comprimido contido na mesma, que facilita a homogeneização da mistura combustível.

Porém, para que seja efetuada a injeção mecânica do combustível à alta pressão, é necessário que se inclua no motor um sistema capaz de dosar o combustível adequadamente, em função da potência que se deseja extrair e, fornecê-lo sob pressão em sincronismo perfeito com as demais variáveis de funcionamento do motor: esta função é desempenhada pela bomba injetora.

Como cada modelo de motor possui características próprias de funcionamento, é óbvio que cada bomba injetora apresentará requisitos de regulação diferentes quan

do equipadas nos diversos modelos de motores. O controle e a regulagem de tais especificações para os diversos parâmetros de funcionamento de bomba, só poderá ser garantido se pudermos simular o funcionamento da mesma nas diversas faixas de rotação, fixando-se a regulagem destes parâmetros dentro dos valores especificados pelo fabricante para cada modelo de bomba injetora.

O presente trabalho trata do projeto de um banco de ensaio, capaz de simular as condições acima e permitir o teste e regulagem da maioria dos modelos das bombas injetoras comercializadas pelos dois principais sistemas de injeção em motores Diesel existentes atualmente:

- sistema multi-bomba em linha BOSCH
  
- sistema de bomba rotativa tipo distribuidor CAV

## ÍNDICE

### **CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO**

	Pag.
1 - Introdução .....	1

### **CAPÍTULO 2 - PRINCIPAIS SISTEMAS DE INJEÇÃO EM MOTORES DIESEL EXISTENTES ATUALMENTE**

2.1 - Sistema multi-bomba em linha ou BOSCH .....	2
2.2 - Sistema bomba rotativa tipo distribuidor ou CAV .....	5
2.3 - Sistema de bomba mais acumulador (COMMON RAIL) .....	8
2.4 - Sistema de injetores individuais GENERAL MOTORS .....	9

### **CAPÍTULO 3 - A NECESSIDADE DE BANCO DE ENSAIO PARA A REGULAGEM DOS SISTEMAS BOSCH E CAV**

3 - Descrição .....	10
---------------------	----

### **CAPÍTULO 4 - APLICAÇÃO DOS SISTEMAS CAV E BOSCH**

4 - Descrição .....	12
---------------------	----

### **CAPÍTULO 5 - REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA O BANCO DE ENSAIO**

5.1 - Consumo de óleo diesel .....	13
5.2 - Pressão de alimentação do óleo diesel .....	14
5.3 - Faixas de rotações de ensaio .....	16

## CAPÍTULO 6 - CÁLCULO DA POTÊNCIA DA BOMBA DE ALIMENTAÇÃO

	Pag.
6 - Cálculo .....	17

## CAPÍTULO 7 - CÁLCULO DA POTÊNCIA PARA O ACIONAMENTO DA BOMBA INJETORA

7 - Introdução .....	18
7.1 - A hidráulica da injeção de combustível .....	19
7.2 - Valores numéricos dos parâmetros que influem na pressão de injeção .....	26
7.2.1 - Área do êmbolo da bomba .....	26
7.2.2 - Orifício do bico injetor .....	26
7.2.3 - Tubo de injeção .....	27
7.2.4 - Coeficiente de descarga do bico injetor .....	28
7.2.5 - Rotação da bomba injetora .....	28
7.2.6 - Pressão de abertura e fechamento do bico injetor .....	28
7.2.7 - Pressão de combustão do motor .....	29
7.2.8 - Pressão residual na linha .....	29
7.2.9 - Características físicas do óleo Diesel .....	29
7.2.10- Velocidade do som no fluido .....	30
7.2.11- Duração da injeção .....	30
7.2.12- Velocidade do êmbolo .....	31
7.3 - Cálculo da máxima pressão de injeção .....	33
7.4 - Cálculo da potência de acionamento .....	42

## CAPÍTULO 8 - SELEÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DO BANCO DE ENSAIO

8.1 - Variador de velocidades .....	45
8.1.1 - Dimensionamento do conjunto variador .....	47

	Pag.
8.2 - Motor elétrico principal .....	51
8.3 - Bomba de alimentação de óleo Diesel e motor elétrico .....	52
8.4 - Circuito de alimentação de óleo de baixa pressão .....	53
8.5 - Injetores do sistema de alta pressão .....	55

## **CAPÍTULO 9 - ELEMENTOS AUXILIARES**

9.1 - Contador do número de injeções .....	56
9.2 - Interruptor de coleta do óleo Diesel injetado .....	56
9.3 - Tacômetro .....	57
9.4 - Circuito elétrico .....	58

<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	59
---------------------------	----

## **ANEXOS**

- 1 - Desenhos
- 2 - Instruções para o ensaio de bombas injetoras

## 1 - INTRODUÇÃO

O banco de ensaio de bombas injetoras de que trata o presente trabalho, será dimensionado de forma a permitir o ensaio, teste e regulagem de uma grande gama de modelos de bombas, o que atenderá praticamente a maior parte das aplicações nos modelos de motores Diesel comercializados no país.

Para efeito do cálculo da potência necessária para o acionamento da bomba, serão adotados valores práticos de diversos parâmetros que se relacionam com a capacidade de injeção da bomba.

Como o modelo do sistema de injeção multi-bomba BOSCH consome maior energia para o acionamento, devido à maior massa de movimento, além da atuação dos injetores individuais e molas de retrocesso, o cálculo da potência será feito tendo-se por base um modelo de bomba deste sistema, ficando o banco super-dimensionado para o ensaio das bombas que se utilizam do sistema rotativo tipo distribuidor, como é o caso do sistema CAV.

Com o intuito de justificar a metodologia utilizada no cálculo da potência de injeção, será apresentada inicialmente uma análise detalhada dos fenômenos físicos que ocorrem durante o intervalo de tempo em que se processa a injeção do combustível na câmara de combustão do motor.

## 2. - PRINCIPAIS SISTEMAS DE INJEÇÃO EM MOTORES DIESEL EXISTENTES ATUALMENTE

### 2.1 - SISTEMA MULTI-BOMBA EM LINHA "BOSCH"

Este sistema tem sido, tradicionalmente, o mais utilizado pelos fabricantes de motores Diesel.

A bomba injetora, propriamente dita, tem como peças essenciais: eixo de cames, roletes, tuchos, molas de pistão, elemento e válvula de pressão. O elemento, por sua vez, consta de cilindro e êmbolo, estando a válvula de pressão localizada acima do final do curso do mesmo. Neste sistema há um conjunto composto de came, êmbolo e bico injetor para cada cilindro do motor.

O circuito simplificado de alimentação de óleo pode ser visualizado na figura 2.1 abaixo:

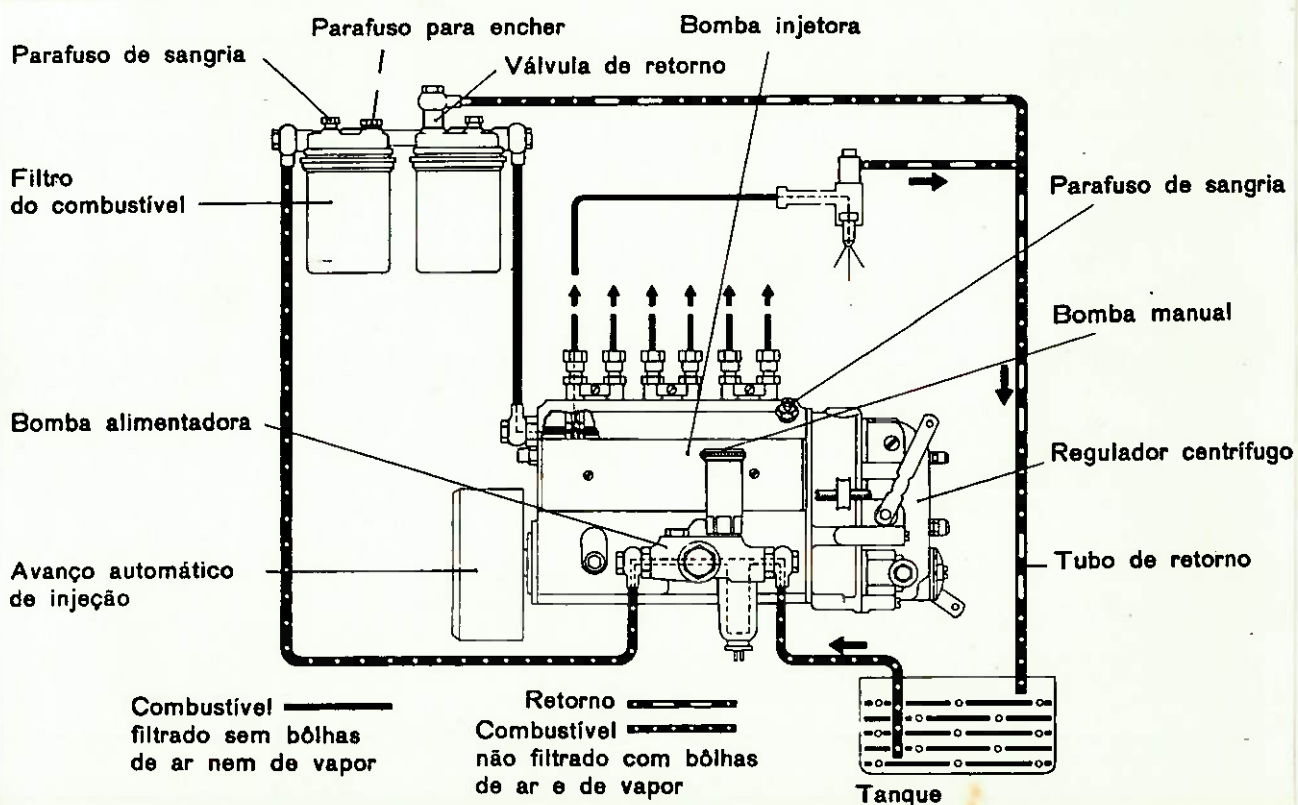


Figura 2.1 - Esquema de fluxo de combustível no sistema de injeção BOSCH

A bomba alimentadora ou de transferência, retira o combustível do reservatório e força-o através de um sistema de filtragem primária e secundária introduzindo-o, em seguida, na galeria de distribuição da bomba injetora. Da galeria, o combustível é forçado para o interior dos elementos que fornecem a pressão necessária para a injeção através do bico injetor que se encontra dentro da câmara de combustão.

O curso total do elemento é constante e função do excêntrico do eixo de cames da bomba injetora. A dosagem do combustível é feita através da variação do curso útil do elemento. Esta variação é conseguida através de uma ranhura helicoidal provida no corpo do êmbolo que permite o retrocesso do combustível no momento em que a mesma coincide com um canal de abertura situado num ponto médio do corpo do cilindro.

Desta forma, a variação da quantidade de combustível fornecida ao motor é feita através de movimento de rotação do êmbolo injetor, o qual é conseguido por intermédio de uma cremalheira que aciona uma manga de regulação presa à asa do pistão. As figuras 2.2 e 2.3 mostram mais detalhadamente a ação bombeadora e dosadora do êmbolo:

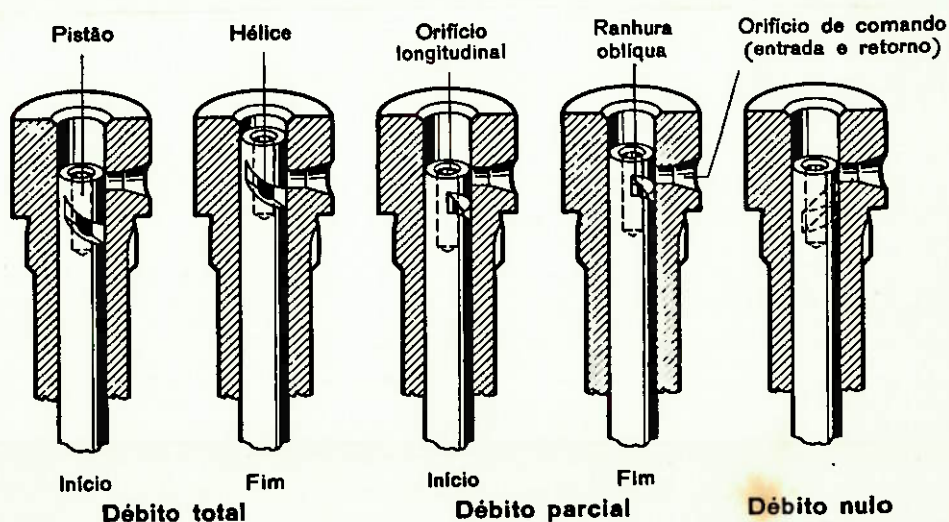
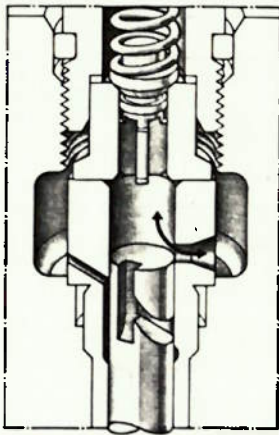
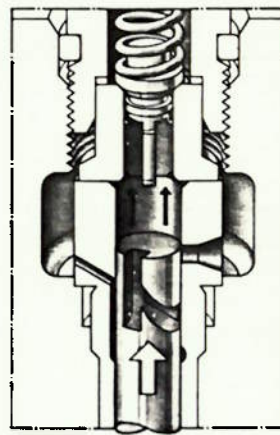


Figura 2.2 - Vista em corte de um elemento da bomba BOSCH

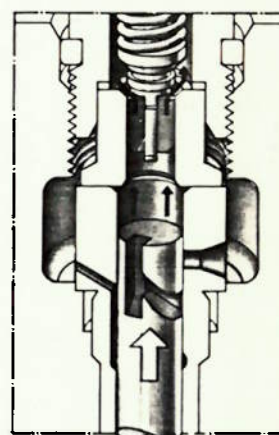
**Ponto morto inferior**



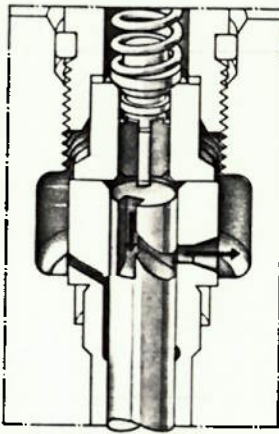
**Início do débito**



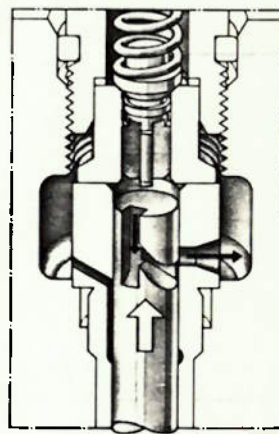
**Alimentação**



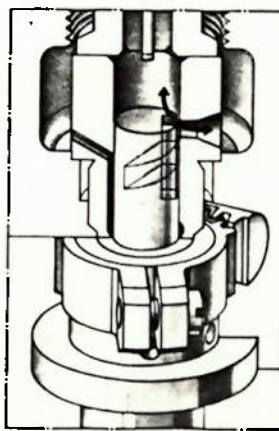
**Ponto morto superior**



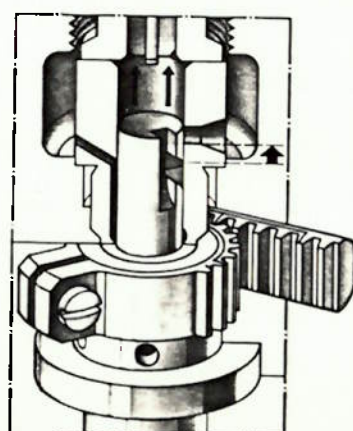
**Fim do débito**



**Débito nulo**



**Débito parcial**



**Débito máximo**

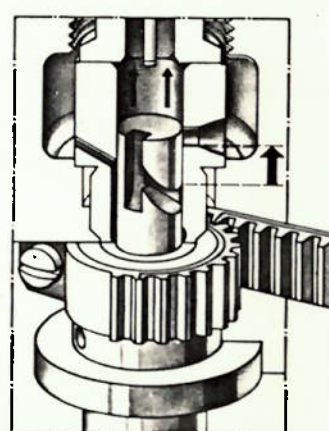


Figura 2.3 - Posição da hélice do elemento em várias fases de injeção e para diversas condições de carga.

## 2.2 - SISTEMA DE BOMBA ROTATIVA TIPO DISTRIBUIDOR OU "CAV"

No Brasil, este sistema tem sido mais utilizado nos modelos veiculares de motores dos fabricantes PERKINS e MWM, sendo muito rara a aplicação nos demais fabricantes de motores diesel.

A bomba de injeção de combustível do tipo distribuidor é altamente compacta, não incorporando rolamentos de esferas ou roletes, engrenagens ou molas de grande resistência. A bomba de injeção é de efeito simples. Tem dois pistões opostos que se movem transversalmente em um rotor central que atua como distribuidor e gira num membro estacionário conhecido pelo nome de cabeçote hidráulico. Os pistões bombeadores são acionados pelos ressaltos de um anel interno que encontra-se estacionário. O combustível é medido com precisão e introduzido no rotor distribuidor do cabeçote hidráulico que por sua vez o distribui a alta pressão para os vários cilindros do motor, no ponto exato através dos furos de saída. O princípio de funcionamento desta bomba é o seguinte: o anel de ressaltos, que encontra-se estacionário no corpo da bomba, tem normalmente tantos ressaltos quantos cilindros e faz funcionar os pistões bombeadores opostos através de roletes montados em sapatas que deslizam no corpo do rotor. Os pistões movem-se simultaneamente para dentro quando os roletes tocam os ressaltos diametralmente opostos do anel e são movidos para fora pela pressão do combustível que entra na bomba.

O princípio de funcionamento é indicado na figura 2.4, onde o rotor de bombeamento e distribuição é mostrado na posição de admissão e na posição de injeção. Os pistões bombeadores movem-se para fora sob a pressão do combustível que entra pelo orifício dosificador e daí para

um dos orifícios de admissão do rotor através de um canal central axial que o leva à câmara de bombeamento.

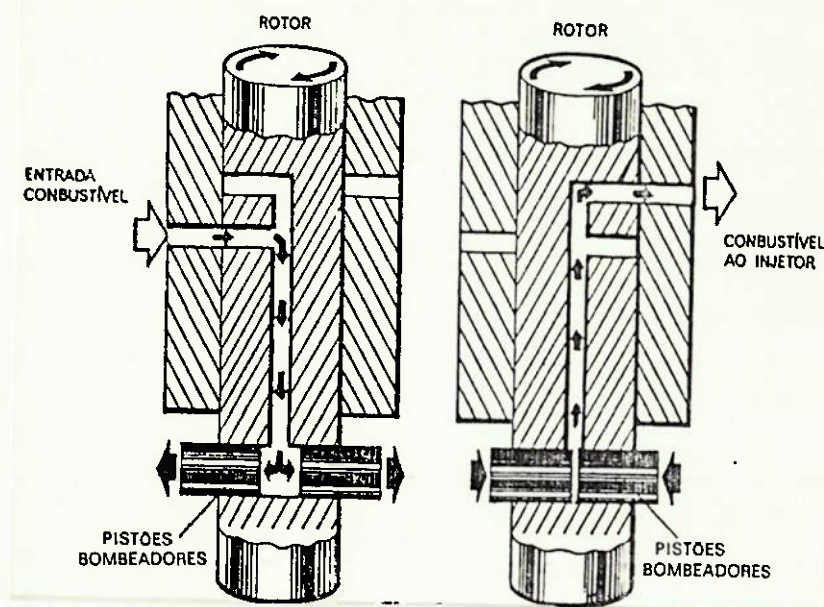


Figura 2.4 - Esquema simplificado do rotor de bombeamento da bomba CAV

A medida que o rotor gira, o orifício de distribuição do mesmo alinha-se com um dos orifícios de saída do cabeçote hidráulico. Ao mesmo tempo, os pistões são forçados para dentro pelos roletes quando estes constatarem os ressaltos do anel e o combustível sob alta pressão passa novamente pelo canal central do rotor, através dos orifícios alinhados, para um dos injetores.

O rotor tem tantos orifícios de admissão quantos forem os cilindros do motor e, também o mesmo número de orifícios de saída do cabeçote hidráulico.

Quando o combustível entra na conexão de admissão, passa através de uma bomba de transferência, de palhetas deslizantes, que está montada no rotor dentro do cabeçote hidráulico. Em seguida, passa pela válvula dosifi-

cadora que regula a quantidade de combustível a ser enviada aos pistões de acordo com a necessidade de carga no motor. Assim, a bomba de transferência aumenta a pressão do combustível e a válvula dosificadora, acionada pelo regulador, regula a quantidade de combustível que é passada para o rotor distribuidor.

O curso para fora dos pistões opostos da bomba, é determinado pela quantidade de combustível passada para o elemento, que varia de acordo com a regulagem da válvula dosificadora. Por conseguinte, os roletes que acionam os pistões não tocam o anel de ressaltos, a não ser nos pontos em que contatam com os mesmos, pontos esses que variam de acordo com o curso dos pistões. Deste modo, pode-se regular a quantidade máxima de combustível fornecida em cada descarga, controlando-se o curso máximo de abertura dos pistões. O espaçamento preciso dos ressaltos e dos orifícios de descarga regula a sincronização entre cada injeção. A figura 2.5 apresenta a bomba tipo distribuidor em corte:

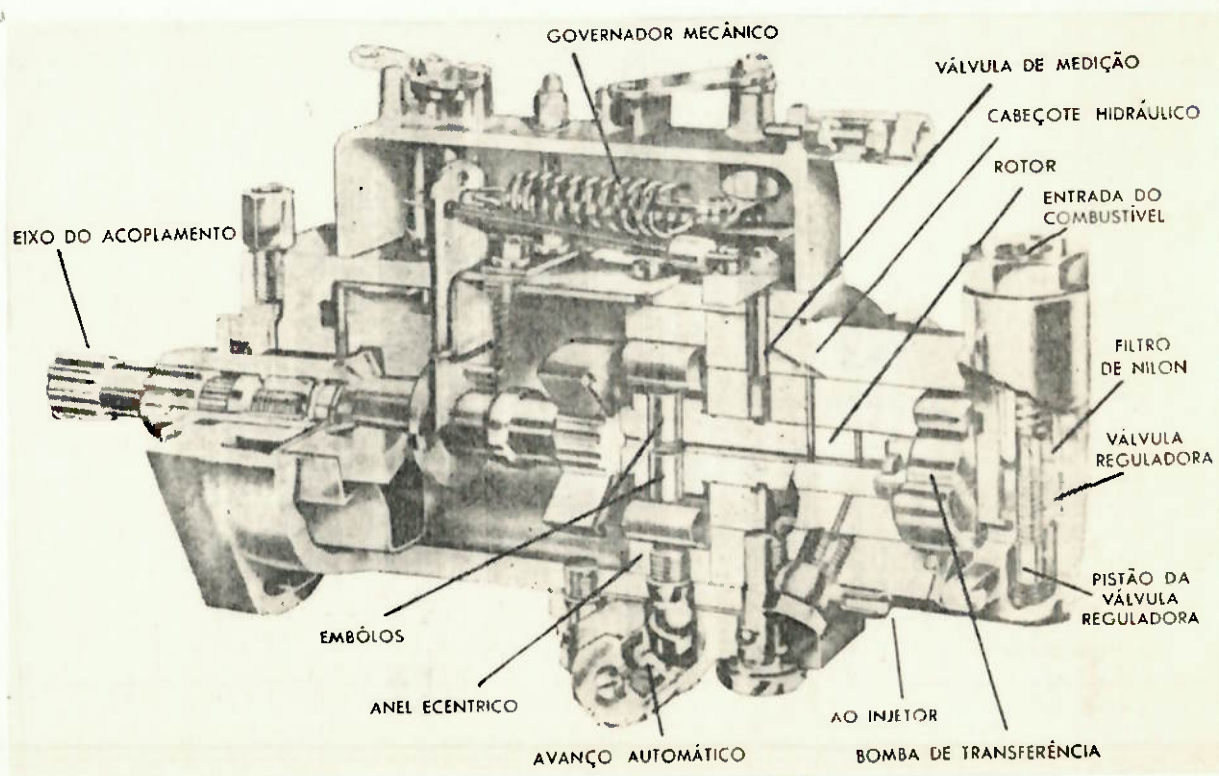


Figura 2.5 - Corte de uma bomba rotativa tipo distribuidor CAV

### 2.3 - SISTEMA DE BOMBA MAIS ACUMULADOR (COMMON RAIL)

O sistema de conduto comum tem sido usado principalmente em motores grandes, de baixa velocidade, apesar de não haver razão para que não seja adaptado a outros tipos de motores. Neste sistema a pressão máxima está sob controle direto e a operação de medição não é executada pela bomba de alta pressão, não sendo portanto, exigido precisão máxima na fabricação da mesma. A bomba de alta pressão serve apenas para fornecer combustível ao conduto comum, com a pressão mantida constante por uma válvula simples de regulação de pressão, ou comandada por um regulador. Por outro lado, a descarga dos pulverizadores é controlada pelo tamanho do orifício e pela queda de pressão ou resistência nas linhas de fornecimento. Por esta razão, no sistema de conduto comum, as construções dos pulverizadores devem ser muito precisas para assegurar igualdade de descarga de combustível de cilindro para cilindro.

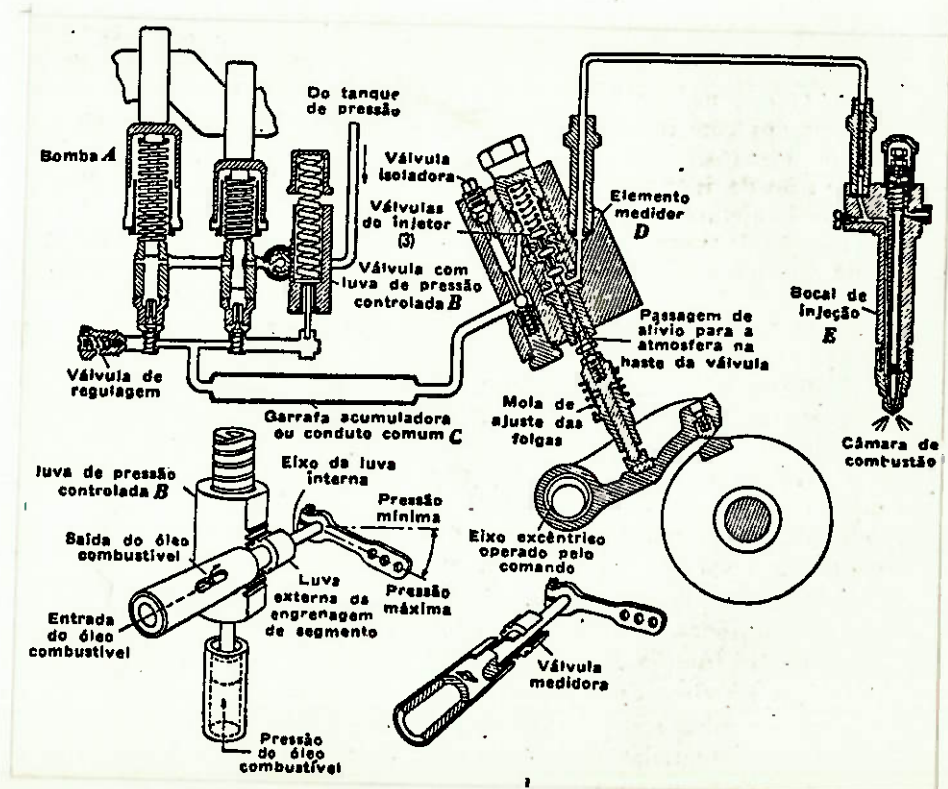


Figura 2.6 - Sistema de injeção do tipo conduto comum.

O sistema de conduto comum tende a ser autocomandado. Se a velocidade cai, maior quantidade de combustível é injetada, uma vez que o fornecimento de combustível é independente da velocidade do motor. De maneira semelhante, se a velocidade aumenta, a quantidade de combustível injetada diminui.

Há vários sistemas modernos que fazem uso do processo de conduto comum com acumulador: Atlas Imperial, Cooper Bessemer, National Superior, Winton.

No sistema da Atlas Imperial, a pressão do combustível é mantida constante. Já o Cooper Bessemer possui uma válvula de alívio que dá para a atmosfera e abre-se justamente no fim da injeção, fazendo cair a pressão para um valor bem baixo, ao mesmo tempo em que fecha o orifício. Consegue-se assim, evitar gotejamento e fuga de fluido motivados pela alta pressão.

#### 2.4 - SISTEMA DE INJETORES INDIVIDUAIS "GENERAL MOTORS"

Este sistema foi desenvolvido para eliminar a perda de carga nas linhas e pequenos atrasos de injeção impostos pela interligação da bomba ao bico injetor. É constituído portanto, de uma unidade de pressurização composta de bomba mais pulverizador para cada cilindro do motor. Assim, a dosagem, sincronização e pressurização é feita por êmbolos e válvulas localizadas na mesma unidade compacta. A dosagem é feita por retrocesso livre através de ranhura helicoidal. Devido ao fato de o combustível ser operado a baixa velocidade, a atomização do mesmo é conseguida com pequenos orifícios do pulverizador o que exige elevado cuidado no controle de fabricação.

3.- A NECESSIDADE DE BANCO DE ENSAIO PARA A REGULAGEM  
DOS SISTEMAS "BOSCH" E "CAV"

O elemento de vital importância na constituição de um motor de combustão interna de ciclo Diesel é o sistema de injeção. Para que a operação do motor seja satisfatória em toda a faixa de solicitação, é fundamental que a injeção de combustível dentro do cilindro do motor seja efetuada em momento adequado do ciclo e seja mantida sob controle durante todo o processo de combustão.

Para isso, o sistema de injeção deve satisfazer os seguintes requisitos fundamentais:

1 - Injetar a quantidade de combustível solicitada pela carga no motor e manter esta quantidade constante de cilindro a cilindro e de ciclo a ciclo de operação.

2 - Injetar o combustível no momento correto do ciclo em sincronismo perfeito com os demais cilindros.

3 - Injetar o combustível na velocidade desejada para controlar a combustão e a elevação de pressão consequente.

4 - Atomizar o combustível no grau desejado.

5 - Distribuir o combustível corretamente através de toda a câmara de combustão.

6 - Começar e terminar a injeção rapidamente, evitando o gotejamento do bico no final da operação.

Porém, tais requisitos de operação do

sistema de injeção, não podem ser mantidos indefinidamente, uma vez que, após um determinado período de operação, os desgastes e escoriações das partes móveis aliados à penetração de detritos e impurezas contidas no combustível, irão comprometer a manutenção de tais requisitos e provocar variações consideráveis do comportamento do sistema de injeção, influenciando de maneira prejudicial no funcionamento do motor.

A correção destas variações poderá ser feita através de uma manutenção corretiva com substituição das partes danificadas.

Entretanto, a simples troca das peças danificadas não será suficiente para garantir a obtenção das características originais da bomba injetora, sendo necessário uma regulagem completa das variáveis de operação do sistema de injeção.

Nos sistemas de injeção BOSCH e CAV, esta regulagem só poderá ser conseguida através da simulação do funcionamento das mesmas no motor, uma vez que toda a operação de transferência de combustível, dosagem, regulagem, pressurização e sincronização de injeção, é feita pela própria bomba em operação normal de funcionamento.

Para isso, faz-se necessário o acoplamento da bomba em banco de ensaio, capaz de simular o funcionamento da mesma e permitir a regulagem completa destas variáveis nas diversas faixas de rotação do motor.

#### 4.- APLICAÇÃO DOS SISTEMAS CAV E BOSCH

A tabela I abaixo apresenta os principais fabricantes de motores veiculares Diesel comercializados atualmente no Brasil e que se utilizam dos sistemas de injeção CAV ou BOSCH.

As faixas de potências apresentadas en globam os diversos modelos de cada fabricante, desde os valo res mais usuais até a potência máxima.

FABRICANTE	SISTEMAS DE INJEÇÃO		POTÊNCIA (CV) -SAE	ROT.MAX.POT. (rpm)
	BOSCH	CAV		
PERKINS	X	X	114 - 142	3.000
MERCEDES BENZ	X		215 - 310	2.200
SAAB-SCANIA	X		296 - 375	2.200
M W M	X	X	100 - 130	3.000
VOLVO	X		250 - 260	2.200
FIAT-FNM	X		154 - 290	2.600
CATERPILLAR	X		105 - 300	2.200
TOYOTA	X		85 - 100	2.800

TABELA I - Principais motores veiculares Diesel no Brasil.

Com base nos dados de potência e rotação da tabela acima poderemos fixar os valores mínimos de alguns parâmetros requeridos para o banco de ensaio, que possibilitem o teste e regulagem das bombas injetoras equipadas nos modelos comerciais apresentados.

## 5.- REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA O BANCO DE ENSAIO

### 5.1.- CONSUMO DE ÓLEO DIESEL

Para o cálculo da vazão de óleo diesel necessária para o ensaio da bomba injetora, adotaremos valores limites para a capacidade do banco de ensaio:

- estipularemos como limite de capacidade de ensaio do banco, a bomba injetora BOSCH tipo "p" de seis elementos, equipada nos modelos de motores SCANIA com potência próxima a 380 CV.

Assim sendo, procederemos o cálculo do consumo de óleo diesel para o motor desenvolvendo a máxima potência de funcionamento, o que resultará no consumo máximo exigido pelo banco durante os ensaios.

Para prover uma certa segurança ao valor do consumo calculado, adotaremos como potência máxima desenvolvida pelo motor  $N_{\max} = 400$  CV.

A potência desenvolvida por um motor de combustão interna é dada, a partir da Primeira Lei, por:

$$N = \frac{m_{\text{comb}} \cdot \text{PCI}}{632} \cdot \eta_t \quad (\text{CV})$$

onde:

$m_{\text{comb}}$  : consumo horário em massa de comb. (kg/hora)

P.C.I.: poder calorífico inferior do comb. (kcal/hora)

$\eta_t$  : rendimento térmico do motor

Portanto:

$$m_{\text{comb}} = \frac{632 \cdot N}{\text{PCI} \cdot \eta_t} \quad (\text{kg/h})$$

Para os motores do ciclo Diesel, o rendimento térmico varia no intervalo:

$$0,32 < \eta_t < 0,40$$

O poder calorífico inferior médio para o óleo diesel utilizado normalmente nos motores de combustão interna é:

$$\text{PCI} = 10.000 \text{ kcal/kg}$$

Assim, adotando  $\eta_t = 0,36$ , temos:

$$m_{\text{comb}} = \frac{400 \cdot 632}{10.000 \cdot 0,36}$$

$$m_{\text{comb}} = 70 \text{ kg/hora}$$

Adotando para a densidade do óleo diesel o valor  $d=0,85 \text{ kg/l}$ , temos, para a vazão em volume:

$$\dot{Q} = \frac{m_{\text{comb}}}{d_{\text{comb}}} = \frac{70}{0,85}$$

$$\dot{Q} \approx 80 \text{ l/hora}$$

## 5.2.- PRESSÃO DE ALIMENTAÇÃO DO ÓLEO DIESEL

Teremos dois casos a analisar:

- 1 - Bomba CAV
- 2 - Bomba BOSCH

## 1 - BOMBA CAV

A CAV especifica que as bombas injetoras de sua fabricação sejam alimentadas com pressão máxima relativa de 2 lbf/pol<sup>2</sup> ou seja 1,15 kgf/cm<sup>2</sup> absolutos, sob pena de um aumento de pressão interferir na calibragem do dispositivo de avanço do regulador, desequilibrando-o, e afetando a regulagem e o funcionamento do próprio motor.

Portanto, durante o transcorrer do ensaio das bombas injetoras de modelo CAV, o óleo de alimentação deve fluir a pressão máxima de 0,15 kgf/cm<sup>2</sup> manométrica.

## 2 - BOMBA BOSCH

Durante o funcionamento normal da bomba injetora BOSCH, o óleo de alimentação deve ser fornecido nas galerias a uma pressão próxima a 2,5 kgf/cm<sup>2</sup>. Porém para facilitar o ensaio de sincronização de injeção dos elementos da bomba, a pressão fornecida pelo sistema de alimentação deve ser suficiente para vencer a força da mola da válvula de saída localizada entre o elemento e o bico injetor. Esta pressão, normalmente, está compreendida na faixa de 10 a 15 kgf/cm<sup>2</sup>.

Portanto, a pressão máxima requerida para o sistema de alimentação de óleo diesel é da ordem de 15 kgf/cm<sup>2</sup>, sendo necessário incluir-se no circuito, elementos de perda de carga que possibilitem a obtenção das pressões menores especificadas para o ensaio.

$$p_{\max} = 15 \text{ kgf/cm}^2$$

### 5.3.- FAIXAS DE ROTAÇÃO DE ENSAIO

Para a regulagem e calibragem completa das bombas injetoras, o aparato de teste deve permitir a simulação do funcionamento do motor diesel nas diversas faixas de rotação, desde a rotação de marcha lenta até o limite máximo de velocidade.

O ensaio é efetuado em diversas rotações compreendidas neste intervalo, porém a variação de rotação de ponto a ponto não pode ser descontínua (com escalonamentos), pois isto comprometeria a estabilidade da bomba injetora, além de provocar vibrações torcionais indesejáveis no eixo da bomba devido ao efeito transitório de partida.

Portanto, faz-se necessária a utilização de um variador contínuo de velocidade que permita a obtenção de qualquer rotação compreendida na faixa estabelecida.

A tabela abaixo apresenta as rotações mais comumente utilizadas para o ensaio das bombas CAV e BOSCH equipadas nos modelos de motores diesel com potência não superior à 400 CV.

ROTAÇÃO (rpm)	100	200	500	550	600	800	900	1000	1300	1500	2000
---------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	------	------	------

Adotaremos, portanto, para o banco de ensaio em questão, uma variação de rotação dentro dos limites:

$$n_{\min} \cong 60 \text{ rpm}$$

$$n_{\max} = 3000 \text{ rpm}$$

## 6.- CÁLCULO DA POTÊNCIA DA BOMBA DE ALIMENTAÇÃO

Para o fornecimento do óleo diesel ao sistema de alimentação da bomba injetora em ensaio, utilizaremos um sistema de bombeamento equipado com bomba de engrenagens, o que garantirá a constância da vazão para qualquer pressão de fornecimento.

- Vazão a ser fornecida pela bomba:

$$\dot{Q} = 80 \text{ l/hora} = 0,08 \text{ m}^3/\text{hora}$$

- Pressão máxima de funcionamento:

$$p = 15 \text{ kgf/cm}^2$$

- Cálculo da potência

$$N = \frac{Q(\text{m}^3/\text{hora}) \cdot p(\text{kgf/m}^2)}{75 \cdot 3600} \quad (\text{CV})$$

$$N = \frac{0,08 \cdot 15 \cdot 10^4}{75 \cdot 3600}$$

$$N \approx 0,06 \text{ CV}$$

## 7.- CÁLCULO DA POTÊNCIA PARA O ACIONAMENTO DA BOMBA INJETORA

Para o cálculo da potência de acionamento da bomba injetora faz-se necessário o estabelecimento de equações que permitam o cálculo da pressão atuante no sistema durante o intervalo de injeção.

Normalmente a pressão de abertura (início de injeção), nos injetores comuns se encontra entre os limites abaixo:

injeção direta: 180 a 220 kgf/cm<sup>2</sup>

injeção indireta: 130 a 150 kgf/cm<sup>2</sup>

Porém, durante a continuidade do processo de injeção, devido à restrição que o fluido encontra no orifício do bico injetor, a pressão aumenta continuamente podendo atingir valores extremamente altos até o final do curso útil do elemento da bomba, quando a injeção é cessada abruptamente. Portanto, para o cálculo da potência de acionamento da bomba, faremos antes uma estimativa do valor atingido pela pressão no interior do sistema durante o processo de injeção.

Para justificar o procedimento e as equações que serão utilizadas neste cálculo, descreveremos a seguir os fenômenos físicos que ocorrem durante o intervalo de tempo em que dá-se a injeção, conjuntamente com a demonstração do processo de obtenção destas equações.

Algumas simplificações serão adotadas sem justificativa, porém isto não invalida os resultados obtidos, pois os erros cometidos são desprezíveis face à ordem de grandeza do valor final.

## 7.1.- A HIDRÁULICA DA INJEÇÃO DE COMBUSTÍVEL

A figura 7.1 apresenta esquematicamente o sistema simplificado de injeção de combustível:

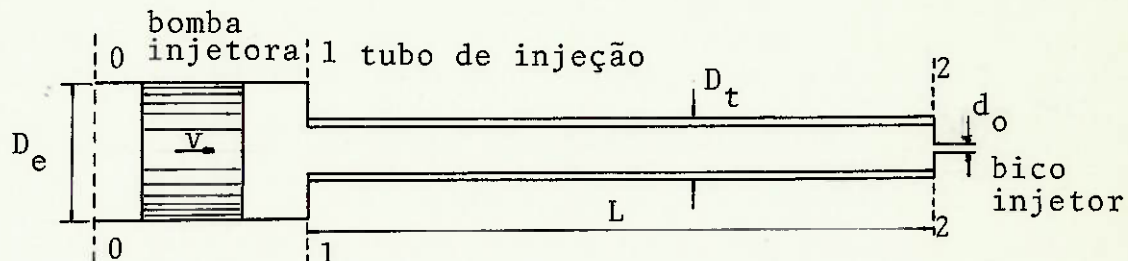


Fig.7.1, esquema simplificado do sistema de injeção.

Devido à compressibilidade do fluido bombeado, a razão instantânea de fornecimento do mesmo na bomba, é diferente da razão instantânea de descarga no bico injetor. Esta diferença de vazão é compensada pelo aumento da pressão interna no tubo de injeção.

Quando o êmbolo na bomba de combustível começa a comprimir o fluido, neste ponto inicia-se a formação de uma onda de pressão que propaga-se para os outros pontos com a velocidade do som no meio.

Para encontrar os fatores que governam esta condição, aplicaremos a equação da continuidade entre as seções 0-0 e 1-1 do esquema representativo da bomba injetora.

Considere-se que o êmbolo e todas as partículas do fluido estejam se movimentando no cilindro a uma velocidade constante "V". Suponha-se que o êmbolo esteja sendo acelerado e sofra um aumento instantâneo de veloci-

dade pela quantidade  $\Delta V$ . O fluido imediatamente adjacente ao êmbolo aumentará a sua velocidade de  $\Delta V$  (suporemos que este aumento ocorra instantaneamente). Porém, até que a pressão aumente na seção 1-1, decorrerá um tempo finito.

O fluido adicional deslocado no tempo  $\Delta t$  pelo êmbolo devido ao aumento de velocidade  $\Delta V$ , será:

$$m = \rho \cdot \Delta V \cdot \Delta t \cdot A$$

onde:

$\rho$  = densidade do fluido próximo ao êmbolo

$A$  = área do êmbolo

Este deslocamento faz uma variação de pressão deslocar-se ao longo da tubulação com uma velocidade  $V_s$  e aumentar a densidade do fluido. O fluido adicional deslocado no cilindro pelo êmbolo devido ao aumento de velocidade, deve igualar-se ao ganho em massa do fluido resultante da pressão aumentada. Este ganho em massa será:

$$m' = V_s \cdot \Delta \rho \cdot \Delta t \cdot A$$

A equação de continuidade impõe:

$$m = m'$$

donde:

$$\rho \cdot \Delta V \cdot \Delta t \cdot A = V_s \cdot \Delta \rho \cdot \Delta t \cdot A$$

$$V_s = \rho \cdot \frac{\Delta V}{\Delta \rho} \quad (1)$$

onde:

$V_s$  = velocidade de propagação da variação de pressão

$\rho$  = densidade do fluido

$\Delta V$  = variação instantânea da velocidade do êmbolo

$\Delta \rho$  = variação instantânea da densidade do fluido devido ao aumento instantâneo da pressão

Analogamente, utilizando a lei de Newton, temos:

A força necessária no êmbolo para acelerar o fluido adicional é:

$$F = m \cdot a \quad \text{ou} \quad \Delta p \cdot A = \frac{m}{g_c} \cdot \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

como  $m = v_s \cdot \Delta t \cdot \rho \cdot A$ , temos:

$$\Delta p \cdot A = \frac{v_s \cdot \Delta t \cdot \rho \cdot A}{g_c} \cdot \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

$$\Delta p = \frac{v_s \cdot \rho \cdot \Delta v}{g_c}$$

$$v_s = \frac{g_c \cdot \Delta p}{\rho \cdot \Delta v} \quad (2)$$

Utilizando agora a expressão (1), temos:

$$v_s^2 = \frac{g_c \cdot \Delta p}{\Delta \rho} \quad (3)$$

A grandeza  $\frac{\Delta p}{\Delta \rho / \rho}$  é chamada de módulo de elasticidade "K"

O módulo de elasticidade "K" é definido como a pressão necessária para produzir a deformação volumétrica unitária. Substituindo-se na equação (3), temos:

$$v_s = \sqrt{\frac{k \cdot g_c}{\rho}} \quad (4)$$

Substituindo a equação (4) na equação (2), temos:

$$\frac{\Delta p}{\Delta v} = \sqrt{\frac{k \cdot \rho}{g_c}} \quad (5)$$

Resolvendo-se a equação (4) para  $\rho/g_c$  e substituindo-se em (5), resulta:

$$\frac{\Delta p}{\Delta v} = \frac{k}{v_s} \quad (6)$$

As duas últimas equações indicam que uma mudança na velocidade do êmbolo produzirá uma correspondente mudança de pressão e, esta variação de pressão, propagar-se-á para os demais pontos com a velocidade do som no fluido.

Assim, quando o êmbolo inicia o movimento com a velocidade  $v_f$ , uma onda de pressão  $p_f$ ,

$$p_f = v_f \cdot \sqrt{\frac{k \rho}{g}}$$

é propagada através do tubo de injeção atingindo o bico injetor depois de um tempo  $T$ :

$$T = \frac{L}{v_s} \text{ seg.} \quad \text{onde } L = \text{compr.do tubo}$$

Se a primeira onda de pressão que atinge o bico não for suficiente para iniciar a injeção, ela será totalmente refletida em direção ao êmbolo.

Se, por outro lado, a onda de pressão  $p_f$  for suficientemente grande, a injeção terá início e a velocidade através do tubo, relativa à vazão do bico e imediatamente a montante do mesmo, será:

$$v_t = C_d \cdot \frac{A_o}{A_t} \cdot \sqrt{\frac{2g (p_f - p_c)}{\rho}}$$

onde:

$C_d$  : coeficiente de descarga do bico injetor

$A_o$  : área do orifício do bico injetor

$A_t$  : área do orifício do tubo de injeção

$p_c$  : pressão de combustão do motor

Portanto, ocorrerá uma variação de velocidade de:

$$v_r = v_f - v_t$$

onde:

$v_r$  = redução de velocidade após a reflexão da onda

De acordo com o que foi exposto, um correspondente acréscimo de pressão:

$$p_r = v_r \sqrt{\frac{\rho K}{g}} \quad ; \text{deverá ocorrer}$$

na onda de pressão refletida que se propagará de volta à bomba, atingindo-a no instante:

$$T = \frac{2L}{v_s}$$

Quando a onda refletida atinge a bomba, a pressão imediatamente a jusante no tubo, é aumentada para:

$$p_1 = p_f + p_r$$

e a velocidade, neste ponto, é momentaneamente reduzida de uma quantidade  $(V_f - V_r)$ . Porém, como o êmbolo continua fornecendo o fluido a uma velocidade  $V_f$ , esta diminuição momentânea de velocidade é imediatamente corrigida para  $V_f$ . Portanto, tivemos neste ponto duas variações da velocidade do fluido, o que significa que a pressão total na bomba saltará para

$$p_2 = p_f + 2p_r$$

Este acréscimo de pressão propagar-se-á, então, em direção ao bico injetor e provocará um acréscimo na velocidade de descarga através do mesmo. Sendo esta velocidade resultante, ainda menor que a velocidade do fluido que chega ao bico, haverá outra reflexão da onda de pressão que viajará em direção à bomba sendo, novamente, completamente refletida e provocando novo aumento de pressão no tubo.

Por conseguinte, durante todo o curso efetivo do êmbolo, a onda de pressão é parcialmente refletida no bico e completamente refletida na bomba. Este processo continua até o final do curso efetivo, quando então, a válvula de saída fecha-se.

Desde que a válvula de saída da bomba injetora esteja fechada, a velocidade do fluido é zero e, portanto, deveremos ter:

$$v = \sqrt{\frac{g}{K \rho}} \cdot (p_f - p_r) = 0$$

donde:

$$p_f = p_r$$

O cálculo da pressão  $p_x$ , em um ponto qualquer do tubo, para determinado instante, pode ser obtido por:

$$p_x = p_r + p_f + p_R$$

onde:

$p_r$  = soma das ondas de pressão retornando para a bomba até aquele instante

$p_f$  = soma das ondas de pressão próximas à bomba viajando em direção ao bico injetor

$p_R$  = pressão residual no tubo de injeção

Da mesma forma, a velocidade relacionada a esta pressão é obtida por:

$$v_x = v_f - v_r = (p_f - p_r) \sqrt{\frac{g}{\rho K}}$$

## 7.2.- VALORES NUMÉRICOS DOS PARÂMETROS QUE INFLUEM NA PRESSÃO DE INJEÇÃO

Para o cálculo da pressão de injeção , adotaremos alguns valores práticos de diversas grandezas que influem no valor da mesma.

Os valores estipulados para tais parâmetros, encontrar-se-ão dentro dos limites encontrados nas diversas aplicações dos modelos de bombas utilizadas comercialmente, porém sempre atendendo a condição de máxima potência de ensaio:

### 7.2.1.- ÁREA DO ÊBOLO DA BOMBA. (A<sub>e</sub>)

Os modelos de bomba a que este banco destina-se ensaiar possuem êbolos com diâmetros que variam na faixa de:

$$D_e = 4 \text{ a } 12 \text{ mm}$$

Utilizaremos portanto, para efeito de cálculos, o diâmetro de 12mm, o qual caracterizará o limite de potência de ensaio. Para a área do êbolo teremos:

$$A_e = \frac{\pi D_e^2}{4} = \frac{\pi \cdot 12^2}{4}$$

$$A_e = 113,1 \text{ mm}^2$$

### 7.2.2.- ORIFÍCIO DO BICO INJETOR. (A<sub>o</sub>)

Os bicos injetores utilizados possuem orifícios com diâmetros que variam na faixa:

$$0.007" \text{ - } 0.018"$$

Porém, para o cálculo da pressão de injeção não podemos utilizar o valor mínimo, ou seja 0.007", pois a vazão máxima possível com bicos deste calibre, não suportaria a vazão fornecida pelo diâmetro de êmbolo adotado, ou seja 12mm, o que resultaria em pressões de injeção altíssimas e totalmente incompatíveis com os valores observados na prática. Adotaremos portanto, um bico injetor com  $d_0 = 0,011"$  e quatro orifícios, resultando para a área:

$$A_0 = \frac{4(0,011)^2 \cdot \pi}{4} \approx 4 \cdot 10^{-4} \text{ pol}^2$$

$$A_0 = 0,258 \text{ mm}^2$$

### 7.2.3.- TUBO DE INJEÇÃO

Os tubos de injeção comumente usados para o acoplamento da bomba ao bico injetor, possuem diâmetros internos dentro dos limites:

$$D_t = 2 \text{ a } 3,5 \text{ mm}^2$$

Adotando  $D_t = 2 \text{ mm}$ , temos:

$$A_t = 3,14 \text{ mm}^2$$

Para o comprimento do tubo de injeção é suficiente:

$$L = 800 \text{ mm}$$

#### 7.2.4.- COEFICIENTE DE DESCARGA DO BICO INJETOR

Os valores do coeficiente de descarga do bico injetor apresentam, na prática, valores que podem variar desde 0,75 a 0,95.

