

Sys 184 10/4

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

TRABALHO DE FORMATURA

GOVERNADOR MECÂNICO DA BOMBA ROTATIVA DPA

AUTOR: AMILCAR FIASCHI TEIXEIRA  
ORIENTADOR: OSWALDO GARCIA

Sys- 1840731

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

TRABALHO DE FORMATURA

GOVERNADOR MECÂNICO DA BOMBA ROTATIVA DPA

AUTOR: TANG WEN  
ORIENTADOR: OSWALDO GARCIA

new 202

## S U M Á R I O

Este trabalho, que contém uma breve descrição da bomba DPA e de seu princípio de funcionamento, visa em sua parte principal, dar uma descrição detalhada, particularmente do governador mecânico de velocidade desta bomba rotativa e o princípio de cálculo para escolha de seus componentes.

## Í N D I C E

	<u>PG</u>
CAPÍTULO I	Descrição da bomba DPA ..... 01
CAPÍTULO II	Princípio de funcionamento da bomba DPA ..... 03
CAPÍTULO III	Descrição do governador mecânico 08
CAPÍTULO IV	Desenvolvimento de especificação 15
CAPÍTULO V	Exemplo de aplicação ..... 27
APÊNDICE	Folhas de dados ..... 30
	Bibliografia ..... 37

## I - INTRODUÇÃO

### 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 estanca ao óleo e durante o funcionamento todas as suas peças são lubrificadas adequadamente por meio de 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.



## II - PRINCIPIO DE FUNCIONAMENTO DA BOMBA DPA

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.

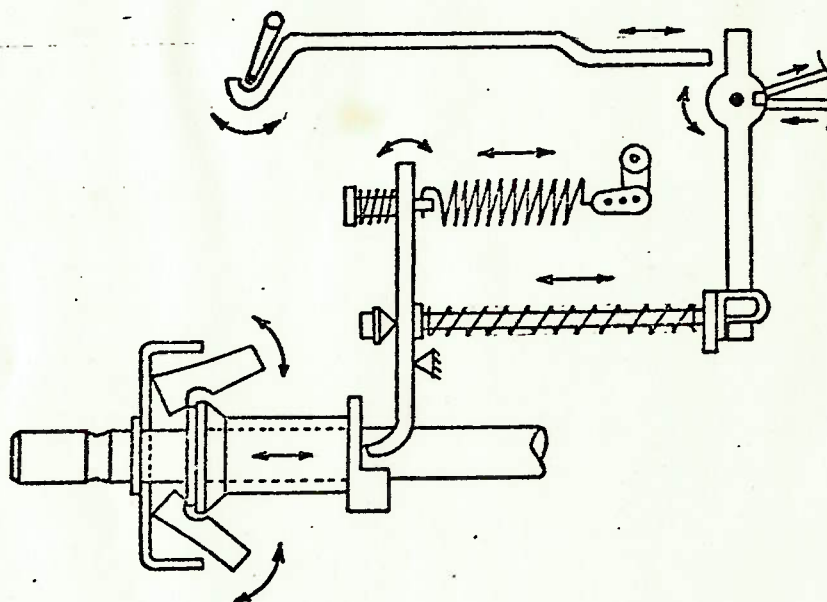