Para o calibre de bico injetor adotado é suficiente que se utilize.

$$C_d = 0,85$$

#### 7.2.5.- ROTAÇÃO DA BOMBA INJETORA

Para o cálculo em questão é suficiente que se adote para a bomba uma velocidade  $n = 1600$  rpm, uma vez que para velocidades superiores, o regulador atuará na bomba, cortando o curso definitivo do êmbolo

portanto,  $n = 1600$  rpm .

#### 7.2.6.- PRESSÃO DE ABERTURA E FECHAMENTO DO BICO INJETOR

A pressão de abertura do bico injetor utilizado nos bancos de ensaio é padronizada, pra que se obtenha compatibilidade dos valores das variáveis especificadas pelo fabricante com os obtidos nos testes e regulagens efetuados no banco de ensaio. Como padrão estabelecido:

$$p_a = 175 \text{ kgf/cm}^2$$

A pressão de fechamento da válvula do

bico injetor pode ser adotada como

$$p_d = 150 \text{ kgf/cm}^2$$

#### 7.2.7.- PRESSÃO DE COMBUSTÃO DO MOTOR ( $p_c$ )

A pressão no cilindro do motor, durante a injeção do combustível, normalmente encontra-se dentro do intervalo de: 400 a 600 psi.

Para o cálculo em questão adotaremos o valor médio  $p_c = 500$  psi.

$$p_c = 35 \text{ kgf/cm}^2$$

#### 7.2.8.- PRESSÃO RESIDUAL NA LINHA ( $p_r$ )

Por pressão residual de linha, entende-se a pressão em que se encontram todos os pontos do fluido no intervalo que vai desde a saída da bomba até a entrada do bico, no instante imediatamente anterior ao do início da injeção. Para as aplicações da prática, esta pressão não é superior à 500 psi ( $35 \text{ kgf/cm}^2$ ). Portanto, podemos adotar

$$p_r = 35 \text{ kgf/cm}^2$$

#### 7.2.9.- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO ÓLEO DIESEL

Nas condições da temperatura de meio ambiente, a densidade ( $\rho$ ) e o módulo de elasticidade médio (K) do óleo diesel podem ser adotados como:

Densidade :  $\rho = 0,0307 \text{ lb/pol}^3 = 0,00085 \text{ kgf/cm}^3$

Mód.elast.:  $K = 280.000 \text{ psi} \cong 20.000 \text{ kgf/cm}^2$

7.2.10.- VELOCIDADE DO SOM NO FLUIDO ( $V_s$ )

$$V_s = \sqrt{\frac{Kg}{\rho}} = \sqrt{\frac{20000.980}{0,00085}} = 151.800 \text{ cm/s}$$

$$V_s = 1.518 \text{ m/s}$$

7.2.11.- DURAÇÃO DA INJEÇÃO ( $\theta^\circ$ )

A duração da injeção dos motores de combustão interna é normalmente expressa em ângulo de rotação do virabrequim. Este ângulo é uma característica de cada modelo de motor, porem, a sua variação, normalmente encontra-se dentro dos limites abaixo, para motores de quatro tempos:

$$\alpha = 25^\circ \text{ a } 30^\circ$$

Como a relação entre as velocidades do virabrequim e eixo da bomba é de 2 para 1, temos como intervalo de injeção em graus de rotação do eixo da bomba:

$$\theta = 12,5^\circ \text{ a } 15^\circ$$

Analisando-se a teoria do processo de injeção, percebe-se que durante todo o período em que ocorre a injeção, a pressão aumenta sucessivamente a cada reflexão

da onda, até que se finde o curso útil do êmbolo da bomba. Portanto, para termos a condição mais desfavorável, adotaremos para efeito de cálculo:

$$\theta = 15^\circ$$

#### 7.2.12.- VELOCIDADE DO ÊMBOLO

A velocidade adquirida pelo êmbolo da bomba durante o processo de injeção é função do perfil de came utilizado por aquele modelo de bomba injetora.

Os perfis mais comumente utilizados são: perfil convexo, perfil côncavo, perfil tangencial e perfil tipo "flat follower". A figura 7.2 abaixo, apresenta estes modelos:

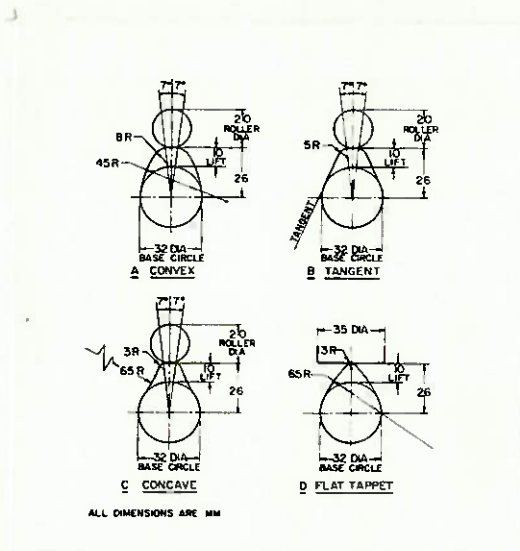


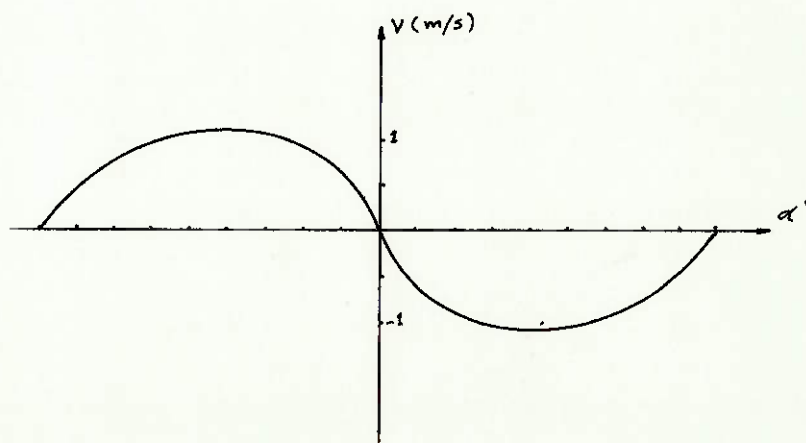
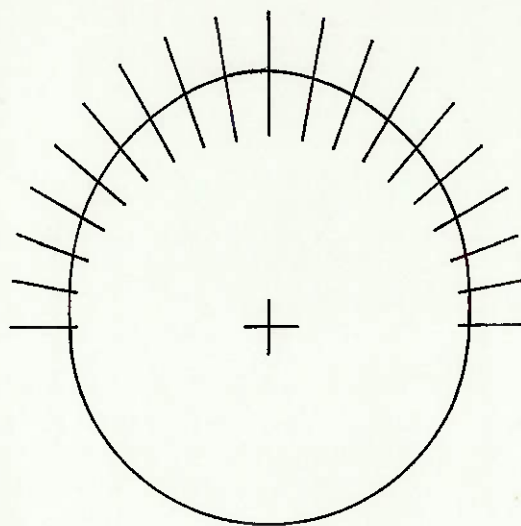
Fig. 7.2 - principais cames utilizadas nas bombas injetoras

Normalmente estes perfis de came induzem ao êmbolo uma curva de velocidade que cresce progressivamente até atingir um patamar e, decresce aproximadamente

no final do processo de injeção. Como o curso efetivo do êmbolo, normalmente, localiza-se dentro desta região onde a velocidade é aproximadamente constante ou pouco varia, adotaremos, para simplicidade de cálculo, uma velocidade média constante para o êmbolo da bomba.

Para a estimativa de tal velocidade, foi efetuado o traçado gráfico do perfil de came utilizado em um modelo de bomba "Bosch" do tipo "P".

Tal estimativa resultou num valor de aproximadamente 1,0 m/s, como é demonstrado abaixo:



### 7.3.- CÁLCULO DA MÁXIMA PRESSÃO DE INJEÇÃO

Nesta análise, o período de injeção será dividido em fases separadas com duração de "T" segundos cada. Este tempo "T" é o requerido para a onda de pressão propagar-se desde a bomba até o bico injetor ou do bico injetor até a bomba.

As velocidades e pressões calculadas durante cada fase serão plotadas num diagrama para as condições imediatamente a jusante da bomba e imediatamente a montante do bico injetor.

O tempo que a onda de pressão leva para percorrer todo o comprimento do tubo é

$$T = \frac{L}{V_s}$$

Com  $L = 800$  mm e  $V_s = 1.518$  m/s, temos:

$$T = \frac{0,8}{1.518} = 5,27 \cdot 10^{-4} \text{ seg.}$$

Com o número de graus do intervalo de injeção e, com a velocidade de rotação da bomba injetora, podemos calcular o tempo de injeção:

$$t = \frac{\theta \cdot 60}{360 \cdot} = \frac{15 \cdot 60}{360 \cdot 1600}$$

$$t = 1,56 \cdot 10^{-3} \text{ seg}$$

O número de vezes que a onda percorrerá o tubo até o final da injeção, pode ser então calculado:

$$N = \frac{t}{T} = \frac{1,56 \cdot 10^{-3}}{5,27 \cdot 10^{-4}}$$

$$N = 2,96$$

A velocidade com que o fluido sai da bomba é:

$$V_f = \frac{A_e}{A_t} \cdot v_e$$

Adotando  $v_e = 1 \text{ m/s}$ , decorre:

$$V_f = \frac{113,1}{3,14} \cdot 1,0$$

$$V_f = 36 \text{ m/s}$$

Passemos agora, às fases de reflexão sucessiva da onda de pressão no sistema:

#### FASE 1 :

Durante o primeiro intervalo de tempo, a onda de pressão propagar-se-á da bomba para o bico.

Como o combustível, por hipótese, sai inicialmente da bomba com velocidade  $V_f = 36 \text{ m/s}$ , teremos aí um incremento de velocidade, o qual suporemos como instantâneo, de zero para 36 m/s.

A pressão acompanhará este acréscimo de velocidade, sofrendo um incremento de :

$$p_f = V_f \cdot \sqrt{\frac{K \rho}{g}}$$

Donde, com substituição dos valores numéricos, obtém-se:

$$p_f = 453 \text{ kgf/cm}^2$$

Como a pressão residual da linha é de  $35 \text{ kgf/cm}^2$ , a pressão total na bomba, neste instante, será:

$$p_{f1} = 453 + 35 = 488 \text{ kgf/cm}^2$$

Este distúrbio de pressão de  $453 \text{ kgf/cm}^2$  caminhará em direção ao bico e, ao atingi-lo, iniciará a injeção, uma vez que a pressão de abertura do bico é de  $175 \text{ kgf/cm}^2$ .

Quando este distúrbio de pressão atinge o bico, a velocidade no fim do tubo, que era zero, saltará para  $36 \text{ m/s}$  e a pressão que era  $35 \text{ kgf/cm}^2$  saltará para  $453 + 35 = 488 \text{ kgf/cm}^2$ .

Neste momento, será estabelecido um fluxo de combustível através do orifício do bico, com velocidade controlada pela diferença de pressão resultante. Este fluxo fará com que a onda seja apenas parcialmente refletida de volta à bomba, o que induzirá a uma nova redução de velocidade do fluido através do tubo. A esta redução de velocidade estará associado um proporcional aumento da amplitude da onda de pressão refletida de valor  $p_r$ .

Assim, a resultante da pressão que se estabelecerá no ponto imediatamente a montante do bico, será:

$$p_x = p_f + p_r + p_R$$

A velocidade do fluido que se estabelecerá através do orifício do bico injetor, será:

$$v_o = \sqrt{\frac{2 \cdot g}{\rho} \cdot (p_f + p_r + p_R - p_c)}$$

e conseqüentemente, a velocidade do fluido imediatamente a montante do bico, será:

$$v_t = \frac{A_o}{A_t} \cdot C_d \sqrt{\frac{2 \cdot g}{\rho} (p_r + p_f + p_R - p_c)}$$

Como:  $v_t = v_f - v_r$  ; e:

$$v_f - v_r = (p_f - p_r) \sqrt{\frac{g}{\rho K}} ; \text{ temos:}$$

$$C_d \cdot \frac{A_o}{A_t} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot g}{\rho} (p_r + p_f + p_R - p_c)} = (p_f - p_r) \sqrt{\frac{g}{\rho K}}$$

Dividindo ambos os lados por  $\sqrt{\frac{\rho g}{K}}$ ,  
temos:

$$p_f = p_r + C_d \cdot \frac{A_o}{A_t} \cdot \sqrt{2K (p_r + p_f + p_R - p_c)}$$

Substituindo-se os valores numéricos,  
a equação simplifica-se para:

$$p_f = p_r + 14,1 \sqrt{p_f + p_r}$$

Para a fase 1, temos portanto:

$$p_f = p_{r_1} + 14,1 \sqrt{p_{r_1} + p_{f_1}}$$

Substituindo-se  $p_f = 453 \text{ kgf/cm}^2$ , temos  
para  $p_{r_1}$  :

$$453 = p_{r_1} + 14,1 \sqrt{p_{r_1} + 453}$$

donde resulta:

$$p_{r_1} \cong 115 \text{ kgf/cm}^2$$

Portanto, a pressão total que atua no  
bico, no final da primeira fase será:

$$p_{x_1} = p_f + p_{r_1} + p_R$$

$$p_{x_1} = 453 + 35 + 115$$

$$p_{x_1} = 603 \text{ Kgf/cm}^2$$

A velocidade no fim do tubo injetor,  
nestas condições, será:

$$v_t = \frac{A_o}{A_t} \cdot C_d \sqrt{\frac{2g}{\rho} \cdot (p_{x_1} - p_c)}$$

$$v_t = \frac{0,258}{3,14} \cdot 0,85 \sqrt{\frac{2 \cdot 980}{0,00085} (603 - 35)}$$

$$v_t = 2530 \text{ cm/s ou } v_t = 25,3 \text{ m/s}$$

### FASE 2

Durante a fase 2, uma onda de pressão de  $115 \text{ kgf/cm}^2$ , viajará em direção ao êmbolo da bomba, carregando uma variação de velocidade de  $25,3 \text{ m/s}$  que, ao chocar-se com o mesmo, será completamente refletida e a velocidade do fluido novamente igualar-se-á ao valor da velocidade do êmbolo, ou seja:  $36 \text{ m/s}$ .

Esta nova variação de velocidade dará origem a um novo aumento de pressão de valor  $p_{r_1}$ . Portanto, a pressão total na bomba, no final desta fase será:

$$p_{x_2} = p_{x_1} + p_{r_1} = 603 + 115$$

$$p_{x_2} = 718 \text{ kgf/cm}^2$$

### FASE 3

Nesta fase, o êmbolo cessa o fornecimento de óleo ao tubo ( $0,96 \cdot T$ ) segundos após o início da

mesma, quando a onda de pressão tiver percorrido 96% do comprimento do tubo ( $0,96 T = 5,06 \cdot 10^{-4}$  seg.).

Neste instante, uma onda de pressão negativa de valor  $(-p_f)$ , equivalente à variação de velocidade do êmbolo de 36 para zero m/s, também é enviada em direção ao bico injetor, atingindo-o  $5,06 \cdot 10^{-4}$  segundos atrasada em relação a onda de pressão que partiu anteriormente e provocou (no bico) um aumento de pressão de valor  $p_{r_3}$ :

$$p_{r_3} + 14,1 \sqrt{p_{x_2} + p_{r_3} - p_c} = p_f$$

$$p_{r_3} + 14,1 \sqrt{683 + p_{r_3}} = 453$$

donde:

$$p_{r_3} = 65 \text{ kgf/cm}^2$$

A pressão  $p_{x_3}$  no bico injetor, antes da iteração com a onda de pressão negativa, será:

$$p_{x_3} = p_{x_2} + p_{r_3} = 718 + 65$$

$$p_{x_3} = 783 \text{ kgf/cm}^2$$

e após a iteração com a onda negativa a pressão total será:

$$p_{x_3'} = p_{x_3} - p_f = 783 - 453$$

$$p_{x_3'} = 330 \text{ kgf/cm}^2$$

Porém, esta onda de pressão negativa também refletir-se-á no bico provocando nova redução de pressão de valor  $p_{r4}$  :

$$p_{r4} + 14,1 \sqrt{p_{x3} + p_{r4} - p_c} = p_f$$

Como neste instante o êmbolo da bomba está parado, devemos impor  $p_f = 0$

$$p_{r4} + 14,1 \sqrt{330 + p_{r4}}$$

$$p_{r4} = 180 \text{ kgf/cm}^2$$

Com isto, a pressão total no bico reduzir-se-á para:

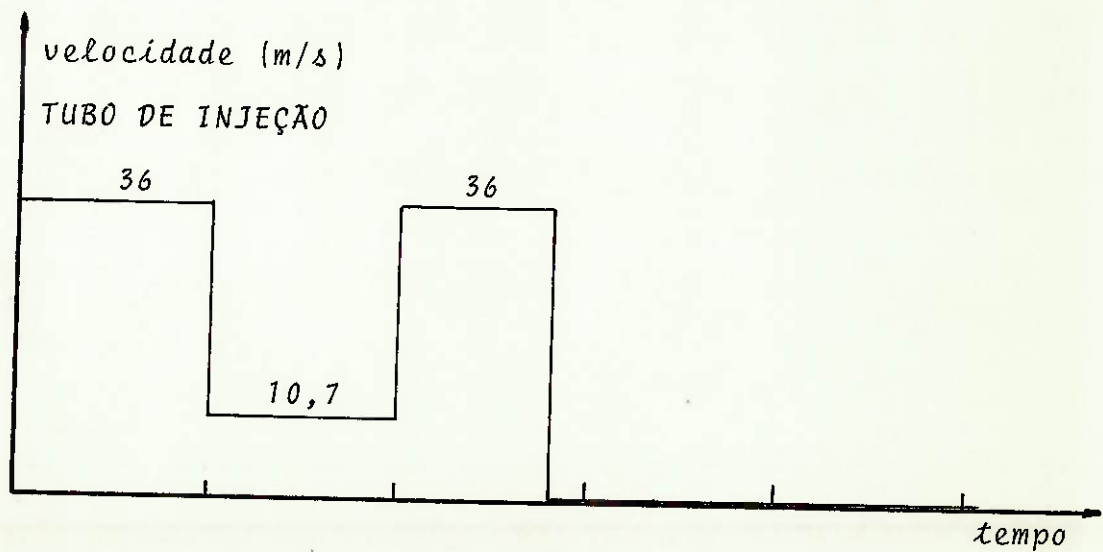
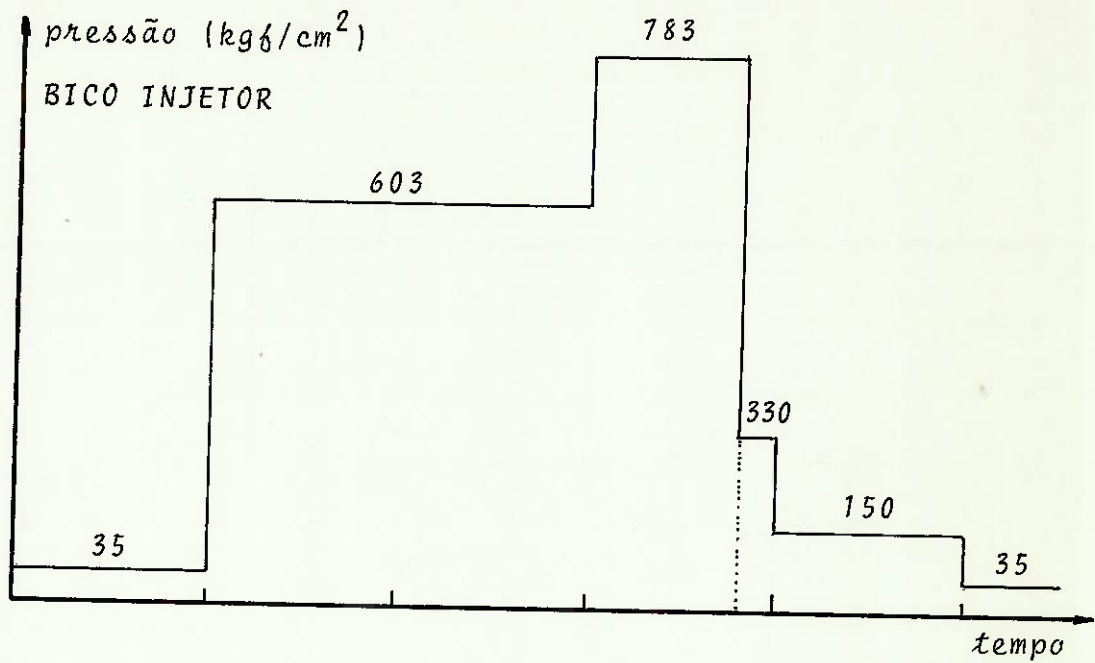
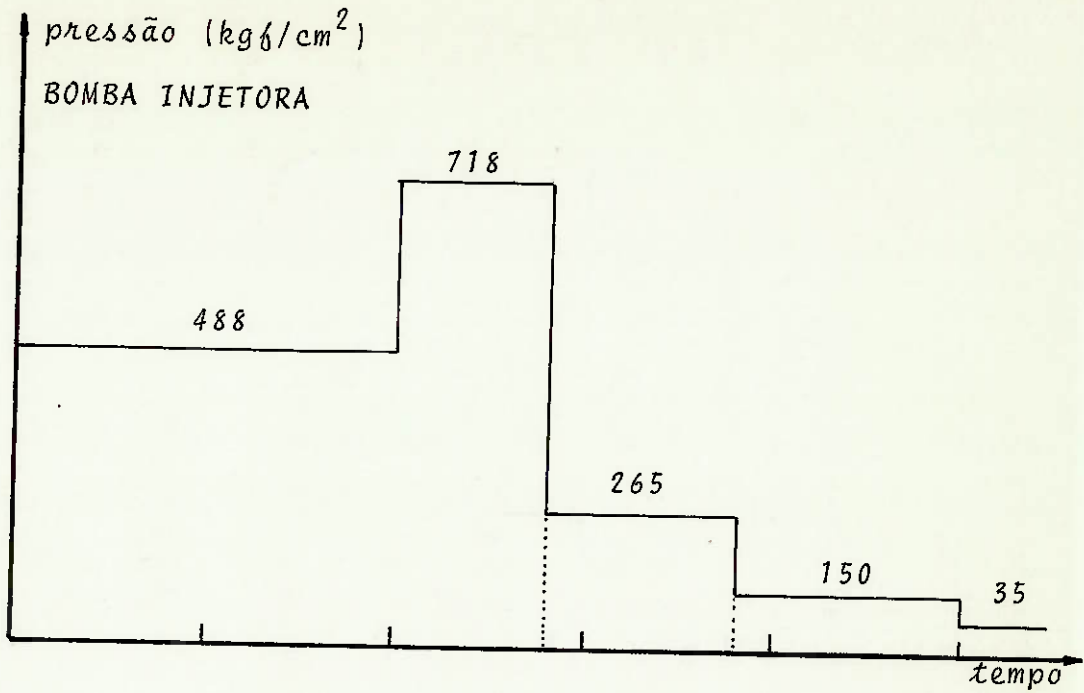
$$p_{x4} = 330 - 180$$

$$p_{x4} = 150 \text{ kgf/cm}^2$$

Este valor de pressão, provocará o fechamento da válvula do bico injetor.

A válvula da saída da bomba injetora, ao fechar-se provocará o aumento de volume da linha aliviando a pressão para o valor inicial  $p_R$ .

O diagrama da página seguinte, apresenta as variações sucessivas de pressão e velocidade na bomba e no bico injetor, calculadas para o instante final de cada fase de reflexão:



#### 7.4.- CÁLCULO DA POTÊNCIA DE ACIONAMENTO

Para o cálculo da potência necessária no eixo da bomba injetora, teremos que levar em conta uma série de fatores que provocam perdas mecânicas no sistema, além da energia adicional necessária para o movimento e atuação dos diversos elementos da bomba:

##### Perdas hidráulicas:

- nos bicos injetores
- nas tubulações
- na válvula de saída
- nos canais de retrocesso

Para compensar as perdas hidráulicas adotaremos um rendimento hidráulico:

$$\eta_H = 0,95$$

##### Perdas mecânicas:

- atrito entre êmbolos e cilindros
- perdas na mola de injeção
- atrito nos tuchos de acionamento dos êmbolos
- atrito no eixo dos roletes
- atrito entre rolete a came
- atrito dos rolamentos

Para compensar as perdas mecânicas adotaremos um rendimento mecânico:

$$\eta_m = 0,80$$

### Massas em movimento

- êmbolos, roletes e tuchos
- eixo e complementos
- massas das molas
- massas do governador

Suporemos que a potência necessária para o acionamento das massas em rotação e translação seja aproximadamente 10% da potência teórica de acionamento.

Assim, a potência necessária no eixo, sendo  $N_t$  a potência teórica, é:

$$N_e = \frac{1,1 \cdot N_t}{\eta_H \cdot \eta_m}$$

Para o cálculo da potência teórica, utilizaremos a Lei de Newton disposta na forma:

$$N_t = \frac{p \cdot Q}{75.3600} \quad (\text{CV})$$

onde:

$p$  : pressão do fluido em  $\text{kgf/m}^2$

$Q$  : vazão do fluido em  $\text{m}^3/\text{hora}$

$N_t$  : potência teórica em CV

A vazão  $Q$  máxima necessária para o ensaio, foi calculada no item 5.1 como:

$$Q = 0,08 \text{ m}^3/\text{hora}$$

A pressão  $p$  máxima que atua no sistema durante o processo de injeção, foi calculada como:

$$p = 784 \text{ Kgf/cm}^2$$

Para o cálculo da potência teórica adotaremos:

$$p_{\text{m\acute{a}x}} = 1000 \text{ kgf/cm}^2$$

Portanto:

$$N_t = \frac{1000 \cdot 0,08 \cdot 10^{-4}}{75 \cdot 3600}$$

$$N_t = 2,96 \text{ CV}$$

Com os rendimentos adotados, temos para a potência no eixo da bomba:

$$N_e = \frac{1,1 \cdot N_t}{\eta_H \cdot \eta_m} = \frac{1,1 \cdot 2,96}{0,95 \cdot 0,8}$$

$$N_e = 4,3 \text{ CV}$$

## 8.- SELEÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DO BANCO DE ENSAIO

### 8.1.- VARIADOR DE VELOCIDADE

No Brasil encontra-se uma série de modelos de variadores de velocidade que utilizam-se de diversos processos de variação, diferindo de fabricante para fabricante. Os principais processos são:

- variador de polia e correia
- variador de polia dentada e corrente
- variador com cones planetários
- variação com escorregamento magnético
- variação com freio dissipativo de energia
- variador com motor de corrente contínua
- variador com cone de fricção
- variador com disco e esfera deslizantes

De todos os processos apresentados acima, o que apresenta a maior vantagem para a aplicação em questão, é o sistema de variação de velocidade com polias e correias, devido ao seu baixíssimo custo comparado aos demais, além de possibilitar a associação em série, permitindo a obtenção de grandes relações de variação.

Para a aplicação no banco de ensaio estipularemos como limites de variação no eixo de acoplamento com a bomba injetora:

$$n_{\min} \cong 60 \text{ rpm}$$

$$n_{\max} \cong 300 \text{ rpm}$$

Para a obtenção desta faixa de variação, será necessário a associação em série de dois pares de polias variadoras, cuja variação será efetuada simultaneamente nos dois pares através de um único comando, o que será conseguido através da interligação conveniente das polias.

O acionamento do variador será feito por motor trifásico de dois pares de polos com rotação:

$$n_m = 1150 \text{ rpm}$$

Adotaremos, por conveniência e para facilitar a obtenção do limite inferior de velocidade, relações de redução na entrada e na saída do variador  $i_e = 1,7$  e  $i_s = 1,5$ .

Assim, teremos para o conjunto variador de velocidades, a disposição abaixo:

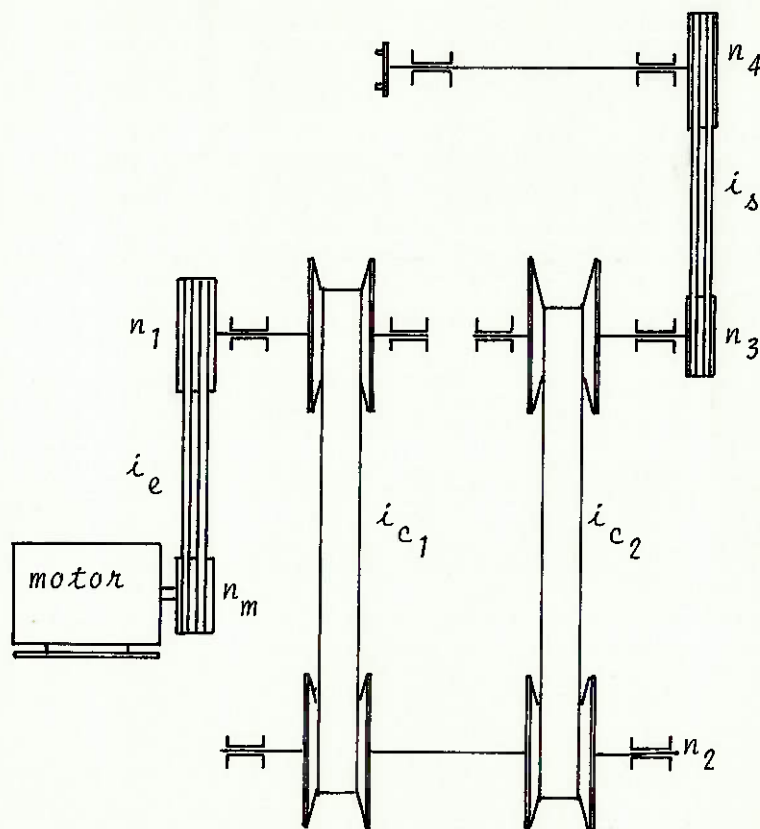


Figura 8.1 - Disposição simplificada do conjunto variador

### 8.1.1.- DIMENSIONAMENTO DO CONJUNTO VARIADOR

a) relações de redução adotadas:

$$i_e = 1,7 \qquad i_s = 1,5$$

$$i_{c_1} = i_{c_2} = 2,7 \text{ a } \frac{1}{2,7}$$

b) rotação dos eixos:

$$n_m = 1150 \text{ rpm}$$

$$n_1 = 675 \text{ rpm}$$

$$n_2 = 250 \text{ a } 1820 \text{ rpm}$$

$$n_3 = 90 \text{ a } 4900 \text{ rpm}$$

$$n_4 = 60 \text{ a } 3260 \text{ rpm}$$

c) momento torçor atuante nos eixos:

Para o cálculo do momento torçor atuante nos eixos do variador de velocidades, será observada a condição mais desfavorável ocorrida durante os ensaios, ou seja, a mínima rotação de ensaio: 100 rpm, o que resultará no máximo momento torçor a que os eixos estarão sujeitos.

Os valores abaixo foram calculados a partir da fórmula:

$$M_t \text{ (kgf.cm)} = \frac{71620 \cdot N \text{ (CV)}}{n \text{ (rpm)}}$$

$$M_{t_1} = 585 \text{ kgf.cm } \tilde{a} \text{ 675 rpm}$$

$$M_{t_2} = 1120 \text{ kgf.cm } \tilde{a} \text{ 315 rpm}$$

$$M_{t_3} = 2180 \text{ kgf.cm } \tilde{a} \text{ 150 rpm}$$

$$M_{t_4} = 3080 \text{ kgf.cm } \tilde{a} \text{ 100 rpm}$$

d) seleção da correia de acoplamento com o motor elétrico.

- Rotação do motor elétrico .....: 1150 rpm
- Potência transmitida .....: 5,8 CV
- Relação de redução .....: 1,7
- Diâmetro nominal da polia motora .....: 115 mm
- Diâmetro nominal da polia movida .....: 195 mm
- Número de correias .....: 3
- Perfil da correia .....: B
- Distância entre centros estimada .....: 405 mm
- Comprimento teórico da correia .....: 1301 mm
- Comprimento da correia padronizado .....: 1303 mm
- Distância entre centros corrigida .....: 406 mm
- Largura das polias .....: 60 mm
- Designação da correia selecionada .....: ORION-B-50

e) seleção da correia de acoplamento com o eixo de saída.

- Rotação mínima do eixo 3 .....: 150 rpm
- Potência transmitida .....: 4,3 CV
- Relação de redução .....: 1,5
- Diâmetro nominal da polia motora .....: 115 mm
- Diâmetro nominal da polia movida .....: 172,5 mm
- Número de correias .....: 3
- Perfil da correia .....: B
- Distância entre centros .....: 405 mm
- Comprimento da correia necessária .....: 1263 mm
- Comprimento da correia adotada .....: 1303 mm
- Largura das polias .....: 60 mm
- Designação das correias .....: ORION-B-50

f) seleção das correias e polias variadoras.

Para a variação de velocidades na faixa especificada, com a transmissão da potência em questão, o fabricante de correias variadoras "STROMAG" recomenda a utilização do perfil abaixo especificado:

Perfil C/N-RV-250 (L=48; H=14;  $\varnothing=22$ )

Com este perfil de correia é recomendado que o diâmetro primitivo da polia varie entre os limites de  $D_{\min} = 80$  mm à  $D_{\max} = 250$  mm.

Para a faixa de variação necessária, adotaremos:

$D_{\min} = 90$  mm e  $D_{\max} = 243$  mm

Adotando para o comprimento da correia variadora:

$$L = 1500 \text{ mm}$$

A distância entre centros "A", será:

$$L = 2A + \frac{\alpha}{2} (D+d) + \frac{(D-d)^2}{4A}$$

$$D = 243 \text{ mm}$$

$$d = 90 \text{ mm}$$

$$L = 1500 \text{ mm}$$

Donde:

$$A = 480 \text{ mm}$$

g) com base nas cargas e rotações atuantes nos mancais, foram selecionados os rolamentos abaixo:

EIXO 1 : - 2 rolamentos radiais de esferas SKF-6007

EIXO 2 : - 2 rolamentos radiais de esferas SKF-6007

- 1 rolamento radial de esferas SKF-6007

EIXO 3 : - 1 rolamento axial de esferas SKF-51109

- 1 rolamento cônico de cilindros SKF-30206

EIXO 4 : - 2 rolamentos radiais de esferas SKF-6007

## 8.2.- MOTOR ELÉTRICO PRINCIPAL

A potência necessária no eixo de acionamento da bomba injetora foi calculado como:

$$N_e = 4,3 \text{ CV}$$

Porém, o motor elétrico de acionamento principal deverá fornecer potência superior a  $N_e$ , para vencer as perdas introduzidas pelo sistema variador de velocidades. Para a estimativa de tais perdas, adotaremos os coeficientes de rendimentos abaixo:

$\eta_{CV}$	: rendimento da correia variadora .....	93%
$\eta_C$	: rendimento da correia de transmissão .....	96%
$\eta_m$	: rendimento dos mancais de rolamento .....	98%
$\eta_e$	: rendimento elétrico do motor .....	90%

Com os rendimentos adotados a potência do motor elétrico será:

$$N = \frac{N_e}{\eta_{CV}^2 \cdot \eta_C^2 \cdot \eta_m^4 \cdot \eta_e}$$

$$N = 6,5 \text{ CV}$$

### 8.3.- BOMBA DE ALIMENTAÇÃO DE ÓLEO DIESEL E MOTOR ELÉTRICO

Para o fornecimento contínuo de óleo diesel durante o ensaio da bomba injetora utilizaremos a bomba de engrenagem especificada abaixo:

Fabricante: HAUPT DO BRASIL

Modelo ...: M 10

Pressão ...: até 15 kgf/cm<sup>2</sup>

Vazão .....: 8 l/min à 10 kgf/cm<sup>2</sup>

Rotação ...: 1150 rpm

- características do motor elétrico acoplado:

Potência .....: 0,5 CV

Tensão .....: 220 V, trifásico, 60Hz

Rotação .....: 1150 rpm

Carcaça .....: à prova de pingos

#### 8.4.- CIRCUITO DE ALIMENTAÇÃO DE ÓLEO DE BAIXA PRESSÃO

O óleo Diesel necessário para o ensaio e regulagem da bomba injetora, fornecido pela bomba de engrenagem sob baixa pressão, deverá percorrer um circuito composto de filtros, válvulas, manômetros, etc., para que se tenha um perfeito controle das condições de fornecimento do combustível à bomba injetora durante os procedimentos de ensaio.

O controle da pressão de alimentação do óleo Diesel é conseguido utilizando-se válvulas de alívio e dosadoras, sendo o ajuste destas últimas obtido manualmente e com visualização de manômetros acoplados ao circuito para a obtenção das diversas pressões de alimentação do combustível.

Para o caso específico das bombas rotativas tipo distribuidor CAV, é necessário incluir-se um sistema auxiliar que permita a obtenção do valor da pressão de transferência fornecida pela bomba de palhetas localizada no cabeçote que tem a função de fornecer o óleo para os canais do rotor na parte interna dos pistões bombeadores.

A inclusão de um vacuômetro na entrada da alimentação da bomba de transferência da bomba CAV, permite a verificação da estanqueidade da mesma através da visualização do grau de vácuo obtido durante a operação da bomba.

Além disso, o circuito de retorno do combustível ao reservatório deve prever a coleta e filtragem do óleo de prováveis vazamentos e do óleo proveniente do circuito de alta pressão após a passagem pelos injetores e pelos tubos de coleta que permitem a medição do volume de óleo injetado pela bomba nas diversas rotações de ensaio. A figura 8.4 apresenta esquematicamente o circuito de alimentação:

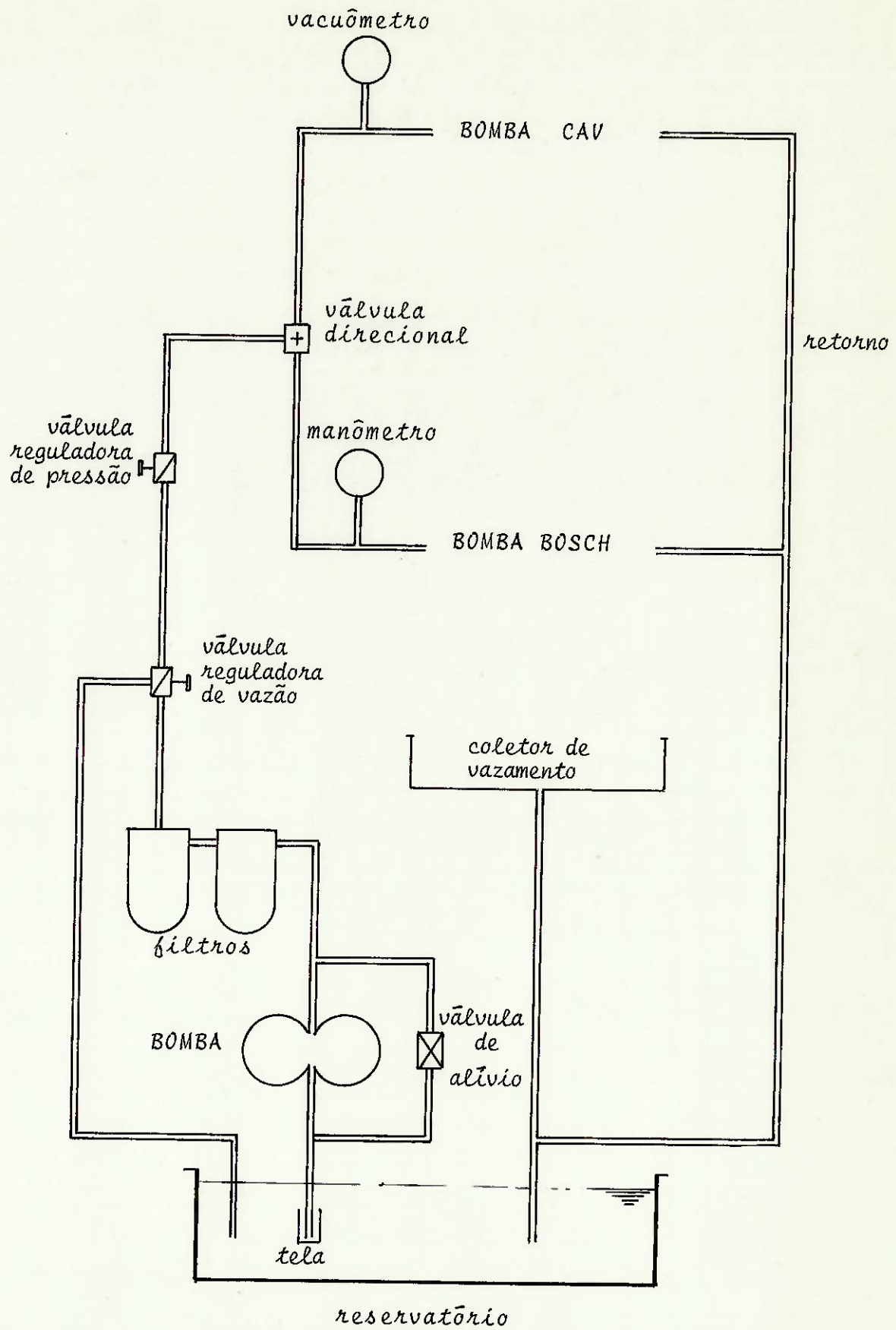


Figura 8.4 - Circuito de alimentação de óleo de baixa pressão

## 8.5 - INJETORES DO SISTEMA DE ALTA PRESSÃO

A simulação do funcionamento da bomba injetora sob as mesmas condições de operação no motor, e completada enviando-se o óleo pressurizado a um sistema de injeção de alta pressão que atenda as características dos diversos modelos de bombas injetoras.

Este sistema é composto dos tubos de injeção e bicos injetores que pulverizam o óleo Diesel pressurizado pela bomba e o envia através de um coletor, para os tubos de ensaio graduados.

Para que as características das bombas injetoras ensaiadas pelo banco de ensaio atendam às especificações do fabricante, a pressão de abertura dos bicos injetores deverá estar calibrada para o valor de  $175 \text{ kgf/cm}^2$ , pois os roteiros de ensaio e tabelas de características fornecidas pelos fabricantes, apresentam especificações para o ensaio da bomba com esta pressão de abertura do bico injetor.

Para o ensaio dos diversos modelos de bombas injetoras, o injetor do banco poderá ser equipado com o elemento especificado abaixo:

BNOSD 211 - BOSCH

## 9.- ELEMENTOS AUXILIARES

### 9.1.- CONTADOR DO NÚMERO DE INJEÇÕES

Os ensaios de dosagem da quantidade de óleo injetada pelos bicos injetores são efetuados para diversas rotações da bomba através da medição de volume injetado para um determinado número de injeções de cada elemento injetor. Como a cada revolução da bomba injetora, corresponde uma injeção de cada elemento, basta incluirmos um dispositivo contador do número de revoluções do eixo de acionamento para obtermos o número de injeções de cada elemento injetor.

Tal função poderá ser obtida mecânica-mente, através da interligação de um odômetro mecânico ao eixo de saída, ou eletricamente, utilizando-se um sensor eletro-magnético localizado neste eixo, que envie impulsos para um circuito contador a cada revolução da bomba injetora.

### 9.2.- INTERRUPTOR DE COLETA DO ÓLEO DIESEL INJETADO

O dispositivo de contagem do número de injeções deverá ser acionado simultaneamente com o início da coleta do óleo de injeção e, ao atingir um determinado número de injeções preestabelecido, deverá atuar um dispositivo que interrompa a coleta do óleo, desviando-o para o circuito de retorno em direção ao reservatório.

Normalmente consegue-se tal função através da interposição de uma calha entre o bico injetor e os tubos de coleta, acionada por um sistema mecânico ou eletro-mecânico comandado pelo sistema contador do número de injeções.

### 9.3.- TACÔMETRO

Para a visualização e controle contínuo da velocidade de rotação da bomba injetora durante os ensaios e testes de regulagem, o banco de ensaio deverá ser provido de instrumentação compatível que permita a leitura desta variável, sem a introdução de erros que possam comprometer os resultados obtidos com os testes de vazão de óleo nas diversas faixas de rotação especificadas pelo fabricante da bomba injetora.

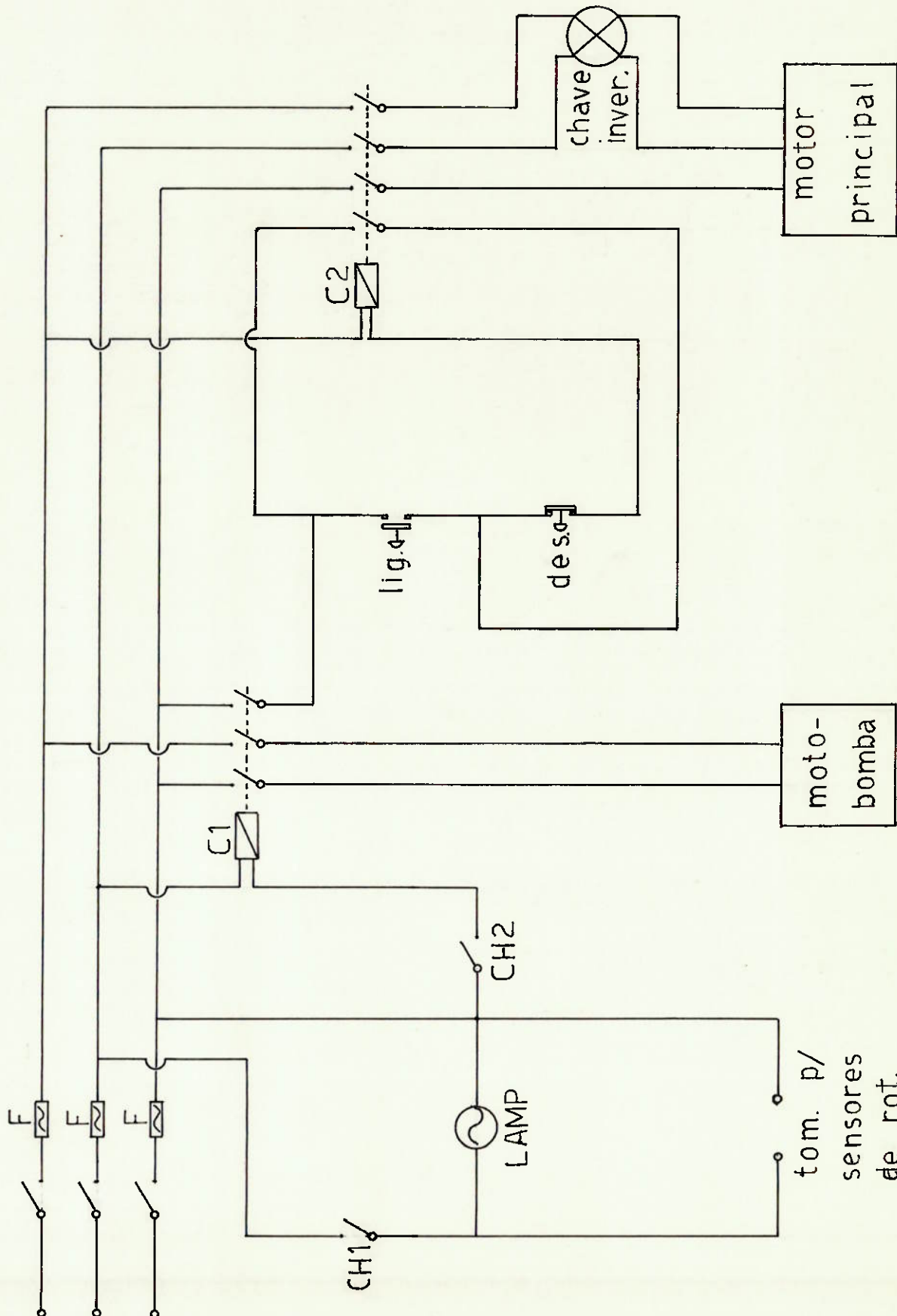
A velocidade de rotação da bomba poderá ser obtida com maior precisão, utilizando-se de um tacômetro digital acoplado a sensores eletro-magnéticos ligados diretamente ao eixo de saída do banco de ensaio.

Para a aplicação em questão, o tacômetro deverá possuir mostrador com capacidade de leitura de 0 a 4000 aproximadamente, e um sensor de rotação que permita o funcionamento nos dois sentidos de rotação.

No mercado nacional, encontram-se diversos modelos de tacômetro digital e os principais fabricantes estão relacionados abaixo:

- ALFATEC, EQUIP.ELETR.
- VEEDER - ROOT.
- EURO CONTROL.
- MEDIDORES TUROTEST LTDA.

9.4.- CIRCUITO ELÉTRICO



## BIBLIOGRAFIA

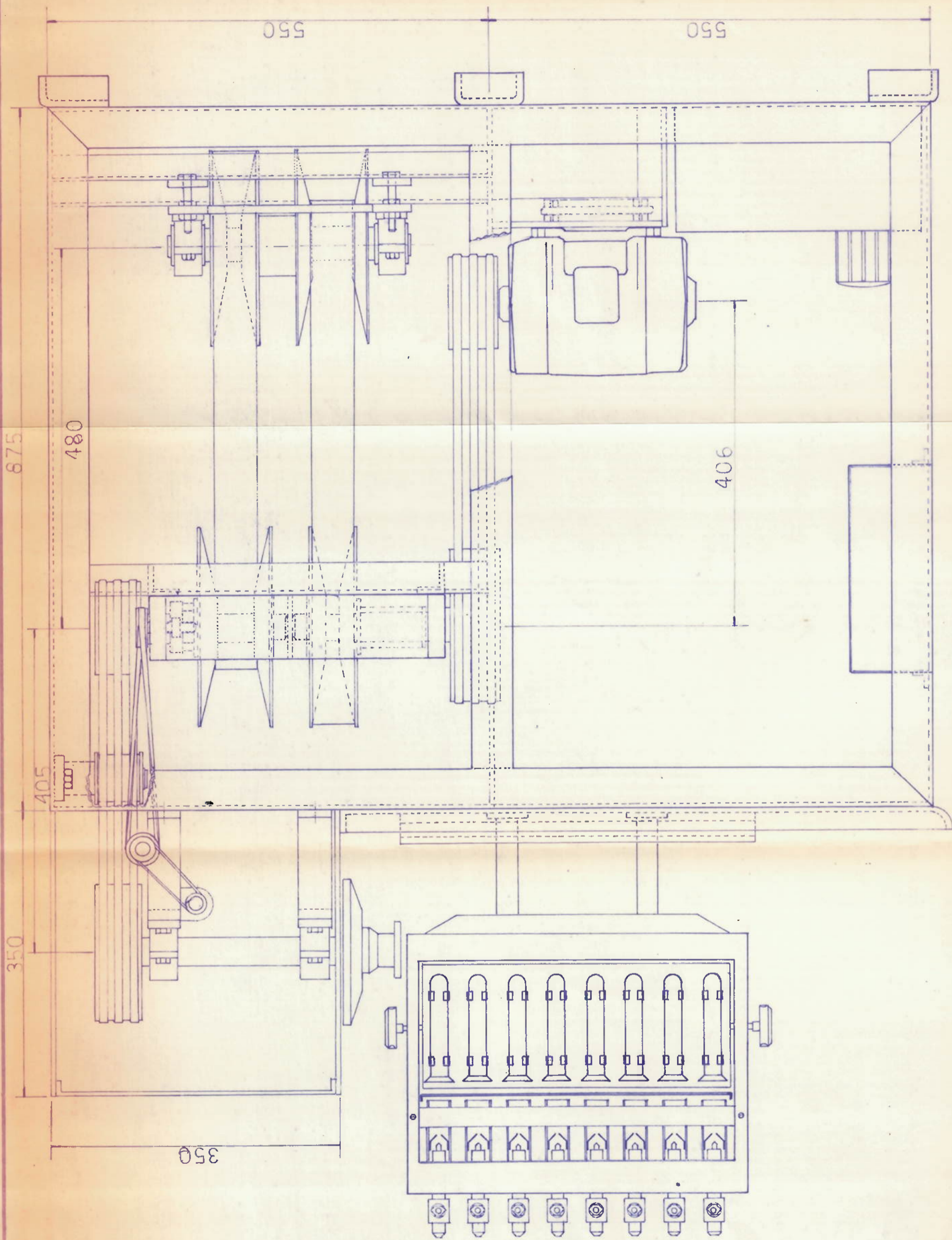
- **OBERT, EDWARD F.**- Internal Combustion Engines - Analysis and Practice - INTERNATIONAL TEXTBOOK COMPANY - SCRANTON - 1962.
- **TAYLOR, CHARLES F.**- The Internal Combustion Engine in Theory and Practice - vol.2 - MIT - USA - 1968.
- **BURMAN, PAUL G.**- Fuel Injection and Controls - For Internal Combustion Engines - SIMMONS BOARDMAN PUBLISHING CORPORATION - NEW YORK - 1962.
- **LIST, HANS** - Motores de Combustión Interna - La Formación de la Mezcla y la Combustión em el Motor Diesel - Vol.VII EDITORA LABOR - BARCELONA - 1960.
- **MORRISON, L.H.**- Diesel Engines - A Complete Diesel Home Study Course - DIESEL PUBLICATIONS, Inc. - NEW YORK - 1944.
- **GARCIA, OSWALDO** - Motores de Combustão Interna - Departamento de Engenharia Mecânica - EDUSP - SÃO PAULO - 1980.
- ORION - Catálogo de correias "V"
- STROMAG - Catálogo de correias variadoras
- SKF - Catálogo de rolamentos
- BOSCH - Catálogos de especificações técnicas de bombas injetoras
- CAV - Apostila DPA - Especificações Técnicas

## **ANEXOS**

**1 - DESENHOS**

**2 - INSTRUÇÕES PARA O ENSAIO DE BOMBAS INJETORAS**

1 - DESENHOS



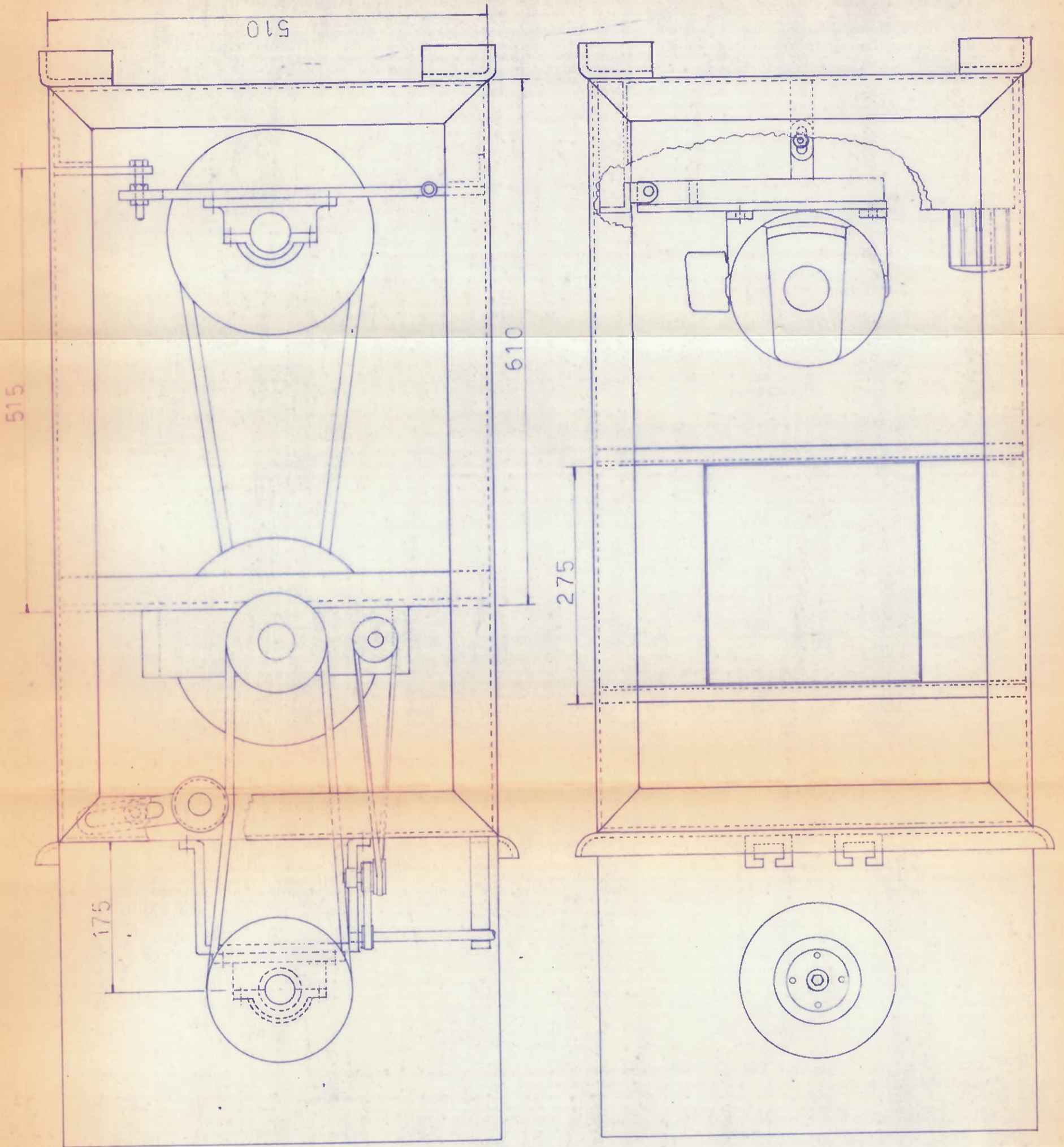
BANCO DE ENSAIO DE BOMBAS INJETORAS

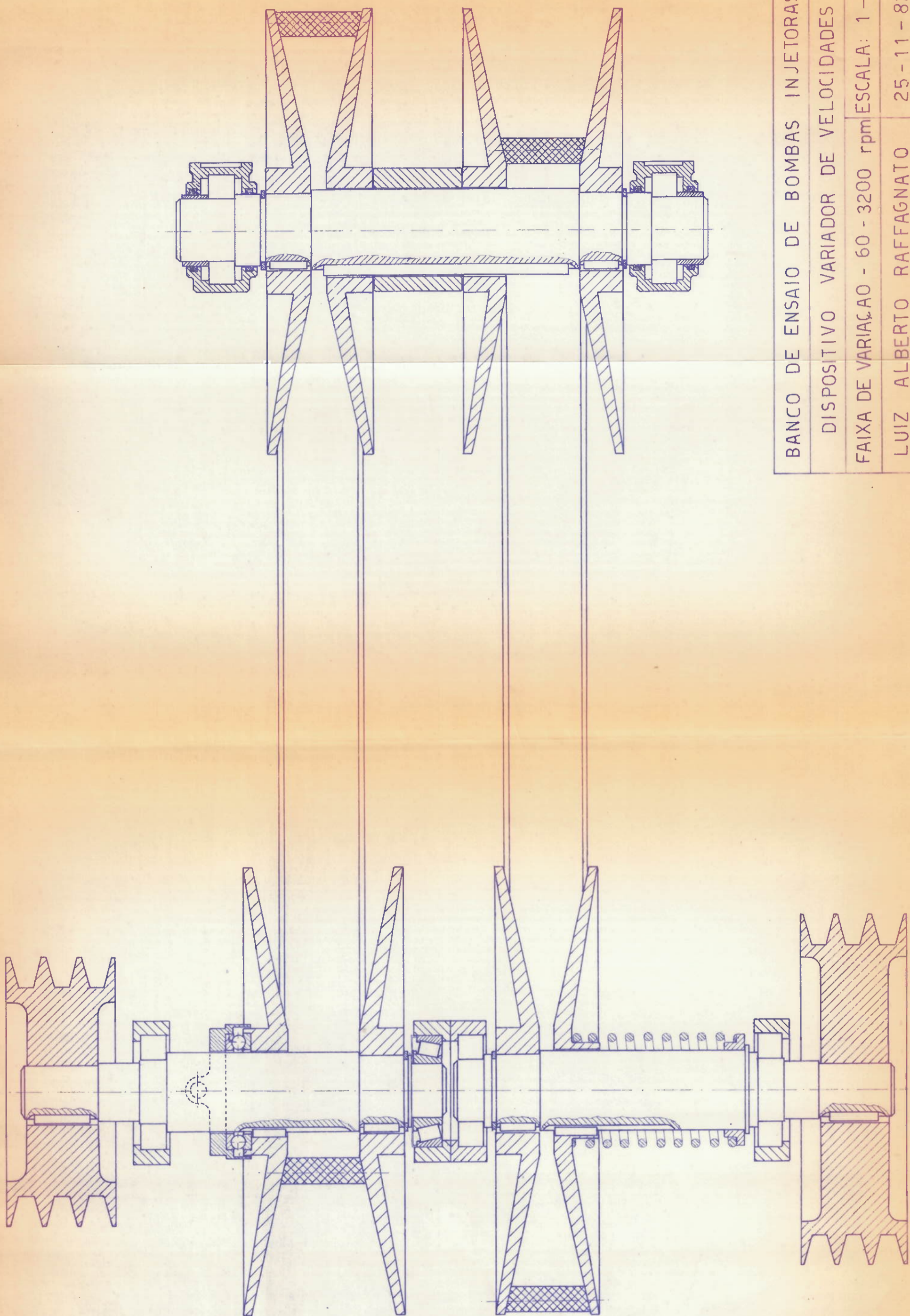
ESCALA - 1 : 5

LAYOUT

LUIZ ALBERTO RAFFAGNATO

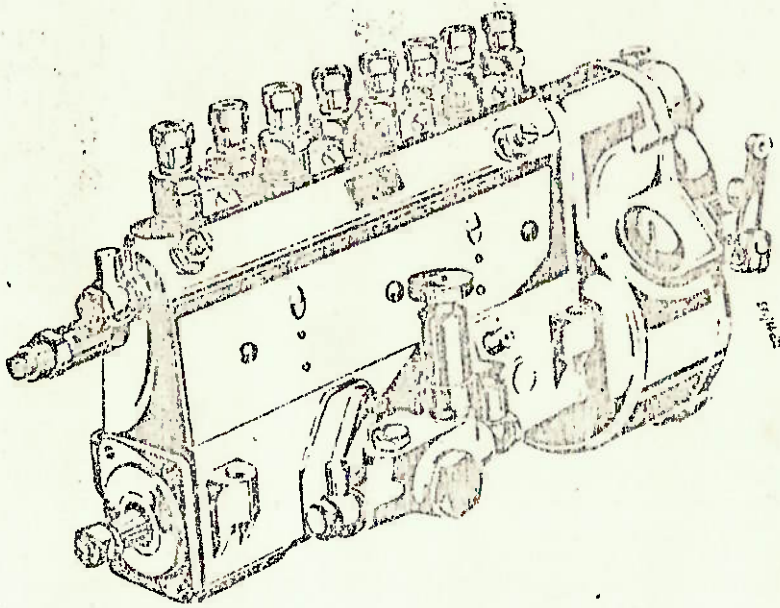
25-11-82





BANCO DE ENSAIO DE BOMBAS INJETORAS  
DISPOSITIVO VARIADOR DE VELOCIDADES  
FAIXA DE VARIAÇÃO - 60 - 3200 rpm ESCALA: 1 - 2  
LUIZ ALBERTO RAFFAGNATO 25 - 11 - 82

**2 - INSTRUÇÕES PARA O ENSAIO DE BOMBAS INJETORAS**

**BOSCH****INSTRUÇÕES DE TESTE**

Instruções para o Teste de Bombas Injetoras  
PE..A.. e PE..B.. e  
seus respectivos Reguladores



ROBERT BOSCH DO BRASIL  
LIMITADA

arquivar : | pasta 4  
          | divisa WP  
          | indicador 001/..

## I. Indicações Gerais

Ao se procurarem as tabelas para o teste de bombas injetoras e reguladores, deve-se em primeiro lugar consultar a pasta 4, do arquivo técnico, onde serão encontradas tabelas para os tipos mais usuais de bombas.

Para as tabelas de teste WPP 001/4 existem vários valores designados por um número, dentro de um círculo, no canto superior esquerdo significando:

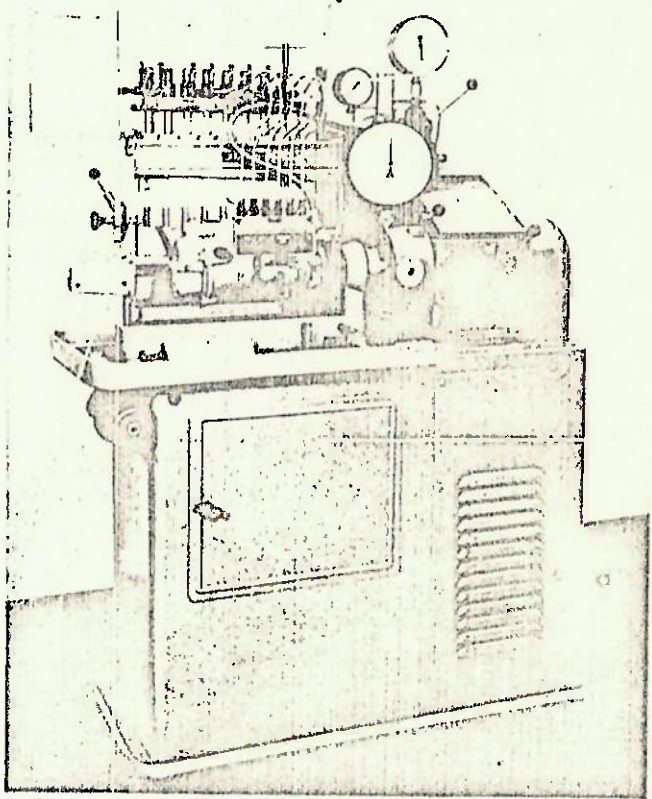
- 1 — Bomba com regulador RV.. ou RQV..
- 1a — Bomba com regulador EP/RSV..
- 2 — Bomba com regulador de marcha lenta e de rotação máxima RQ..
- 3 — Bomba com regulador pneumático EP/M..
- 4 — Bomba com regulador de marcha lenta e de rotação máxima R..

A) Condições de teste

**Bancada de teste**  
EFEP 25.. ou EFEP 5..

**Porta injetor**  
EF 8511/9 a

Injetores EFEP 182 calibrados com 175 kp/cm<sup>2</sup> (2.500 lbs/polegada quadrada). A verificação dos bicos, quando em uso regular, deve ser feita uma vez por semana; em caso contrário, após o teste de aproximadamente 20 bombas injetoras, mediante o aparelho EFEP 003 A/BR ou 9 680 082 000 (EFEP 003 B/BR) para teste de bicos injetores.



Tubos de pressão para bombas A  
6x2x600 mm  
para bombas B  
6x1,5x600 mm

— Pressão na câmara de aspiração para a verificação da quantidade de injeção: 1 kp/cm<sup>2</sup> nas bombas A e B; para a verificação do início de injeção: 25 kp/cm<sup>2</sup> ou — com a torneira do recipiente de pressão fechada (caso fôr necessário) — 45 kp/cm<sup>2</sup>

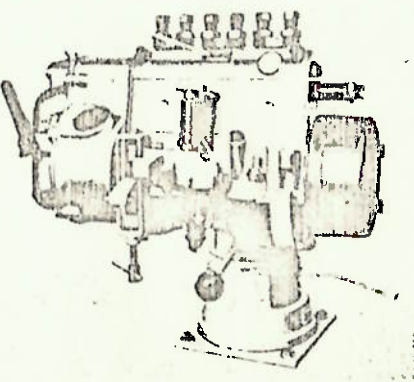
— Óleo de teste Shell Injector Test Oil (SBO 157), Atlantic Industrial Light Oil RB, Ipiranga BG 735 ou Castrol Calibration Oil. Evitar que durante o teste da bomba o óleo de teste seja misturado com o óleo empregado para a lubrificação da bomba injetora e do regulador. Este óleo deve ser renovado após o teste de aproximadamente 200 bombas injetoras.

Os valores das tabelas referem-se a uma temperatura do óleo de teste de 20°C, ou de 20 e 40°C.

Temperaturas mais elevadas - menor débito  
Temperaturas mais baixas - maior débito

B) Verificação visual e preliminar

Controlar:  
1. Se a designação corresponde realmente ao modelo da bomba em questão no que se refere à posição do eixo de comando, ao regulador, à bomba alimentadora, etc.



- 2. Se a ordem de injeção (veja catálogo de tipos) corresponde com a prescrita, no sentido de rotação correto (R - rotação à direita; L - rotação à esquerda, visto do lado de acionamento da bomba).
- 3. Se em todos os elementos da bomba existe no mínimo ainda uma folga de 0,3 mm no ponto morto superior.
- 4. Se a cremalheira se move livremente em ambos os sentidos.
- 5. Estando a bomba dotada de um avanço de injeção manual, se a alavanca do mesmo se move livremente, porém, sem folga.

6. Se a bomba injetora, o regulador e o avanço de injeção manual contém, no mínimo, metade da quantidade normal de óleo lubrificante.

### C) Sequência das operações

Para se efetuar o teste de uma bomba injetora, segue-se a mesma ordem dos capítulos contidos no presente manual (vide sumário). No caso de alguma exceção, haverá uma observação na respectiva tabela de teste.

### D) Letra indicadora do sentido da rotação

As letras R ou L encontradas na chapinha de identificação da bomba significam que todos os testes deverão ser realizados unicamente no sentido indicado pelas referidas letras (R - rotação à direita e L - rotação à esquerda).

Na falta de tal indicação, o início de débito (vide capítulo II) deverá ser determinado em ambos os sentidos e ajustado para o valor médio.

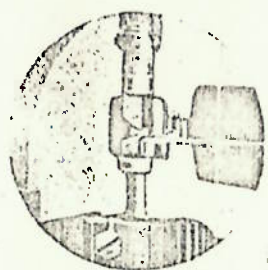
## II. Regulagem do início de débito (Valores de regulagem na secção A da tabela de teste)

### A) Generalidades

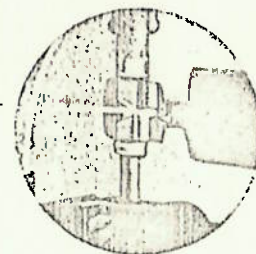
O início de débito é ajustado pelo método dos 3 pingos por minuto; êle tem lugar no momento em que o pistão, quando em movimento ascendente, cobre os furos de entrada da elemento, impedindo a passagem do óleo.



PMI



Início de débito ↓  
PMI  
Curso preliminar ↑



Início de débito

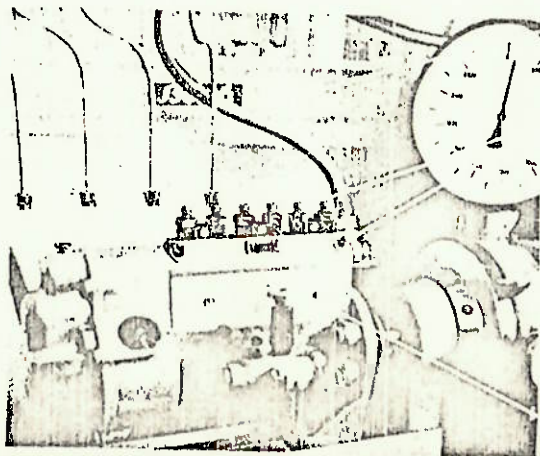
Simultaneamente, é necessário que o início de débito se encontre acima do ponto morto inferior (PMI) correspondendo essa medida (do PMI ao início do débito) ao **curso preliminar** (em milímetros indicado nas tabelas de teste. O curso preliminar é ajustado mediante o dispositivo EFEP 51 . . . e um micrômetro 1 687 223 011 (EFAW 7).

Nos elementos dotados de hélice **superior**, procede-se à ajustagem do início de débito da mesma maneira, com a diferença de que se toma por base o fim do débito (em vez do início do débito). Nesses casos vem indicada na tabela de teste a medida do PMI ao fim do débito, devendo ser ela determinada no curso ascendente do pistão.

Estando a bomba equipada com um **avanço de injeção automático** êste deve ser girado em sentido contrário ao da rotação a fim de que os contrapesos tomem a sua posição de repouso. Ao se efetuar o teste, é necessário observar o sentido de rotação indicado.

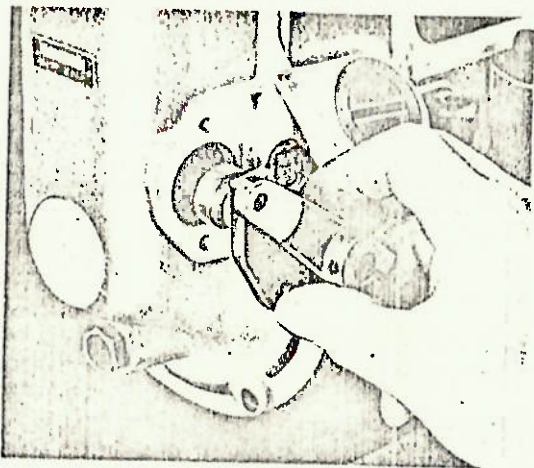
### B) Preparo da bomba

1. Colocar a bomba na bancada e sangrá-la, com a tampa da janela de inspeção colocada, como segue:

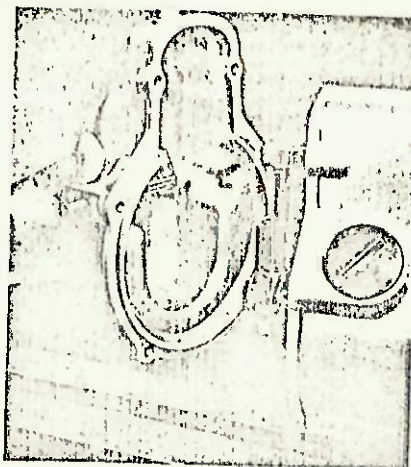


- a) Ligar somente o tubo de alimentação
- b) Acionar a bomba com aproximadamente 50 rpm,
- c) Até que o óleo de teste saia sem bôlhas de ar pelo parafuso de sangria, previamente sôlto, e que os porta-válvulas estejam limpos.
- d) Desligar a bancada
- e) Ligar os tubos de pressão
- f) Acionar a bomba com aproximadamente 200 rpm até que ela e os injetores apresentem um funcionamento perfeito
- g) Retirar a tampa da janela de inspeção

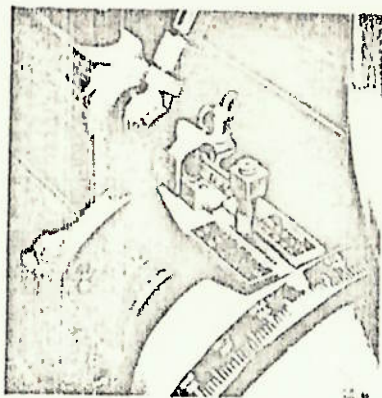
2. a) Desligar o regulador, ou seja,



nos reguladores R, RV e RVP, retirar a alavanca de comando juntamente com o seu eixo.



nos reguladores RQ, RQV e RSV, tirar a sua tampa.

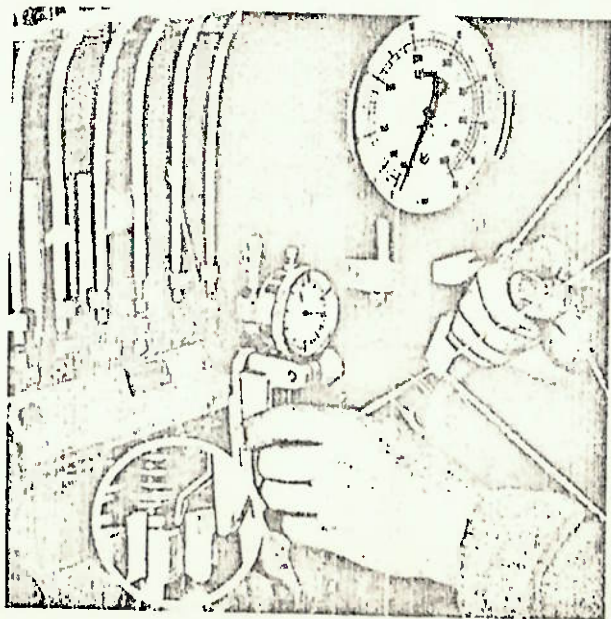


b) Colocar o dispositivo de medição do avanço da cremalheira 0 681 440 002 (EFEP 42 A) (ou 1 688 130 039 (EFEP 452) de tal maneira que o pino do cursor encaixe no orifício zero na posição "stop". Em seguida, avançar a cremalheira até o valor indicado na tabela, correspondente ao débito uniforme.

c) Estando a bomba dotada de um avanço de injeção manual, fixar a alavanca do mesmo na posição central, isto é, verticalmente, com o auxílio do dispositivo EF 8198.

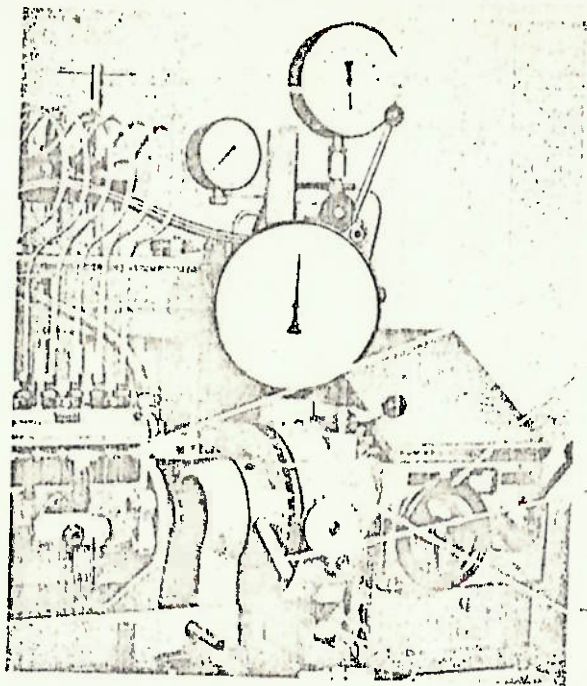


### Regulagem do curso preliminar e verificação do início de débito



#### 1. Regulagem do curso preliminar

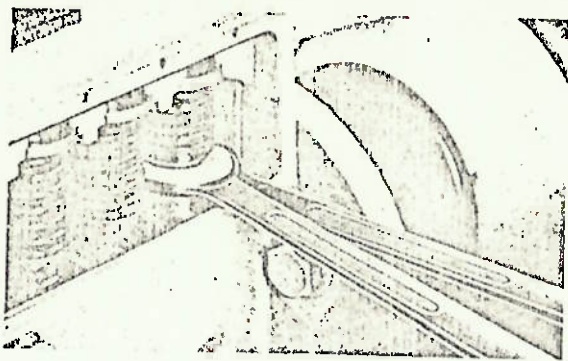
- a) Girar o eixo de comando no sentido de rotação prescrito, até que o pistão mais próximo do lado de acionamento fique no ponto morto inferior.
- b) Colocar o dispositivo EFEP 51 . . . de tal maneira que a sua haste se apoie sobre o tucho do pistão supra mencionado e ajustar o micrômetro no ponto zero.
- c) Girar o eixo de comando no sentido de rotação prescrito, até que o micrômetro acuse o valor do curso preliminar indicado na tabela de teste.
- d) Colocar o ponteiro diante do volante graduado em um valor que facilite as demais medições.



2. Verificação do início de débito

- a) Abrir o parafuso de sangria do porta-injetor.
- b) Colocar a alavanca de mudança do cabeçote da bancada na posição "Förderbeginn" (início de débito).
- c) Colocar, manualmente, o pistão mais próximo do lado de acionamento da bomba, no ponto morto inferior.
- d) Acionar a bancada (sem rotação) até que saia óleo do porta-injetor. Somente se for absolutamente necessário, fechar a torneira do recipiente de pressão.
- e) Girar, manualmente, o eixo de comando da bomba (no sentido prescrito) com o auxílio da alavanca da bancada, até que não saia mais óleo de teste pelo retôrno do porta-injetor.
- f) O ponteiro no volante graduado deverá indicar novamente o valor determinado com o micrômetro.
- g) Se o valor dessa medição não corresponder exatamente ao da ajustagem do curso preliminar, será necessário regular o parafuso do tucho; apertar o parafuso, se o início do débito for retardado. Cada sexta parte do passo do parafuso corresponde a aproximadamente 1° de deslocamento no volante da bancada.

Após cada operação de ajustagem do parafuso, apertar bem a contraporca para então repetir a medição.



3. O início de débito dos demais elementos — partindo-se do cilindro já controlado e observando a rotação eventualmente prescrita — deve ser ajustado de maneira idêntica e segundo os graus de deslocamento dos ressaltos do eixo de comando, ou seja :

No caso de uma bomba de 4 cilindros:	girar o eixo de comando num ângulo de 90°.	Tolerância admissível : 0,5°
No caso de uma bomba de 6 cilindros:	girar o eixo de comando num ângulo de 60°.	

(Os valores em graus acima citados são 360° pelo n.º de cilindros da bomba).  
 Para os motores com cilindros em "V" os graus de deslocamento encontram-se mencionados nas respectivas tabelas de teste.

4. Em seguida, tornar a verificar se, no ponto morto superior, todos os elementos apresentam no mínimo uma folga de 0,3 mm em relação aos seus tuchos. Sendo essa folga menor que esse limite, corrigir o tucho correspondente dentro da tolerância ainda admissível. Se ainda assim o valor não for alcançado, repetir a regulagem inicial (item 2).

5. Nas bombas de construção mais antiga, para as quais não há indicações do curso preliminar, ajusta-se o elemento mais próximo do acionamento de tal modo que a sua folga no ponto morto superior seja de 0,5 ± 0,2 mm; ajustar os demais elementos conforme já descrito.

6. Diferença do início de débito.

Nos elementos com rebaixo para início de débito retardado na partida, deve-se controlar também a diferença do início de débito entre 2 diferentes avanços da cremalheira, indicados na tabela de teste, e verificá-la em graus mediante o volante graduado. O início de débito, com o avanço da cremalheira 12 mm, estará por exemplo situado no canto superior do pistão e, com o avanço da cremalheira 21 mm, à altura do rebaixo para débito na partida.



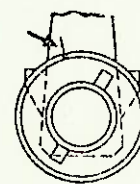
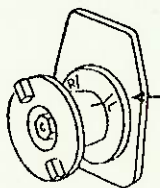
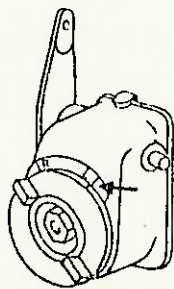
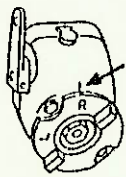
Rebaixo para início de débito retardado na partida

## D) Marcação do início do débito (ou do fim do débito)

Avanço de injeção com regulagem manual

Acoplamento

Avanço automático de injeção



De conformidade com o sentido de rotação da bomba, colocar o pistão mais próximo do lado de acionamento em início (fim) do débito. A seguir, fazer uma marca sôbre o mancal da bomba ou sôbre a carcaça de um avanço de injeção manual, coincidindo com o traço do cone do eixo de acionamento, do acoplamento, ou da carcaça de um avanço automático de injeção. Havendo um avanço manual de injeção a sua alavanca deve estar na posição central.

Nas bombas sem regulador e sem avanço de injeção a marca é sempre colocada em ambos os lados da bomba (posição 1 e posição 2) e em ambos os sentidos de rotação.

## I. Verificação da quantidade de injeção

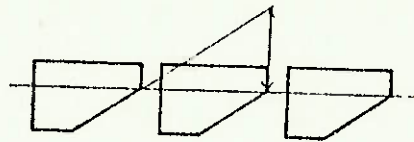
(Valores de regulagem na seção A da tabela de teste).

### Generalidades

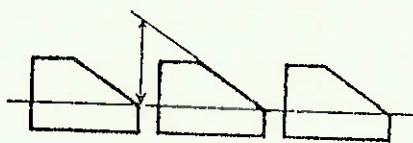
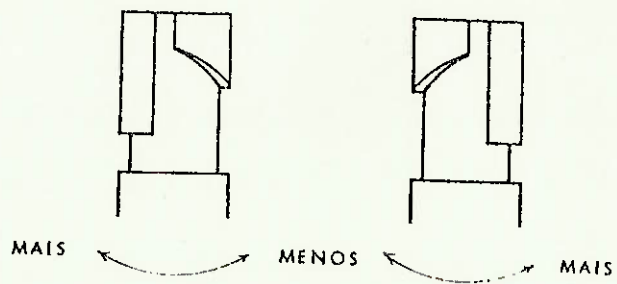
Se os valores obtidos na medição da quantidade de injeção diferirem  **muito**  dos valores da tabela, é necessário verificar se os elementos instalados na bomba são realmente os corretos. A referência abreviada que se encontra na asa do pistão do elemento, deve corresponder às indicações do lista de peças sobressalentes. Estando ilegível essa referência, é preciso determinar o passo da hélice do elemento. Para isso, rola-se a cabeça do pistão sôbre uma fôlha de papel colocada sôbre outra de carbono, dando duas voltas completas. Obtêm-se, assim, duas figuras, a partir das quais é possível determinar o passo da hélice do pistão conforme o demonstram as figuras que se seguem.



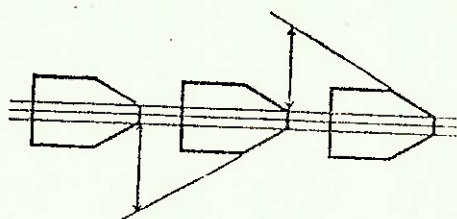
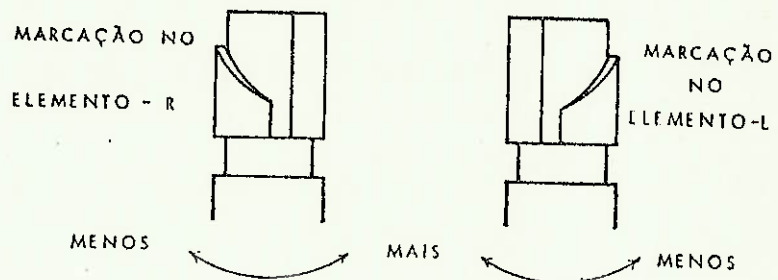
← Referência



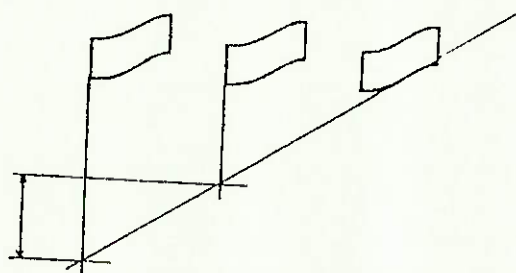
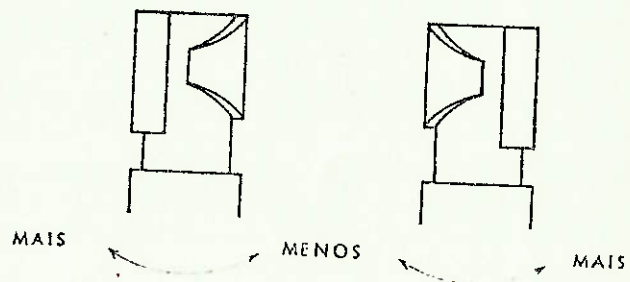
HÉLICE INFERIOR



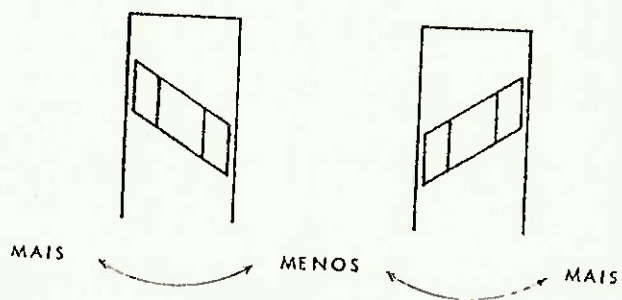
HÉLICE SUPERIOR



HÉLICE SUPERIOR E INFERIOR

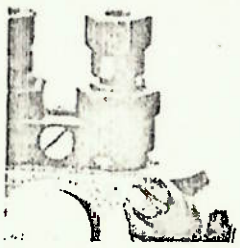


ELEMENTO DE FURO



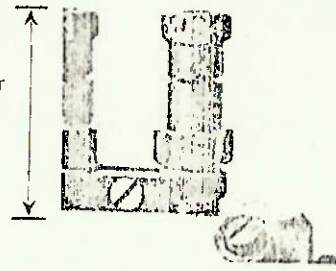
SENTIDO DA HÉLICE  
**L**      **R**  
 ESQUERDA      DIREITA

B) Regulagem das válvulas com aproximação (se houver)



Porta-válvula normal

Aprox. 15 mm maior que porta-válvulas normais

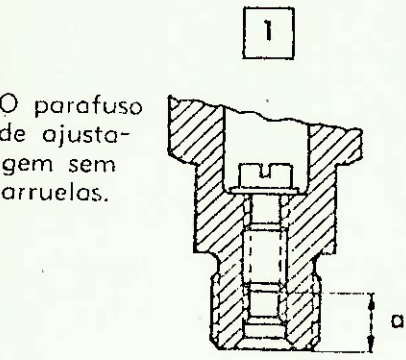


Porta-válvula com válvula de aproximação

É preciso ajustar a tensão preliminar da mola.

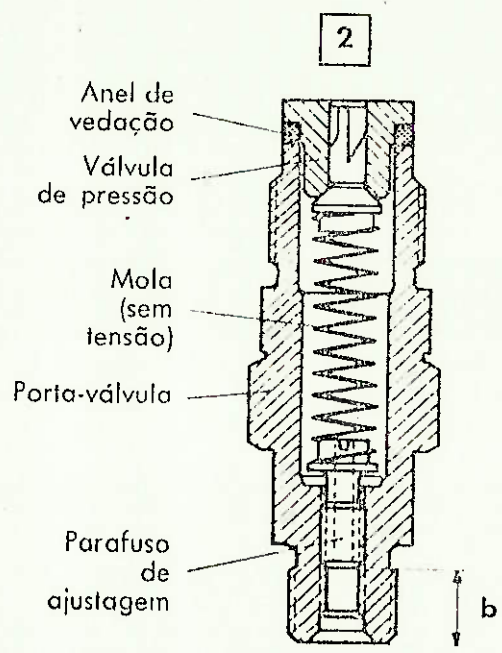
Nos novos tipos de válvulas dotadas de aproximação, a tensão preliminar da mola é ajustada mediante arruelas. No caso de conserto de válvula do tipo mais antigo, em que o parafuso de regulagem era travado por um segundo parafuso, deve-se proceder a uma modificação para o novo sistema.

A ajustagem da tensão da mola deve ser feita com a maior precisão possível; importante é, porém, que todas as válvulas da bomba apresentem uma regulagem uniforme quanto à tensão de suas molas.

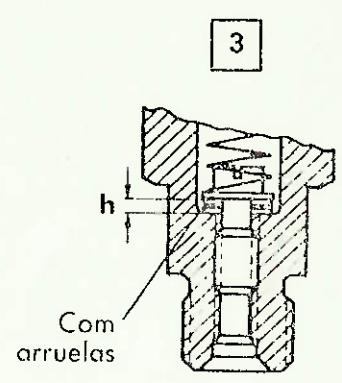


1

O parafuso de ajustagem sem arruelas.



2



3

Cálculo da medida "h"

medida b	... mm
— medida a	... mm
<hr/>	
tensão preliminar da mola	... mm
(tabela de teste)	
<hr/>	
h	... mm

Retirar o porta-válvula da bomba. Em seguida extrair a válvula, a mola, bem como as arruelas. A seguir, atarraxar **completamente** o parafuso de ajustagem da tensão da mola. Determinar a medida "a".

Reinstalar a mola com a arruela de vedação e a válvula de pressão e girar o parafuso até que a válvula comece a levantar-se por ação da mola. Determinar a medida "b".

Colocar arruelas com a espessura "h" por baixo da cabeça do parafuso de ajustagem o qual deverá ser muito bem apertado.

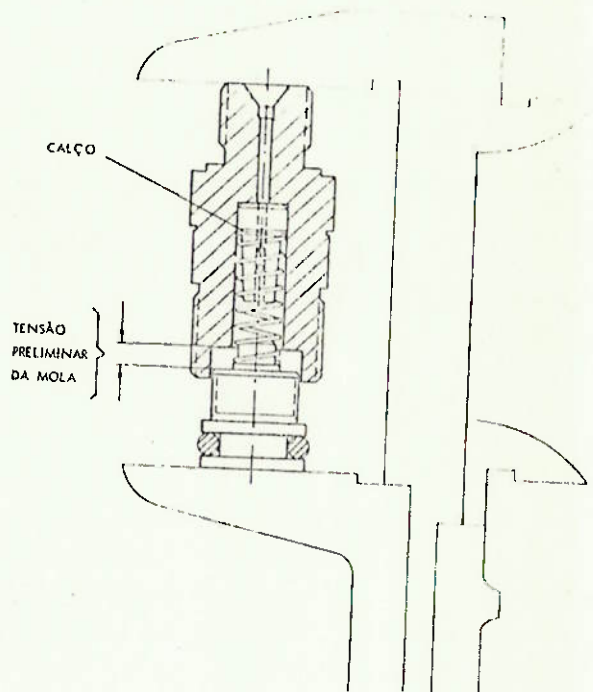
A tensão preliminar da mola deverá eventualmente ainda ser alterada, se, durante o teste da quantidade de injeção os valores, constantes da seção A das tabelas de teste, não forem alcançados, ou seja, quando o débito apresentar uma característica diferente da indicada na tabela de teste. A regulagem supramencionada equivale pois, à regulagem preliminar.

C) **Ajustagem da tensão preliminar da mola em válvulas especiais - Seção A, coluna 6 da tabela de testes**

Havendo uma indicação da tensão preliminar da mola de uma válvula especial, deve-se proceder da seguinte maneira:

1. Tomar o porta-válvula, a válvula completa com o anel de vedação de metal e a mola com sua respectiva guia.
2. Medir com um paquímetro o comprimento total do conjunto.
3. Comprimir a mola da válvula apertando-se o porta-válvula contra a válvula de pressão. Fazer a leitura da medida: a diferença entre os itens 2 e 3 corresponde à tensão preliminar da mola da válvula.

Ex.: Conforme item 2, medida = 90 mm  
Conforme item 3, medida = 87,5 mm  
Diferença, 2,5 mm = tensão preliminar da mola da válvula.



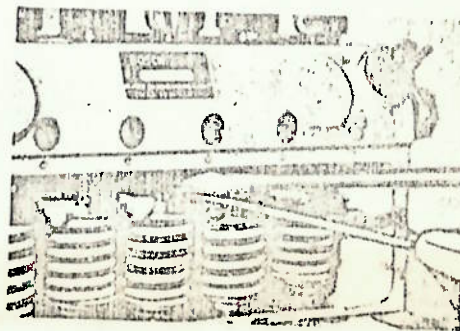
D) **Regulagem da quantidade de injeção**

Pôr a alavanca de mudança da bancada novamente na posição "Fördermenge Prüfung" (= verificação da quantidade de injeção) e acionar a bomba durante curto tempo, até que o seu funcionamento seja de novo normal; o regulador permanece fora de serviço.

Antes da regulagem da quantidade de injeção, controlar a posição "stop" da cremalheira, isto é, o pino do cursor do dispositivo de medição do avanço da cremalheira deve coincidir com o ponto "zero" da escala com furos desse mesmo dispositivo.

Em seguida, verificar o débito de cada um dos elementos de acordo com os valores da tabela de teste (Seção A). A seqüência das operações de medição é a seguinte:

1. **Uniformidade do débito:** equivale à regulagem preliminar do débito de todos os elementos da bomba. Esses valores de teste encontram-se, na tabela, inscritos num retângulo.
2. A **diferença da quantidade de injeção** entre os diversos elementos não deve ultrapassar o valor indicado. O débito deveria, aliás, ser igual em todos os elementos da bomba. Também nos demais pontos de medição é preciso observar que essa diferença seja a menor possível. Sendo necessário, equilibrar os valores.
3. **Para alterar a quantidade de injeção** de um pistão, solta-se o parafuso de aperto na coroa dentada e a seguir gira-se a manga de regulagem juntamente com o pistão da bomba, mediante a ferramenta 1 683 102 005 (EF 8208 A).



As figuras que se seguem ilustram o sentido em que se deve girar a manga de regulagem.

Hélice à esquerda



Elemento de furo central

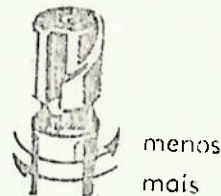


Hélice à direita

normal  
hélice inferior, início  
de débito constante



Elemento de furo central



hélice superior, início  
de débito variável

mais  
menos

menos  
mais

Nos pistões com hélice dupla (superior e inferior) a regulagem preliminar (Seção III-D) é realizada antes da regulagem do início do débito.

4. **A diminuição da quantidade de injeção** indica em quantos cm<sup>3</sup> podem diferir entre si os débitos de um elemento a um mesmo avanço da cremalheira, mas a rotações diferentes. Este valor pode ser determinado para cada elemento, desde que a bomba injetora não esteja equipada com válvulas de aproximação.

Para elementos usados, a diminuição máxima admissível do débito é calculada da maneira seguinte:

Da coluna 3, seção A da tabela de teste tomam-se, para os menores avanços da cremalheira indicados:

o valor máximo do débito a 1000 rpm nas bombas A  
ou a 600 rpm nas bombas B  
e o valor mínimo do débito a 200 rpm  
deduzindo um do outro

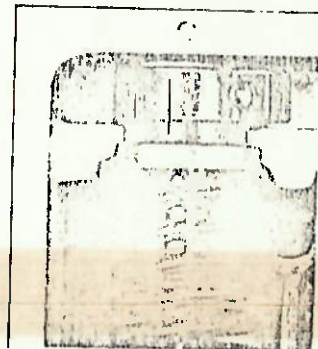
Exemplo:	rpm	Avanço da cremalheira	cm <sup>3</sup> /100 injeções
	1000	6	2,0 — 2,7
		9	
		15	
	200	6	1,0 — 1,9
		diferença	1,7
			0,2
			<u>1,9</u>

O valor assim calculado pode ainda ser aumentado em 10 a 15%

Portanto, a maior diminuição admissível do débito é de:

Caso um elemento apresentar essa diminuição máxima admissível da quantidade de injeção, será preciso ajustá-lo, na rotação mais alta, para a quantidade máxima de débito.

5. Uma vez terminada a ajustagem e a verificação da quantidade de injeção,
- apertar os parafusos das coroas dentadas (em cada um dos elementos)  
e
  - marcar com um riscador a posição da manga de regulagem, em relação à respectiva coroa dentada. Atentar para que haja sempre somente um traço; remover portanto as marcações antigas.



## IV. Teste dos diversos Reguladores

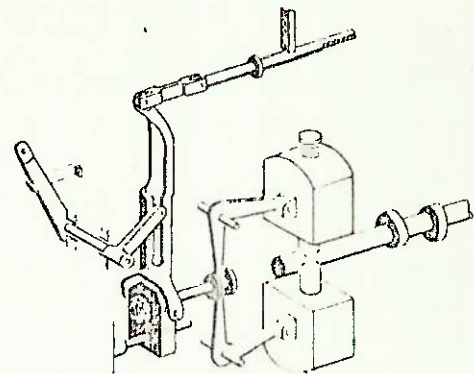
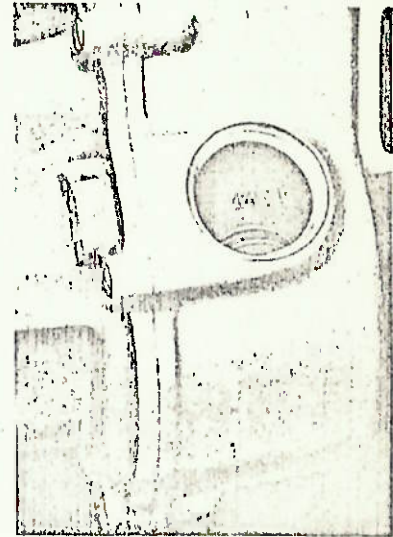
(Valores constantes da seção B nas tabelas de teste)

### A) Generalidades sobre reguladores centrífugos (Por exemplo: tipos R, RP, RV, RQ, RQV)

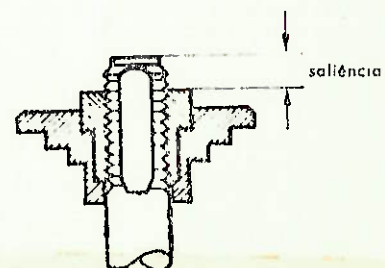
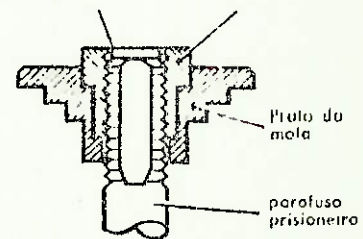
Os reguladores, montados na bomba injetora, são testados na bancada. É imprescindível observar-se estritamente a seqüência de operações aqui indicada, especialmente no que diz respeito aos parafusos de encôsto e dispositivos.

1. Virar o cursor do dispositivo de medição do avanço da cremalheira de tal maneira que a escala de nônio deslize ao longo da escola de medição. A seguir,
2. Retirar os parafusos de encôsto da alavanca de comando, bem como um dos bujões de rêsca do lado da carcaça do regulador e verificar se o conjunto de contrapesos instalado é o correto (veja lista de peças sobresalentes).
3. Estando a alavanca de comando apoiada no encôsto do lado "stop", é preciso que a cremalheira ainda possa ser deslocada na mencionada direção:  
nos reguladores R e RQ, em 0,5 — 1 mm  
nos reguladores RV e RQV, em 1,0 — 1,5 mm
4. Deve ser possível mover facilmente a cremalheira, mediante a alavanca de comando. Uma mola de tração na alavanca de comando, se houver, deve também ceder a uma leve pressão e depois fazer a alavanca voltar à sua posição de partida.
5. O eixo da alavanca deve mover-se com facilidade; a folga longitudinal pode ser de 0,2 mm no máximo.
6. Se durante o teste dos diferentes pontos de medição, os avanços da cremalheira indicados não forem alcançados, deve-se tentar obtê-los mediante ajustagem da porca do conjunto de contrapesos, ou seja, alterando-se a tensão preliminar da mola com o auxílio da chave EF8115 A/BR. (Nos reguladores RQV pode-se, eventualmente, modificar também a posição da alavanca de comando sem deixar, porém, de observar os limites de tolerância). Observe-se, contudo, o seguinte:
  - a) Os dois jogos de mola nos contrapesos devem apresentar, mais ou menos, a mesma tensão preliminar. Por isso, ajustá-los sempre de maneira uniforme e até que a porca se oje no encaixe.
  - b) Os dois jogos de mola podem ser afrouxados somente até o ponto em que a superfície frontal da porca e a extremidade do parafuso prisioneiro estejam no mesmo nível, e retesados no máximo até que esse parafuso prisioneiro sobressaia:

cêrca de 2,5 mm nos reguladores	RQ...A
cêrca de 2,5 mm nos reguladores	RQV...A
cêrca de 3,5 mm nos reguladores	RQ...B
cêrca de 3,5 mm nos reguladores	RQV...B
cêrca de 4,5 mm nos reguladores	R e RV
  - c) A bomba nunca deve ser acionada sem o bujão de rêsca.
  - d) Caso o regulador tiver sido regulado, é preciso torná-lo a verificar todos os pontos de medição.
7. Ao se fazer a verificação dos avanços da cremalheira, resultam diversos valores para cada um dos pontos de medição conforme se inicie o teste com a rotação elevada, fazendo-a diminuir em seguida, ou se comece com a rotação baixa, elevando-o depois. A diferença entre os valores assim determinados pode ser no máximo:  
1 mm nos reguladores de rotação nominal de até 1100 rpm;  
2 mm nos reguladores de rotação nominal superior a 1100 rpm.



ao mesmo nível      porca de ajuste



## B) Reguladores de marcha lenta e rotação máxima, tipos R e RP

### 1. Indicações gerais

a) Para realizar o teste, montar novamente o regulador, isto é, montar a alavanca de comando com seu respectivo eixo.

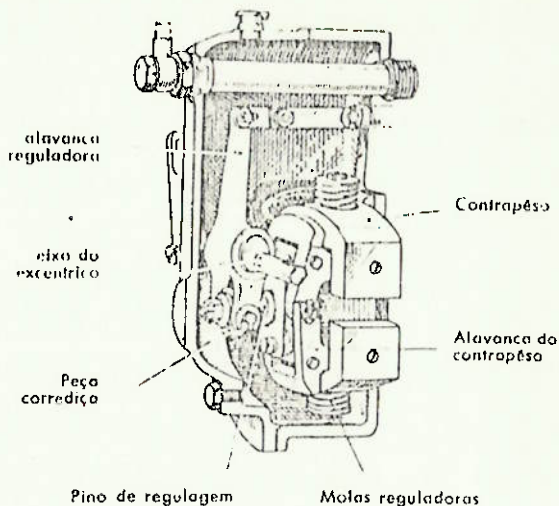
b) Nesses reguladores, o avanço da cremalheira, que tem lugar pela atuação dos contrapesos, é o seguinte:

na regulagem de marcha

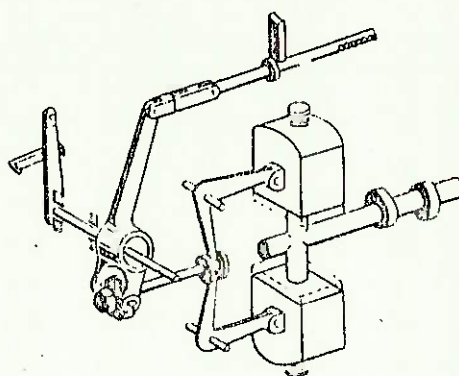
lenta, aprox. 8 mm

na regulagem do débito

máximo, aprox. 16 mm



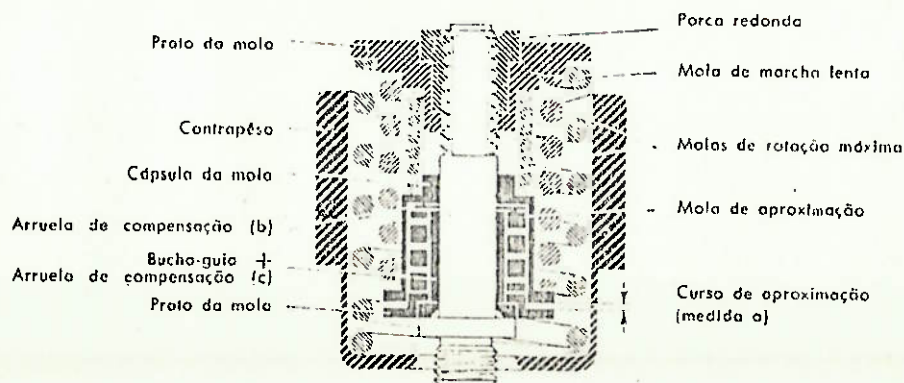
2. Empurrar a alavanca de comando na direção de débito máximo e atarraxar o parafuso de débito máximo, até que o deslocamento da cremalheira, em direção ao mesmo, seja acrescido em 0,5 mm.



3. Mediante uma mola de tração, manter a alavanca de comando na posição de débito máximo e ajustar o dispositivo de ajustagem do avanço da cremalheira em "Ponto de regulagem". (Veja tabela de teste, seção B)

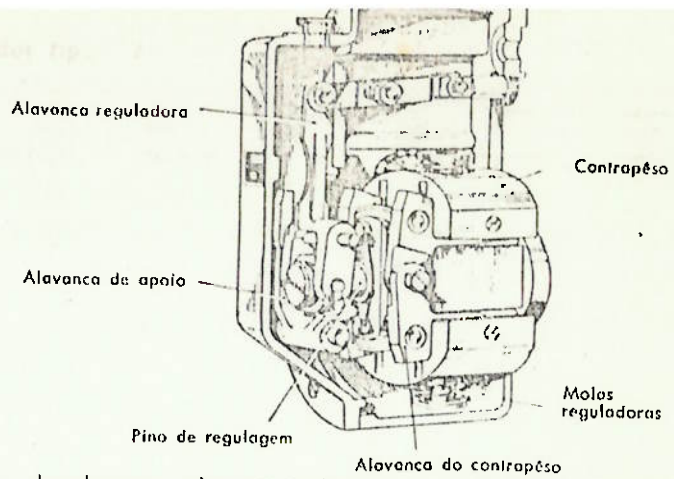
4. Verificar, a seguir, os diversos pontos de medição concernentes à regulagem da marcha lenta e da rotação máxima, bem como, à aproximação (se houver) e proceder à ajustagem, alterando a tensão preliminar da mola do conjunto de contrapesos. A cremalheira deve deixar-se mover com facilidade e uniformidade.

Se os valores para a aproximação não forem alcançados, é necessário desmontar o dispositivo de aproximação e verificar, mediante o dispositivo EFEP 49 A BR, o curso de aproximação, "medida a" (veja tabela de teste). Sendo necessário, colocar outra arruela (b) ou trocar a bucha-guia e a arruela (c).

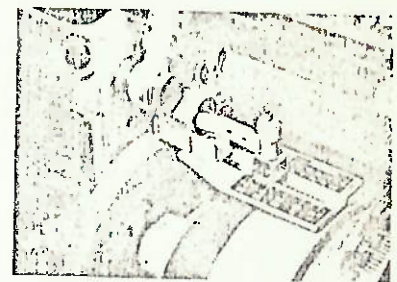
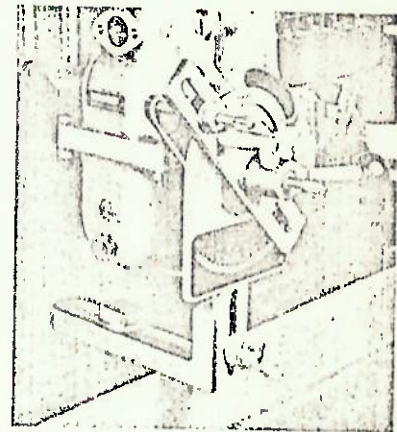


### C) Regulador tipo RV

Para o teste, tornar a montar o regulador, isto é, colocar a alavanca de comando em seu devido lugar.



1. a) Desatarraxar o parafuso de encôsto da alavanca de comando do regulador (se houver). Alinhar o dispositivo de regulagem EFEP 56... com o eixo da alavanca de comando. Colocar a alavanca de comando em "stop" e a escala em "zero". É preciso, além disso, que o ângulo máximo de deslocamento da alavanca, indicado na tabela de teste, poscremalheira e a alavanca de comando, medido em graus) da alavanca de comando, não deve ser maior do que 1 a 2°.
- b) Colocar a alavanca de comando na posição "stop" e empurrar, além disso, a cremalheira também na direção "stop". Ajustar o dispositivo de medição do avanço da cremalheira 0 681 440 002 (EFEP 42 A) ou 1 688 130 039 (EFEP 452) de tal maneira que o zero do nônio coincida com o zero da escala.
2. Verificar se a cremalheira se move com facilidade. Mediante o dispositivo de regulagem, colocar a seguir, a alavanca de comando na posição referente ao valor indicado para a "rotação nominal superior" e acionar a bomba com a mencionada rotação. Deslocar então a cremalheira manualmente em ambos os sentidos e soltá-la na posição final: ela deve voltar com facilidade e por si só ao ponto de partida.
3. Verificar os pontos de medição da rotação nominal superior, inferior, e, se houver, média (conforme a tabela de teste). Se fôr preciso, ajustar as molas de regulagem. Finalmente, limitar provisoriamente mediante o encôsto, a alavanca de comando na posição máxima prescrita. A indicação "no encôsto" encontrada na tabela de teste significa que a alavanca de comando deve estar na posição correspondente ao deslocamento máximo (em direção ao débito máximo), estando o parafuso retirado. Com a rotação máxima indicada, a cremalheira deve retornar ao seu valor mais baixo, bastando porém, se esse não fôr o caso, que ela retorne até pelo menos, 1,5 mm antes da posição "stop".

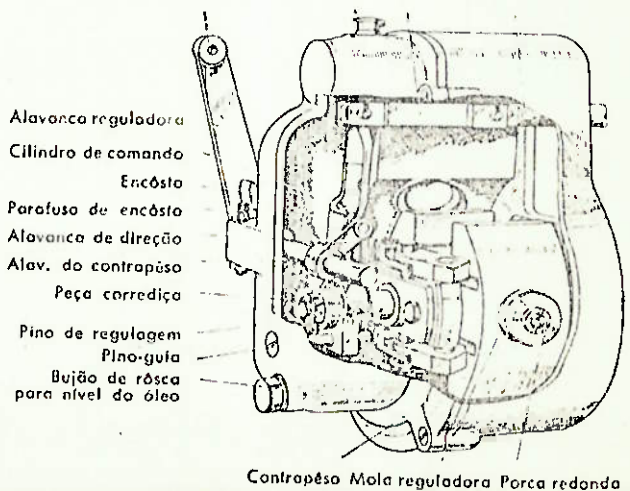


### D) Regulador de marcha lenta e rotação máxima, tipo RQ (com cilindro de comando na alavanca reguladora).

Para colocar a tampa do regulador, empurrar a cremalheira na direção "stop" e segurá-la nessa posição; colocar a alavanca de comando numa posição inclinada e adaptar a tampa do regulador, de cima para baixo de tal maneira que o cilindro de comando possa ser facilmente introduzido na alavanca reguladora.

1. Verificação da cremalheira e da peça corredeira.
  - a) Bomba parada. Desatarraxar os parafusos de encôsto para a alavanca de comando, empurrar essa alavanca em direção a "stop" e com ela nesta posição, colocar o cursor do dispositivo de medição do avanço da cremalheira 0 681 440 002 (EFEP 42 A) ou 1 688 130 039 (EFEP 452), na posição "zero".

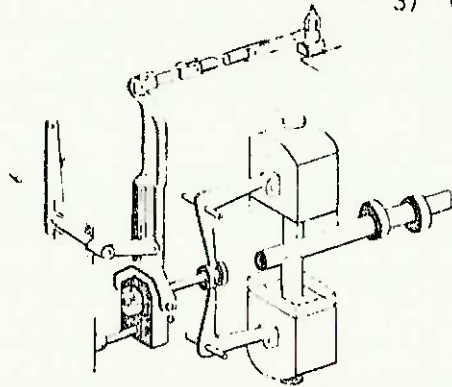
Alav. de comando Ponto de lubrif. Forquilha articul. Cremalheira



1) A seguir segurar a alavanca de comando na posição de débito máximo, mediante uma mola de tração.

2) Empurrar a cremalheira só até a posição de marcha lenta (perceptível pela 1ª resistência oferecida pelo jogo de molas).

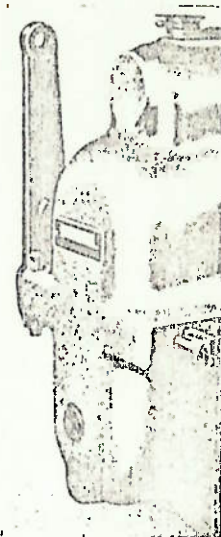
3) O avanço da cremalheira deve ser de 15,5-16,5 mm.



4) Se essa medida não for alcançada, desaparafusar a tampa do regulador e a seguir a porca-castelo do pino de regulagem e, substituindo as arruelas em ambos os lados da peça corrediça, alterar a posição desta de tal maneira que o avanço da cremalheira, supramencionado, venha a ser obtido. Em cada lado da peça corrediça, porém, devem ser deixadas, pelo menos, duas arruelas. Finalmente, reaparafusar a porca-castelo e contrapinar. A peça corrediça deve mover-se com facilidade; o seu jogo longitudinal, porém, não deve ser em hipótese alguma, superior a 0,1 mm. Reaparafusar a tampa do regulador e o pino-guia (para a peça corrediça) (veja também WJP 211/2-BR ou VDT-EP-WJ-03/1), repetir o teste).

5) Simultaneamente, verificar se a cremalheira e as peças articuladas se movem com facilidade. Força a dispender:

0,15 kp ou  
0,4 kp no caso de a alavanca de comando ser dotada de junta de borracha.



b) Verificação da peça corrediça a baixa rotação.

Alavanca de comando na posição de débito máximo.

Acionar a bomba com uma rotação um pouco mais elevada que a do fim da marcha lenta (os contrapesos encostam nas molas de rotação máxima); o avanço da cremalheira deve ser de 15,5-16,5 mm, como acima. Deslocar a cremalheira manualmente em ambos os sentidos e soltá-la na posição final; ela terá então de retornar ao avanço indicado. Aumentar, em seguida o número de rotações até à rotação máxima indicada na tabela (os contrapesos estarão completamente afastados); é necessário então que a cremalheira retorne à posição "zero". Se for preciso, corrigir a posição da peça corrediça conforme descrito acima.

c) Controlar o ponto de medição "Verificação da peça corrediça" segundo a tabela de teste. (Alavanca de comando na posição de débito máximo). Não sendo alcançado o avanço da cremalheira requerido, o defeito estará no dispositivo de aproximação, o qual deverá ser verificado. Somente em caso de necessidade, alterar ainda mais a posição da peça corrediça.

2. Verificação da rotação máxima conforme os valores da tabela de teste; alavanca de comando na posição de débito máximo: em primeiro lugar, ajustar novamente o cursor para o avanço da cremalheira conforme o valor "ponto de regulagem" e verificar, depois, os demais pontos de medição. Se for preciso, ajustar as molas de regulagem.

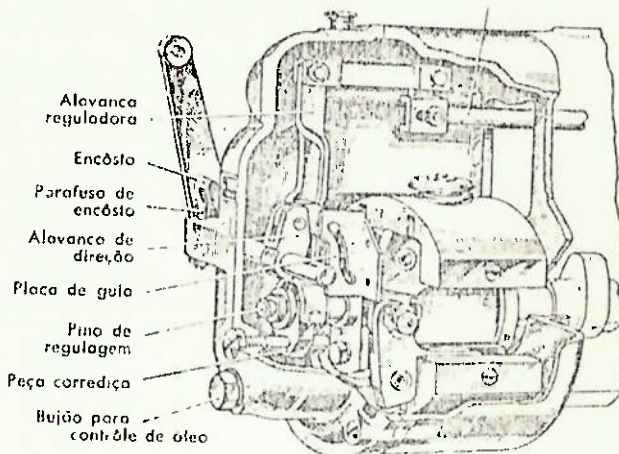
3. Verificação da "aproximação" de acordo com os valores especificados na tabela de teste. Alavanca de comando na posição de débito máximo. Não sendo alcançados esses valores, corrigir o curso de aproximação (medida a) por meio de arruelas e o início de funcionamento da aproximação mediante a respectiva bucha-guia.

4. Verificação da marcha lenta, conforme os valores da tabela de teste: acionar a bomba com a rotação correspondente ao "ponto de regulagem"; deslocar a alavanca de comando em direção "stop" até se sentir a primeira resistência e limitá-la provisoriamente nessa posição pelo parafuso de encôsto "stop", fixar a alavanca de comando nessa posição mediante uma mola de tração. A cremalheira deve estar na posição "zero" da escala, a qual, não sendo esse o caso, deverá ser ajustada. Alterar, então, a rotação e controlar os demais pontos de medição.
5. Com a bomba parada, ajustar em seguida definitivamente o parafuso de encôsto "stop" de tal maneira que a cremalheira fique a 0,5 mm diante do zero da escala. Travar o parafuso mediante a contraporca.

E) Regulador variável, tipo RQV (com cilindro de comando na alavanca reguladora). Cremalheira

1. Generalidades

- a) Todas as peças articuladas e o cilindro de comando na alavanca reguladora devem mover-se com facilidade, porém, sem acusar folga notável. (Verificá-lo movimentando a alavanca de comando).
- b) O sistema de alavancas deve deslizar na placa de guia sem qualquer folga e não deve emperrar jamais.
- c) A mola de tração do pino de regulagem deve ser instalada de modo a não se verificar qualquer folga.
- d) A folga longitudinal do pino de regulagem na peça corrediça deve ser de 0,05-0,1 mm.
- e) Para se montar a tampa do regulador, a alavanca de comando deve ser colocada obliquamente sobre "stop", a cremalheira deve ser empurrada em direção a "stop", introduzindo-se então o cilindro de comando na alavanca reguladora de tal maneira que a parte mais curta entre primeiro (parte mais comprida para cima).
- f) Também nos reguladores RQV, é importante a posição da peça corrediça (veja RQ...). Na rotação nominal superior e com a mola com uma tensão preliminar normal (prisio-neiro sobressaindo aproximadamente 1 mm no tipo RQV. .A e 2 mm aproximadamente no tipo RQV. .B) a cremalheira deve ajustar-se a um avanço de 15,5-16,5 mm. Aumentando-se a rotação, o cremalheira deve retornar a um avanço de 0-1,5 mm. Não se alcançando êsses avanços, deve-se corrigir a posição da peça corrediça no pino de regulagem e na placa de guia. Sendo necessário, verificar a abertura total dos contrapostos (cada contrapêso deve afastar-se 11 mm).



2. Teste mecânico preliminar do regulador.

- a) Desaparafusar completamente ou remover ambos os parafusos de encôsto da alavanca de comando, bem como o batente da cremalheira (no lado do regulador).
- b) Verificar se, com a bomba parada, é possível mover com facilidade e sem jôgo a cremalheira e se a alavanca de comando, com a cremalheira na posição de débito máximo, ainda pode ser movida.

- c) A folga longitudinal do eixo da alavanca pode ser de 0,2 mm no máximo. 
 > aumentando de  
 0,5 a 2 kp ou  
 0,8 a 2,4 kp no caso de a alavanca de comando ser dotada de uma junta de borracha.

- d) Adoptar o dispositivo de medição do avanço da cremalheira EFEP 42 A. Para a colocação desse dispositivo nos reguladores dotados de aproximação, os quais dispõem de um batente ajustável para a cremalheira na tampa do regulador, é necessário substituir a cápsula que cobre a extremidade da cremalheira, por uma luva, na qual então é possível afixar o mencionado dispositivo de medição do avanço da cremalheira.

Deve-se, além disso, montar o dispositivo EFEP 56... para a determinação do deslocamento da alavanca de comando e alinhá-lo com o eixo da referido alavanca.



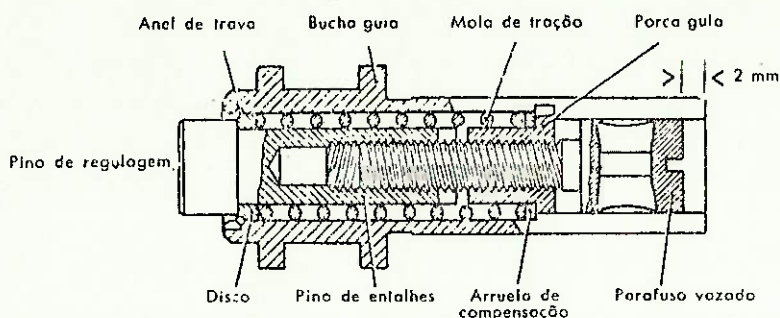
### 3. Ajustagem dos dispositivos de medição

- a) Empurrar a alavanca de comando na posição "stop" e colocar o cursor do dispositivo de medição do avanço 0 681 440 002 (EFEP 42 A) ou 1 688 130 039 (EFEP 452) na posição zero, mediante deslocamento da escala. Girar o parafuso de encosto "stop" até que a cremalheira fique em 0,2-0,5 mm de avanço; apertar bem a contraporca. Tornar a ajustar a escala na posição zero.
- b) Empurrar a alavanca de comando na posição "stop" e ajustar o dispositivo de medição EFEP 56... na posição zero (veja figura à página 13). Colocar a cremalheira em 1 a 2 mm de avanço e mantê-la nessa posição; a folga da alavanca de comando deve ser então de 1°, no máximo.
- c) Verificar se é possível ajustar o ângulo máximo indicado na tabela de teste com a alavanca de comando.

### 4. Verificação da cremalheira e das peças articuladas (bomba em funcionamento).

- a) Acionar a bomba com a rotação nominal superior e fixar a alavanca de comando aos 10-12 mm de avanço da cremalheira. A cremalheira deve deixar-se mover facilmente em ambos os sentidos e retornar à posição de partida quando solta na posição de débito máximo.
- b) Colocar, em seguida, a alavanca de comando em seu deslocamento máximo, em direção ao débito máximo (sem parafuso de encosto); com as molas reguladoras do conjunto de contrapesos à tensão preliminar normal (prisioneiro sobressaindo aproximadamente 1 mm no tipo RQV. .A e 2 mm aproximadamente no tipo RQV. .B), a cremalheira deve ajustar-se a um avanço de 15,5-16,5 mm.
- c) Aumentar a rotação até que o regulador reconduza a cremalheira à posição de partida. Ela deve retornar pelo menos até 1,5 mm de avanço.  
Não se obtendo os avanços indicados, será preciso corrigir a posição da peça corredeira conforme a explicação que se segue: repetir então os testes.

### 5. Ajustagem da posição da peça corredeira no pino de regulagem.



Retirar a tampa do mancal e o pino de regulagem e atarraxar o parafuso deste de tal maneira que ele fique inserido 2 mm na bucha-guia. Recoloca-se o pino de regulagem no seu devido lugar e não sendo alcançado o avanço da cremalheira indicado, procede-se da maneira seguinte:

- a) Dar tantas meias voltas ao parafuso do pino de regulagem quantas forem necessárias (meia volta corresponde a 2,25 mm de avanço da cremalheira).
- b) Colocar ou retirar calços de compensação sob a placa de guia da alavanca de direção (um calço de 0,15 mm corresponde a um avanço de 1 mm).
- c) Sendo necessário, verificar a abertura total dos contrapesos (cada contrapêso deve afastar-se 11 mm). Para proceder à verificação, retirar as molas.

### 6. Verificação da rotação nominal superior.

Testar a bomba conforme os valores indicados na tabela de teste. Se, apesar de se aproveitarem os limites de tolerância, quanto ao deslocamento da alavanca de comando, não forem obtidos os avanços da cremalheira indicados, deve-se ajustar a tensão preliminar da mola do contrapêso (observar o limite admissível; veja figura à página 11). Se isso não for suficiente, verificar as peças de transmissão de movimento entre os contrapesos e a cremalheira e, havendo necessidade, reajustá-las ou desmontá-las. Feita uma ajustagem em algum ponto, é necessário repetir o teste.

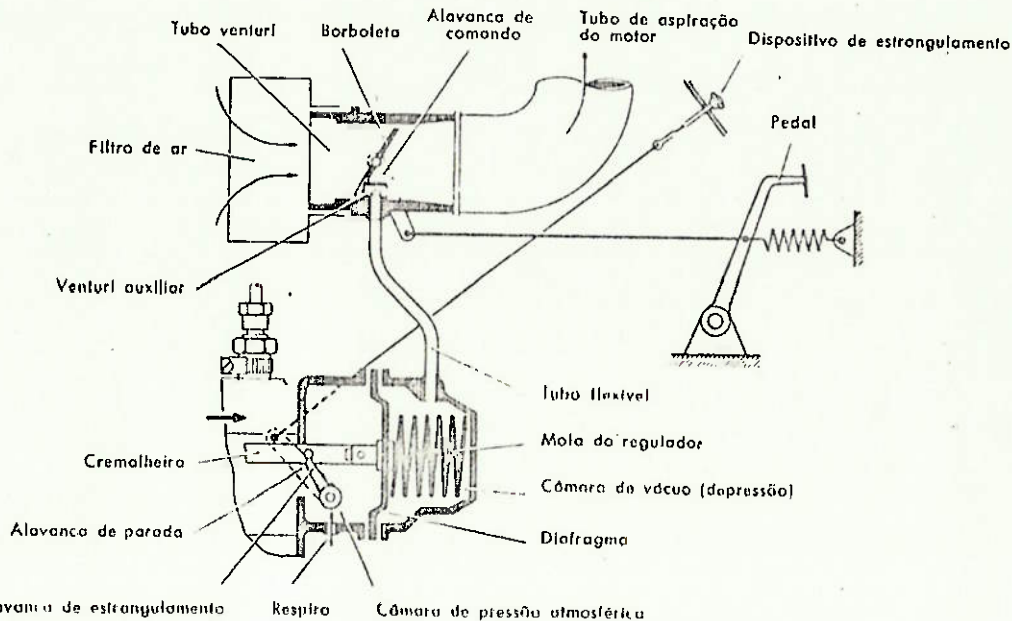
Ao se verificar a rotação nominal superior, observe-se ainda o seguinte:

- a) Ao se elevar a rotação, a bomba deve deixar de fornecer óleo com a cremalheira em 3 a 4 mm de avanço.
- b) A cremalheira deve recuar, até, pelo menos, 1,5 mm diante de "stop";
- c) A essa rotação deve ainda ser possível puxar a alavanca de comando, manualmente, até aproximadamente 1 mm diante da posição "stop".

Após êsse teste, ajustar provisoriamente o parafuso de encosto de débito máximo até o mesmo encostar na alavanca de comando e apertar a contraporca.

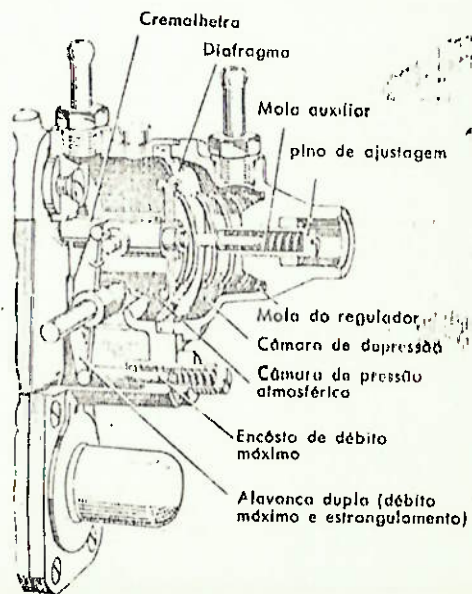
7. Verificação da rotação nominal inferior.  
Acionar a bomba com a rotação nominal inferior (veja chapinha de identificação). Fixar a alavanca de comando na posição prescrita (veja tabela de teste) e fazer a leitura do avanço da cremalheira. Reduzir a rotação (100 rpm abaixo da nominal), devendo então o avanço da cremalheira ser no mínimo 1,5 mm maior; não se verificando tal aumento, afrouxar um pouco a mola reguladora (no conjunto de contrapesos). Testar, a seguir, a bomba segundo os valores da tabela de teste. É necessário que a cremalheira retorne completamente ao ponto zero.
8. Verificação da rotação média desde que haja valores indicados na tabela de teste (por exemplo no regulador RQV 200/500/1000).
9. A seguir, tornar a verificar todos os valores para o regulador indicados na tabela de teste, tanto de cima para baixo como de baixo para cima (isto é, aumentando e diminuindo a rotação). Diferenças admissíveis no curso da cremalheira, vide capítulo A Item 7 (pág. 15).

F) Reguladores pneumáticos, tipos EP/M, .../MZ, .../MN



1. Generalidades

- a) Os reguladores pneumáticos são testados na bancada, montados na bomba, em combinação com o aparelho de vácuo 0 681 142 001 (EFEP 14).
  - b) Ao se ajustarem os diversos valores do vácuo, deve-se observar a ordem indicada na tabela de teste. A depressão aumenta, girando-se o volante para a direita.
  - c) Não havendo indicação especial, aciona-se a bomba com 500 rpm, para a verificação do avanço da cremalheira.
2. Verificação do curso da cremalheira (o tubo do aparelho de vácuo ainda não deve ser ligado, pois, o aparelho poderia danificar-se).
- a) Verificar, com a bomba parada, se a cremalheira se move com facilidade.
  - b) Mediante a alavanca de estrangulamento, manter a cremalheira na posição "stop" e exercendo-se, na extremidade livre desta, forte pressão, em direção a "stop".  
Se, nos reguladores com diafragma de 60 mm de diâmetro a cremalheira ceder mais de 2 mm, a **alavanca dupla** estará erradamente montada devendo-se, pois, corrigir a sua posição.
  - c) Ajustar o dispositivo de medição do avanço da cremalheira 0 681 440 002 (EFEP 42 A) ou 1 688 130 039 (EFEP 452) ou 0 681 440 010 (EFEP 172), com a alavanca de comando na posição "stop" no ponto zero.
  - d) Desaparafusar o parafuso de encosto do débito máximo e soltar a alavanca de estrangulamento; a cremalheira deverá deslocar-se até aproximadamente 21 mm de avanço.



3. Teste de vedação

Ligar o tubo do aparelho de vácuo e verificar a vedação, conforme as indicações da tabela de teste. Os valores de depressão indicados referem-se ao vácuo que deve ser ajustado no início e à depressão ainda admissível no final do tempo indicado para o teste.

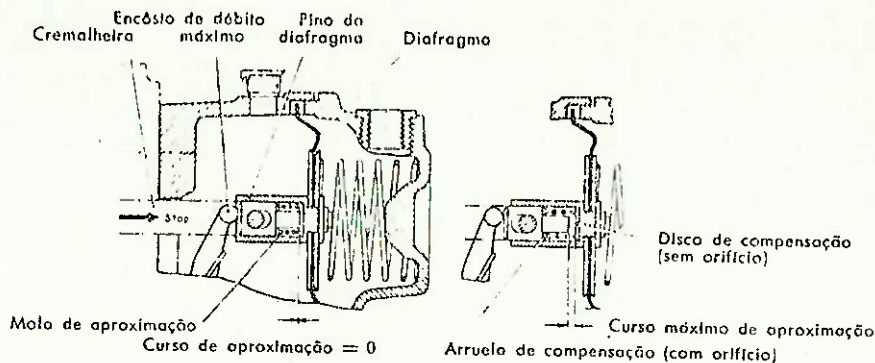
4. Limitação do avanço da cremalheira

Ajustar o avanço da cremalheira mediante o parafuso de débito máximo (em reguladores com diafragmas de 60 mm de diâmetro abaixo da tampa do regulador; veja a figura anterior) conforme os valores da tabela de teste (colunas 4 e 5). Corrigir alternadamente, o vácuo e o parafuso de encôsto até que **ambos** acusem os valores prescritos.

5. Verificação do avanço da cremalheira e (nos reguladores EP/MZ) a ajustagem da mola auxiliar. Verificar o regulador conforme os dados indicados nas respectivas colunas da tabela de teste. Não sendo alcançados, trocar a mola de regulagem ou ajustar a mola auxiliar e apertar a contraporca (veja figura à página 17).

6. Verificação da aproximação (se houver)

a) Para a verificação do curso de aproximação, deve-se eliminar o vácuo. A cremalheira retorna, por si mesma, à posição de débito máximo. Verificar o curso de aproximação, exercendo uma ligeira pressão sobre a cremalheira em direção "stop", soltando-a o seguir. Sendo necessário, regular o curso de aproximação para o valor indicado na tabela de teste, coluna 1), colocando discos de compensação, que devem ser planos e isentos de rebarba.



b) Verificar o funcionamento do dispositivo de aproximação, conforme os dados da tabela de teste e, se fôr preciso, ajustá-lo mediante a colocação de arruelas (com furo) como segue:

início de regulagem muito adiantado  
reduzir a pressão da mola

início de regulagem muito atrasado,  
aumentar a pressão da mola

Uma alteração de 0,1 mm da tensão preliminar da mola, corresponde a aproximadamente 5 mm coluna de água.

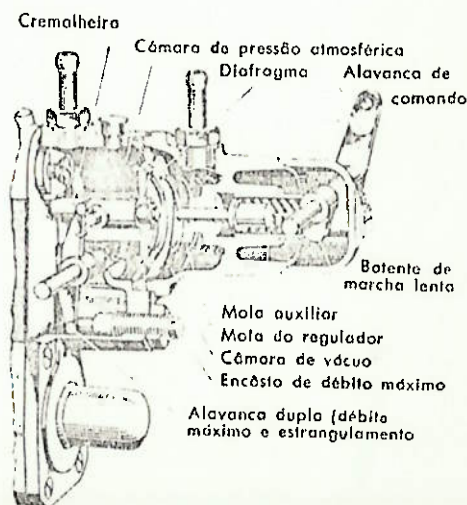
As molas de regulagem e os diafragmas, com mola de aproximação, fornecidos como peças sobressalentes, já vêm ajustados; montá-los com cuidado!

7. Verificação do avanço da cremalheira nos reguladores com batente e mola auxiliar de marcha lenta (EP/MN).

a) Inicia-se a verificação desses reguladores exatamente como nos tipos EP/M e EP/MZ, ou seja, como o "ponto de regulagem" — seção B da tabela de teste).

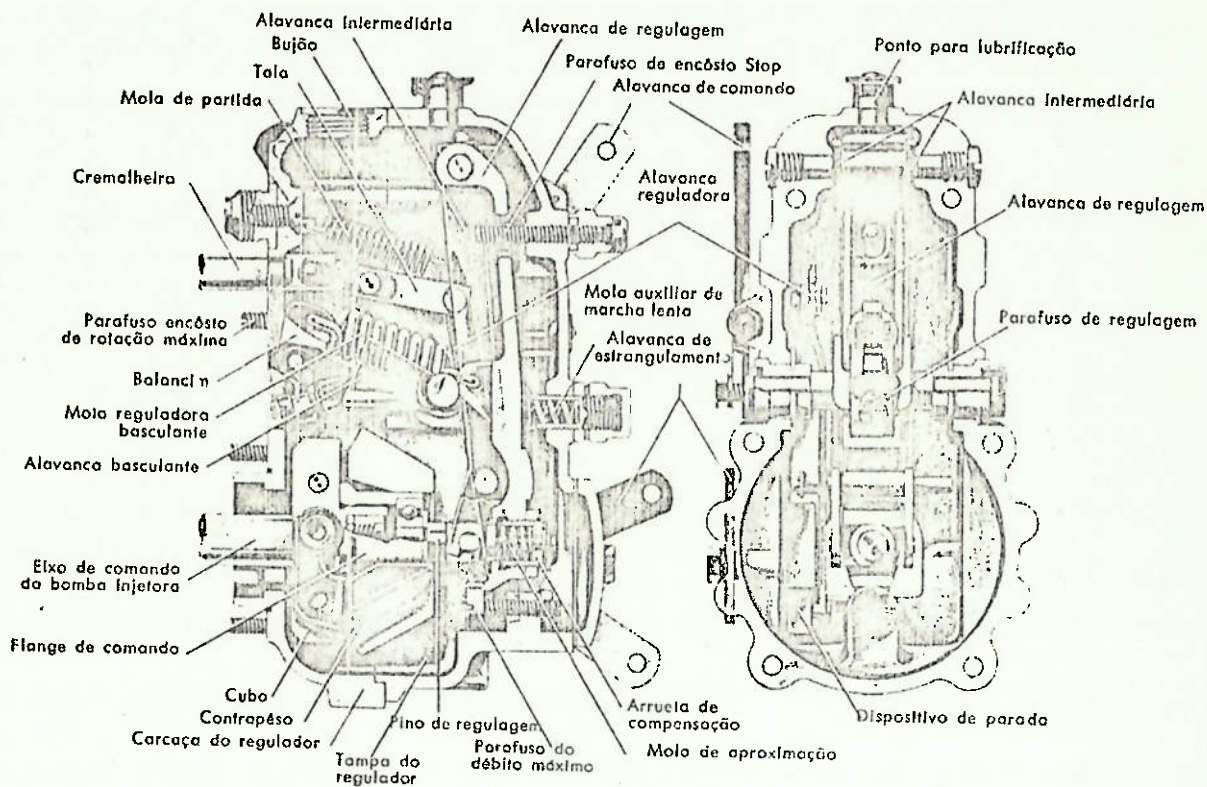
Não havendo indicação dos valores, verifique-se o débito máximo (seção C, coluna 1 a 3), que neste caso deve ser ajustado antes de se testar o regulador.

b) Em determinados pontos adicionais de medição, especialmente marcados na tabela de teste, deve-se ajustar a mola auxiliar, isto é, comprimí-la com o batente de marcha lenta, mediante a alavanca de comando (pôr o batente na posição de trabalho).



## G) Regulador tipo EP/RSV

Esses reguladores diferenciam-se dos demais reguladores centrífugos pela sua construção. Para testá-los é absolutamente necessário observar a ordem de operações aqui prescrita. Somente assim será possível obter uma ajustagem e verificação perfeitas do regulador.



Regulador EP/RSV

### 1. Verificação mecânica

Fixar a bomba com o regulador na bancada de teste (ligar os tubos de pressão) e verificar se há suficiente óleo lubrificante no cárter da bomba injetora. A seguir:

Desparafusar o parafuso "stop" na tampa do regulador;

Desparafusar completamente o parafuso de rotação máxima na carcaça do regulador;

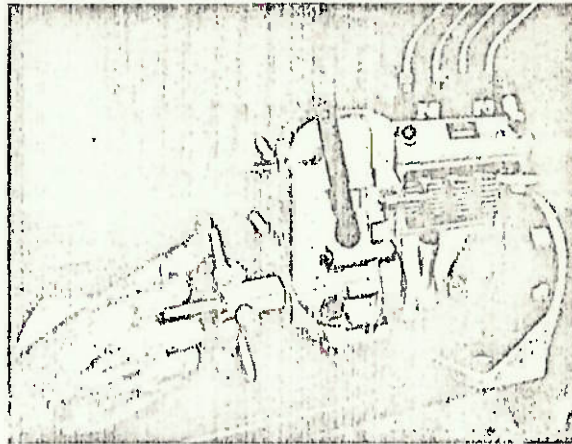
Desparafusar a mola auxiliar de marcha lenta;

Retirar a tampa de vedação e desparafusar, mediante a chave EFEP 202 BR, a cápsula de aproximação.

Verificar se a alavanca de comando pode ser movida com facilidade sob ligeira pressão e se a cremalheira segue o seu movimento. Estando a alavanca de comando na posição "stop", a cremalheira também deve estar em "stop", isto é, deve ser impossível deslocá-la ainda mais nessa direção.

- a) Montar o dispositivo 0 681 440 002 (EFEP 42 A) ou 1 688 130 039 (EFEP 452) e colocar o cursor da escala em zero, estando a alavanca de comando na posição "stop". Ajustar então, o parafuso de encosto "stop" de tal maneira que a cremalheira fique a 0,3 — 1,0 mm diante de "stop".

Pôr a alavanca de comando na posição de débito máximo. Soltar o encosto de débito máximo e, com uma rotação um pouco abaixo da rotação nominal superior, ajustá-lo de tal maneira que o avanço da cremalheira seja 1 a 2 mm maior do que o valor indicado na coluna 3 (valor superior). A seguir, apertar a contraporca.



Soltar o cápsula da mola c/ a chave  
EFEP 202 BR

Aumentar a rotação até que o regulador tenha terminado o corte de óleo, e verificar se a cremalheira igualmente retorna para 0,3 — 1,0 mm de avanço. Se esse valor não for alcançado, devem-se colocar arruelas no pino de regulagem (WJP 211/5-BR ou EP-WJ-03/3, capítulo IV. A-7). Evita-se, com isso, um pressão adicional sobre a alavanca reguladora.

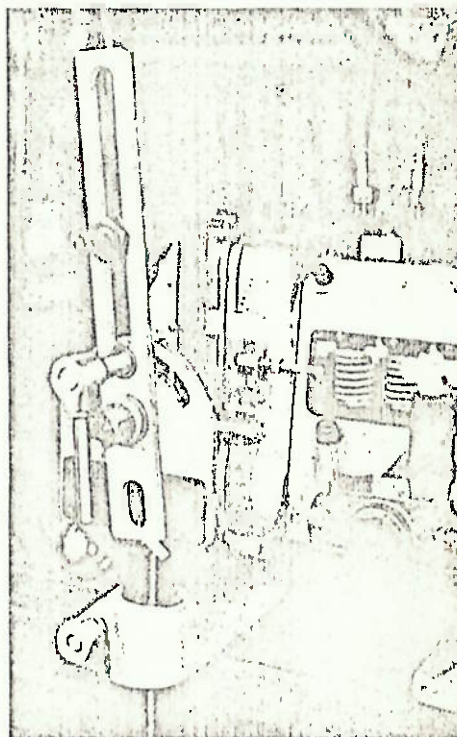
- b) Adaptar o dispositivo EFEP 56... e alinhá-lo com o eixo da alavanca de comando. Encostar o pino do dispositivo no lado da alavanca de comando (lado "stop") ou introduzi-lo no furo dessa mesma alavanca.

Verificar se a alavanca de comando ainda assim pode ser movida com facilidade para ambos os lados.

Colocar a alavanca de comando na posição vertical e ajustar a escala do dispositivo em 40° (reguladores EP/RSV...A e B) ou 35° (nos reguladores EP/RSUV...B) (veja figura ao lado).

Pôr, a seguir, a alavanca de comando na posição máxima indicada na tabela de teste (seção B, coluna 1), sendo que a indicação do ângulo se faz apenas, como ponto de referência. Verificar se a cremalheira se desloca para um avanço de 20-21 mm (nos reguladores EP/RSV...A) ou 23-24 mm (nos reguladores EP/RSV...B e EP/RSUV...B)

Ajustar o parafuso de rotação máxima nessa posição e apertar, provisoriamente, a contraporca.



Colocar a alavanca de comando em posição vertical e ajustar a escala do dispositivo em 40° ou 35°, conforme o tipo do regulador.

## 2. Ajustagem e verificação

Os números inscritos em círculos correspondem à ordem das operações indicada na tabela de teste constante da página 25.

### a) Ajustagem inicial da mola de regulagem

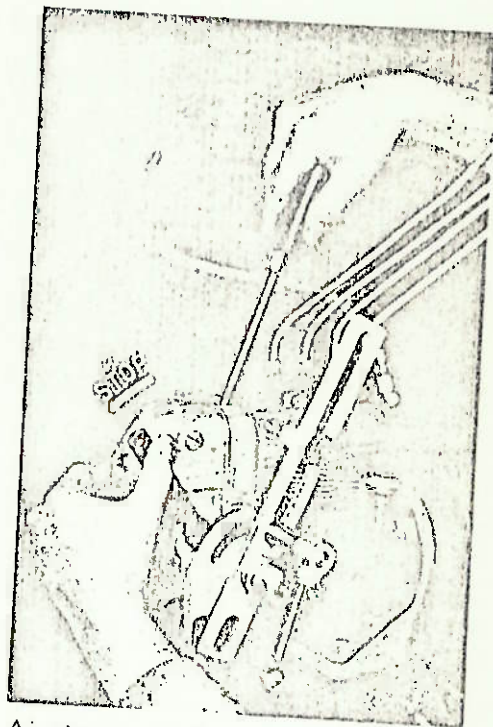
sem mola auxiliar de marcha lenta

(Tabela de teste, seção B, colunas 1 a 3, primeira linha)

Colocar a alavanca de comando encostada ao parafuso da rotação máxima e acionar o regulador com a rotação nominal superior. É necessário que se alcance sem tolerância o avanço da cremalheira inscrito num retângulo na tabela de teste (1.º valor).

Não sendo esse o caso, desaparafusar o bujão no tampo da carcaça do regulador e ajustar, mediante uma chave de fenda, o parafuso de regulagem na alavanca basculante, através daquela abertura. Para fazê-lo, pôr a alavanca de comando em "stop" e desligar a bomba. Girando o parafuso para a direita, obter-se-á um maior avanço da cremalheira.

Tornar a verificar o avanço da cremalheira. Se o valor da tabela de teste ainda não foi alcançado ajusta-se o parafuso da rotação máxima.



Ajustar o parafuso de regulagem na alavanca basculante mediante uma chave de fenda.

### b) Verificação do avanço da cremalheira à rotação nominal superior

sem mola auxiliar de marcha lenta

(Tabela de teste, seção B, colunas 1 a 3, valores inscritos em retângulo)

Os avanços da cremalheira à rotação mais elevada que a rotação nominal superior, são verificados da maneira seguinte:

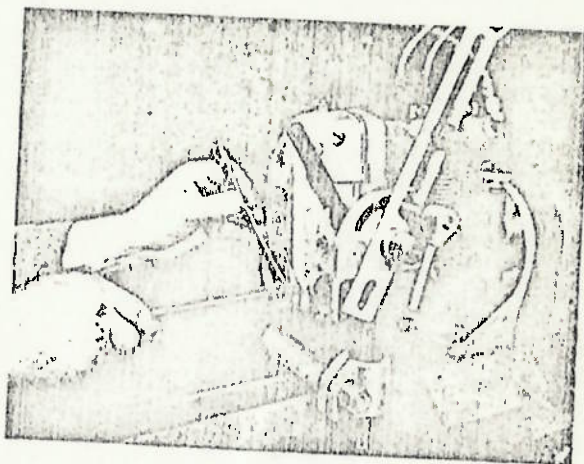
Fixar a alavanca de comando de encontro ao parafuso de rotação máxima. Verificar o avanço da cremalheira com todos os valores indicados na tabela de teste. Esses avanços devem ser obtidos sem margem de tolerância. Não sendo esse o caso, deve-se ajustar a alavanca de comando ou corrigir, por meio do parafuso de regulagem, a tensão preliminar da mola. Ajustar, a seguir, o parafuso de rotação máxima a essa nova posição da alavanca. (Ajustagem do parafuso de regulagem — ajustagem aproximada; ajustagem do parafuso da rotação máxima — ajustagem de precisão). Verificar então se, a partir de uma rotação 1,5 vezes maior que a rotação de marcha lenta até ao início do corte de óleo (aproximadamente rotação de débito máximo), a cremalheira fica parada (uma redução de 0,2 mm do avanço da cremalheira ainda é admissível).

### Ajustagem do débito máximo

(Tabela de teste, seção C, colunas 1 e 2)

Fixar a alavanca de comando de encontro ao parafuso de rotação máxima. Acionar a bomba com a rotação prescrita. Ajustar o parafuso do débito máximo de maneira a se obter o débito prescrito. (Durante a ajustagem, colocar a alavanca de comando na posição "stop").

Após cada ajustagem, apertar bem a contraporca. Uma vez efetuada a ajustagem do débito máximo, fazer a leitura do avanço da cremalheira e anotar esta medida para a regulagem de aproximação que se efetuará posteriormente.



Ajustar o parafuso do débito máximo, de maneira a se alcançar o débito prescrito.

Não havendo indicação do débito máximo, na tabela, deve-se limitar, mediante o parafuso correspondente, o avanço da cremalheira à metade do seu curso total. Efetua-se a limitação definitiva da rotação somente após os demais testes.

### Ajustagem da aproximação

(Tabela de teste, seção B, colunas 10 e 11)

Aparafusar na alavanca de regulagem a cápsula com a mola de aproximação. Fixar a alavanca de comando de encontro ao parafuso de rotação máxima. Acionar o regulador com a rotação nominal superior. Fazer a leitura no dispositivo 0 681 440 002 (EFEP 42 A) ou 1 688 130 039 (EFEP 452) da posição da cremalheira, anotando esse valor. Verificar as rotações e os correspondentes avanços da cremalheira. Se os valores indicados não forem obtidos, ajustar a cápsula com a chave EFEP 202 BR. Se ainda assim não se alcançarem os valores, trocar a cápsula ou, sendo necessário, alterar a tensão preliminar da mola retirando ou colocando arruelas de compensação. Depois de efetuada a ajustagem, apertar bem a contraporca na cápsula.

### Verificação da quantidade injetada (quando prescrita)

(Tabela de teste, Seção C, colunas 4 e 5)

Acionar a bomba na rotação prescrita e verificar se os valores da coluna 5 são alcançados. Não sendo esse o caso, ajustar a cápsula, apertando, a seguir, a contraporca.

4  
**a) Ajustagem da mola auxiliar de marcha lenta**

(Tabela de teste — seção B, colunas 7 a 9, valores inscritos em retângulo).

Acionar a bomba na rotação nominal inferior e ajustar a cremalheira, mediante a alavanca de comando, para um avanço de 1 a 1,5 mm menor que o valor indicado na tabela de teste, coluna 9. Aparafusar, a seguir, a mola auxiliar de marcha lenta introduzindo-a tanto até que o avanço da cremalheira indicado na tabela seja alcançado. Apertar ligeiramente a contraporca.

b) **Verificação do avanço da cremalheira na rotação nominal inferior**

(Tabela de teste, seção B, colunas 7 a 9, valores não inscritos em retângulo).

Deixar a alavanca de comando fixada na posição descrita em a). Verificar os avanços da cremalheira nas rotações prescritas. Devem tomar a média dos valores indicados. Não sendo o caso, ajustar a alavanca de comando convenientemente e repetir os testes, a) e b).

5  
**Verificação do avanço da cremalheira na rotação nominal superior**

(Tabela de teste, seção B, colunas 1 a 3, valores não inscritos em retângulo).

Fixar a alavanca de comando de encontro ao parafuso de rotação máxima. Acionar a bomba nas rotações prescritas; é necessário que os valores indicados na coluna 3 sejam alcançados.

5 1/2  
**Regulagem do parafuso da marcha lenta em reguladores dotados de dispositivos de estrangulamento (EP/RSV.../301...)**

(Tabela de teste, seção C, coluna 8)

Nos reguladores dotados de dispositivo de estrangulamento, o parafuso de encôsto "stop" serve de encôsto da marcha lenta.

Não havendo indicações em contrário na tabela de teste, êsse dispositivo é ajustado da maneira seguinte:

Acionar a bomba na rotação indicada e ajustar o avanço da cremalheira prescrito mediante a alavanca de comando. Os valores correspondem àqueles inscritos em retângulo que se encontram na seção B, colunas 8 e 9. Aparafusar em seguida, o parafuso de encôsto "stop" (nesse caso, encôsto da marcha lenta), até tocar na cremalheira e apertar a contraporca.

**Verificação do débito para a partida (se houver indicação)**

(Tabela de teste, seção C, colunas 6 e 7).

Acionar a bomba nas rotações prescritas e verificar se os valores da coluna 7 são alcançados.

6  
**Ajustagem final do início do corte do óleo**

(Tabela de teste, seção C, coluna 3)

Acionar a bomba na rotação nominal superior. Fixar a alavanca de comando no parafuso de encôsto da rotação máxima. Aumentar a rotação e observar atentamente o dispositivo de medição do avanço da cremalheira 0 681 440 002 (EFEP 42 A) ou 1 688 130 039 (EFEP 452).

O regulador deve iniciar o corte do óleo ao ser alcançada a rotação indicada na coluna 3; caso contrário, ajustar o parafuso de rotação máxima. Uma vez efetuada a ajustagem, apertar bem a contraporca.

**Verificação do débito nulo (Só se fôr prescrita)**

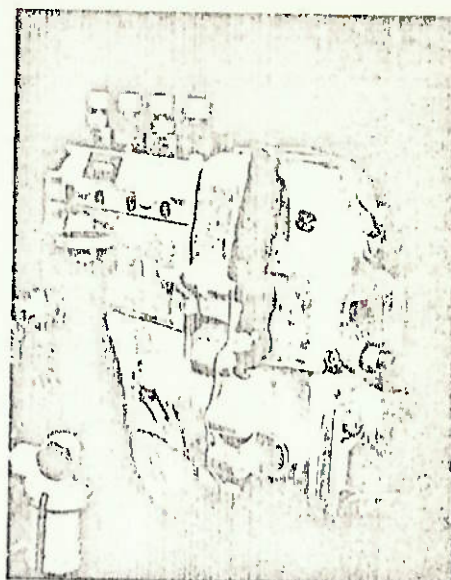
(Tabela de teste, seção C, colunas 4 e 5)

**3. Travar e lacrar**

Terminados a regulagem e o teste, recolocar e aparafusar a tampa de vedação. Travar com arame e lacrar (conforme mostra a figura) a mola auxiliar de marcha lenta juntamente com o parafuso de encôsto "stop", bem como os parafusos da tampa, além do parafuso da rotação máxíma.

Retirar o dispositivo de medição do avanço da cremalheira e atarroxar o bujão protetor da cremalheira. Colocar óleo lubrificante, SAE 30, no regulador. Reaparafusar o bujão no tôpo do regulador.

Retirar a bomba injetora com o regulador da bancada de teste.



Lacração do regulador

**4. Índice e alcance das rotações**

A tabela abaixo demonstra as peças com que pode ser obtido determinado alcance de rotações.

Índice de rotações	Engrenagem i	Alcance de rotações	Moia reguladora (basculante) EPSF...	PRG conjunto de contrapesos
EP/RSV... A e	1	—	—	62 P 10 Z
EP/RSV... B	2	—	—	62 P 11 Z
	3	—	5,15 kp/mm <sup>2</sup>	62 P 12 Z
	4	—	—	62 P 10 Z
	5	—	—	62 P 11 Z
	6	—	4,9 kp/mm <sup>2</sup>	62 P 12 Z
	7	—	—	62 P 10 Z
...B	7	—	—	62 P 10 Z
	8	—	—	62 P 11 Z
	9	—	4,08 kp/mm <sup>2</sup>	62 P 12 Z
EP/RSUV...B	1	1:4,0	—	—
	2	1:3,29	—	—
	3	1:2,75	—	—
	4	1:2,16	—	—
	5	1:1,86	—	—
	6	1:4,0	—	61 P 1 Z
	7	1:3,29	—	—
	8	1:2,75	—	—
	9	1:2,16	—	—
	10	1:1,86	—	—
			40 P 2 X	
			40 P 1 X	

# TABELA DE TESTE BOSCH

WPP 001/4 BR

EP

para  
BOMBA INJETORA REGULADOR  
EP/RSV...

Firma

Tipo do Motor

Dados Especiais:

Visto de conhecimento: Mestre:

Mecânico:

## A) DADOS DE REGULAGEM DA BOMBA INJETORA

Início de débito ao curso de		mm a partir do PMI			
1	2	3	4	5	6
Número de Rotação R.P.M.	Avanço da cremalheira mm	Quantidade de Injeção $\text{cm}^3/100 \text{ inj.}$	Diferença $\text{cm}^3/100 \text{ inj.}$	Quantidade de Injeção Diminuição (entre as rotações alta e baixo) $\text{cm}^3/100 \text{ inj.}$	Tensão preliminar da mola (válvula com aproximação) mm

Regulagem básica com os dados  enquadados

## B) DADOS DE REGULAGEM DO REGULADOR

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Rotação	Nominal	Superior	Rotação	Nominal	Média	Rotação	Nominal	Inferior	Aproximação	
Ângulo da Alavanca de Comando graus	R.P.M.	Avanço da cremalheira mm	Ângulo da Alavanca de Comando graus	R.P.M.	Avanço da cremalheira mm	Ângulo da Alavanca de Comando graus	R.P.M.	Avanço da cremalheira mm	R.P.M.	Curso da Cremalheira mm
			sem mola auxiliar							
			com mola auxiliar							

## C) DADOS DE REGULAGEM DA BOMBA INJETORA JUNTO COM O REGULADOR

1	2	3	4	5	6	7	8
Débito Máximo		Limite de rotações na alavanca de comando		Teste da quantidade injetada		Teste do Débito de Partida	Regulagem da marcha lenta por intermédio do parafuso de encosto Stop
R.P.M.	$\text{cm}^3/1000$	R.P.M.	R.P.M.	$\text{cm}^3/1000$	R.P.M.	$\text{cm}^3/100$	

O débito máximo (colunas 2 e 5) deve ser verificado com 1000 injeções.

Estes dados de teste são válidos exclusivamente para bancadas e aparelhos de teste BOSCH.  
Vide instruções de teste WPP 001/4 - BR

ROBERT BOSCH DO BRASIL

VDT

# V. Regulagem de Débito Máximo

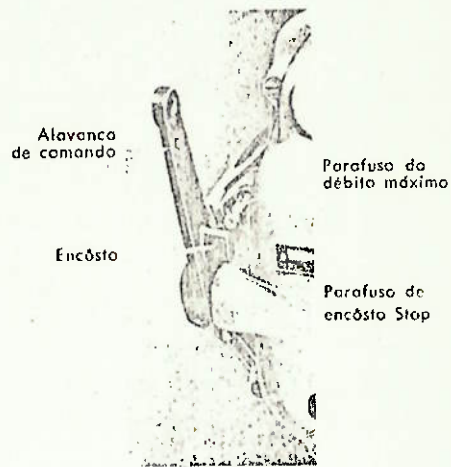
(Seção C, das tabelas de teste)

## A) Generalidades

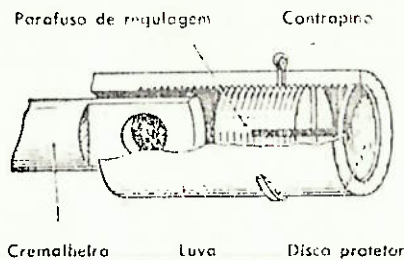
1. Devido à sua construção, cada motor tem uma rotação e uma potência máximas características: uma vez ultrapassadas, o motor estará sendo sobrecarregado. Tanto a rotação, como a potência do motor, dependem da quantidade de combustível fornecida pela bomba injetora, dependendo isto, por sua vez, do avanço da cremalheira. Para evitar o perigo de o motor ser sobrecarregado, é preciso limitar o avanço da cremalheira na direção do débito máximo. São o batente regulável da cremalheira e o parafuso de encôsto de débito máximo no regulador, que limitam o dito avanço.
2. Os modernos motores Diesel reagem acentuadamente já quando de pequenas diferenças da quantidade de combustível injetada. É necessário daí, regular com precisão a bomba injetora na bancada de teste e jamais alterar qualquer ponto de regulagem uma vez terminado o teste. Se o motor, após a colocação da bomba, soltar muita fumaça pelo escapamento, pode-se retirar novamente o bomba, recolocá-la na bancada e ajustar o débito máximo para o valor mínimo prescrito.

## B) Regulador da marcha lenta e da rotação máxima (R, RP, RQ)

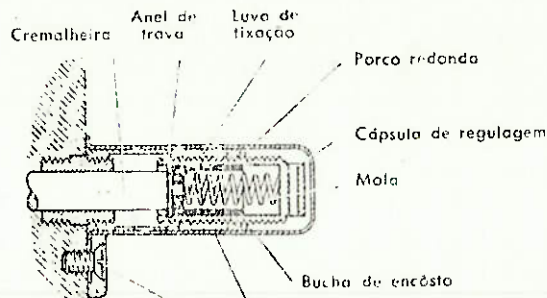
1. Regulagem do parafuso do débito máximo na alavanca de comando. Puxar a alavanca de comando, mediante uma mola de tração, em direção ao débito máximo e ajustar o parafuso do mesmo de tal maneira que se obtenha o valor indicado na tabela de teste com a bomba acionada à rotação prescrita. Apertar a seguir a contraporca.



2. Regulagem do batente da cremalheira (fixo, ajustável ou automático)



Batente fixo da cremalheira



Garra  
Lacre  
Capa protetora  
Batente automático da cremalheira

- a) Acionar a bomba na rotação indicada. Fixar a alavanca de comando no seu encôsto de débito máximo e aparafusar o batente da cremalheira até que ele encoste na mesma. Pode-se tornar o movimento da cremalheira mais perceptível introduzindo-se na fenda da coroa dentada, de um dos elementos, um indicador qualquer (um palito de fósforo, por exemplo).
- b) Verificar o débito conforme os valores da tabela de teste (se estiverem marcados). Sendo necessário, corrigir o batente da cremalheira (aparafusando, reduz-se o débito, desaparafusando, o débito é aumentado). Após cada correção, apertar bem a contraporca ou contrapinar o batente.

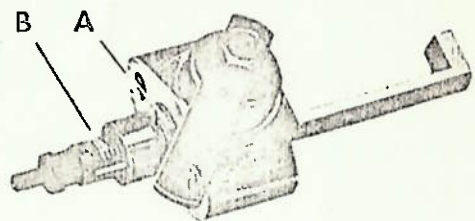


### C) Reguladores tipos RV e RQV sem aproximação

1. Acionar a bomba na rotação indicada e empurrar a alavanca de comando de encontro ao parafuso de débito máximo. Aparafusar o batente da cremalheira tanto até que os valores das colunas 1 e 2 sejam alcançados.
2. Ajustar, definitivamente, o parafuso de encosto da alavanca de comando de tal maneira que a cremalheira, estando a bomba à rotação indicada na coluna 3, comece a se deslocar em direção a "stop". Um indicador qualquer (palito de fósforo) colocado na fenda da coroa dentada torna esse movimento mais perceptível (veja figura anterior).
3. Travar os encostos.

### D) Reguladores tipos RV e RQV com aproximação

1.
  - a) Enganchar na cremalheira o batente regulável pelo lado do regulador, retirada a capa protetora, e parafusá-lo na tampa do regulador.
  - b) Desligar a aproximação: girar o parafuso A no sentido contrário ao do movimento dos ponteiros do relógio, estendendo assim a mola de maneira a não haver mais nenhum curso de aproximação. É preciso que a porca B (na mola de aproximação) fique com a sua extremidade aproximadamente no centro de seu alojamento.
  - c) Fixar a alavanca de comando na posição de débito máximo, mediante uma mola de tração. A cremalheira não deve deixar-se mover em direção a "stop" quando se exerce certa pressão em ambos os sentidos sobre o pino de rosca ou sobre a bucha de guia do batente da cremalheira. (Observar na escala). Ajustar em seguida o batente da cremalheira mediante ambas as porcas externas, ou (nos reguladores RV) mediante o batente da cremalheira na extremidade desta, conforme os valores da tabela de teste (colunas 1 e 2). Apertar bem a contraporca.
  - d) Ajustar o parafuso de encosto da alavanca de comando de tal maneira que a cremalheira, estando a bomba acionada na rotação indicada na coluna 3, inicie o movimento em direção a "stop". Um indicador qualquer (palito de fósforo) na fenda de uma coroa dentada torna o movimento mais perceptível.



### 2. Regulagem do curso de aproximação (nos reguladores tipo RQV)

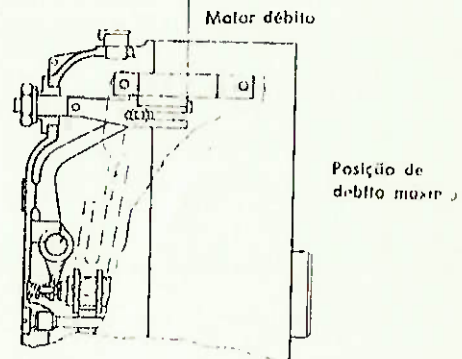
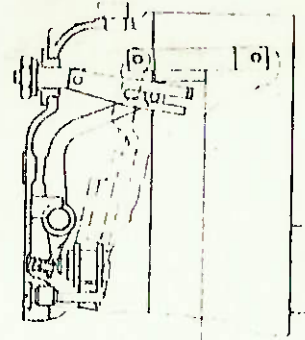
- a) Fixar a alavanca de comando na posição de débito máximo mediante a mola de tração, e saltar um pouco o parafuso A.
- b) Acionar a bomba na rotação indicada sob "aproximação" (seção B, da tabela de teste), estando a cremalheira em zero. A cremalheira não deve se mover. Colocar, a seguir a escala do dispositivo de medição 0 681 440 002 (EFEP 42 A) ou 1 688 130 039 (EFEP 452) em um valor de fácil leitura.
- c) Diminuir a rotação da bomba para o ponto de medição mais próximo (em "aproximação", seção B da tabela de teste). O início do curso de aproximação ajusta-se, girando-se cuidadosamente o parafuso de regulagem A (vide figura) no sentido do movimento dos ponteiros do relógio.
- d) Continuar a diminuir a rotação e verificar os demais pontos de medição. Não se alcançando o curso total da aproximação indicado, gira-se a porca B no sentido contrário ao do movimento dos ponteiros do relógio.
- e) Verificar repetidas vezes os pontos de medição da aproximação, começando alternadamente com a rotação superior e a inferior, e adaptar definitivamente os parafusos A e B, um em relação ao outro. Travar, finalmente, o parafuso B com arame.

### 3. Verificação da quantidade injetada

Testar a bomba conforme os valores da seção C da tabela de teste. Se os valores indicados não forem alcançados deve-se verificar novamente a aproximação. O curso da aproximação deve ser depreendido das respectivas tabelas de teste. Esse curso ajusta-se mediante arruelas colocadas na frente ou atrás da mola de aproximação (da mesma maneira como nos reguladores de diafragma EP/M). Verificando-se diferenças diminutas, pode-se variar também o débito máximo sem deixar de observar, porém, as tolerâncias previstas. Após cada regulagem, apertar bem a contraporca no batente da cremalheira. Colocar a capa protetora do batente da cremalheira e examinar se todas as peças se movem com facilidade. Finalmente, acionar a bomba na rotação à qual o curso de aproximação se ajusta para mais ou menos a metade do total; alavanca de comando em débito máximo. Mover então a cremalheira, através das coroas dentadas, em ambos os sentidos: ela deve voltar sempre e com facilidade ao seu ponto de partida.

## E) Caso especial

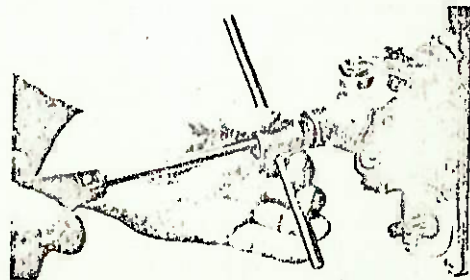
Para ajustar o débito máximo em reguladores RQV, dotados de batente automático da cremalheira para maior débito durante a partida (. . . A 82 para MAN, por exemplo), proceder da seguinte maneira :



- 1) Testar normalmente o regulador, conforme seção B das tabelas de teste.
- 2) Montar o batente e ajustar a cremalheira, provisoriamente, a um avanço de aprox. 12 mm, com a bomba acionada à rotação nominal inferior.
- 3) Reduzir pouco a pouco a rotação até aproximadamente 100 rpm. Por si mesma a cremalheira deve tomar a posição correspondente à de partida. Repetir essa operação diversas vezes.
- 4) Ajustar então, definitivamente o batente e o parafuso de encosto de débito máximo, conforme os dados da tabela de teste.
- 5) Partindo das 100 rpm, aumentar novamente aos poucos a rotação, verificando o limitador da cremalheira, o que se faz, movendo a alavanca de comando diversas vezes em ambos os sentidos até que o gancho-batente fique por trás da tala do encosto na forquilha articulada (ou seja, alcançando êsse ponto, a cremalheira não mais deve avançar em direção à posição de partida). A rotação deve estar situada entre a rotação nominal inferior e 50 rpm mais baixa.
- 6) Diminuir novamente pouco a pouco, a rotação da bomba. O limitador da cremalheira deve soltar-se a partir de uma rotação 50 rpm abaixo da rotação nominal inferior, não antes.

## F) Regulador pneumático

1. Ajustar o parafuso do débito máximo conforme os dados da tabela de teste. Após cada operação deve-se apertar bem a contraporca.
2. Verificar a quantidade injetada (para a aproximação, se houver), conforme os dados da tabela de teste.
3. Verificar o encosto da marcha lenta (posição da mola auxiliar).  
Desligar a bancada de teste e também a mangueira de vácuo. Puxar em seguida levemente a cremalheira em direção ao débito máximo (deslocamento máximo em direção ao mesmo), e fazer a leitura dessa posição no dispositivo de medição do avanço da cremalheira. Empurrar depois cuidadosamente a cremalheira em direção a "stop" até que se perceba uma resistência mais acentuada. Tornar a efetuar a leitura do avanço da cremalheira. A diferença entre ambos os avanços deve corresponder ao valor indicado na seção C; em caso contrário, ajustar o parafuso de encosto da marcha lenta (mola auxiliar) mediante a chave EFEP 95 BR e tornar a apertar bem a sua contraporca.

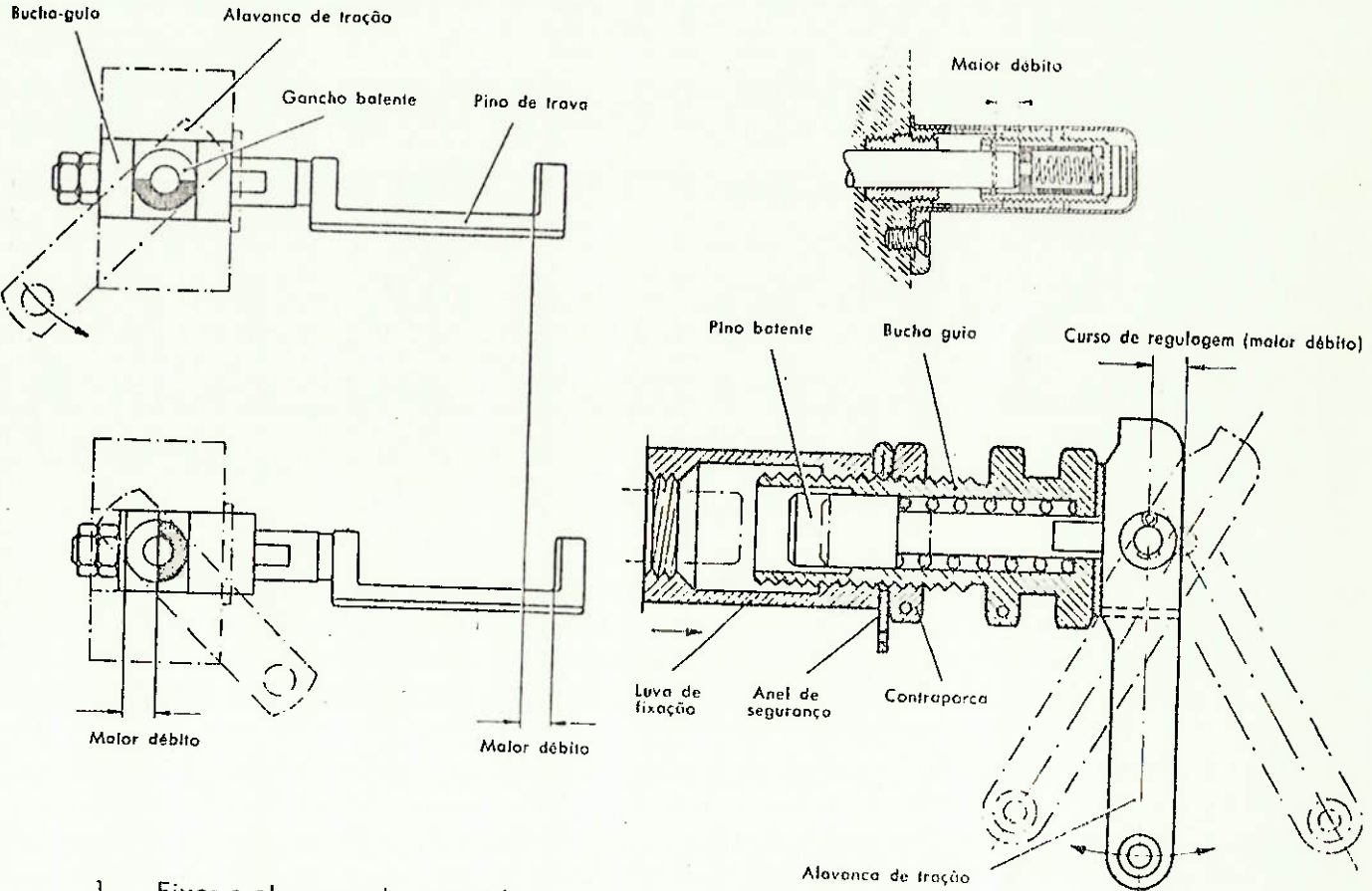


## VI. Verificação do Débito de Partida

(Veja seção C das tabelas de teste)

Nos reguladores com batente de cremalheira no lado do acionamento pode-se observar o movimento da cremalheira somente na coroa dentada, movimento este que se torna perceptível, introduzindo-se um indicador (palito de fósforo) na fenda de uma das coroas dentadas.

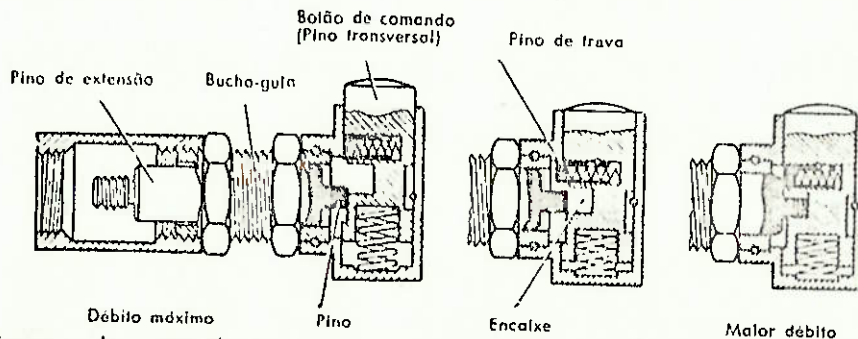
### A) Bombas com batente elástico ou ajustável da cremalheira (no lado do regulador ou do acionamento).



1. Fixar a alavanca de comando na posição de débito máximo mediante uma mola de tração.
2. Verificar a bomba conforme os dados da tabela de teste (seção C, débito de partida); havendo uma alavanca de tração, puxá-la para a posição de partida. Deve-se obter assim o débito indicado para a partida.
3. Soltar a alavanca de tração; ela terá que voltar sozinho à sua posição de repouso.

### B) Bombas com comando por botão de apertar ou botão de puxar

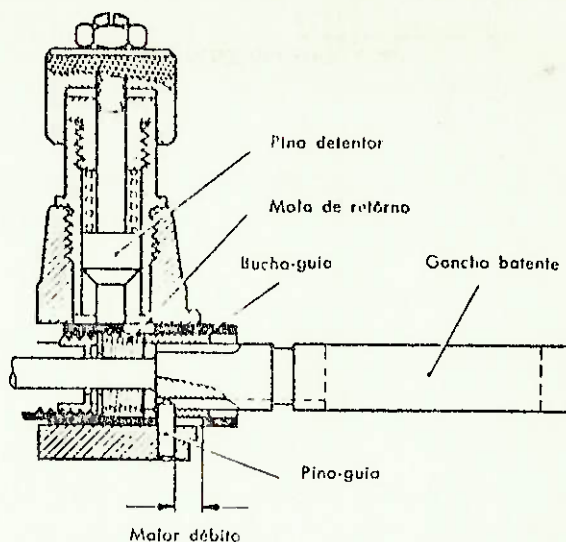
1. Botão de apertar



- a) Fixar a alavanca de comando na posição de débito máximo, mediante a mola de tração; acionar a bomba na rotação indicada e marcar, provisoriamente, a posição da coroa dentada.
- b) Apertar o botão; a manga de regulagem deve projetar-se além da posição marcada. Verificar se o débito para a partida é alcançado.
- c) Aumentar a rotação até que a cremalheira recue; o botão deve voltar por si mesmo à sua posição inicial.

## 2. Botão de puxar

- a) Marcar a posição da coroa dentada com a alavanca de comando na posição de plena carga e a seguir recolocar essa mesma alavanca na posição "stop".
- b) Acionar a bomba na rotação indicada, puxar o botão e colocar, simultaneamente, a alavanca de comando na posição de plena carga. Soltar o botão. A cremalheira deve fazer com que a coroa dentada gire além do ponto marcado, devendo-se, além disso, obter nessa posição o débito de partida indicado.
- c) Aumentar a rotação até a cremalheira recuar. O botão deve encaixar por si mesmo.

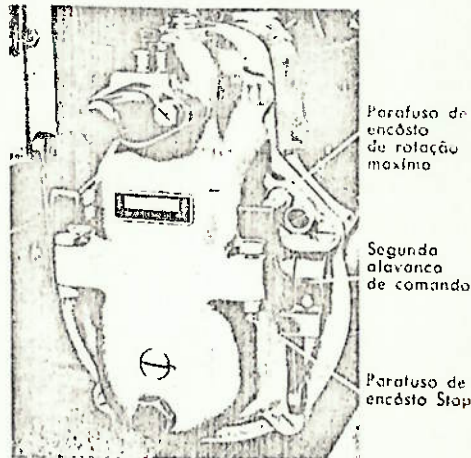


## 3. Batente automático da cremalheira (no lado do regulador) para maior débito durante a partida (em alguns reguladores RQV).

- a) Acionar a bomba à rotação nominal inferior. Reduzir a rotação e mover a alavanca de comando, várias vezes, entre plena carga e "stop". O limitador da posição do débito máximo deve soltar-se ao ser alcançada uma rotação situada entre a rotação nominal inferior e 50 rpm mais baixa. A cremalheira terá que se colocar na posição de partida. (alavanca de comando na posição de plena carga)
- b) Acionar a bomba na rotação indicada para o débito de partida; fixar a seguir a alavanca de comando na posição de plena carga mediante uma mola de tração. É preciso que a cremalheira tome a posição de débito para a partida, ultrapassando a posição do débito máximo. Verificar o débito de partida ou o avanço da cremalheira indicado.

## C) Alavanca de comando para rotação média nos reguladores RQV (se houver).

1. Empurrar a primeira alavanca de comando em direção ao parafuso de encôsto "stop" e ajustar nesta posição o parafuso "stop" da segunda alavanca, travando-o com a contraporca.
2. Ajustar o parafuso da rotação máxima da segunda alavanca de comando de tal maneira que o regulador inicie o corte do óleo quando é alcançada a rotação indicada para essa posição. Apertar bem a contraporca.



## VII. Teste dos Avanços Automáticos de Injeção

### A) Generalidades

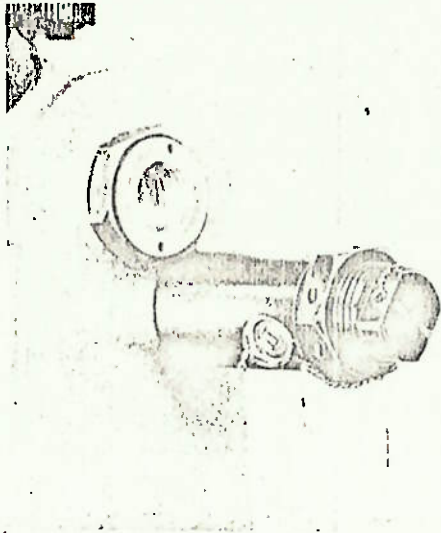
1. Para testar o avanço automático, deve-se ajustar a bomba injetora para um débito de  $75 \pm 5 \text{ cm}^3/1.000 \text{ injeções}$ . Recomendamos que esse teste seja executado antes do teste do regulador, pois caso contrário este teria que ser novamente regulado.
2. Após cada conserto, o avanço de injeção deve ser lubrificado com a quantidade de graxa ou óleo indicada no folheto WJP 222/1-BR, 1.º suplemento (ou EP-WJ-05/1).
3. A bomba, com o avanço automático de injeção, deve ser fixada na bancada de teste de modo que haja uma folga longitudinal de 0,5 mm no acoplamento.

### B) Teste

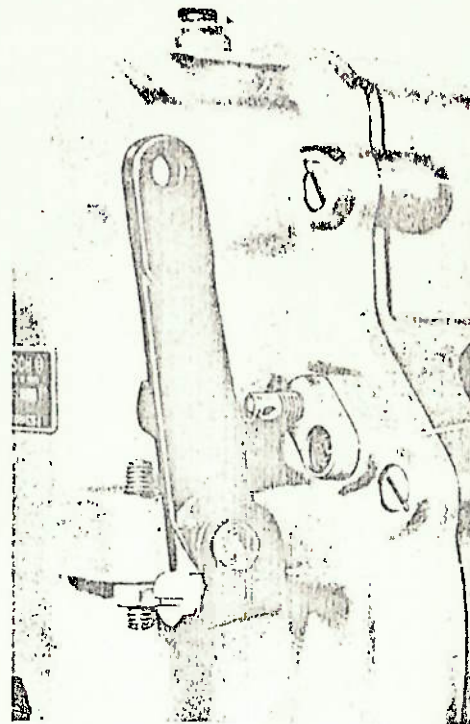
Para o teste devem ser observadas as indicações do folheto WPP 222/1-BR.

## VIII. Lacração da Bomba

Antes de lacrar a bomba, devem-se apertar muito bem os contraporcas de todos os batentes. Se por um motivo qualquer os batentes ou a alavanca de comando do regulador foram retirados ou desregulados, é imprescindível verificar-se, através de uma medição de contrôle, se o débito ainda corresponde aos valores indicados. Após essa verificação, deve-se retirar a bomba da bancada de teste e lacrar conforme ilustram as figuras que se seguem. O arame de segurança deve ser colocado de tal maneira que seja impossível deslocar o batente sem danificar êsse arame ou o sêlo.



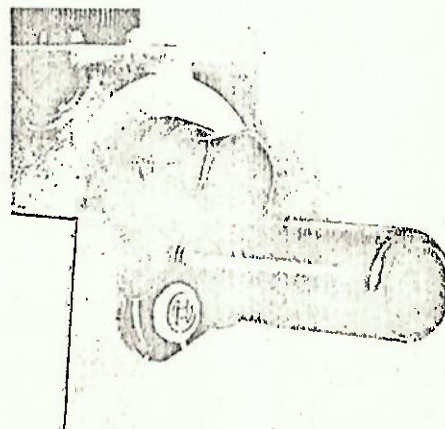
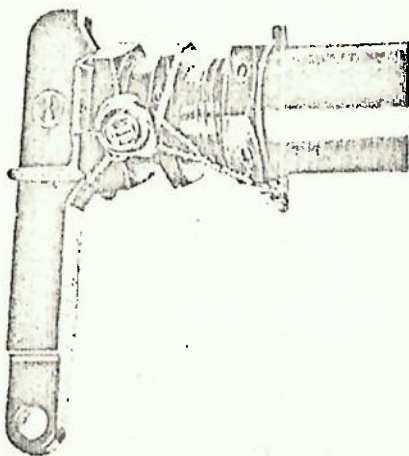
Arame e lacre



Travar os parafusos

Sêlo

Verniz



Garra Sêlo

Êsses selos devem ser marcados com o carimbo da oficina que executou o serviço.  
Exemplos de lacração e frenagem dos parafusos de encôsto, batentes da cremalheira etc.

## **IX. Regra para a regulagem de bombas sem indicação de débito máximo determinado.**

Para não se danificar o motor, quando da instalação de bombas injetoras sem lacre, convém limitar provisoriamente o débito máximo para aproximadamente a metade do avanço da cremalheira, da seguinte maneira:

### **A) Regulador de marcha lenta e rotação máxima**

1. Limitar a alavanca de comando com a rotação nominal, à metade do avanço da cremalheira.
2. Regular o batente elástico ou ajustável da cremalheira ao avanço supramencionado.
3. Recolocar o limitador do avanço da cremalheira a 19 mm de avanço para débito de partida provisório.

### **B) Regulador variável**

1. Limitar o batente da cremalheira para a metade do avanço desta.
2. Ajustar a alavanca de comando de tal maneira que o regulador entre em ação já com a rotação nominal. O débito máximo deve ser determinado e ajustado com precisão quando a bomba estiver montada no motor.

## Teste de BOMBA INJETORA tamanho "P"

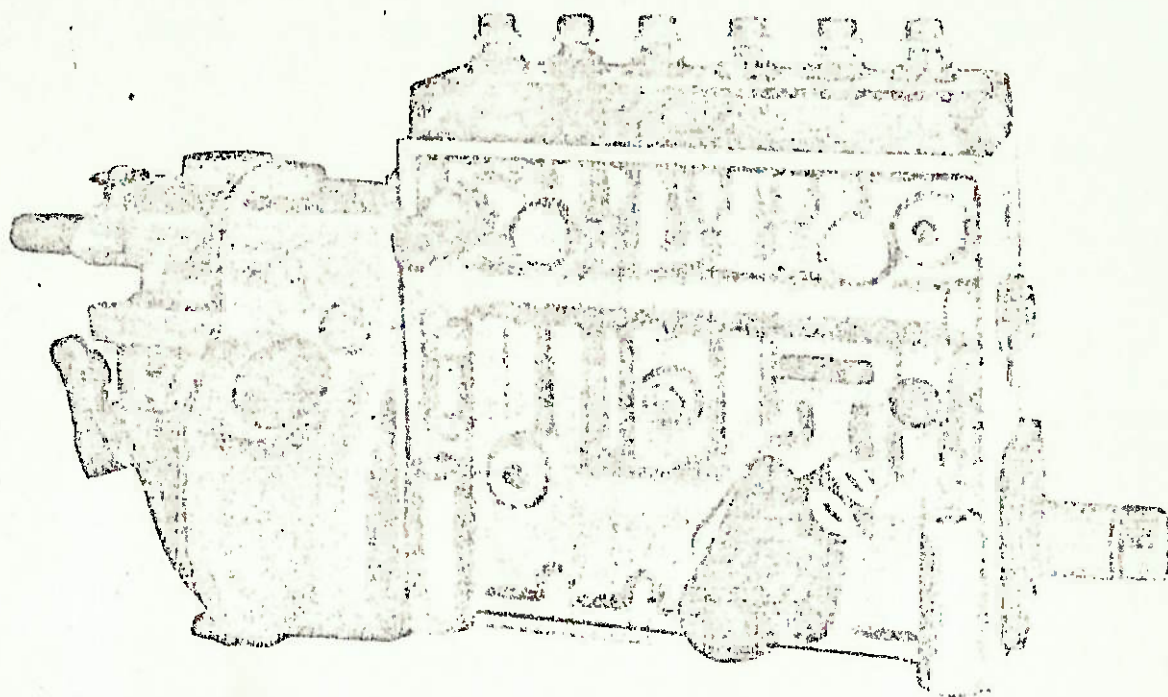
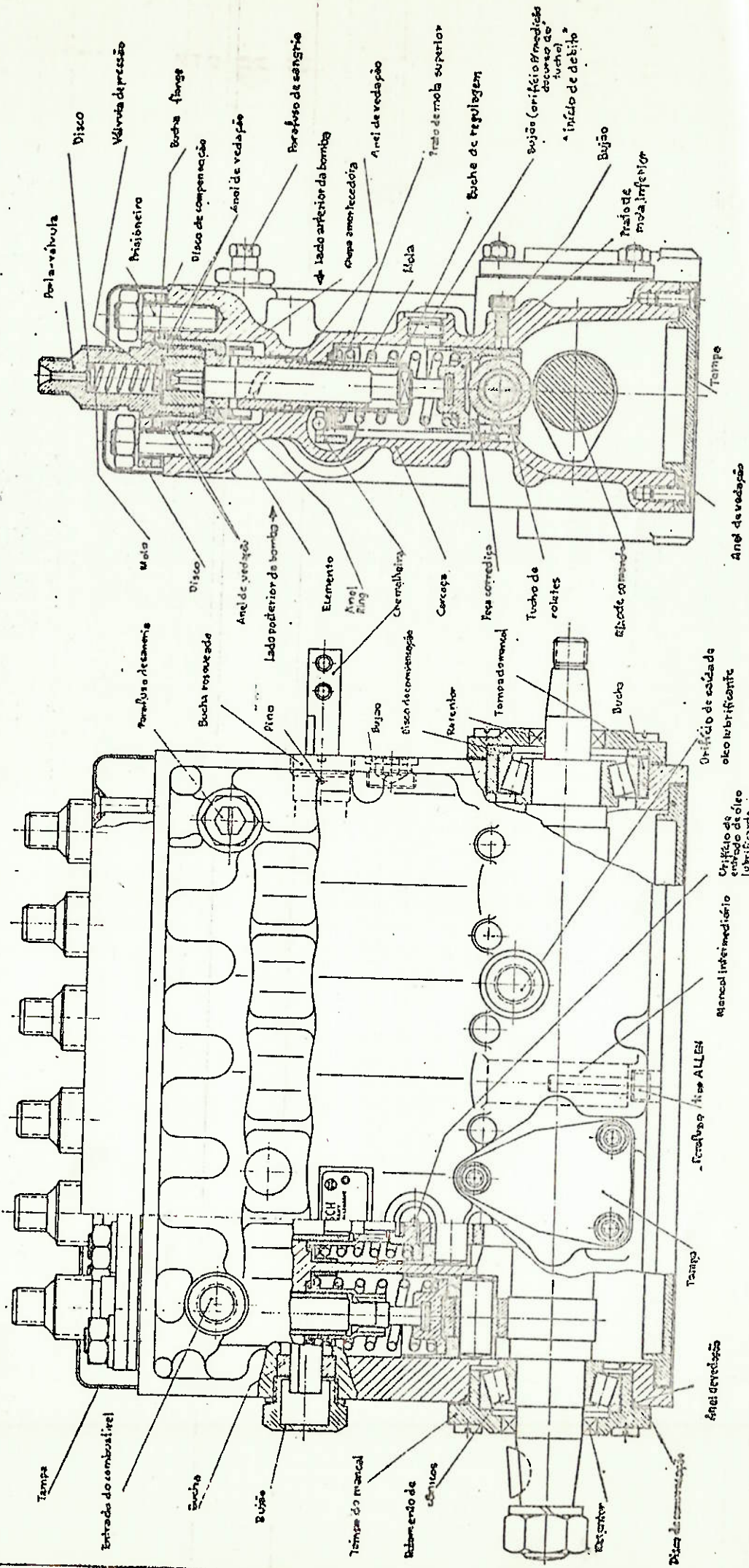


Figura 1 - Bomba em linha com regulador RQV

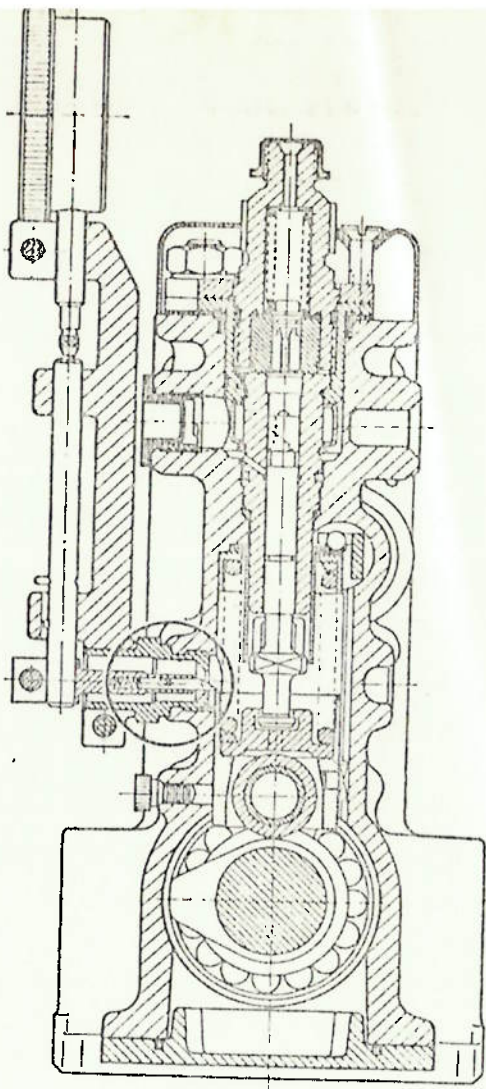
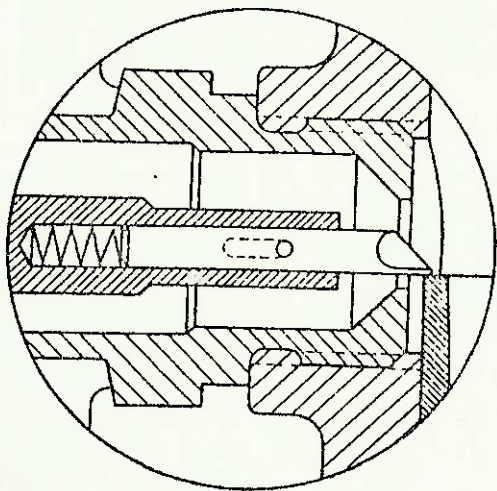
### INDICE

	Página
1 Equipamento de teste .....	2
2 Condições de teste .....	4
3 Teste de bombas .....	8
4 Regulagem de Reguladores .....	10
5 Ajuste do débito máximo .....	10
6 Operações finais .....	14

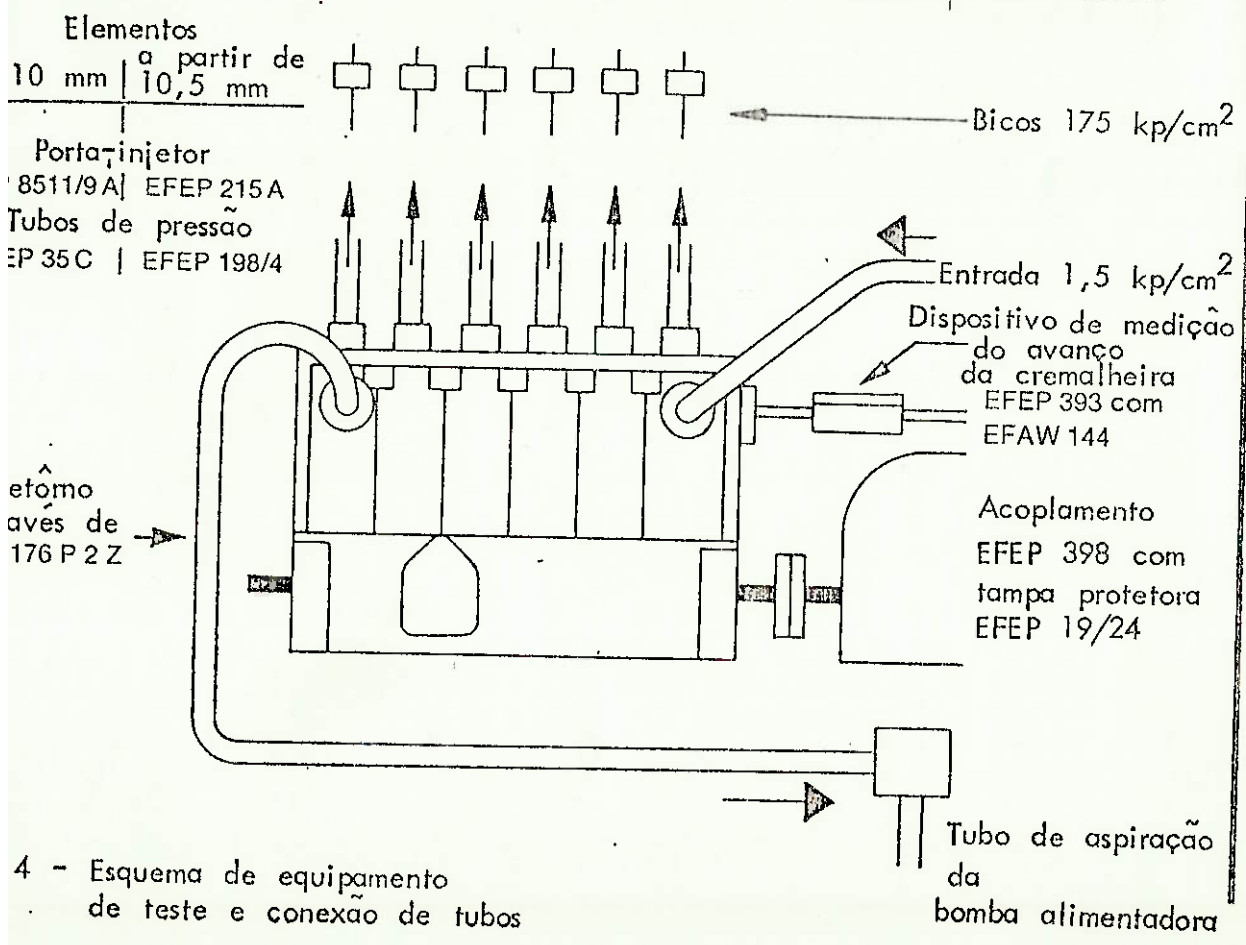


# 1. EQUIPAMENTO DE TESTE

1.1	Porta-injetor completo		
	1.1.1 para elemento até 10 mm	} 175 + 5 kp/cm <sup>2</sup>	EF 8511/9 A
	1.1.2 para elemento a partir de 10,5 mm		EFEP 215 A
1.2	Tubos de pressão 6 x 1,5 x 600		
	para 1.1.1		EFEP 35 C
	para 1.1.2		EFEP 198/4
1.3	Suporte de fixação para bombas de flange:		
	para 110 mm de altura máxima (por exemplo: EFEP 5.. e 25..)		EFEP 157 A
	para 125 mm de altura máxima (por exemplo: EFEP 41..)		EFEP 157
1.4	Flange de fixação para bombas tamanho "P"		EFEP 157/7
1.5	Cavelete de apoio para bombas de flange:		
	para 110 mm de altura máxima (por exemplo: EFEP 5.. e 25..)		EFEP 443
	para 125 mm de altura máxima (por exemplo: EFEP 41..)		EFEP 444
1.6	Cavelete de fixação para bombas em linha:		
	para 110 mm de altura máxima (por exemplo: EFEP 5.. e 25..)		EFEP 396 (2 peças)
	para 125 mm de altura máxima (por exemplo: EFEP 41..)		EFEP 394 (2 peças)
1.7	Dispositivo de medição do início do débito		EFEP 388
1.8	Dispositivo de medição do avanço da cremalheira:		
	normal		EFEP 393
	para bombas com batente limitador de débito máximo		EFEP 448 e 449
1.9	Micrômetro para medir o avanço da cremalheira (para EFEP 393) — âmbito de medição 30 mm — divisão 1/10		EFAW 144
1.10	Acoplamento		
	1.10.1 para EFEP 5.. e 25..		EFEP 398
	1.10.2 para EFEP 41..		EFEP 399
1.11	Tampa protetora		
	para 1.10.1		EFEP 19/24
	para 1.10.2		EFEP 87/16
1.12	Válvula de retorno (quando não existir na bomba)		EPVE 176 P 2 Z
1.13	Dispositivo de montagem do anel tipo "0"		EFEP 387
1.14	Dispositivo extrator (para extrair o conjunto elemento + válvula + porta- -válvula, na correção do início de débito)		EFEP 391
1.15	Chave serrilhada 21 x 24		EFEP 386



3 - Dispositivo de medição do início do débito, montado na bomba



4 - Esquema de equipamento de teste e conexão de tubos

## 2. CONDIÇÕES DE TESTE

### 2.1 Introdução

Consertar esta bomba conforme as instruções de consêrto VDT-WJP 115/1.

Nessas bombas, para alteração do início do débito, desmonta-se o conjunto bucha-flange, cilindro, válvula de pressão, mola da válvula e porta-válvula. Ajusta-se o necessário curso preliminar pela colocação de correspondentes discos de compensação sob o flange. O dispositivo de medição do início do débito EFEP 388 deve ser montado no primeiro cilindro (lado de acionamento) após remoção do bujão tipo ALLEN. O apalpador determina o curso preliminar, tocando a parte superior do tucho de roletes. Uma peça elástica garante o desvio do apalpador quando se continua a girar o eixo de comando (figura 3).

O ajuste do débito (débito uniforme) tem lugar girando-se a bucha-flange do conjunto elemento + porta-válvula + válvula (âmbito de ajuste aproximado 10°) com a chave estriada (EFEP 386), sendo que o cilindro é girado através de um pino da bucha-flange. Convém soltar ligeiramente as conexões de pressão.

### 2.2 Esquema de ligação dos tubos

No teste de início do débito, remover a válvula de retôrno, membrana robô, e fechar os respectivos orifícios. Já que a conexão do lado do acionamento é coberta pelo dispositivo de teste, é preciso usar a conexão do lado do regulador, como entrada.

### 2.3 Particularidades

Ao montar a bomba na bancada e no teste é necessário observar ainda o seguinte:

#### 2.3.1 Acoplamento

As bombas injetoras tamanho "P" são fabricadas em 2 modelos: "Leve" (S 1000 ...), com 20 mm de cone de acionamento e de 10 mm no acoplamento; "Pesada" (S 1 ...), com 25 mm de cone de acionamento e garras de 12 mm do acionamento. Por isso, é necessário um acoplamento ajustável (EFEP 398) que pode ser facilmente montado na bancada EFEP 5.. em lugar das garras de acoplamento até então usadas.

Soltando-se ambos os parafusos sextavados, pode-se remover as garras de acoplamento até então usadas. A seguir, monta-se e aparafusa-se o nôvo acoplamento. Além disso, deve-se montar imediatamente o nôvo dispositivo de proteção (maior). Recomendamos engraxar ligeiramente as garras de acoplamento para evitar ruídos, já que êsse tipo de acoplamento é de aço sôbre aço. Condição para um funcionamento perfeito do acoplamento e da bomba injetora é acoplar-se com a garra na posição horizontal (compensar devidamente eventual jôgo existente) e o apêrto cuidadoso do parafuso tipo ALLEN.

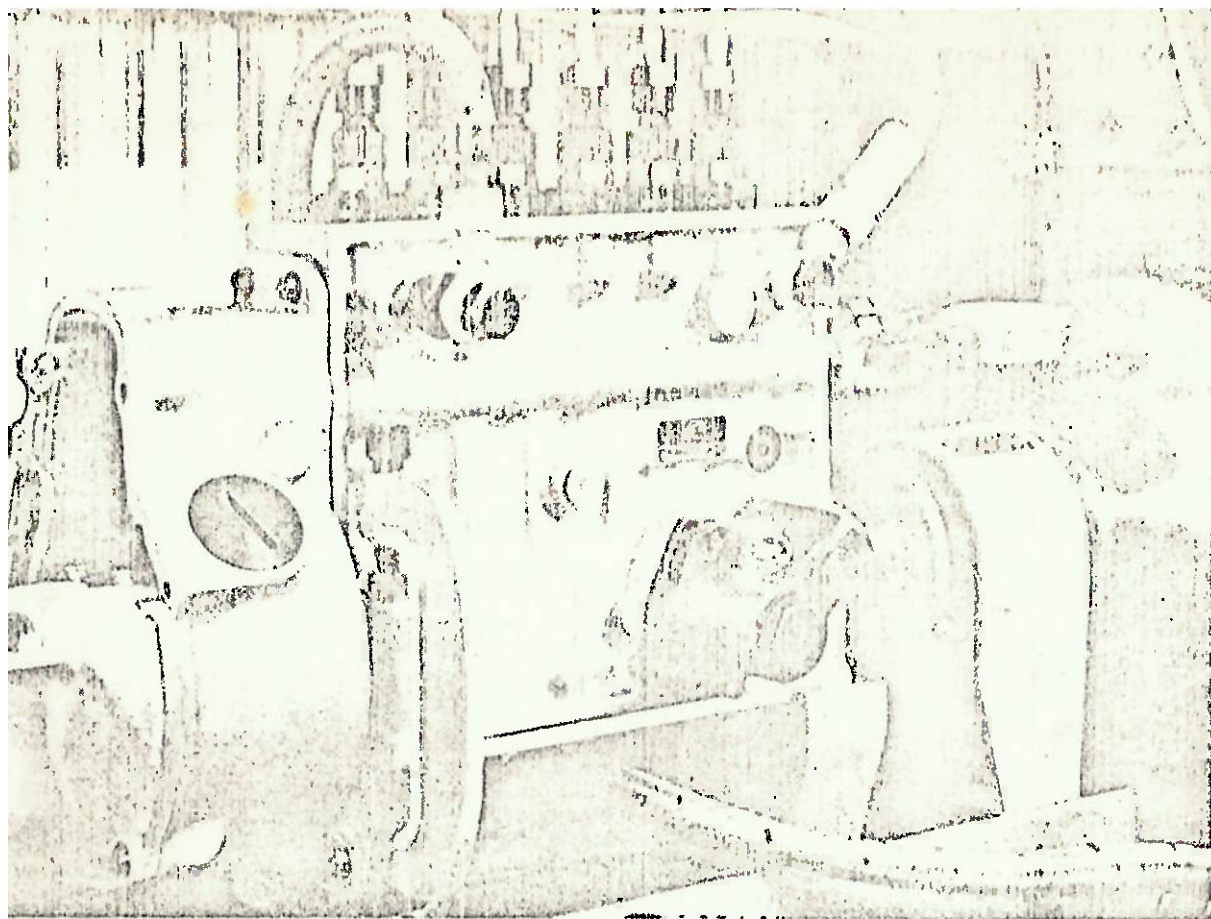


Figura 5 - Bomba injetora com tampa do regulador cortada

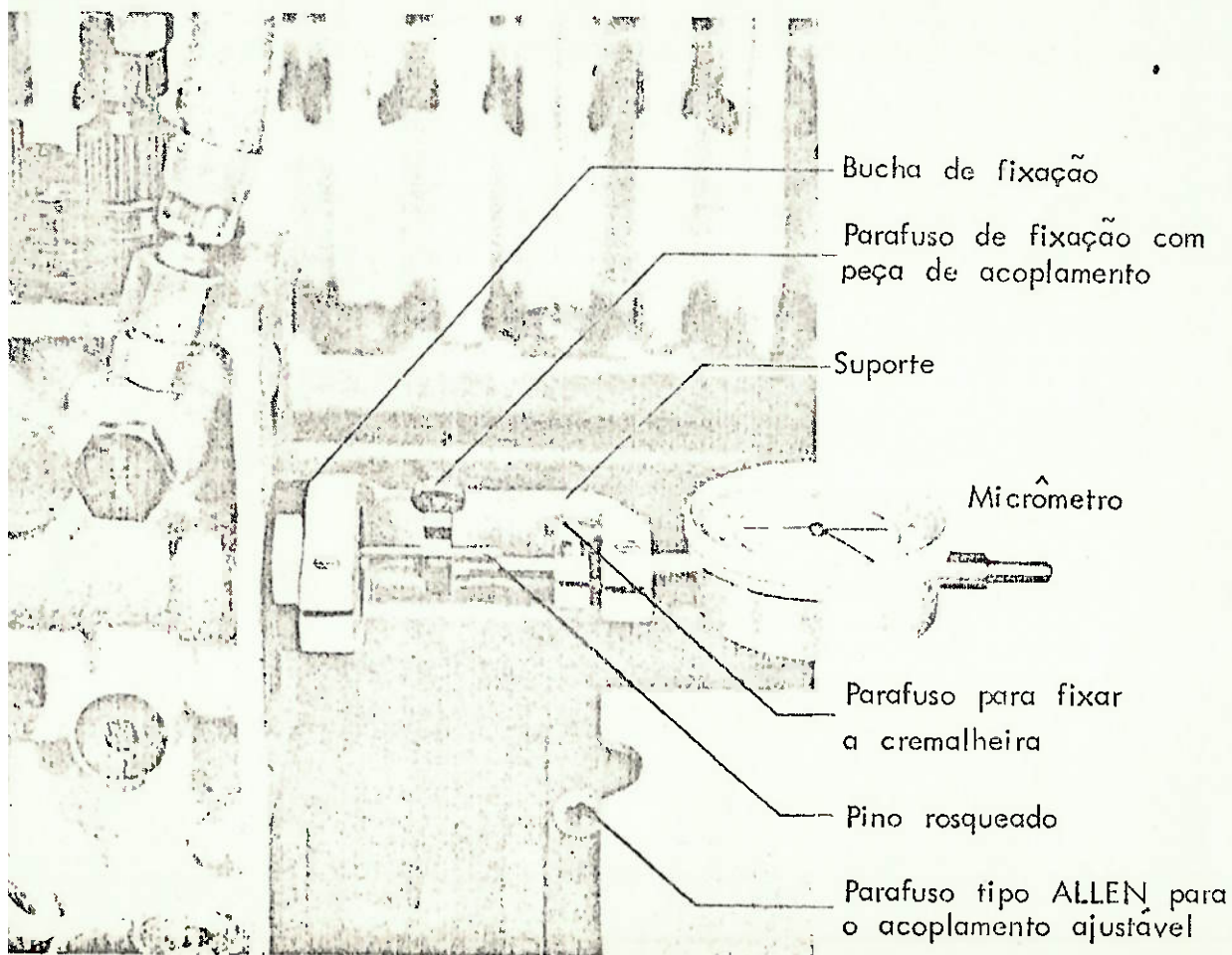


Figura 6 - Dispositivo de medição do curso da cremalheira com micrômetro

### 2.3.2 Válvulas de retorno

O enchimento correto da câmara de aspiração prescrito para o teste de bombas "P" exige o emprego de uma válvula de retorno. Prescreve-se aqui a válvula EPVE 176 P 2 Z, que, em alguns casos, já existe nas bombas. A válvula de retorno EPVE 219 P 2 Z, montada na bomba PE 6 PM .. S 2, pode igualmente ser utilizada.

No teste do início do débito é necessário, porém, retirar a válvula de retorno e, em seu lugar, conectar a entrada, pois em virtude da falta de espaço é necessário remover a entrada do lado do acionamento. Para a bomba PE 6 PM .. S 2 é necessário intercalar uma peça de redução EF 8456/16.

### 2.3.3 Fixação na bancada

Para se fixar a bomba com o flange EFEP 157/7 no suporte de fixação EFEP 157 A ou 157, é fornecido um cavalete de apoio EFEP 443 ou 444 a fim de evitar vibrações indesejáveis, resultantes do comprimento e do peso das bombas de 6 cilindros. Esse cavalete é colocado debaixo dos orifícios adicionais de fixação, do lado do regulador e aí aparafusado.

Para as bombas em linha, criaram-se cavaletes de fixação com braçadeiras de fixação unilaterais que devem ser montadas de um e de outro lado. Deve-se observar que o orifício para a medição do início do débito permaneça livre, isto é, a braçadeira do cavalete anterior deve estar no lado oposto.

### 2.3.4 Lubrificação

As bombas injetoras do tamanho "P" modelo "pesado" (S 1 ...) têm um mancal intermediário de deslizamento. Por isso, deve tratar-se da lubrificação, a qual também é indispensável nos modelos "leves" em virtude dos tuchos de roletes. Recomendamos para o ajuste básico da bomba a montagem de uma tampa de regulador provisória com a parte superior serrada, conforme figura 5.

Na bomba de fixação por flange deve-se vedar os furos da tampa de mancal do lado do flange.

### 2.3.5 Dispositivo de medição do avanço da cremalheira

Para a regulagem básica da bomba injetora, bem como para o teste do regulador centrífugo, criou-se o dispositivo de medição do avanço da cremalheira EFEP 393 com o micrômetro EFAW 144 (30 mm de curso, divisão 1/10). Recomendamos efetuar a montagem na seqüência abaixo:

- 1.º) Remover a tampa protetora da cremalheira
- 2.º) Atarraxar o pino rosqueado (M 2,3) na cremalheira
- 3.º) Atarraxar a bucha de fixação
- 4.º) Montar o suporte
- 5.º) Inserir o micrômetro e atarraxar a peça de acoplamento no pé de fixação do relógio
- 6.º) Com a cremalheira na posição "STOP", ajustar o micrômetro em "zero" e fixar a peça de acoplamento. Atentar para que a cremalheira possa desenvolver o curso completo (aproximadamente 21 mm) (figura 6).

Montagem especial em bombas com encôsto do débito máximo dependente da pressão de carga, vide página 14.

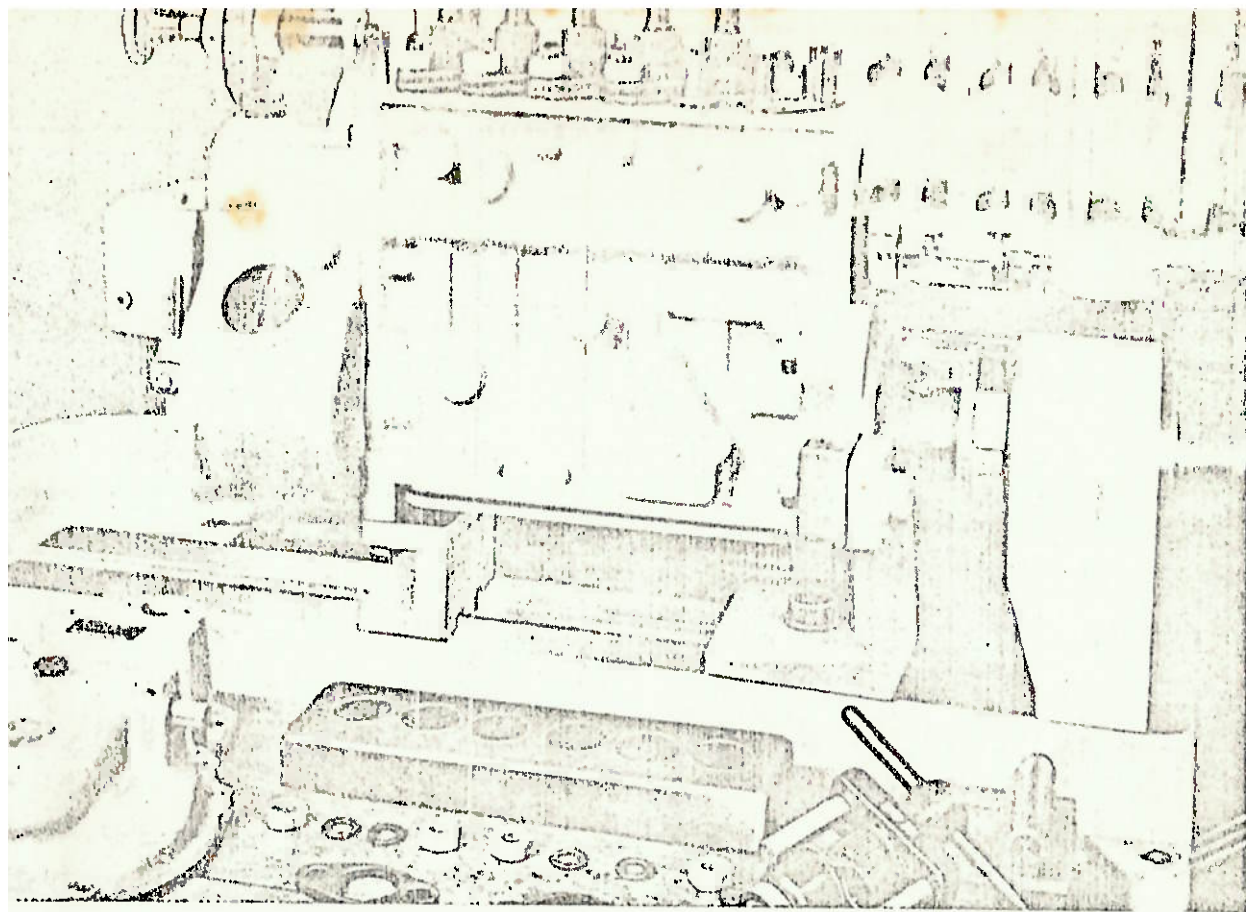


Figura 7 - Remoção do conjunto elemento + válvula + porta-válvula

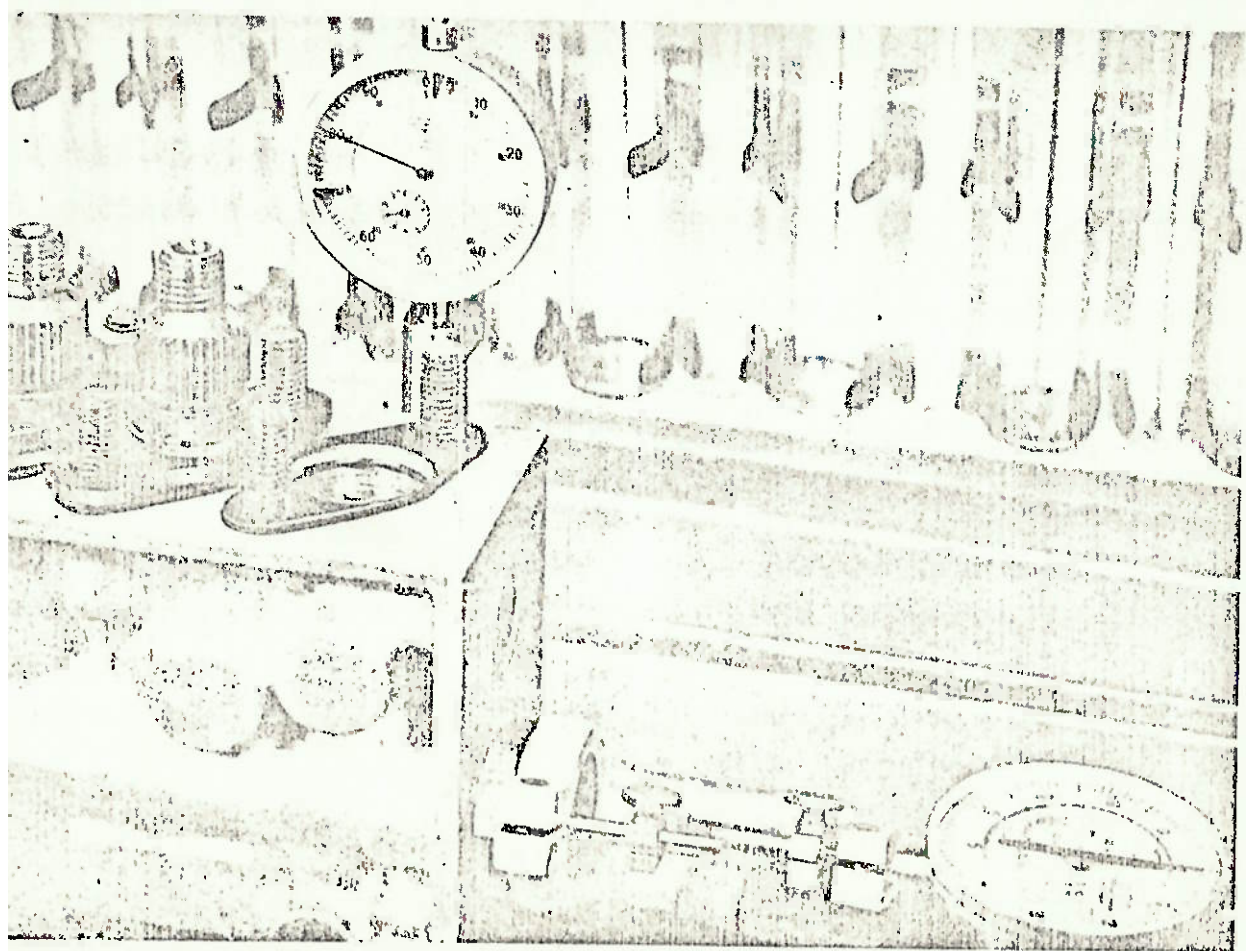


Figura 8 - Trava dos discos EPPT 47 P 7... 13 X

### 3. TESTE DAS BOMBAS

#### 3.1 Ajuste do início do débito (figuras 7 e 8)

O "início do débito ao curso preliminar de . . . . num a partir do ponto morto inferior" vem a ser o curso do pistão do ponto morto inferior até o início do débito, isto é, o pistão em movimento ascendente cobre justamente o furo de entrada, de um modo que o óleo de teste passa a correr no tubo de retorno.

Fixar a bomba na bancada, remover a tampa, comando da bancada na posição "início do débito", conectar os tubos. Nas bombas com regulador, desligar o regulador, isto é, retirar a tampa. Montar o dispositivo de medição do curso da cremalheira EFEP 393 com o micrômetro EFAW 144 e, com a cremalheira na posição "STOP", ajustá-lo em "zero". A seguir, ajustar o avanço da cremalheira prescrito na tabela para débito uniforme, desde que não haja uma indicação especial para o início do débito. Na posição de "ponto morto inferior" do cilindro 1 (lado do acionamento), o tucho de roletes é visível após remoção do bujão tipo ALLEN. Nessa posição, atarraxar o dispositivo EFEP 388 com anel de vedação, levantar a haste de medição e ajustar o micrômetro, na posição de "ponto morto inferior" do ressalto, em "zero".

##### 3.1.1 Ajuste do curso preliminar

Continuar a girar o eixo de comando (sentido conforme chapinha de indicação) até que o micrômetro indique a medida prescrita para o curso preliminar. Colocar o ponteiro no disco graduado do volante da bancada em um valor adequado para a medição.

##### 3.1.2 Contrôlo do início do débito

Abrir o parafuso de sangria no porta-injetor. Colocar o comando da bancada em "início do débito" (sendo necessário, aumentar a pressão na válvula de sobrepressão ajustável), girar novamente o eixo de comando do ponto morto inferior até o início do débito: é preciso que o ponteiro no disco graduado indique o valor anteriormente determinado.

##### 3.1.3 Controlar a posição dos ressaltos

O início do débito dos demais elementos é — partindo do cilindro testado — ajustado pelos graus da posição dos ressaltos em uma bomba de 4 cilindros de 90° em 90°; em uma bomba de 6 cilindros de 60° em 60°; tolerância =  $\pm 0,5^\circ$ , etc. Qualquer divergência encontra-se na tabela de teste.

Se nos controles não se obtiverem os valores prescritos, será necessário trocar os discos EPPT 47 P 7 . . . 13 X sob a bucha flange: se o início do débito ocorrer muito cedo, colocar discos; se o início do débito ocorrer muito tarde, retirar discos (figuras 7 e 8). Remover o conjunto elemento + válvula + porta-válvula com o dispositivo EFEP 391. Colocar o anel tipo "0", na montagem, mediante o dispositivo EFEP 387. Na montagem, atentar especialmente aos anéis tipo "0". Na montagem convém pôr o furo oblongo do flange na posição central (para ajuste do débito).

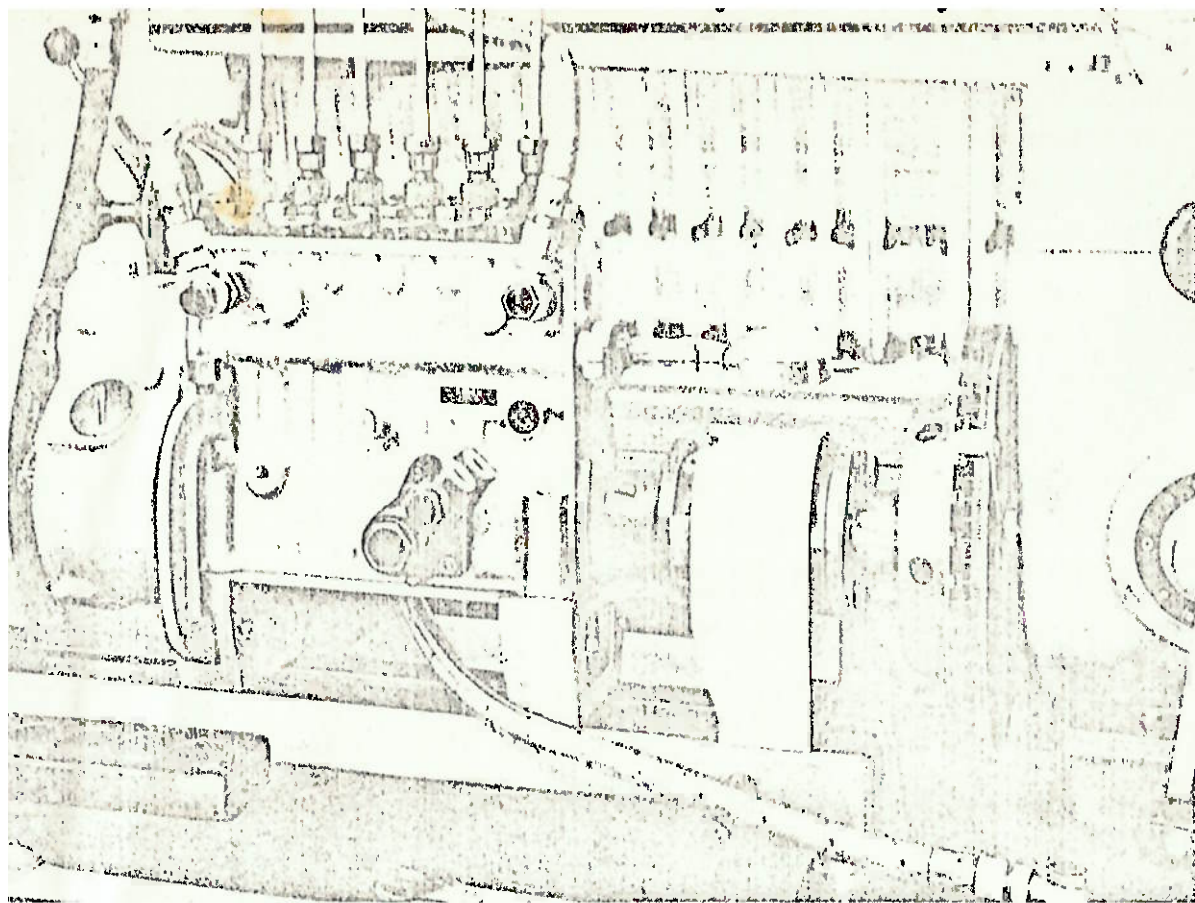


Figura 9 - Bomba em linha, preparada para a operação de ajuste do débito

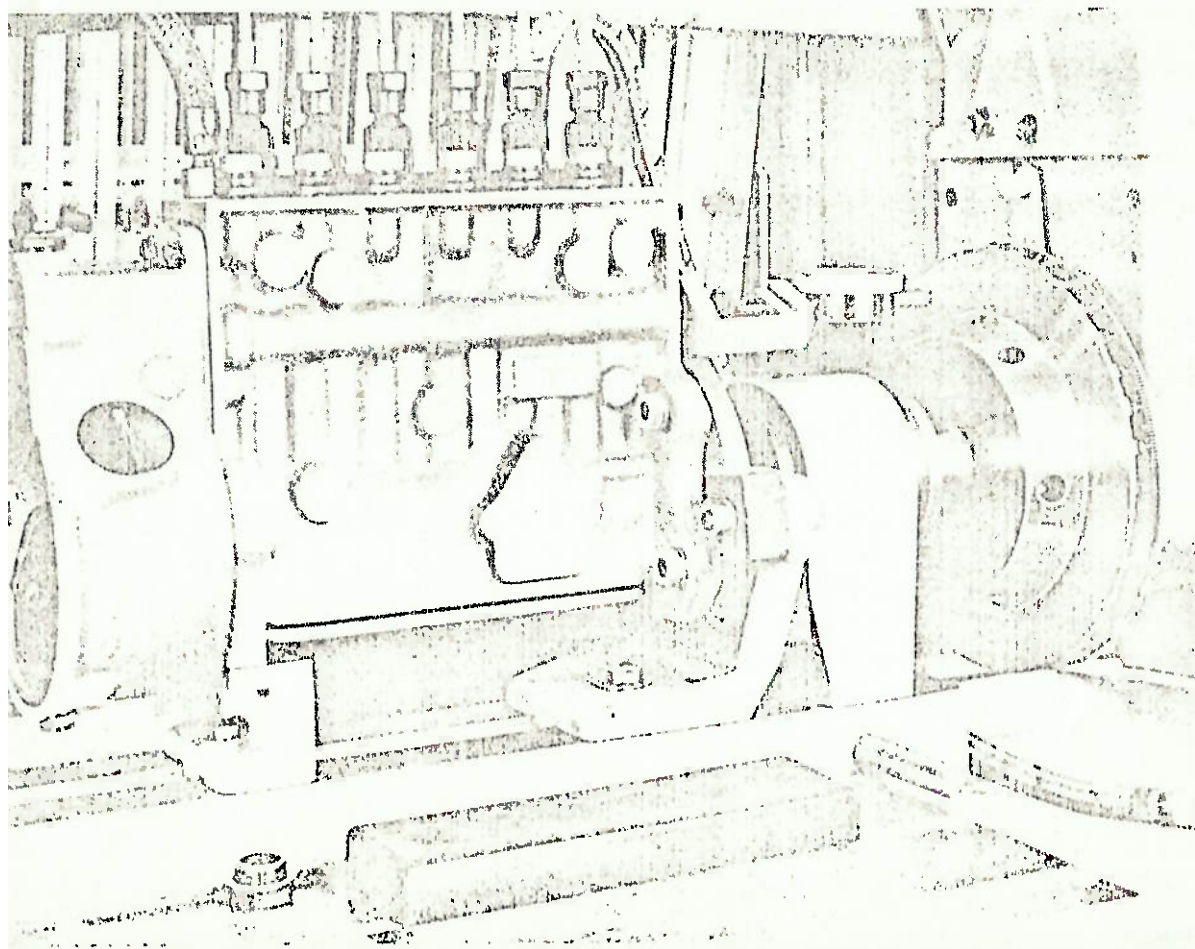


Figura 10 - Bomba de flange com cavalete de apoio

### 3.2 Ajuste do débito

Seção A da tabela de teste e esquema de conexão dos tubos, figuras 9 e 10, isto é, mudar a posição dos tubos de alimentação: saída com válvula de retôrno, tubo de entrada virado para cima. Comando da bancada em "teste do débito". Deixar a bomba em funcionamento durante breve tempo até que ela trabalhe de nôvo regularmente. O regulador continua fora de funcionamento.

Antes do ajuste do débito, controlar a posição "STOP" da cremalheira. A seguir, ajustar o débito de cada elemento, conforme a tabela de teste seção A.

O débito uniforme é a primeira medição. Serve como ajuste básico para o débito de todos os elementos da bomba. Esses valores estão inscritos em um retângulo.

Uma última correção do ajuste — principalmente da divergência de débito dos diferentes elementos — pode ser realizada mediante limitação do débito máximo (medição individual) conforme seção "C" da tabela de teste (vide também 5.1). A correção do débito uniforme fa-se girando a bucha-flange no âmbito do furo oblongo com a chave EFEP 386.

Diferença de débito: nêsse ponto de medição o débito de todos os elementos da bomba deve ser igual. Deve, além disso, observar-se que também nos outros pontos de medição essa diferença permanece tão pequena quanto possível. Serve para avaliar se os elementos e válvulas ainda estão bons. A medida indicada na coluna 4 deveria, em primeira linha, ser aproveitada para o contrôle de bombas com elementos usados.

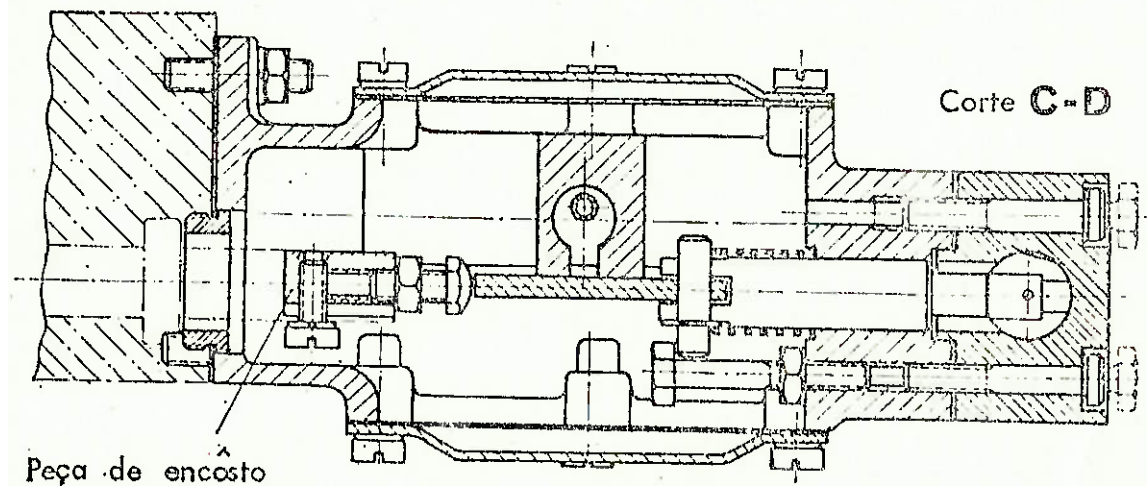
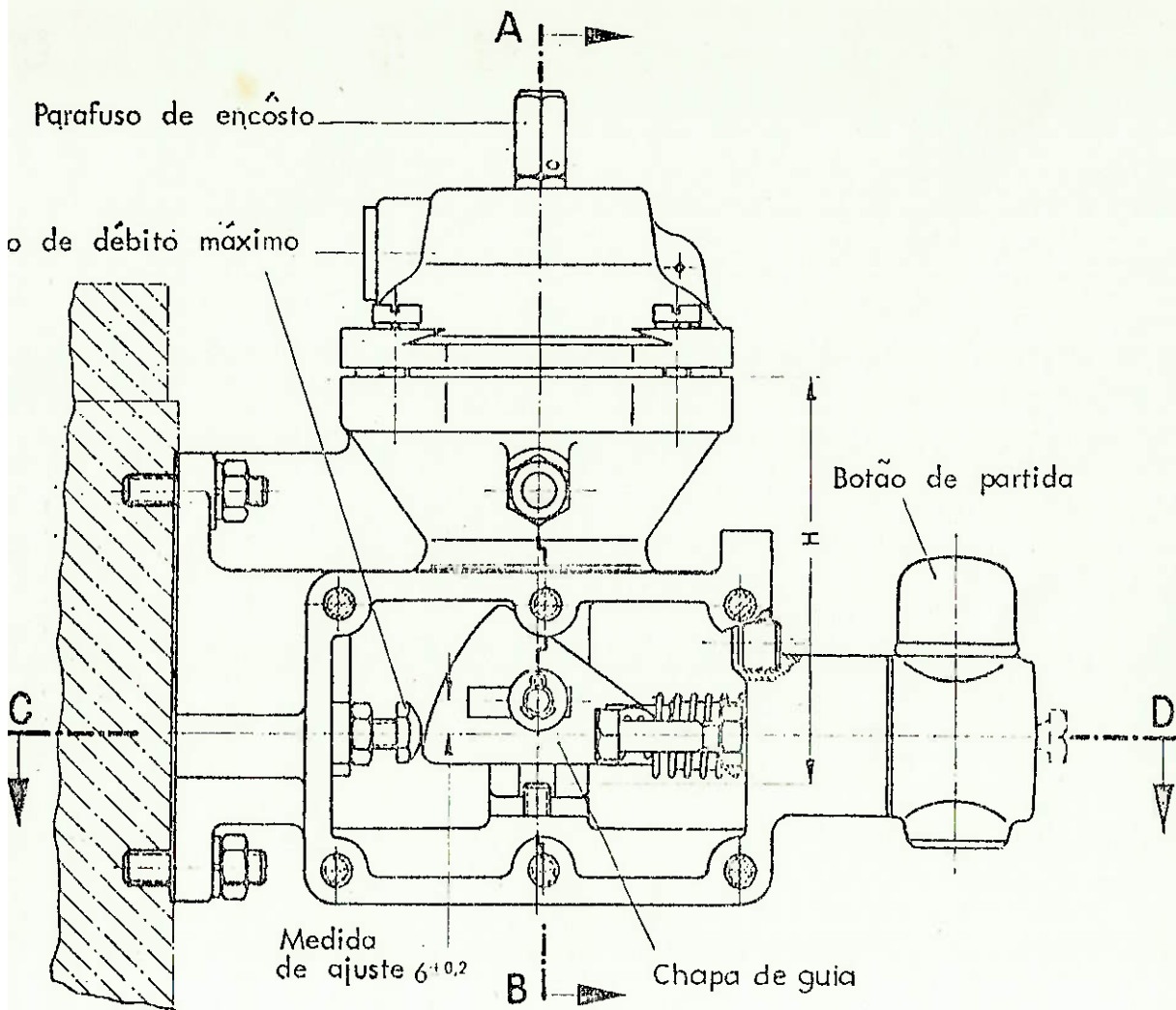
## 4. REGULAGEM DE REGULADORES

Conforme VDT-WPP 001/4

## 5. AJUSTE DO DÉBITO MÁXIMO

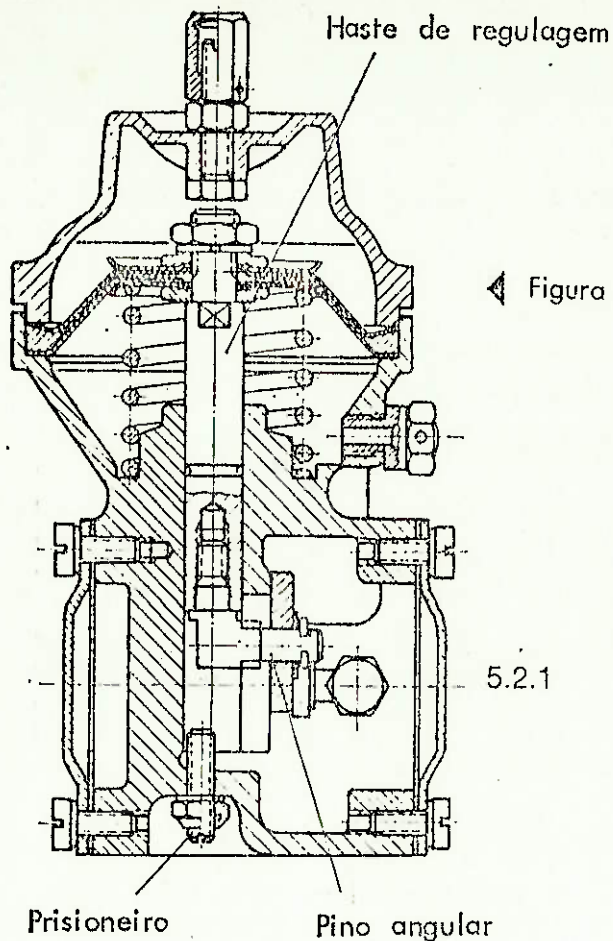
5.1 O débito máximo é ajustado de acôrdo com os dados da tabela de teste, seção "C", no encôsto da cremalheira (regulador ROV) ou no parafuso de encôsto do débito máximo (reguladores RQ e RSV).

Os débitos de todos os elementos devem permanecer dentro das tolerâncias previstas. Não sendo ôsse o caso, os elementos devem ser correspondentemente reajustados. A divergência máxima admissível, principalmente na verificação e para bombas com elementos usados, encontra-se na seção A, coluna 4.



Encosto de débito máximo dependente da pressão de carga (motor superalimentado) com maior débito na partida

(Exemplo RQV 200-1150 P 7/2 — para Volvo — videm desenho em corte). As indicações referem-se ao encosto mencionado. No caso de liberações mais recentes com características construtivas divergentes, proceder de modo análogo.



◀ Figura 11 - Batente de débito máximo dependente da pressão de carga com maior débito na partida.

#### 5.2.1 Ajuste preliminar na montagem

Antes da montagem da haste de regulagem com o diafragma, deve-se atarraxar o pino rosqueado no fundo da carcaça até a medida de ajuste "H" (na montagem, medir com calibre de profundidade e, em estado montado, mediante graminho com escala).

Corte A - B

Após terminada a montagem, ajustar de tal modo o parafuso de encosto na tampa do diafragma que se alcance a medida de ajuste  $6 \pm 0,2$  mm (centro do encosto até centro do pino angular). Pôr o batente de débito máximo e partida na posição de débito máximo: apertar o botão de partida, empurrar a chapa de guia na direção de partida e soltar de novo. A limitação agora existente do curso no sentido de "débito máximo" é a posição de "débito máximo". Ajustar então o parafuso limitador de tal modo que o pino de encosto apresente-se, na medida do possível, isento de jôgo entre a cabeça do parafuso e o botão de partida, mas sem provocar um emperramento do botão de partida (jôgo  $0,25 \pm 0,1$  mm).

#### 5.2.2 Ajuste do débito máximo na bancada

Regulagem básica do regulador e ajuste de débito máximo com pressão de carga segundo tabela de teste, seção B ou C.

A pressão de carga ou sobrepressão prescritas para o teste podem ser ajustadas com ar comprimido, válvula de redução comum e manômetro 0 - 3 kp/cm<sup>2</sup>.

É vantajoso montar o batente já regulado na bomba, após a regulagem básica do regulador. Para tanto fixar primeiro a peça de encosto na cremalheira, depois encostar a chapa de vedação e aparafusar o aparelho.

Dispositivo de medição do avanço da cremalheira em bombas injetoras com encôsto de pressão de carga

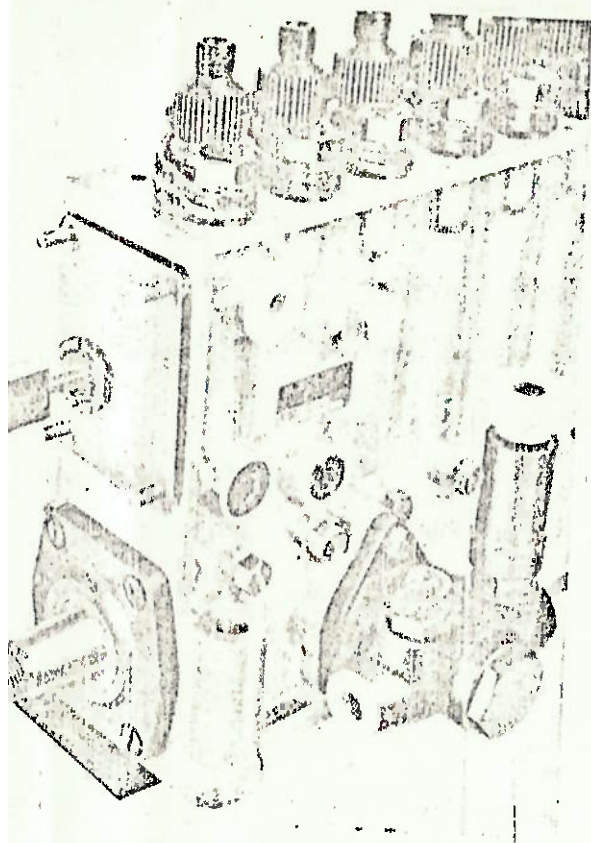


Figura 12 - Desmontar o encôsto de débito dependente da pressão de carga e...

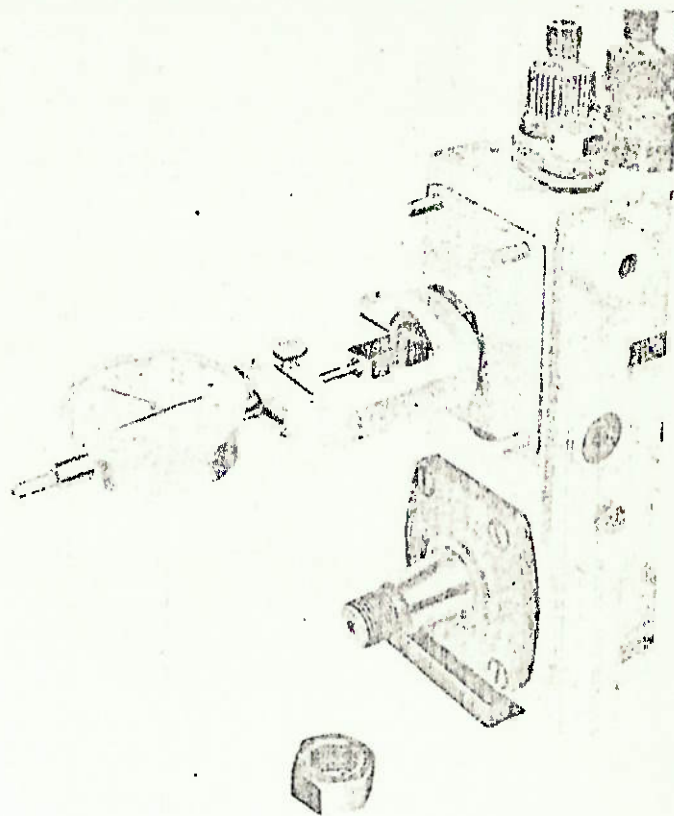
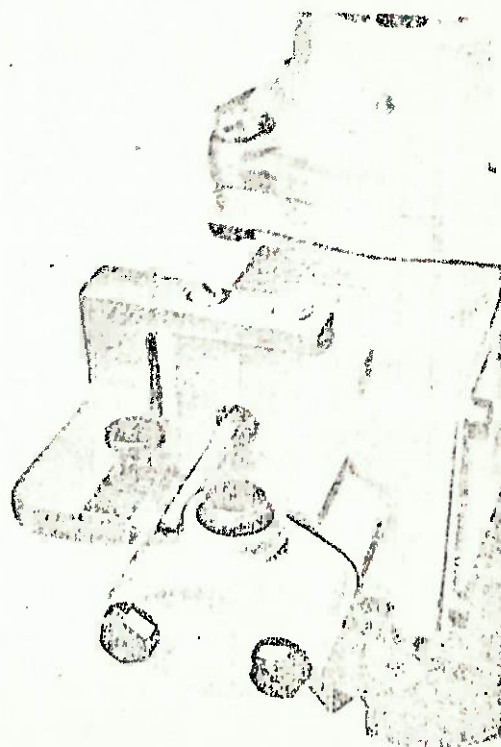
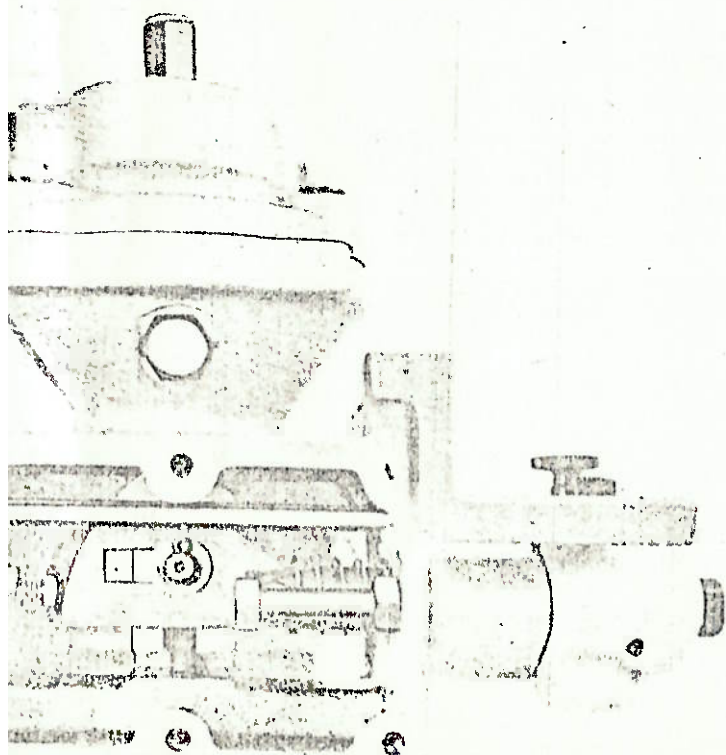


Figura 13 - ... montar o dispositivo de medição do avanço da cremalheira EFEP 393 com o acoplamento EFEP 449.



Figuras 14 e 15 - Medição do avanço da cremalheira mediante EFEP 448, com batente de plena carga montado

Se o encosto de débito máximo já estiver montado, será necessário, para o ajuste do regulador, recuar o parafuso de encosto até que se alcance, no mínimo, 16 mm de avanço da cremalheira. Fazer a bomba funcionar à rotação indicada, alavanca de comando do regulador em "débito máximo", ajustar a pressão de carga (sobrepessão) e limitar o débito com o encosto de débito máximo.

A medição sem pressão de carga (0 kp/cm<sup>2</sup>) terá que dar como resultado o débito prescrito. Não sendo esse o caso, pode o débito ser reajustado um pouco no parafuso de encosto da tampa na carcaça do diafragma.

### 5.2.3 Teste da posição de partida

Com a bomba parada, alavanca de comando em "débito máximo", sobrepessão 0 kp/cm<sup>2</sup>, ler o avanço da cremalheira com débito máximo. Apertar o botão de partida. É preciso que a cremalheira se desloque ainda 9 mm em direção a "plena carga". Ao recuar a alavanca de comando, é preciso que o botão de partida desacople rapidamente. Deslocando-se novamente a alavanca de comando, é preciso que se atinja novamente a posição de débito máximo anteriormente observada.

## 6. OPERAÇÕES FINAIS

### 6.1 Teste de estanqueidade

Em banho de óleo, aplicar 2,5 kp/cm<sup>2</sup> de ar comprimido na câmara de alimentação (conexão na entrada de combustível), fechando a saída com um bujão. A câmara de alimentação deve ser absolutamente estanque. No orifício de saída de óleo do porta-válvula e no pistão do elemento, é normal a formação de pequenas bolhas de ar.

Aplicar 0,3 kp/cm<sup>2</sup> de ar comprimido na bomba e regulador, em banho de óleo (conexão no orifício de saída de óleo lubrificante). A bomba deve ser absolutamente estanque.

### 6.2 Travar e selar os batentes conforme VDT-WPP 001/4.

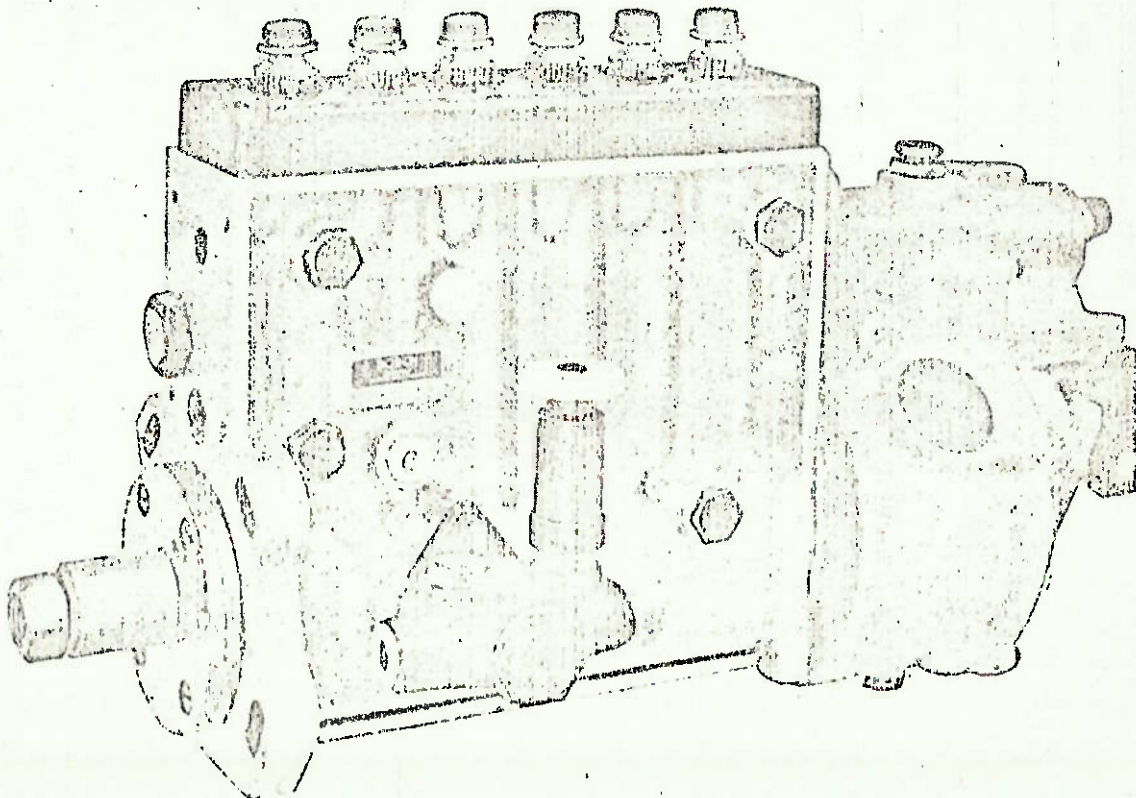


Figura 16 - Bomba de flange com regulador RQ

# CAV Serviço

APOSTILA CAV DPA  
CENTRO DE TREINAMENTO

## DESCRIÇÃO DA BOMBA D.P.A.

A bomba de injeção de combustível do tipo de distribuidor D.P.A. que incorpora um regulador sensível a todas as velocidades, é uma unidade compacta auto-suficiente para montagem em motores diesel de vários cilindros e alta velocidade, com uma capacidade por cilindro de até 2 litros (122 pol3). O seu desenho é relativamente simples não incorporando rolamentos de esferas ou roletes, engrenagens, ou molas de grande resistência. O número de peças é sempre o mesmo independentemente do número de cilindros do motor que a bomba alimenta.

A bomba é montada com flange no motor. É estanque ao óleo e durante o funcionamento todas as suas peças são lubrificadas adequadamente por meio do óleo combustível sob pressão, não sendo portanto necessária qualquer lubrificação adicional do sistema. A pressão mantida dentro da bomba evita a formação de bolhas de ar e a entrada de pó, água ou qualquer outra substância estranha.

A bomba de injeção é de efeito simples. Têm dois pistões opostos que se movem transversalmente em um rotor central que atua como distribuidor e gira num membro estacionário conhecido pelo nome de cabeçote hidráulico. Os pistões bombeadores são acionados pelos ressaltos de um anel interno que se encontra estacionário. O combustível é medido com precisão e introduzido no rotor distribuidor do cabeçote hidráulico que por sua vez o distribui a alta pressão para vários cilindros do motor, no ponto exato através dos furos de saída.

O regulador, do tipo mecânico de contrapesos ou do tipo hidráulico, fornece um controle preciso da velocidade do motor em todas as condições de carga.

A maioria das bombas incorpora um dispositivo automático que regula o início de injeção. O elemento simples da bomba assegura uma descarga uniforme de combustível para cada cilindro e elimina a necessidade de se equilibrarem as descargas dos tubos de descarga de alta pressão como acontece nas bombas de elementos múltiplos.

## PRINCIPIO DE FUNCIONAMENTO DA BOMBA D.P.A.

O anel de ressaltos que se encontra estacionário no corpo da bomba, tem normalmente tantos ressaltos quantos cilindros e faz funcionar os pistões bombeadores opostos através de roletes montados em sapatas que deslizam no corpo do rotor. Os pistões movem-se simultaneamente para dentro quando os roletes tocam os ressaltos diametralmente opostos do anel e são movidos para fora pela pressão do combustível que entra na bomba.

O princípio de funcionamento é indicado na fig. 1 onde o rotor de bombeamento e distribuição é mostrado na posição de admissão e na posição de injeção. Os pistões bombeadores movem-se para fora sob pressão do combustível que entra (veja entrada de combustível) pelo orifício dosificador e daí para um dos orifícios de admissão no rotor para um canal central axial que o leva a câmara de bombeamento.

A medida que o rotor gira (fig. 1), o orifício de distribuição no rotor alinha-se com um dos orifícios de saída do cabeçote hidráulico. Ao mesmo tempo, os pistões são forçados para dentro pelos roletes quando estes contatam os ressaltos do anel e o combustível sob alta pressão passa novamente pelo canal central do rotor, através dos orifícios alinhados, para um dos injetores.

O rotor tem tantos orifícios de admissão, quantos forem os cilindros do motor e, também o mesmo número de orifícios de saída do cabeçote hidráulico.

Quando o combustível entra na conexão de admissão, passa através de uma bomba de transferência, de palhetas deslizantes, que está montada no rotor dentro do cabeçote hidráulico; em seguida passa pela válvula dosificadora e segue pelos orifícios explicados anteriormente, até a câmara de bombeamento. A bomba de transferência aumenta a pressão do combustível e a válvula dosificadora, acionada pelo regulador, regula a quantidade de combustível que é passada para o rotor distribuidor.

O curso para fora dos pistões opostos da bomba, é determinado pela quantidade de combustível passada para o elemento, que varia de acordo com a regulagem da válvula do-

sificadora. Por conseguinte, os roletes que acionam os pistões não tocam o anel de ressaltos, a não ser nos pontos em que contactam com os ressaltos, pontos esses que variam de acordo com o curso dos pistões. Deste modo pode-se regular a quantidade máxima de combustível fornecida em cada descarga, controlando-se o curso máximo de abertura dos pistões.

Os ressaltos são contornados para aliviar a pressão na linha de injeção no final da injeção; o combustível é cortado totalmente evitando-se que os bocais de injeção go-tegem.

O espaçamento preciso dos ressaltos e dos orifícios de descarga regula a sincronização entre cada injeção e os componentes que podem alterar a sincronização são desenhados com uma só posição de montagem para assegurarem a maior precisão possível.

O rotor da bomba é acionado pelo motor através de um eixo estriado, com chavetas ou outra forma de acionamento aprovada pelo fabricante do motor. As bombas podem ser montadas verticalmente, horizontalmente ou em qualquer ângulo.

Numa bomba com regulador mecânico, o conjunto dos contrapesos é montado no eixo-motor e está totalmente contido dentro do corpo da bomba. A ligação transmite o movimento dos contra-pesos à articulação do regulador e daí à válvula dosificadora, o mecanismo do regulador está fechado dentro de um alojamento no corpo da bomba.

O regulador de uma bomba regulada hidráulicamente está contido num pequeno alojamento montado no corpo da bomba e a válvula dosificadora é acionada pelo combustível à pressão de transferência. Uma bomba com este tipo de regulador é menor do que uma que seja regulada mecânicamente, mas as unidades de bombeamento e distribuição são semelhantes.

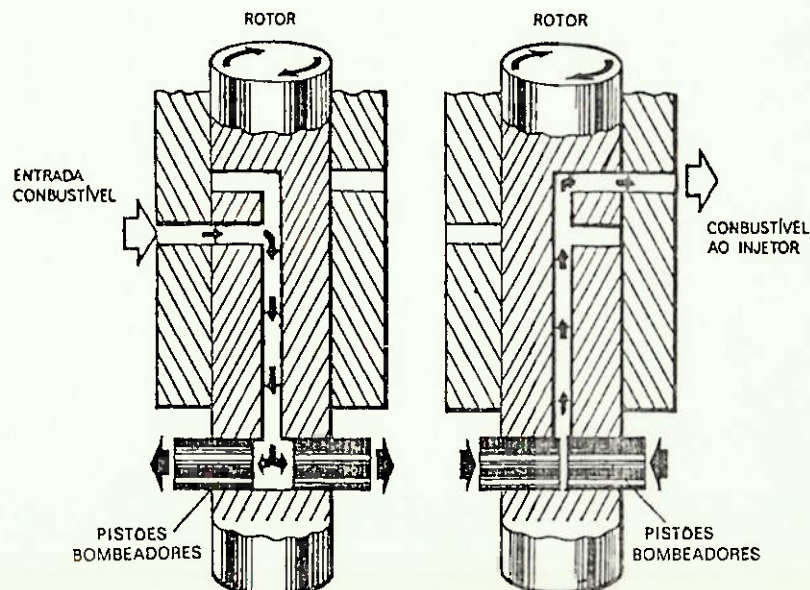
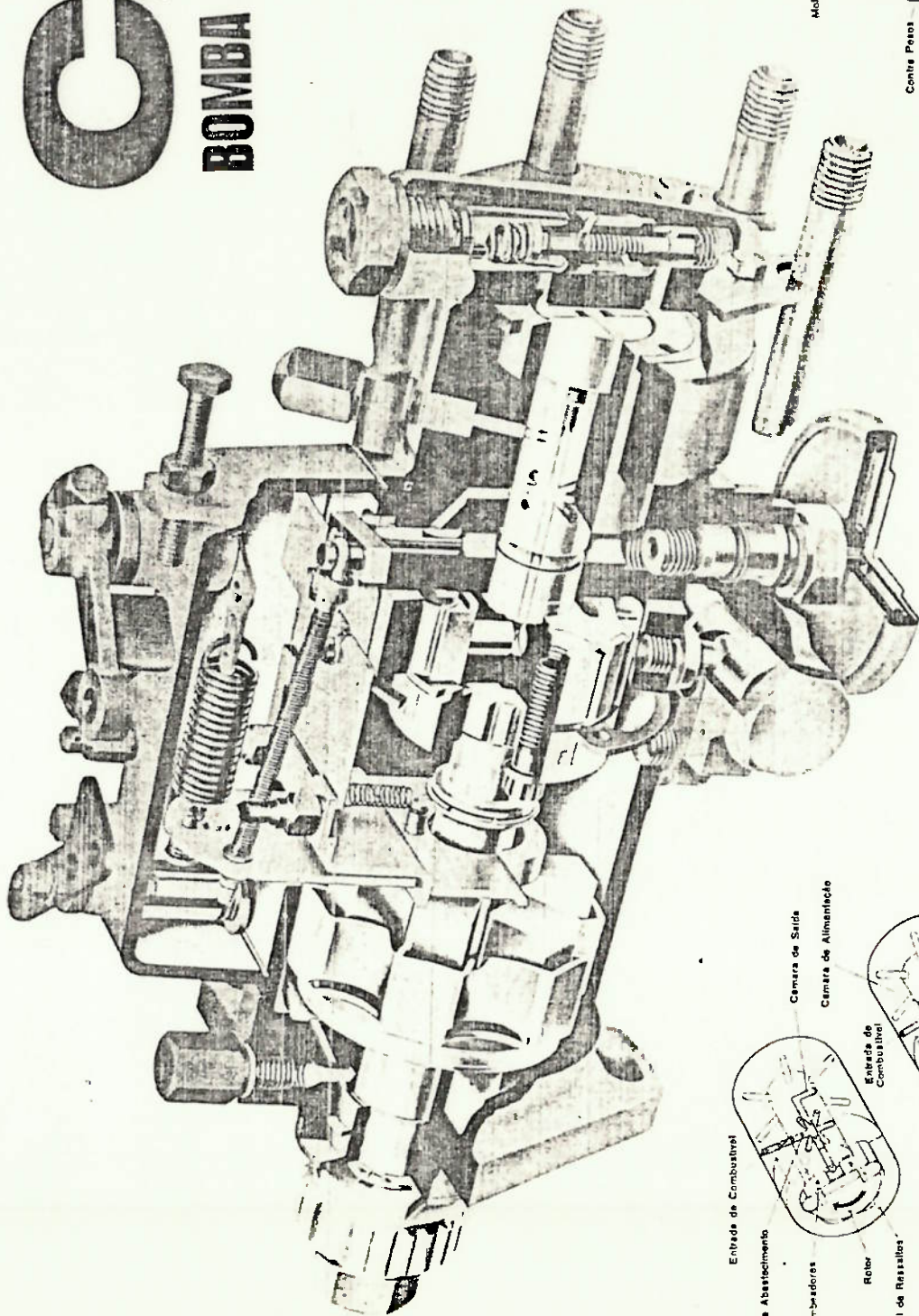


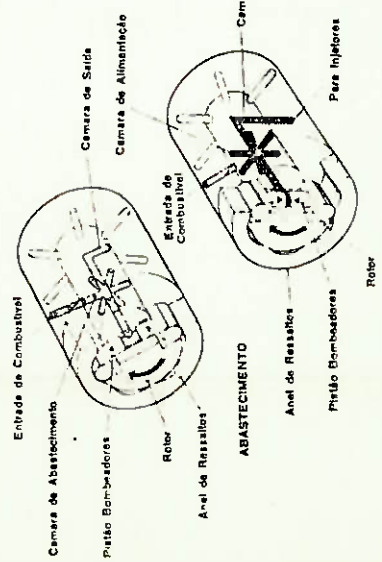
Fig. 1

# CAV

## BOMBA ROTATIVA DPA

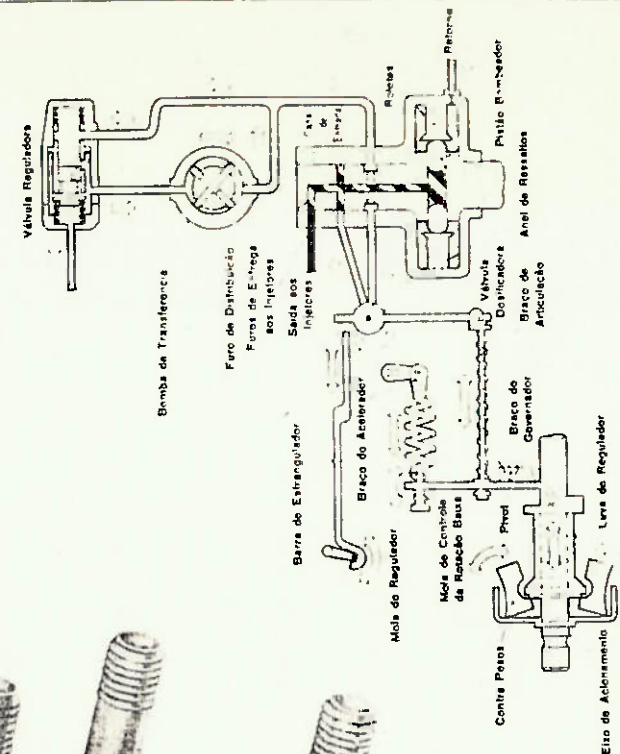


### BOMBA COM GOVERNADOR E REGULADOR MECANICO COM EIXO MONOBLOCO



PRESSÃO DOSIFICADA
PRESSÃO DE INJEÇÃO

CORTE SIMPLIFICADO DOS CICLOS DE ABASTECIMENTO E INJEÇÃO

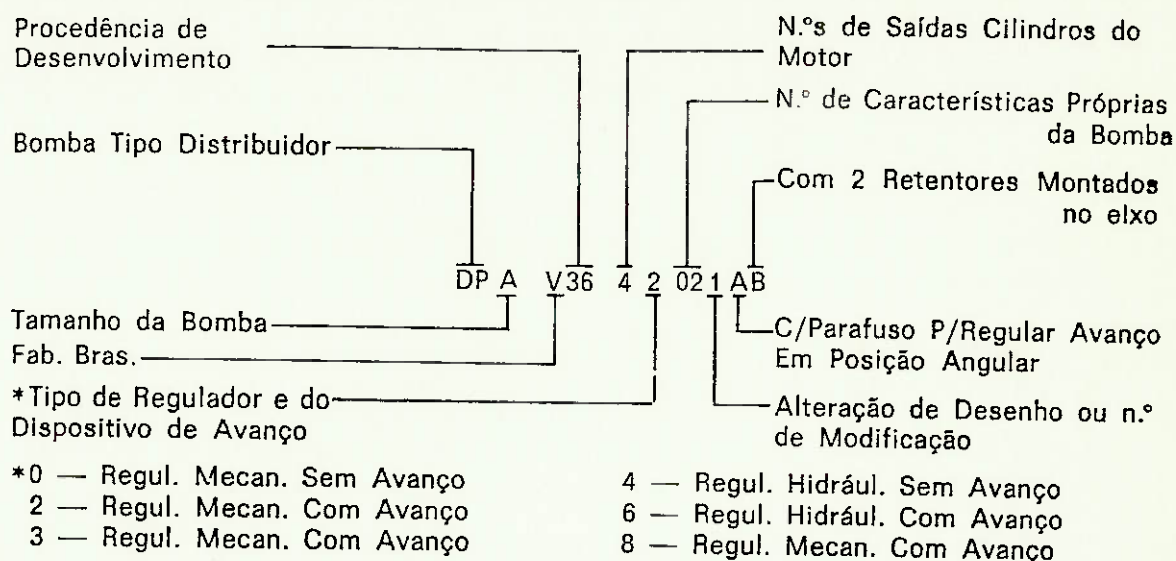


PRESSÃO DE ENTRADA E SAÍDA	PRESSÃO DOSIFICADA
PRESSÃO DE TRANSFERÊNCIA	PRESSÃO DE INJEÇÃO

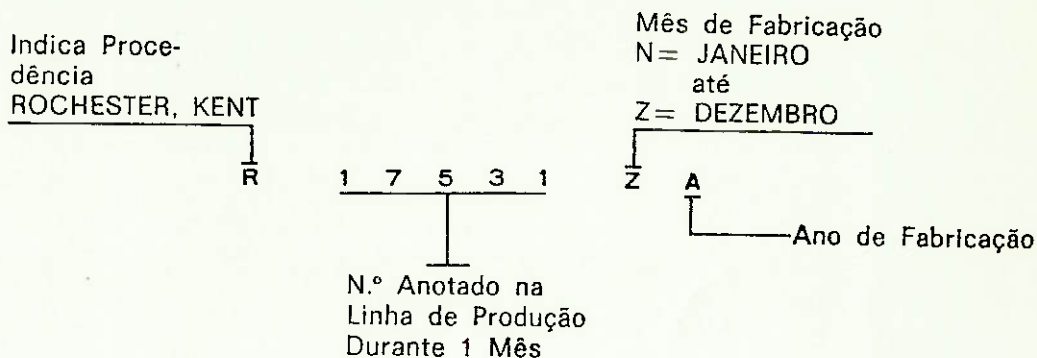
ESQUEMA DA OPERAÇÃO E CONTROLE DA BOMBA DPA

## NOMENCLATURA DO N.º DE APLICAÇÃO DA BOMBA CAV ROTATIVA

EX.: DPA 3242021 AB



### DESCRIMINAÇÃO DO N.º DE SÉRIE



#### Pedidos de Bombas:-

Ao fazer um pedido para bombas novas ou bombas de reposição é essencial que o número do despacho e o CÓDIGO DE REGULAGEM sejam indicadas por EXTENSO.

#### SUFIXOS P/ BOMBAS DPA

A nomenclatura identificadora das bombas-injetoras DPA adota letras e números que designam certas características da unidade.

É o caso das letras, escritas DEPOIS do número DPA, como explicado a seguir.

#### LETRA DE SUFIXO "A" (Bombas Mecânicas)

A letra "A", depois do número DPA, indica que o parafuso excêntrico, anteriormente usado para ajustar as CARGAS LEVES, foi SUBSTITUIDO por um parafuso aplicado em ângulo, na carcaça do REGULADOR.

#### LETRA DE SUFIXO "B" (Bombas Hidráulicas)

A letra "B", depois do número DPA, indica a existência de DOIS RETENTORES NO EIXO DE ACIONAMENTO.

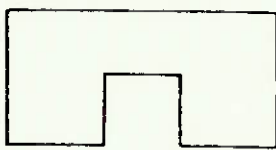
A placa final, com reforço de aço é fornecida, com o pino localizador do anel excêntrico devidamente cravado em seu lugar.

Porisso, **NÃO SE DEVE REMOVER O PINO.**

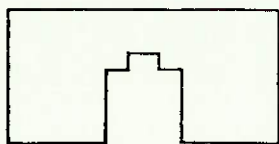
O número dessa Placa Final varia conforme o sentido de rotação da bomba.  
PARA ESSAS PLACAS, PORTANTO, NÃO SERÃO FORNECIDOS PINOS AVULSOS.

### IDENTIFICAÇÃO DE PALHETAS E ANÉIS EXCÊNTRICOS

Existem dois tipos de palhetas e anéis excêntricos da bomba de transferência.  
A combinação de montagem dos mesmos deve ser executada de acôrdo com a lista de peças da bomba injetora e **NÃO** deve ser alterada.  
A fim de que possam identificar as peças a serem aplicadas, desenhamos abaixo, suas marcas de referência e seus números.

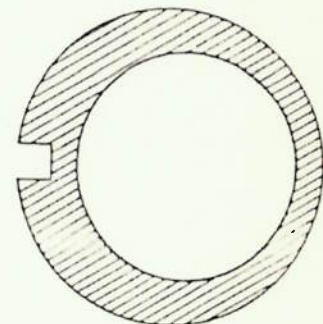


7123/19  
(sem corte Interno)

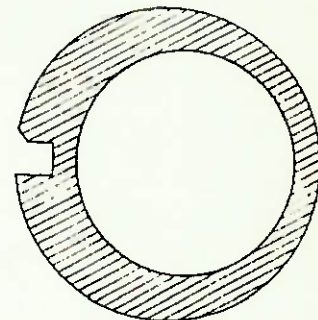


7123/388  
(com corte Interno)

7139/223  
(sem chanfro)

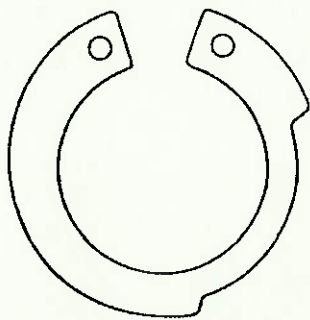


7139/115  
(com chanfro)

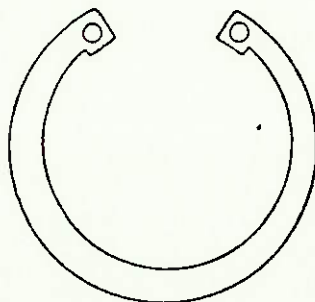


### ANEL DE SINCRONIZAÇÃO

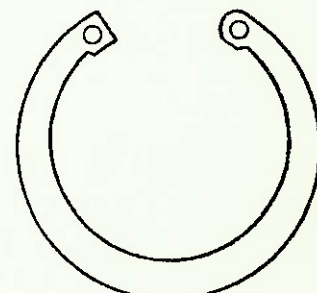
As bombas-injetoras DPA podem usar, dependendo de sua montagem, três tipos de Anel de Sincronização (ou de referência).



(1)  
7123/419



(2)  
5950-64



(3)  
5950-64 A

C) Em todas as bombas que devem ter sincronização interna, deve-se substituir o anel 7123/419 (fig. 1) pelo anel 5950/64A (fig. 3).

Uma das pontas deste é REDONDA e a outra ponta é PLANA.

A ponta PLANA deve ser usada como referência de sincronização.

#### COLOCAÇÃO DO PINO DA PLACA FINAL

Conforme é do conhecimento dos senhores bombistas, o pino da placa final pode ser alojado na placa em duas posições, dependendo do sentido de rotação da bomba.

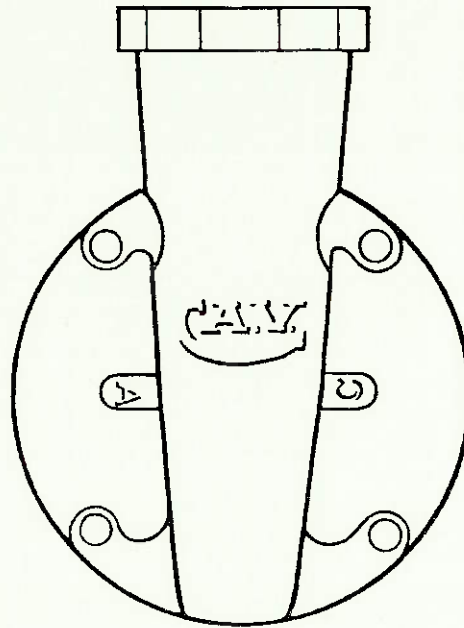
Caso o mesmo seja colocado em posição errônea, a ação da bomba de transferência se inverterá e dessa maneira não se obterá pressão alguma dentro da bomba injetora.

Para que tal não ocorra, esclarecemos o critério para colocação do mesmo.

Como pode ser observado no desenho, existem duas letras gravadas na placa, "A" e "C", que em inglês querem dizer ANTI-CLOCKWISE e CLOKWISE ou seja:

"A" — Anti-Clockwise — ao contrário dos ponteiros do relógio ou seja à ESQUERDA.

"C" — Clockwise — no sentido dos ponteiros do relógio ou, seja, à DIREITA.



#### FOLGA LONGITUDINAL DO EIXO DE ACIONAMENTO NAS BOMBAS MECÂNICAS

As bombas DPA, com reguladores mecânicos, são acionadas por 3 (três) sistemas básicos:

a) Cubo de acionamento com eixo escalado.

- B) eixo de acionamento incorporado.
- C) Eixo de acionamento (Conjunto Monobloco).
- C) Chavetado.

Ao fazer a desmontagem da bomba, é importante medir a folga longitudinal do eixo. Folga excessiva afeta a precisão de funcionamento do regulador mecânico.

**A) Bomba com cubo de acionamento (veja fig. n.º 1).**

Folga máxima permitida: 0,3mm (0,012"), medida entre face posterior do cubo e a carcaça da bomba.

Para medir as folgas entre cubo e carcaça, use um apalpa-folgas. (calibrador de válvulas).  
OBS.: Se a folga for maior que a permitida, substituir a carcaça da bomba e a gaiola dos contrapesos.

**B) Bomba com eixo encorpado — (veja fig. n.º 2).**

Folga permitida: 0,010" (0,254 mm) até 0,033" (0,840 mm).

**Nota:** ASSEGURE-SE DE QUE O ANEL DE TRAVA DO EIXO ESTEJA FIRME NA SUA CA-NALETA.

Para medir a folga dos eixos incorporados, use um Paquímetro ou um relógio comparador.

**C) Bomba com eixo de acionamento (Conjunto Monobloco).**

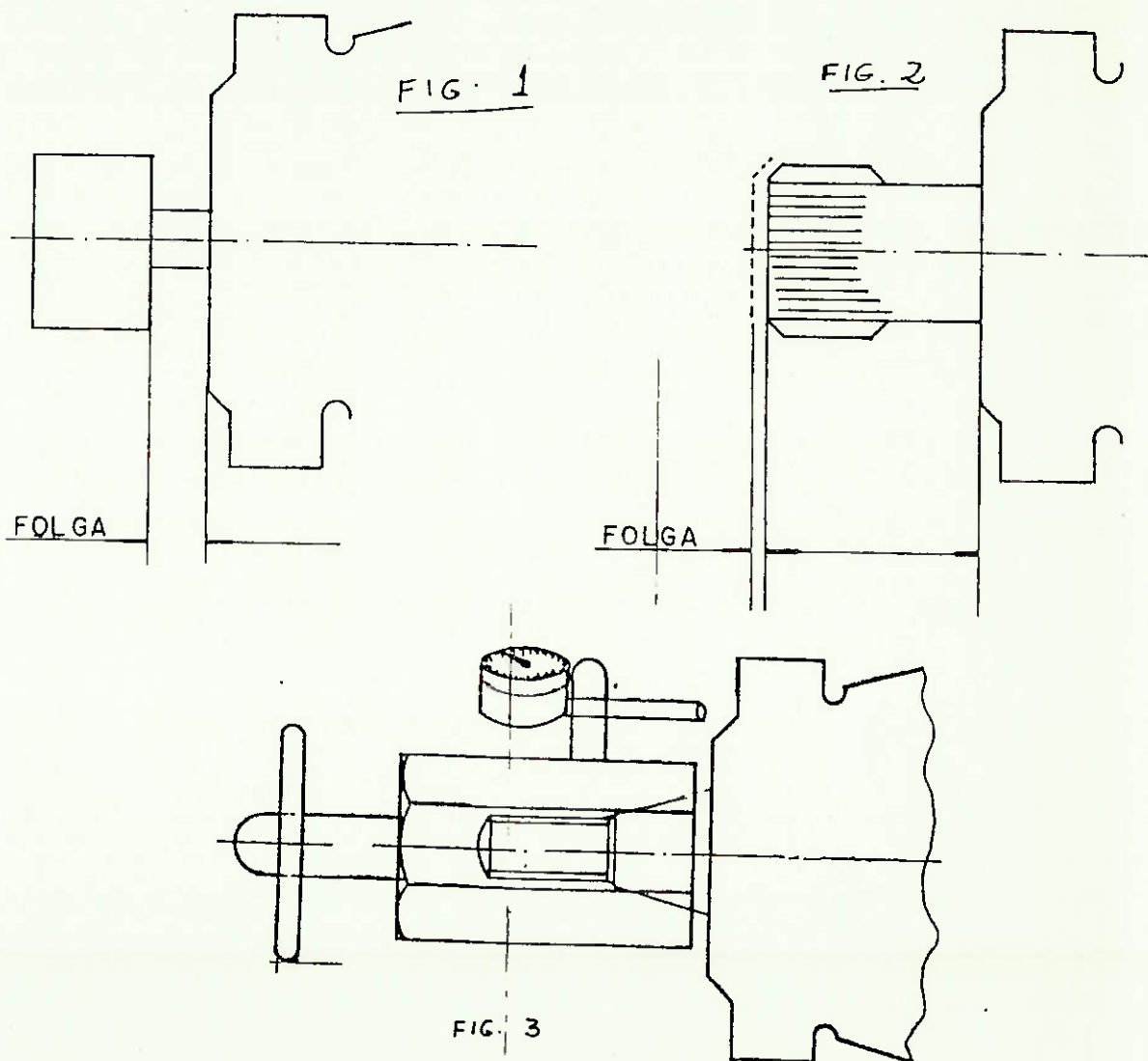
Chavetado (Fig. 3).

Folga permitida — 0,05 a 0,019.

Para medir a folga dos eixos chavetados use relógio comparador.

**Ajuste de Articulação do Regulador:**

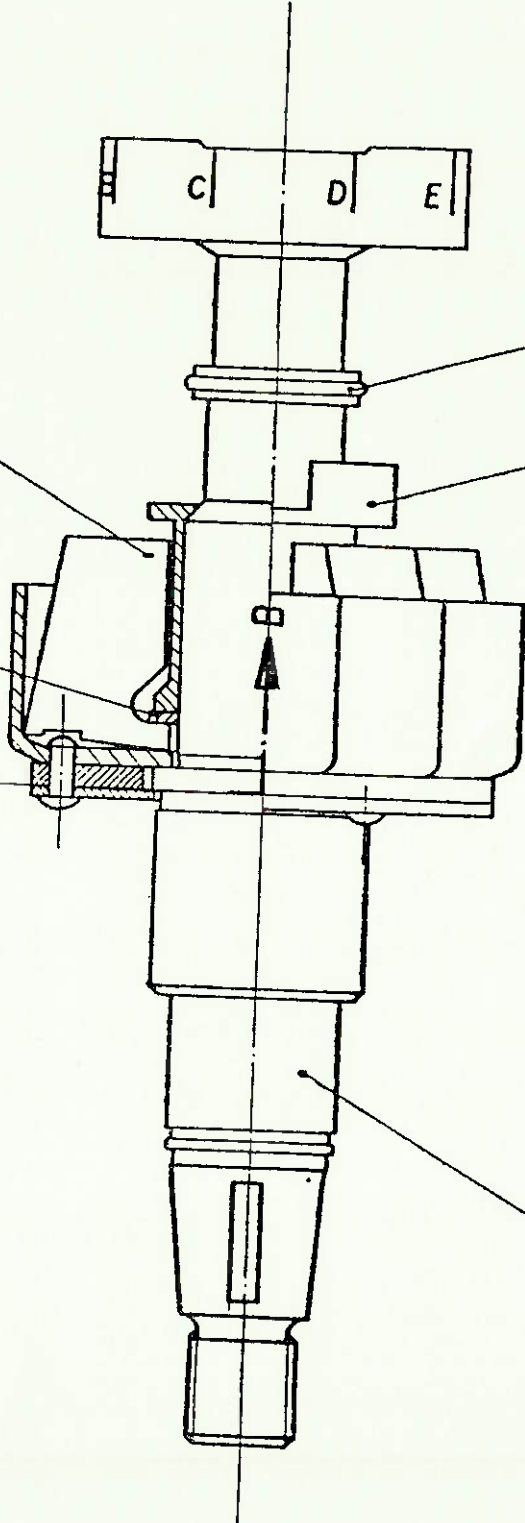
Ao ajustar o comprimento da articulação do regulador das bombas com cubo de acionamento, puxe o cubo, afastando-o da carcaça e segure-o nessa posição durante a operação.



ARRUELA DA LUVA CORREDIÇA  
5936'124

CONTRA PESO  
7123'914 A (6 PEÇAS)

B



A

CORTE AA

ANEL TRAVA  
5921'16

EIXO E RETENTOR DOS CONTRA PESOS - CONJ.  
7139'644

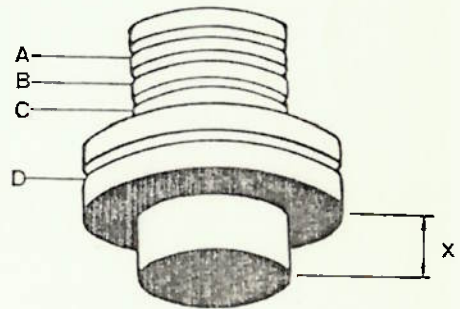
LUVA DOS CONTRA PESOS  
7123'914

**BUJÕES REGULADORES DE PRESSÃO.**

As bombas injetoras CAV tipo DPA são fornecidas com dois tipos de bujões reguladores. Cada tipo possui várias dimensões o que nos permite a regulação da pressão de transferência e podem ser identificados de acordo com a tabela abaixo:

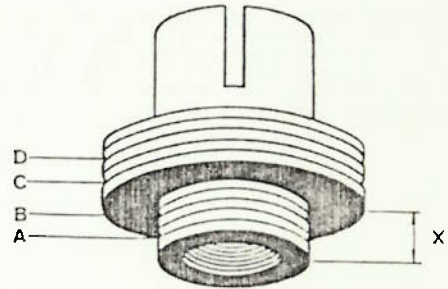
BUJÃO REGULADOR N.º 7139/615 — VER REF. 10

PEÇA N.º	Dimensão "X"	Canaletas de Identificação
7139/615	1,1 mm	Nenhuma
7139/615A	1,3 "	A
7139/615B	1,5 "	A-B
7139/615C	1,7 "	A-B-C
7139/615D	1,9 "	A-B-C-D



BUJÃO REGULADOR N.º 7123/962 VER REF. IOA (REG. HIDRAULICO)

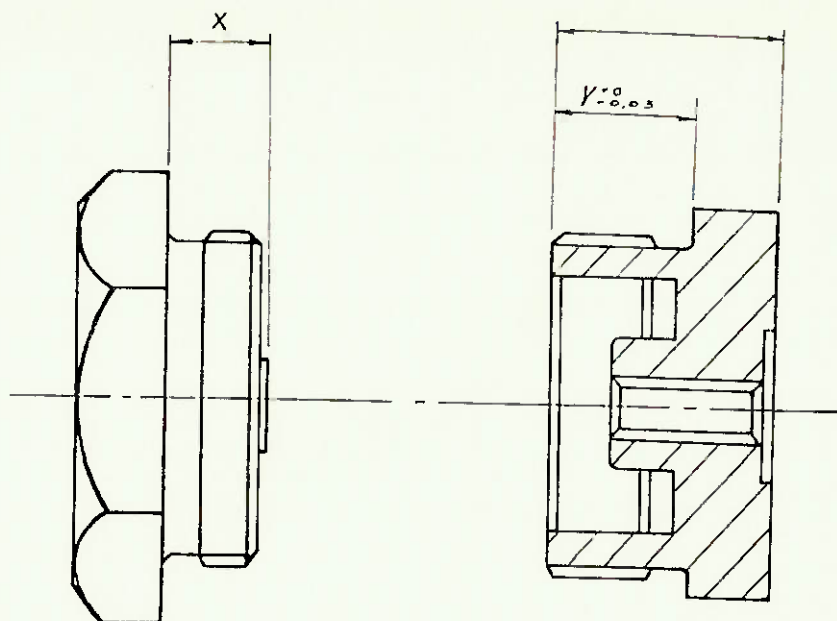
PEÇA N.º	Dimensão "X"	Canaletas de Identificação
7123/962	1,5 mm	Nenhuma
7123/962A	1,75 "	A
7123/962B	2,00 "	A-B
7123/962C	1,7 "	C
7123/962D	1,3 "	C-D



**BUJÕES PARA AVANÇOS AUTOMÁTICOS**

A fim de facilitar a regulação dos avanços, especificamos abaixo os bujões a serem usados para obter-se os requisitos de testes.

Observamos que os bujões só poderão ser aplicados em pares que possuírem a mesma letra identificadora.



PEÇA N.º	ESPESSURA X EM MM	PEÇA N.º	ESPESSURA Y EM MM
7123/473	6,55	7123/474	6,55
7123/473B	5,75	7123/474B	7,35
7123/473C	6,15	7123/474C	6,95
7123/473D	6,95	7123/474D	6,15
7123/473E	7,35	7123/474E	5,75

Informamo-lhes, ainda que, normalmente, os bujões devem ser aplicados de acordo com a montagem original das bombas.

#### CALÇOS PARA CALIBRAR AVANÇO:

O funcionamento correto do dispositivo de avanço das bombas DPA, só pode ser conseguido calçando-se a mola de pistão.

Para essa finalidade, fornecemos arruelas de calço, calibradas na espessura, que permitem obter a pressão correta da mola.

Não se deve usar muitas arruelas para se obter uma certa espessura. Por exemplo, **UMA** arruela de 0,5 mm faz o mesmo efeito que **DUAS** de 0,2 mm e mais **UMA** de 0,1 mm. Recomenda-se que todo Pôsto Autorizado mantenha em estoque as seguintes arruelas:

N.º ANTIGO	N.º NOVO.	Ø EXTERNO	Ø INTERNO	ESPESSURA
5339/290A	NW2/77	14 MM	8 MM	0,1 MM
5339/290B	NW2/78	14 MM	8 MM	0,2 MM
5339/290C	NW2/80	14 MM	8 MM	0,5 MM
5339/290D	NW2/81	14 MM	8 MM	1,0 MM
5339/290E	NW2/82	14 MM	8 MM	2,0 MM
5936/120		10 MM	6 MM	0,2 MM
5936/120A		10 MM	6 MM	0,5 MM
5936/120B		10 MM	6 MM	1,0 MM
5936/126		14 MM	10 MM	0,2 MM
5936/126A		14 MM	10 MM	0,5 MM
5936/126B		14 MM	10 MM	1,0 MM

## ARTICULAÇÃO DO REGULADOR

Ajustagem do comprimento: Medido entre a parte cilíndrica do prisioneiro da tampa do regulador e o pino do braço da válvula dosificadora. O calibre (Vernier) deve ser mantido paralelo ao eixo da bomba (veja foto).

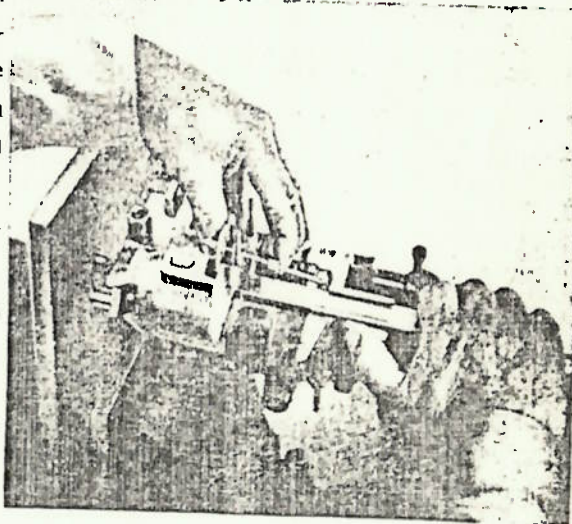
O comprimento da articulação, estando correto, satisfaz a dois requisitos importantes do funcionamento do regulador, a saber:

- 1) Corte do óleo nas altas velocidades.
- 2) Não interfere na dosagem do óleo durante a dosagem máxima.

A maioria dos reguladores funciona bem com o comprimento da articulação ajustado conforme a medida indicada pelos Planos de Teste. Alguns, porém, apresentam alguma dificuldade, prejudicando os requisitos (1) e (2) acima.

Corrija, alterando a medida nominal indicada, de acordo com o seguinte:

- 1) Ajuste conforme a medida indicada, antes de começar os testes.
- 2) Se o regulador NÃO cortar o óleo na velocidade máxima, reduza o comprimento da articulação.
- 3) Se o regulador CORTAR o óleo em velocidades menores que a velocidade máxima indicada, aumente o comprimento da articulação.



Pode ocorrer que existam peças defeituosas que produzem os defeitos acima, impossíveis de serem corrigidos pelo reajuste do comprimento da articulação. Neste caso, torne a ajustar a articulação para a medida indicada e procure localizar o defeito em outras partes.

Quando fizer correções ao comprimento da articulação, todos os testes de ajustagem do regulador devem ser repetidos e seus requisitos satisfeitos.

As correções NÃO devem ser feitas além das tolerâncias especificadas. Os valores finais devem ser anotados na Folha de Ensaio.

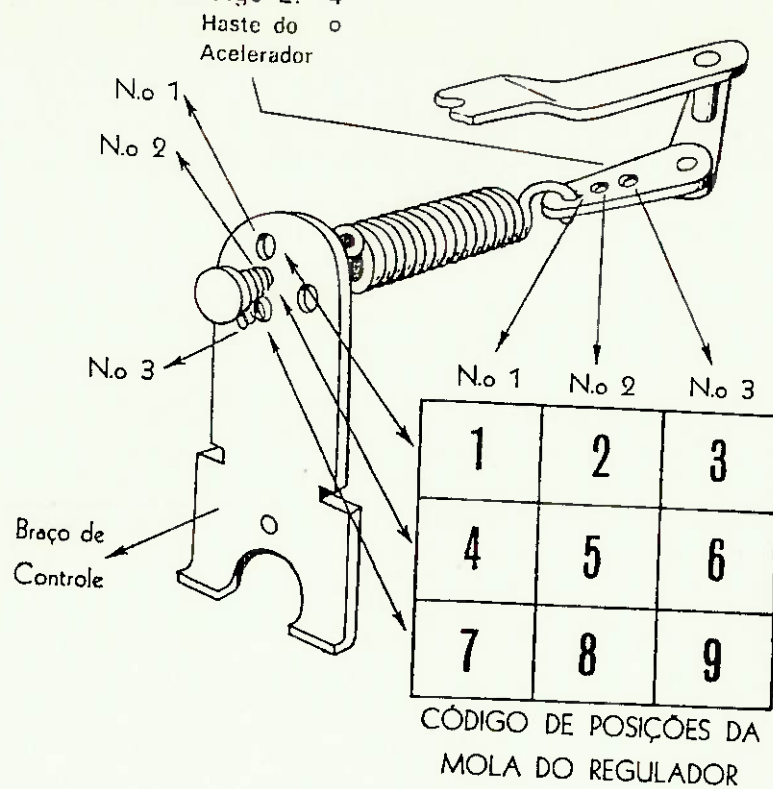
## CÓDIGO DA POSIÇÃO DA MOLA DE CONTROLE DO REGULADOR.

### MOLA DO REGULADOR

A posição da mola do regulador é determinada pelo plano de testes da bomba ou pelo código da placa identificadora e não deve ser alterada sob hipótese nenhuma, pois alterará completamente a "performance" do regulador e conseqüentemente as especificações da fabricante do motor.

Abaixo demonstramos a colocação da mola e a identificação do código de posicionamento.

O desenho mostra os números dos furos do braço de controle e da Haste do acelerador, onde a mola principal do regulador deve ser aplicada.  
 Ex.: no Desenho abaixo o Código É: "4"



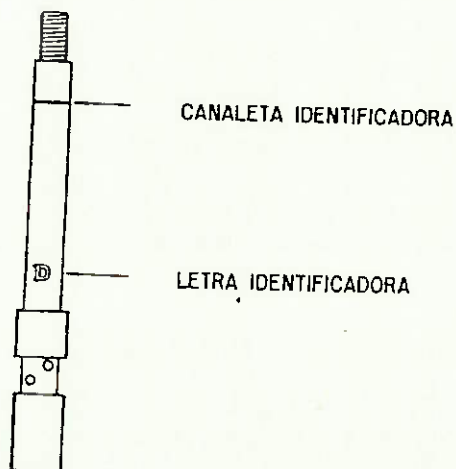
0 - Indica regulador Hidráulico.

### IDENTIFICAÇÕES DE VÁLVULAS DOSIFICADORAS:

Bombas de Regulador Hidráulico:  
 Válvulas dosificadoras números

Standard	Sôbre-medida
7123/299A	7123/299G
7123/299C	7123/299J
7123/299D	7123/299K
7123/299E	7123/299L

Tôdas trazem estampada no corpo a letra relativa ao seu número.

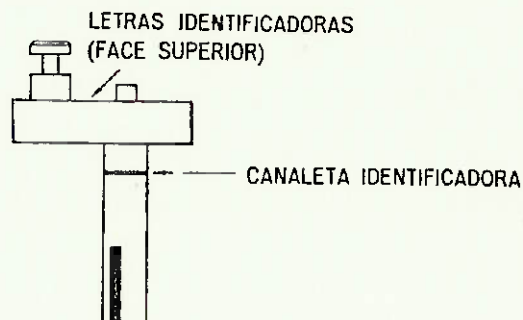


12

## Bombas de Regulador Mecânico:

### Válvulas dosificadoras números

Standard	Letra de Identificação	Sôbre Medida	Letra de Identificação
7123/490	—	7123/490B	BY
7123/378	—	7123/378B	EY
7123/378B	B	7123/378G	GY
7123/378C	C	7123/378H	HY
7123/781	—	7123/781A	AY
7123/781B	B	7123/781C	CY
7123/835B	B	7123/835C	CY
7123/930	—	7123/930B	BY
7139/559D	—	7139/559E	—



Todas as válvulas dosificadoras sobre-medidas possuem a canaleta constante dos desenhos e letras de identificação. Podem ter somente as letras e faltar a canaleta ou, vice-versa.

O cabeçote hidráulico sobre-medida possui gravado a lápis elétrico em seu corpo o n.º 6.375, próximo aos furos de saída.

### CHAVES DE TORQUE

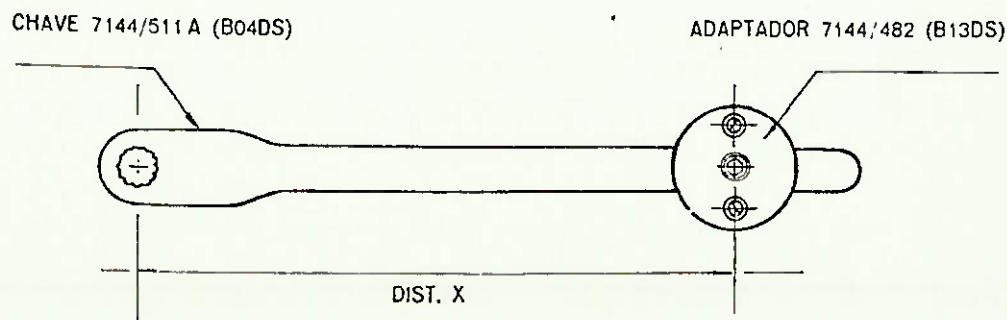
Em virtude da dificuldade em conseguirmos **Chaves de Torque** de desarmar que, recomendamos para serviços CAV, informamos a exigência que mantinhamos a respeito. Afim de atender as necessidades técnicas do serviço, poderão V.Sas., adquirir **Torquímetro do Tipo "RELÓGIO"**, de preferência, encontradas com facilidade em todo o País. Recomendamos marca "SNAPOON" de 0 a 700 LB/POL<sup>2</sup>.

### APERTO DOS PARAFUSOS DA PLACA DE ACIONAMENTO:

(vide vista explodida das bombas DPA DE REFERÊNCIAS E DE TORQUES)

O aperto dos parafusos (ref. 54) da placa de acionamento deve ser dado com a **chave de estrela de 8 mm B04DS**, (7144/511A) usado com adaptador **B13DS** (7144/482) para chaves de torque, e depende do diâmetro dos pistões do rotor.

Ajuste a distância entre o centro do adaptador e o centro da estrela como mostra o desenho abaixo.



Considerando que a distância "X" altera o aperto ao parafuso e desde que, em certas circunstâncias, não se pode usar chaves curtas, observe a tabela abaixo, com chave longa (de 5") n.º B04DS (7144/511A).

Diam. dos Pistões	Distância "X"	Regule chave de torque para:
até 7,5 mm	5" (127,0mm)	1160 lb. pol <sup>2</sup>
de 8,0 mm para mais	5" (127,0mm)	250 lb. pol <sup>2</sup> (aperte, afrouxe e reaperte).

### "RETORNO NA JANELA DE INSPEÇÃO COM VÁLVULA"

Em motores que não possuem bombas alimentadoras e cuja alimentação é feita por gravidade, as bombas injetoras possuem o retorno na janela de inspeção, e são dotadas de uma válvula que eleva a pressão do retorno no interior da bomba.

A saída do retorno está ligada ao filtro mantendo uma pressão suficiente de alimentação na entrada da bomba, principalmente quando o combustível do tanque é pouco e por conseguinte haveria pouco peso para o óleo fluir à bomba por gravidade.

Ao testar bombas deste tipo executar o teste de retorno rigorosamente, assim como a pressão de retorno da carcaça a qual poderá ser feita com adaptação do dispositivo n.º HF-531 na saída do retorno na tampa do regulador.

Para estas aplicações o cabeçote é dotado de uma válvula (Gicleu), localizado na bomba de transferência a qual deverá ser revisada sempre que a bomba for desmontada.

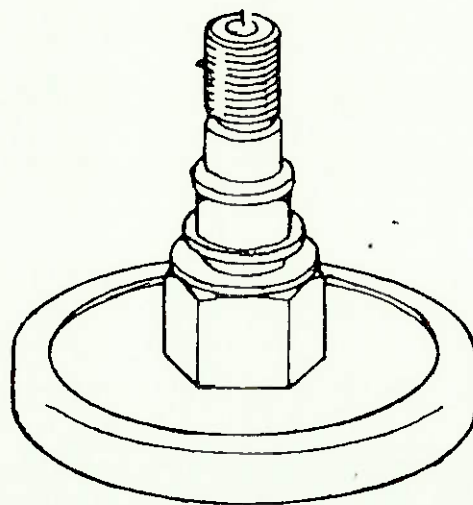
Em caso de resultados insatisfatórios nos testes de retorno, e pressão da carcaça verificar o seguinte:

- 1.º) Se há vazamento na bomba; se houver eliminá-los.
- 2.º) Verificar as condições de conexão de retorno (janela de inspeção) e trocá-las se for necessário.

### "DISPOSITIVO AMORTECEDOR DO AVANÇO (DAMPER)"

Em algumas aplicações devido a grande oxilação da pressão de transferência as bombas são dotadas de um dispositivo amortecedor para o avanço automático (Damper) de construção simples dotado de uma membrana metálica.

Este dispositivo substitue nas bombas os parafusos de localização do cabeçote hidráulico. (Ilustr. 168)

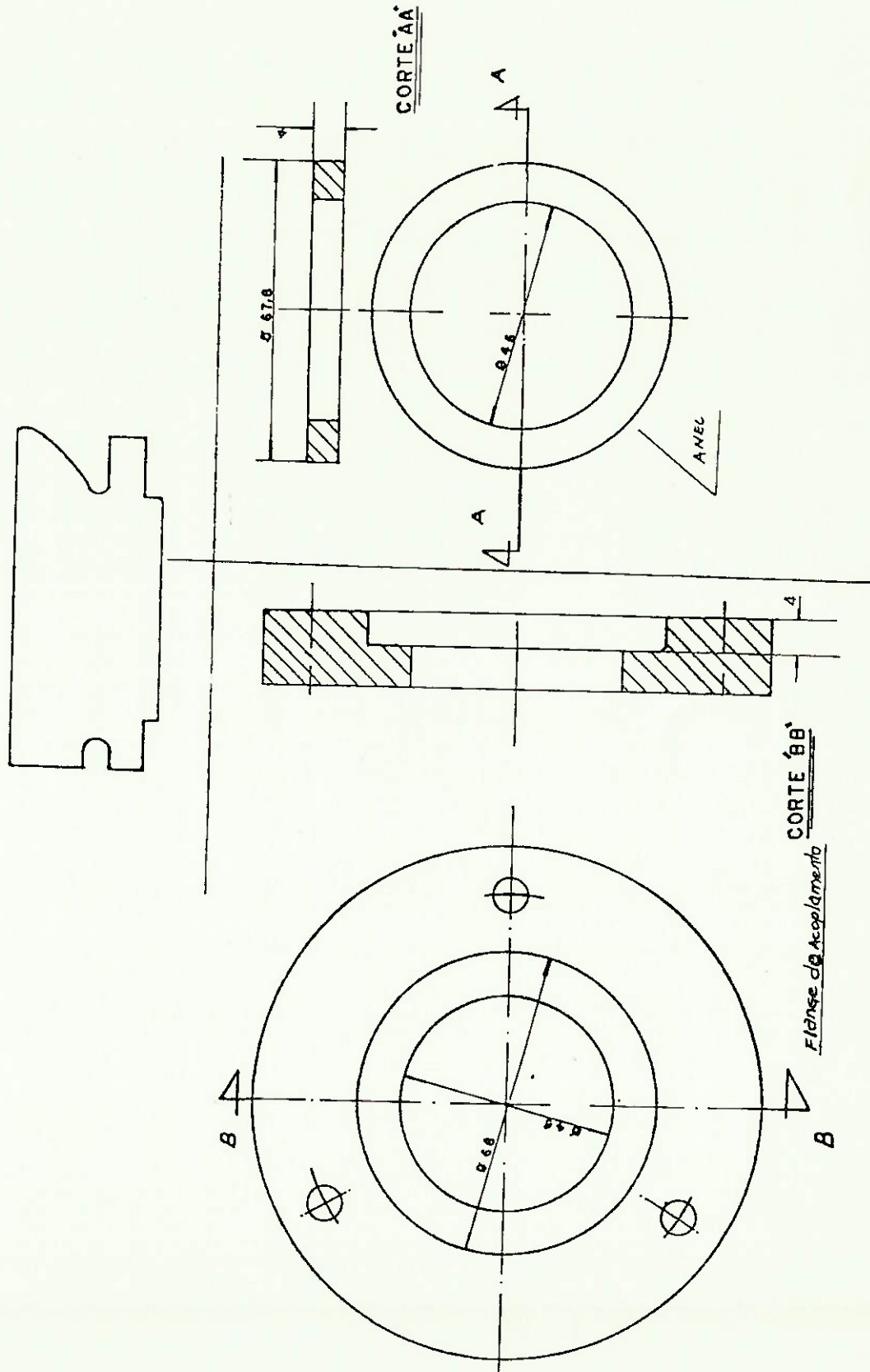


**DAMPER**

Amortecedor de Pressão N.º 168

# INSTRUÇÃO

- Para testar a bomba 3642230 motor MWM deve-se assim proceder:
- 1 — Abrir o furo central do acoplamento para 68 mm. com profundidade de 4 mm.
  - 2 — Fazer um anel de 46 mm. diâmetro interno por 67,8 mm. diâmetro externo por 4 mm. de espessura.
  - 3 — Este anel deve ser usado para testar bombas normais.



### Expurgo (Sangria do ar nas bombas DPA com regulador hidráulico reversível).

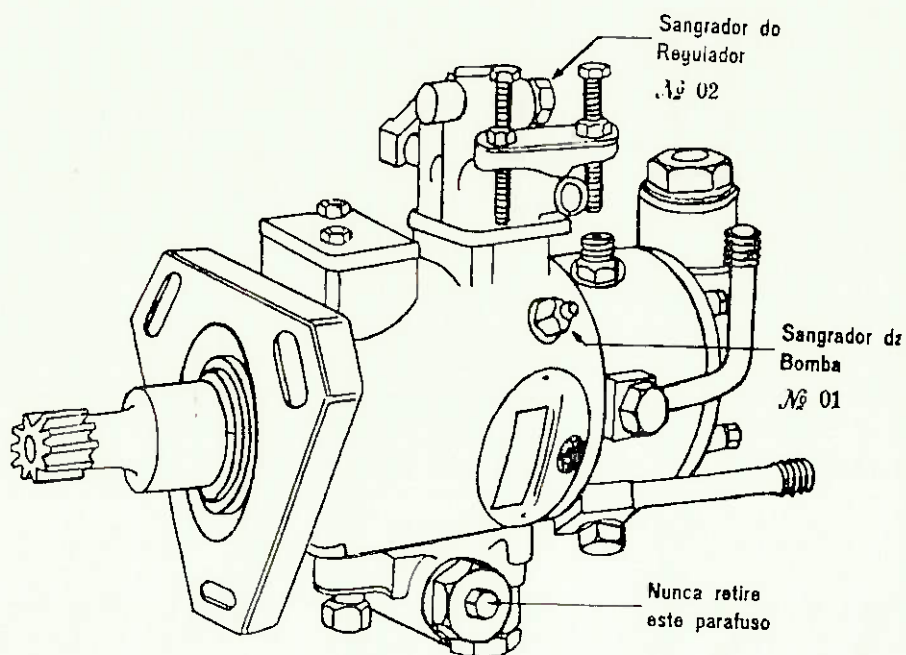
Existem, no mercado brasileiro, diversas bombas DPA com regulador hidráulico reversível.

Observa-se que mecânicos e motoristas encontram alguma dificuldade em localizar o parafuso SANGRADOR de ar desses reguladores.

O desenho seguinte, mostra a localização correta do SANGRADOR que se apresenta como um bujão sextavado.

Para expurgar o ar, afrouxe o SANGRADOR em uma volta apenas.

O desenho seguinte, mostra a posição correta dos SANGRADORES.



Ao fazer a sangria do ar, proceda como segue:

- 1 — Abra o sangrador dos FILTROS CAV.
- 2 — Bombeie o óleo, usando a bomba manual, até não saírem mais bolhas de ar misturadas ao óleo. Aperte o sangrador dos FILTROS.
- 3 — Abra o sangrador do corpo da bomba — n.º 01.
- 4 — Bombeie o óleo, usando a bomba manual, até não saírem mais bolhas de ar misturadas ao óleo. Aperte o sangrador do corpo da bomba — n.º 01.
- 5 — Abra o sangrador n.º 02 do regulador (dê apenas uma volta no parafuso)
- 6 — Bombeie o óleo, usando a bomba manual, até não saírem mais bolhas de ar misturadas ao óleo.

Durante esta operação, acione a alavanca do acelerador, repetidamente, para a frente e para trás. Isso fará sair todo o ar preso dentro do regulador.

Após estas operações, a bomba DPA estará pronta para funcionar, faltando apenas retirar o ar contido nos canos de alta-pressão (os que levam o óleo, sob alta pressão, da bomba aos injetores).

Para isso, afrouxe a porca de conexão de um injetor (daquele que estiver mais à mão). Verifique que o estrangulador esteja todo **aberto**.

Aperte o acelerador ao máximo e dê a partida ao motor.

Logo após as primeiras voltas do motor, começará a sair óleo por debaixo da porca de conexão eliminando todo o ar do encanamento. Alguns cilindros darão sinal das primeiras explosões.

Aperte a porca de conexão. Dê a partida ao motor e deixe trabalhar, em marcha-lenta por alguns minutos.

**Nota:**

Durante o funcionamento em marcha-lenta, torne a **ABRIR** os sangradores dos **FILTROS**. Deixe sair o ar que possivelmente ainda exista nos **FILTROS**.

Feche o Sangrador.

Abra o sangrador n.º 01 da **BOMBA**. Deixe sair o ar. Feche o sangrador.

Abra o Sangrador n.º 02 do Regulador. Deixe sair o ar e torne a apertar o sangrador.

**NÃO É PRECISO SOLTAR A PORCA DE CONEXÃO** dos canos de alta pressão porque, se o motor já funciona em marcha-lenta, é sinal de que a injeção se processa normalmente.

O processo especificado nesta **NOTA** deve ser seguido sempre afim de ficar **TOTALMENTE ELIMINADA** qualquer presença de **AR** no circuito de alimentação.

**Importante:**

A presença de bôlhas de **AR**, numa bomba DPA, pode ocasionar o engripamento e conseqüente **PERDA IRREMEDIÁVEL** do cabeçote-hidráulico.

**LEMBRE SEMPRE** que, depois de uma troca de **ELEMENTO (CARTUCHO)** de **FILTRO**, a quantidade de ar preso no elemento é muito grande.

**TUDO CUIDADO EM ELIMINAR O AR NUNCA SERÁ DEMAIS.**

**PLACAS IDENTIFICADORAS DANIFICADAS.**

A fim de evitarmos que as bombas injetoras DPA fiquem sem o seu número de referência, por danificação das placas identificadoras, solicitamos substituírem as placas por novas.

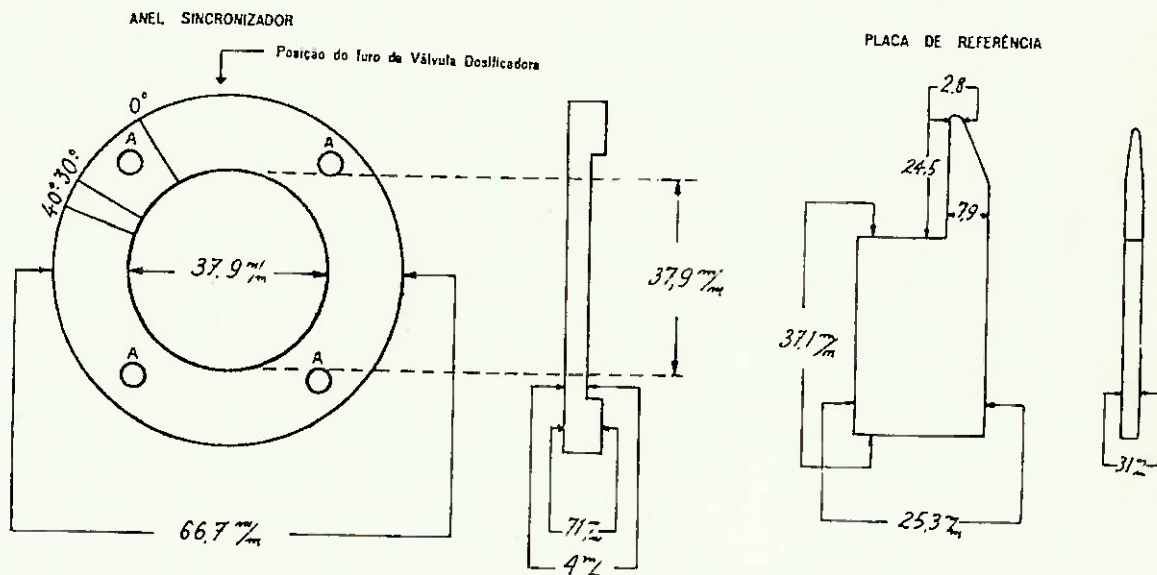
O processo a ser seguido será:

- a) Determinar qual a marca, tipo e ano do veículo;
- b) Consultar a Lista de Aplicação, referência L.A.12 e determinar qual o número DPA... a que se refere.
- c) De posse do número DPA... consultar a Informação Técnica referência I.T.15, e anotar o código.
- d) Sabendo-se o número DPA... e o código, consultar a lista de peças referente ao número DPA... verificar o número de referência da placa Identificadora e dos pinos de fixação.
- e) Gravar na placa Identificadora o número DPA..., o código e se estiver visível na placa antiga, também, o número de série.

**SINCRONIZAÇÃO DO ROTOR DA BOMBA DE TRANSFERÊNCIA, NOS CABEÇOTES DE 3 CILINDROS COM ROTAÇÃO A DIREITA.**

Conforme é do conhecimento dos senhores bombistas, o cabeçote hidráulico CAV de 3 cilindros para reposição, traz incorporado o rotor da bomba de transferência.

O referido rotor, é sincronizado em relação aos graus de injeção, a fim de se evitar possíveis falhas no funcionamento em certos regimes de trabalho do motor sem carga. Contudo, por razões diversas, ocorre em certos casos a necessidade da substituição do rotor da bomba de transferência, nesses casos, se não for obedecida a sincronização do novo rotor, poderá ocorrer o defeito. a fim de fazer a sincronização da peça, segue abaixo o desenho da ferramenta necessária ao ajuste, que deverá ser executada pelo posto autorizado.



Nos pontos "A" da ferramenta ou seja, no seu anel sincronizador, deverão ser fixados 4 pinos que deverão encaixar, sem folga final; com o "anel sincronizador" encaixado nessa posição, colocar a "placa de referência" em um dos rasgos do rotor, de maneira que sua extremidade mais fina fique voltada para as marcas de sincronização, entre os pontos 30° e 40° (graus), no ponto de injeção do 1.º cilindro. Caso, isso não ocorra, substituir o rotor por outro que se encaixe entre os graus mencionados.

Observamos ainda, que todo cabeçote recebido na oficina deve ser vistoriado pois, o referido problema não pode ser observado durante os ensaios da bomba.

#### CÓDIGO DE REGULAGEM DA BOMBA DE COMBUSTIVEL DPA.

O código de regulagem está gravado na chapa de identificação da bomba, bem como o número de despacho. O código marca a entrega máxima de combustível a rotação p/ ajuste do combustível, a posição da mola do Regulador (Regulador Mecânico) e a velocidade máxima sem carga do motor.

#### Exemplo de Marcação em código:

	LM	75	800	2	2220
L	M	Regulagem	de	Velocidade para	
Tipo do	Tipo	combustível má-	ximo em CM3	ajuste do com-	
Regulador	do	ximo em CM3	bustível máximo	Posição da mola	Velocidade má-
da bomba	Motor	por 1000 Injeta-	da Bomba.	do Regulador.	xima sem car-
	Perkins	das.			ga (RPM do Mo-
					tor).

\* Para determinar a dosagem por duzentas injetadas divide esse valor por 5.  
Ex.:  $75 \div 5 = 15\text{cc}$  (200 Injetadas).

OBS.: Nos motores MWM e Ford Tratores não é usada letra de identificação.

**Nota sobre a Letra prefixo.**

Nas Bombas DPA aplicadas a Motores Perkins, usam-se letras que indicam o tipo do regulador e do motor.

Exemplo: LM/62/750/4/2160

As letras são combinadas duas a duas.

A primeira letra indica o tipo de regulador de velocidade.

Os reguladores hidráulicos são identificados pelas letras:

A,B,C,D,E,F,G,H,J e K

Os reguladores mecânicos são identificados pelas letras:

L,M,P,R,S,T,U,V, e W

A segunda letra identifica o tipo do motor.

B — V8510

C — 6306

D — 4270, A4270, A4300, 4318, A4318, 4300

E — C6305, H6305, 6288, A6305, 6305

F — 4192, 4203, A4203, A4192

H — 499, A499, 4108, T4107, 4107, A4107

K — 4204, A4204

L — 4182

M — 6340, T6340, 6357, 6358

P — D4203, AD4203

R — 6354, A6354, T6354, At 6354, HT6354, H6354

S — 4212, A4212, 4236, A4236, 4248, A4248

W — 3152, A3152, AD3152, D3152

No exemplo dado o código LM indica: L — Bomba Mecânica. M — Motor da série 6340 a 6358.

**INSTRUÇÕES GERAIS PARA TESTES**

(VEJA OS PLANOS DE TESTE DPA)

As instruções gerais para testes devem ser observadas rigorosamente. De outra forma, as bombas não darão os resultados desejados.

**ESPECIFICAÇÃO DO EQUIPAMENTO DE TESTE**

**INJETORES:** Porta-injetores tipo BKB50SD19b equipados com bicos tipo BDN12SD12, ou equivalentes, regulados a 175 atms.

**TUBOS DE ALTA PRESSÃO:** Devem ser de  $\varnothing$  6 mm x  $\varnothing$  2 mm x 865 mm (34") de comprimento. Todos os testes devem ser feitos com conexões radiais n.º 7123-501 com  $\varnothing$  interno 2,37 mm.

**CIRCUITO DE ALIMENTAÇÃO:** A fim de se evitar falta de alimentação, ou mesmo excesso de pressão, deve haver um sistema de alimentação capaz de fornecer um mínimo de 100cc, por minuto. Se não for possível obter esse fluxo, é permitido usar uma pressão de alimentação máxima de 2lb/pol<sup>2</sup> (0,15kg/cm<sup>2</sup>)

**ÓLEO DE TESTE:** O óleo de teste aprovado pela C.A.V. é:

— Castrol Calibration Tipo "C"

**OBSERVAÇÕES GERAIS**

**VAZAMENTO OU POROSIDADE:** Todas as bombas devem ser testadas sob pressão, logo após a montagem e antes de serem provadas em Banco-de-Provas. Isto deve ser feito ligando-se à conexão de retorno um encanamento de ar comprimido, com pressão de 20lb/pol<sup>2</sup>. Mergulhando a bomba num tanque de óleo combustível limpo, pode-se perceber qualquer vazamento pelas bolhas de ar que saem da bomba. — Antes de proceder ao teste, elimine os vazamentos.

**VAZAMENTOS:** As bombas não devem apresentar vazamentos de óleo, estejam elas paradas ou em movimento.

**DOSAGEM:** Todas as dosagens são calculadas para 200 injetadas, salvo quando especificado diversamente.

**COMANDOS:** Acelerador e estrangulador devem estar abertos ao máximo, salvo especificações contrárias.

**TOPADORES:** Antes de iniciar os testes, desaperte ao máximo os parafusos topadores, a fim de permitir o máximo curso das alavancas.

**NÃO** permita que a bomba funcione por períodos longos com estrangulador fechado.

**NÃO** permita que a bomba gire por longos períodos, em alta velocidade, com dosificação reduzida.

**DISPOSITIVOS DE AVANÇO:** Para as devidas correções do avanço colocar ou retirar calços de acordo com a necessidade. A montagem original é feita com 1 calço de 0,5 mm. o qual não deve ser removido.

**TESTE DE VÁCUO:** Às vezes, acontece que a tubulação que liga a bomba ao vacuômetro fica cheia de ar; isso falseia a medição. do vácuo. Para corrigir, afrouxa-se a conexão do tubo no lado do vacuômetro, deixando a torneira de alimentação aberta. Deixe que o óleo saia pelo tubo e, depois, reaperte a conexão.

#### **Óleo Especial para Testes.**

Devido a dificuldade encontrada por parte de alguns Pôstos autorizados CAV., em encontrar o óleo especial, recomendado por nós, para uso em seus laboratórios Diesel, relacionamos abaixo o nome da principal companhia fornecedora do mesmo, juntamente com o tipo de óleo a ser solicitado:

CASTROL DO BRASIL S/A.  
Rua Dr. Ubaldino do Amaral, 109  
SÃO PAULO — SP (Belém)  
Fone: 930195/9

Vejam relação de filiais em nossa circular 29.

**Tipo de óleo: "CALIBRATION C"**

Solicitamos às firmas que não estiverem usando esse óleo, que providenciem a sua aquisição o mais breve possível. Como é do seu conhecimento, o óleo Diesel é instável face as variações de temperatura, é prejudicial à saúde e, ainda, mancha o maquinário de teste, corrói e engripa os equipamentos de injeção, que por algum motivo não são colocados para funcionamento logo após o conserto.

#### **INTERPRETAÇÃO DOS PLANOS DE TESTE.**

##### **CONSIDERAÇÕES GERAIS:**

Todos os planos de testes foram elaborados de maneira a facilitar aos Srs. bombistas a sua interpretação, bem como o teste de cada componente, individualmente, em uma sequência que não interfere nos testes anteriores e executados da maneira mais rápida possível.

O plano de teste deve ser utilizado desde o início da montagem da bomba, uma vez que em seu cabeçalho encontram-se dados importantes, tais como: Distância entre roletes — posição da mola do regulador —, comprimento da articulação do regulador etc..

A esquerda do plano de teste encontramos a sequência numérica dos itens a serem testados: em seguida, a rotação do banco de provas; e finalmente, na última coluna da direita, os requisitos exigidos com seus limites mínimos e máximos.

Não é permissível omitir nenhum item durante o teste da bomba, pois se assim o fizerem, jamais haverá bom desempenho do motor, conseqüentemente o prestígio de seu posto de serviço ficará comprometido; usem somente peças legítimas CAV que, quando aplicadas corretamente, fornecem os registros exigidos em cada plano de teste sem di-

ficuldade, o que abreviará em muito o tempo de ensaio da bomba.

— Não esquecer de transferir para a FOLHA DE ENSAIO os resultados obtidos.

## **I N T E R P R E T A Ç Ã O :**

### **A-SANGRIA**

Serve para eliminar todo o ar existente no sistema de injeção (da área de sucção, até os injetores do banco).

Não há necessidade de fazer qualquer anotação na folha de ensaio sobre sangria, e nem existe espaço para tal. É importante que esteja saindo óleo diesel livre de bolhas de ar, pelo sangrador.

### **B — VACUO:**

VERIFICA-SE neste teste as condições de vedação no circuito de sucção até a placa final, inclusive palheta e anel excêntrico.

### **C — PRESSÃO DE TRANSFERÊNCIA**

É, em geral, verificado em 2 ou 3 vezes (com rotações diferentes em cada), para averiguar a capacidade da bomba de transferência e as condições da vedação e funcionamento do conjunto luva-pistão, bujão-mola, reguladores de pressão, nos diversos regimes de trabalho.

### **D — AVANÇO**

Habitualmente, também é verificado mais de uma vez, pois há necessidade de observar o livre deslocamento de pistão em todo seu curso, bem como condições de desgaste, pois em caso de irregularidade nas folgas entre pistões e carcaças, nos calços, nas molas ou mesmo nas tampas, os requisitos não serão alcançados e conseqüentemente haverá necessidade de correção. Em caso de necessidade da correção do avanço, não modificar a pressão de transferência ajustada, nos testes anteriores.

### **E — RETORNO**

Serve para observar as condições de desgastes entre rotor e cabeçote hidráulico, o qual deverá ser substituído em caso de retornar acima ou abaixo do especificado.

### **F — DOSAGEM MÁXIMA**

Nem sempre as informações referentes à rotação e débito máximo são encontradas no plano de teste, mas sim na placa de identificação da bomba.

Caso a ajustagem da distância entre roletes tenha sido feita corretamente, não haverá necessidade de qualquer correção, desde que não hajam desgastes, nas sapatas-roletes ou anel de ressaltos, razão pela qual a tolerância da referida ajustagem é da ordem de centésimos de milímetros e que será conseguido utilizando-se um micrômetro de 50 a 75 mm.

### **G — DOSAGEM EM 100 RPM**

Também chamada "Débito de Partida" serve para verificar possível folga existente nos pistões, pois em caso negativo, quando a bomba instalada no motor, poderá concorrer para dificuldade na partida.

NOTA: Existe o teste da "Verificação de Dosagem", que não tem valor aparente, entretanto serve como referência para outro teste executado, após a ajustagem do regulador.

### **H — ESTRANGULAMENTO:**

Serve para verificar o encosto do estrangulador e condições do desgaste entre válvula dosificadora e cabeçote hidráulico, notando-se que uma válvula embora nova, poderia ter sido montada por equívoco num cabeçote sobre medida.

Alertamos que a diferença entre esse cabeçote hidráulico e o standard (S.T.D.), reside somente no furo da válvula dosificadora.

### **I — ACELERADOR: COM ALAVANCA DO ACELERADOR FECHADA**

É um teste semelhante ao teste de estrangulamento, porém apenas deslocando-se a alavanca do acelerador para a posição de repouso em direção ao batente da marcha-lenta, para verificação do engate e livre movimento da válvula, e o perfeito ajuste do comprimento da articulação.

#### **J — PRESSÃO DE TRANSFERÊNCIA — (Ajustagem Final) —**

Nas bombas hidráulicas, incorpora-se um parafuso de ajuste de pressão de transferência, localizado na placa final, para aumento da pressão responsável pelo corte de combustível; O mesmo só deverá ser usado quando solicitado pelo plano de testes. Para ajustes de pressões intermediárias, use os bujões reguladores.

#### **K — REGULADOR — AJUSTAGEM:**

Neste teste faz-se a ajustagem definitiva da rotação máxima do motor, por intermédio do parafuso topador que deve ser bloqueado e lacrado.

Quanto a regulagem da marcha lenta, não há qualquer exigência, podendo ser simplesmente aproximada.

#### **L — SINCRONIZAÇÃO:**

Executados todos os testes, faz-se a sincronização do anel sincronizador com a placa de acionamento, bem como o traço em posição correta na flange de montagem da bomba com o motor, para facilitar ao mecânico o perfeito sincronismo entre ambos.

#### **DIAGNÓSTICO DE DEFEITOS AO TESTAR A BOMBA DISTRIBUIDORA**

##### **Vácuo Incorreto**

1. Conexão de admissão solta ou avariada.
2. Arruela de cobre danificada, no adaptador de admissão da placa final.
3. Junta externa da luva da válvula de regulagem danificada.
4. Mola de Pressão quebrada ou faltante.
5. Placa final solta sobre o cabeçote hidráulico.
6. Vedação (anel de borracha) da bomba de transferência avariada.
7. Palhetas da bomba de transferência gastas ou avariadas.
8. Anel excêntrico da bomba de transferência fora de posição.
9. Ar no tubo do medidor de vácuo.

##### **Pressão de transferência baixa**

1. Conexão de admissão com aperto insuficiente.
2. Junta externa da luva da válvula de regulagem danificada.
3. Mola ou pistão da válvula reguladora faltante.
4. Mola de pressão incorreta. Fraca.
5. Palhetas da bomba de transferência gastas ou avariadas.
6. Vedação da bomba de transferência avariada.
7. Placa final solta ou incorretamente apertada.
8. Arruelas dos parafusos de localização e fixação do cabeçote, defeituosas.

##### **Pressão de transferência elevada**

1. Pistão da válvula reguladora preso.
2. Mola reguladora incorreta — demasiadamente forte.
3. Banco de provas operando com alimentação sob pressão
4. Bujão regulador incorreto.

##### **Pressão de transferência baixa e irregular**

1. Vedação da luva da válvula reguladora danificada.
2. Uma palheta da bomba de transferência lascada.

##### **Índice de avanço baixo**

1. Pressão de transferência baixa.
2. Excesso de calços.
3. Mola muito forte — tipo incorreto
4. Pistão de avanço preso.
5. Anel de ressaltos preso.
6. Folga excessiva entre o pistão e a carcaça.

#### **Índice de avanço elevado**

1. Pressão de transferência alta
2. Insuficiência de calços
3. Mola muito fraca.
4. Bujão da mola do avanço gasto.

#### **Descarga máxima de combustível incorreta**

1. Acelerador não aberto na posição máxima.
2. Regulagem de combustível máximo incorreta.
3. Arruela do parafuso de fechamento do rotor, defeituosa.
4. Parafuso de fechamento do rotor solto.
5. Válvula dosificadora presa.
6. Ar no sistema
7. Pistões bombeadores presos, por torque incorreto.
8. Arruelas das conexões radiais avariadas.
9. Pressão de transferência incorreta.
10. Mecanismo de corte de combustível interferido no funcionamento da válvula dosificadora.
11. Montagem incorreta da cremalheira e eixo do acelerador (regulador hidráulico).
12. Anel de ressaltos montado em posição invertida.
13. Roletes presos nas sapatas.

#### **Descarga de combustível baixa a 100 RPM**

1. Pressão de transferência muito baixa.
2. Acelerador não aberto na posição máxima.
3. Arruela do parafuso de fechamento do rotor avariada.
4. Parafuso de fechamento do rotor solto.
5. Válvula dosificadora presa.
6. Pistões bombeadores presos, por torque incorreto.
7. Arruela das conexões radiais avariadas.
8. Pistões gastos.
9. Folga excessiva entre o rotor e o cabeçote hidráulico.
10. Ar no sistema.
11. Válvula dosificadora gasta.
12. Válvula dosificadora standard acoplada em furo sobre medida.
13. Roletes presos nas sapatas.

#### **Corte de combustível inativo no regulador do tipo mecânico**

1. Braço de corte incorretamente acoplado ao eixo do estrangulador.
2. Articulação do regulador presa no braço de controle.
3. Comprimento da articulação do regulador comprido demais.
4. Folga excessiva entre a válvula dosificadora e cabeçote hidráulico.
5. Válvula dosificadora presa.
6. Válvula dosificadora "standard" acoplada no furo sobre medida.

#### **Corte de combustível inativo no regulador do tipo hidráulico**

1. Braço de corte incorretamente acoplado ao eixo do estrangulador.
2. Braço de corte não girando o eixo do estrangulador.
3. Válvula dosificadora presa.
4. Porca da válvula dosificadora solta.
5. Eixo do acelerador incorretamente acoplado à cremalheira.
6. Folga excessiva entre a válvula dosificadora e o cabeçote hidráulico.
7. Válvula dosificadora "standard" montada em furo sobre medida.

**Escassez de descarga durante teste de corte de combustível, a velocidade máxima no regulador do tipo mecânico.**

1. Parafuso do batente de velocidade máxima erroneamente ajustado.
2. Mola do regulador defeituosa ou de tipo incorreto; fraca.
3. Mola de regulador acoplada ao furo errado.
5. Ajuste da articulação do regulador, curta demais.

**Escassez de descarga durante teste de corte de combustível, a velocidade máxima do regulador tipo hidráulico.**

1. Parafuso do batente de velocidade máxima erroneamente ajustado
2. Mola do regulador defeituosa ou de tipo incorreto; fraca.
3. Válvula dosificadora presa.
4. Eixo do acelerador e cremalheira acoplados erroneamente.

**Dificuldades no ajuste de descarga pelo parafuso batente de velocidade máxima.**

1. Mola do regulador avariada ou tipo incorreto (regulador mecânico e hidráulico).
2. Ajuste da articulação incorreta (regulador mecânico)
3. Mola do regulador acoplada incorretamente (regulador mecânico).
4. Parafuso de fixação do cubo do acionamento solto (regulador mecânico)
5. Válvula dosificadora presa (regulador mecânico e hidráulico).
6. Luva sem o seu curso total dos contrapesos (regulador mecânico).

### TESTE DE IMERSÃO

A experiência mostrou que a verificação dos vazamentos externos das bombas pode ser melhorada. No futuro, recomenda-se submeter tôdas as bombas a teste de pressão, antes e depois de passar pelo banco de provas, seguindo-se o seguinte método:

1. Drene todo combustível da bomba e ligue uma mangueira de pressão de ar comprimido a conexão de admissão da bomba.
2. Vede o orifício da conexão de baixa pressão (retorno) e coloque a bomba em um recipiente de óleo diesel limpo.
3. Aumente a pressão de ar para 20 libras. Deixe a bomba no óleo durante 10 minutos (nenhuma observação deverá ser feita durante este período) isto para permitir que algum ar contido em cavidades externas — como na placa final — possam escapar.
4. Após 10 minutos de imersão, observe a existência ou não de vazamentos; caso não existam sinais de vazamentos, reduza a pressão do ar a 2 libras durante 30 segs. se ainda não forem observados vazamentos, aumente a pressão para 20 libras. Se a bomba permanecer ainda sem vazamentos após 30 segs. poderá ser considerada como satisfatória.

### SINCRONIZAÇÃO DA BOMBA ROTATIVA DE COMBUSTÍVEL CAV-DPA.

#### Considerações Gerais:

O acionamento de uma bomba injetora de combustível montada num motor de AUTO-COMBUSTÃO, é feito pelo próprio motor. Esta bomba fornece uma determinada quantidade de combustível, sob alta pressão, aos bicos injetores que por sua vez dirigem o combustível às câmaras de combustão do motor onde o ar, comprimido pelo pistão, é aquecido e tubilhenado.

Se a bomba de injeção é montada num motor de quatro tempos, a mesma será acionada à proporção de uma rotação para cada duas rotações do eixo de manivelas.

Uma revolução da bomba injetora faz com que uma carga de combustível, sob pressão, seja injetada uma vez em cada uma das saídas de alta-pressão.

A injeção de combustível deve ser sincronizada para que seja iniciada quando o pistão se aproximar de seu ponto-morto superior, dentro do cilindro.

O ponto ideal para esta injeção é determinado durante provas práticas de funcionamento do motor, durante o desenvolvimento do produto. Provas estas que determinam a aceleração do motor para determinada aplicação.

A sincronização correta da bomba injetora afeta os seguintes fatores:

- Facilidade de partida.
- Densidade da fumaça nos gases de escape.
- Torque do motor.
- RPM máxima do motor
- Temperatura de trabalho do motor.
- Ruído e vibração.

A fim de que sejam identificadas as saídas de alta-pressão da bomba, as mesmas possuem letras gravadas no cabeçote hidráulico, como segue:

- Três saídas U. V. W.
- quatro saídas U. V. W. X.
- seis saídas U. V. W. X. Y. Z.

**NOTA:** A letra correspondente ao furo de descarga para o 1.º cilindro encontra-se indicada no último item de cada plano de teste, correspondente à "Sincronização". A direção de rotação de acionamento da bomba é identificada por uma seta gravada na placa de identificação. A Seta indica o sentido de rotação do rotor da bomba visto da extremidade de acionamento.

Se a bomba de injeção for dotada de duas janelas, a denominação esquerda/direita será determinada vista da extremidade de acionamento.

Quando se retira a tampa da janela de inspeção, a placa de acionamento da bomba e o anel sincronizador ficam expostos. Sobre a periferia da placa de acionamento estão gravadas oito linhas, em espaços iguais, sendo cada uma identificada por uma letra do alfabeto estampada ao seu lado. São utilizadas para isso as oito primeiras letras do alfabeto, ou seja: A, B, C, D, E, F, G, H.

Pela janela de inspeção poderão ser vistas duas destas linhas e letras.

#### **Sincronização Interna da bomba e marcação da flange de montagem.**

A sincronização interna vem a ser o ajuste do anel sincronizador para uma posição determinada pelo plano de teste. Este plano de teste contém os seguintes detalhes, a serem observados, antes que se possa fazer a sincronização interna.

- letra da saída de alta-pressão no cabeçote hidráulico ao dispositivo de regulagem de injetores.
- determinação da janela de inspeção a ser retirada, isto é, a direita ou esquerda.
- letra da placa de acionamento a ser sincronizada com o anel sincronizador.
- Regulagem angular do dispositivo de sincronização para marcação da flange.

Quando se utiliza a expressão "ESPECIFICADA", isto significa que os dados necessários são contidos no plano de teste.

#### **Discriminação do método de sincronização.**

Retirar a tampa da janela de inspeção. Esta será a que se encontra na posição mais distante do bloco do motor, uma vez instalada a bomba.

Acoplar a saída de alta-pressão, indicada no plano de teste, ao dispositivo de regulagem de injetores, utilizando-se a ferramenta CAV. B14DS.

Acionar lentamente a alavanca do dispositivo de regulagem de injetores a fim de se obter e manter uma pressão de combustível de 30 atmosferas.

Enquanto esta pressão for mantida, girar o eixo do acionamento da bomba manualmente no sentido de rotação, até que seja percebida uma resistência efetiva.

Quando se gira o eixo de acionamento da bomba, o furo de distribuição do rotor desobstruirá a saída de alta-pressão. O combustível entrará então na bomba e exercerá pressão entre os pistões bombeadores, que passarão à posição máxima de abertura.

O movimento máximo de abertura dos pistões é limitado pelas placas de regulagem de máximo combustível.

Os roletes entrarão em contato com os ressaltos do anel. Esse será o ponto de início de injeção, do 1.º cilindro.

Caso o risco do anel sincronizador não esteja coincidindo com o risco especificado da placa de acionamento, gire o anel até sua correta posição.

A flange de montagem da bomba tem a forma de um triângulo equilátero com os cantos arredondados. Uma vez terminada a sincronização interna da bomba, deve-se gravar uma marca na flange utilizando-se dispositivo CAV-B19DS. Esta marca de sincronização deve ser feita na superfície do canto arredondado mais acessível (visível), quando a bomba estiver montada no motor.

O método para fazer a marcação é como segue:

Ajustar o dispositivo com o ângulo (graus) determinado pelo respectivo plano de teste, e encaixá-lo no eixo de acionamento da bomba ou encaixar seu pino de localização quando o cubo de acionamento possuir o rasgo para esse fim. Girar o conjunto (cubo-dispositivo) até que coincida o traço da letra especificada da placa de acionamento, com a marca do anel sincronizador.

**OBS.:** Nunca use eixo em bombas com o rasgo no cubo.

Com um riscador, traçar uma linha de montagem da bomba.

### **SINCRONIZAÇÃO DA BOMBA INJETORA AO MOTOR.**

Antes de iniciar os trabalhos de sincronização da bomba com o motor, aconselha-se estudar cuidadosamente o Manual de Instruções de fabricante do motor a esse respeito, pois, podem haver variações nas instruções dos fabricantes das diversas marcas de motores que utilizam nossas bombas.

Entretanto, os motores geralmente trazem no volante marcas que orientam a correta sincronização de início de injeção com o motor, o que ocorre quando o pistão em seu curso de compressão, se aproxima do ponto-morto superior (PMS ou TDC).

Essas marcas são visíveis através do orifício de inspeção da carcaça do volante, cuja posição pode variar numa mesma marca de motor, dependendo da aplicação do mesmo. Na grande maioria de motores, independentemente de marca, os pontos de referência para sincronização da bomba injetora correspondem sempre ao 1.º cilindro; assim sendo, acoplado a bomba ao motor, alinhando as marcas da carcaça dessa com a da caixa da distribuição daquele, colocando o primeiro (1.º) cilindro em ponto de injeção, não haverá outro procedimento a não ser remover a janela de inspeção do corpo da bomba e verificar o alinhamento correto entre o anel sincronizador e o traço da letra correspondente na placa de acionamento do rotor da bomba.

Em caso de defasagem dessas marcas, solta-se o componente acoplado à distribuição do motor especialmente desenhado para essa finalidade e procede-se a correção.

Queremos alertar os Srs. Bombistas e mecânicos, que nos motores cuja distribuição é acionada por ENGRENAGEM, dificilmente ocorrerá a necessidade da mencionada verificação, o que não acontece nos motores com distribuição de corrente na qual o desgaste é mais pronunciado.

**NOTA:** Torna-se oportuno esclarecer que, para remoção da janela de inspeção da bomba rompe-se o lacre colocado em seus parafusos, o que invalida totalmente a garantia sobre a bomba. Nestes casos recorrer aos serviços de um posto autorizado CAV.

### **FIXAÇÃO DA BOMBA DPA AO MOTOR.**

Chamamos a atenção dos Srs. Bombistas e Mecânicos, em geral, quanto a montagem da bomba CAV-DPA ao motor, uma vez que, sendo seu corpo sensivelmente delgado, poderá sofrer alguma distorção caso os 3 (três) parafusos que a fixam à caixa de distribuição do motor não sejam apertados corretamente. O torque recomendado para os parafusos em questão é de 12 lbs/pés.

Em certas aplicações, exige-se o emprego de ferramenta especial, como o caso do parafuso ALLEN entre a bomba e o bloco do motor-4-203 para trator 8 BR e industriais.

### **MODIFICAÇÃO DOS SISTEMAS DE ALIMENTAÇÃO:**

#### **Adaptação de Bombas — Alimentadoras.**

Foi observado que diversas oficinas Diesel fazem adaptações de bombas-alimentadoras do tipo BOSCH a motores PERKINS munidos de Bombas Injetoras CAV. tipo DPA.

Essas adaptações não devem ser feitas, de vez que as bombas-alimentadoras tipo BOSCH, com pistão de  $\varnothing$  16mm e 22mm produzem pressões de alimentação demasiado altas para serem toleradas pelas bombas DPA.

Lembramos que a pressão ideal da alimentação da bomba DPA é de 2lb/pol<sup>2</sup>; pressões mais altas afetarão a pressão interna, desequilibrando a calibragem do dispositivo de avanço (o avanço ficará "adiantado"), afetando o próprio motor.

No caso de bombas com regulador hidráulico, o motor ficará impossibilitado de atingir seu regime máximo.

Porisso, evitem adaptações não homologadas pelos fabricantes.

## BICOS INJETORES:

### Considerações Gerais:

Em virtude da grande variedade de bicos injetores, cujas diferenças nem sempre é perceptível a olho nu, desejamos esclarecer, em poucas palavras, quanto a maneira de identificação dessa peça, notadamente para motores PERKINS nacionais.

Nos motores de injeção combinada, são empregados 2 tipos distintos de injetores:

BDL95S... Para motores de 6 cilindros (6-340 e 6-357)

BDL110S... Para motores de 3 e 4 cilindros (3.152 e 4.203)

Esse conjunto de caracteres são gravados em baixo relevo, na parte superior do elemento, de maneira bastante visível (Transparente) o que facilita sua identificação.

Os números, logo após as letras BDL, correspondem a ângulo de abertura dos jatos, pois no caso em questão, têm somente 2 furos.

Desnecessário se torna relacionar os problemas apresentados pelo motor com injetores inadequados, mesmo com as melhores condições de regulação e funcionamento.

### Testes dos Bicos Injetores.

Na maioria dos injetores, existem três pontos principais, por onde pode ocorrer vazamento e para os quais chamamos a atenção dos Srs. profissionais.

1. — Superfície lapidada de contato do bico com o porta injetor.
2. — Sede de encosto da agulha (ponto responsável pela vedação e pulverização dos jatos).
3. — Folga entre agulha e elemento.

Ao terminar a montagem do injetor, sugerimos não apertar o parafuso regulador, enquanto não se fizer alguns bombeamentos, quando este estiver acoplado ao aparelho de teste.

### Teste de Retorno

Abrir 1/4 de volta a válvula do manômetro. Remover a porca-tampão do porta injetor, afrouxar a contra-porca e com auxílio de uma chave de fenda, regule a pressão de abertura do bico injetor para 170 atmosferas.

Com a válvula do manômetro ainda aberta, acione lentamente a alavanca do teste até conseguir pressão suficiente para abrir o injetor. Tornar a fazer subir a pressão até atingir 160 atmosferas. Soltar a alavanca e deixar a pressão cair naturalmente, medindo o tempo que leva para baixar de 150 para 100 atmosferas. Para um bico injetor em bom estado, usando um óleo de teste apropriado a uma temperatura entre 10° e 21°c, esse tempo não deve ser inferior a 6 segs.

Ao se efetuar este teste, verificar se não há vazamento entre as faces lapidadas dos assentos do porta injetor e do bico. O vazamento pode ser externo, quando é visível na rêsca da porca de fixação do bico injetor; ou interno, quando não pode ser facilmente distinguido de um excessivo vazamento pela parte lapidada da agulha. Se suspeitar de vazamento pela face lapidada do assento, não apertar demasiadamente a porca de fixação do bico, numa tentativa para eliminá-lo. Remover o bico e reexaminar as faces dos assentos de bico do porta injetor, à procura de sujeiras ou de imperfeição das faces. Limpar e recolocar o bico injetor se tudo parecer estar em ordem, e novamente testar. Se o tempo da queda de pressão ainda for baixa, isto significa que há vazamento excessivo pela parte lapidada da agulha.

O retorno pode também ser afetado pela temperatura-viscosidade do óleo e por um comprimento demasiado da tubulação. Deve-se verificar aperto das porcas das conexões da tubulação.

**Pressão de Abertura:** Fechar a válvula do manômetro. Operar rapidamente a alavanca do teste, por diversas vezes, para lavar o bico e expelir todo o ar. Anotar a mais alta pressão indicada pelo manômetro, antes do ponteiro oscilar, indicando a abertura da agulha do bico.

Regular a pressão de abertura correta, afrouxando a contra porca quando houver e movendo o parafuso de regulagem. Alguns tipos de injetores usam calços calibrados para este fim.

**Teste da sede da agulha:** Enxugar a ponta do bico com um pano limpo. Abrir 1/4 de volta a válvula do manômetro. Acionar lentamente a alavanca do teste e fazer a pressão subir até 10 atms. abaixo da pressão já regulada pelo item anterior.

Manter a pressão por meio de um esforço continuado sobre a alavanca.

Para a grande maioria dos tipos de bicos injetores, esta pressão continua deve ser mantida por 10 segs. Ao fim deste tempo, a ponta do bico injetor deve permanecer razoavelmente seca e não deve demonstrar uma tendência para gotejar ou deixar formarem-se gotas de óleo. Uma ligeira umidade pode ser tolerada.

**Atomização e formação dos jatos:** Fechar a válvula do manômetro. Operar rapidamente o cabo da bomba. Um bico em boas condições fornecerá um jato finamente pulverizado, sem gotejamento ou esguicho constante. Os jatos fornecidos por um bico de diversos orifícios, devem ter um formato aproximadamente igual para todos. Verificar que não haja orifício obstruído

**NOTA:** Antes de remover o porta injetor do aparelho de teste, fechar a válvula do manômetro, para evitar danos ao instrumento, provocados por uma queda súbita de pressão. Reduzir a pressão restante no instrumento, abrindo ligeiramente a válvula e deixando a pressão baixar lentamente.

#### TABELA DE REGULAGEM

A tabela de regulagem para bicos injetores C.A.V. aplicados aos Motores Perkins Brasileiros e a seguinte:

Motor	Letra Gravada na Chapa Identificadora.	Injetor completo	Pressão de regulagem ATMS.	Pressão de Funcionamento
3.152	A A	5306067	130	125
4.203	F	5306162	140	135
4.203	H	5307001	130	125
6.340	D	5307203	145	140
6.357	D	5307203	145	140
4.203	A V	5210901	185	180
6.358		5260601	210	195
MWM 226 D-4		V5226202	180	175
Trator Ford 4.600		5221902	195	190
Trator Ford 6.600		5221903	195	190

### TABELA DE EQUIVALÊNCIA DE MEDIDAS

Afim de se prevenir confusão ou necessidade de serem efetuados cálculos para transformação das diversas modalidades de medida da pressão de abertura de injetores, foi elaborada a tabela abaixo, conforme segue, proporcionando tôdas as medidas mais frequentemente utilizadas e relacionadas entre si:

ATMOSFERAS	IB/IN2	KG/CM2
24	355	25
25	367	25
34	500	35
48	711	50
50	734	51
51	750	52
68	1000	70
72	1066	75
75	1102	77
85	1250	87
96	1422	100
100	1469	103
102	1500	105
119	1750	122
121	1777	125
125	1837	139
136	2000	140
145	2133	150
150	2204	154
153	2250	157
169	2489	175
170	2500	175
175	2571	180
187	2750	193
193	2844	200
200	2939	206
204	3000	210
217	3200	225
221	3250	228
225	3306	232
238	3500	245
242	3555	250
250	3674	258
255	3750	263
266	3911	275
272	4000	280
275	4041	284
289	4250	298
290	4266	300
300	4408	309

1 kg/cm<sup>2</sup> — 14 223 lb/in<sup>2</sup> — 0.9677 ATM

1 ATM — 1.0333 kg/cm<sup>2</sup> — 14.696 lb/in<sup>2</sup>

1 lb/in<sup>2</sup> — 0.07023 kg/cm<sup>2</sup> — 0.068 ATM

## PROCEDIMENTO PARA TROCA DE FILTRO DE ÓLEO COMBUSTÍVEL

A fim de se obter uma vida útil, longa, para o equipamento de injeção do combustível, é absolutamente necessário que se troquem os filtros de óleo combustível com regularidade.

É muito importante que este serviço seja executado por pessoal adequadamente instruído, para que seja apreciada e compreendida a fundo a necessidade de limpeza.

Se as devidas precauções não forem observadas, a sujeira poderá penetrar no combustível durante a substituição dos filtros.

As ferramentas e equipamentos necessários são os seguintes:

- a) chave nas medidas corretas;
- b) panos ou trapos limpos — jamais estôpas;
- c) dois recipientes: um vazio e outro contendo uma certa quantidade de combustível limpo, filtrado.
- d) uma bancada ou superfície limpa sobre a qual serão colocados equipamentos e as ferramentas.
- e) o(s) novo(s) elemento(s) de filtragem. Não se deve retirar logo os elementos de suas embalagens.
- f) pequenas rolhas para tampar os tubos de combustível.

### Procedimento geral

- 1 — fechar o suprimento de combustível na saída do tanque;
- 2 — limpar os tubos de combustível com cuidado, bem como o corpo de filtro, externamente, drenar o filtro;
- 3 — retirar o corpo do filtro e seus anéis de vedação. Esvaziar o combustível sujo no recipiente vazio e jogar fora o elemento sujo;
- 4 — tampar os tubos de combustível com pequenas rolhas (se desligadas);
- 5 — limpar o corpo do filtro no recipiente contendo óleo limpo;
- 6 — **limpar as mãos**
- 7 — retirar o elemento de filtragem limpo de sua embalagem e colocar no corpo do filtro. Verificar, ao mesmo tempo, que todos os anéis de vedação estejam em boas condições e corretamente localizados;
- 8 — retirar as rolhas dos tubos de combustível e levar o corpo do filtro à sua tampa. Verificar se as juntas de vedação do corpo do filtro estão nas posições corretas. Apertar o parafuso da tampa do filtro.
- 9 — ligar novamente o combustível e sangrar o sistema completamente.
- 10 — dar partida no motor, limpar o óleo combustível no lado externo do corpo do filtro e verificar se há vazamentos.
- 11 — **CERTIFIQUE-SE DE QUE A TROCA DO ELEMENTO FOI DEVIDAMENTE ANOTADA NO RELATÓRIO DO MOTOR.**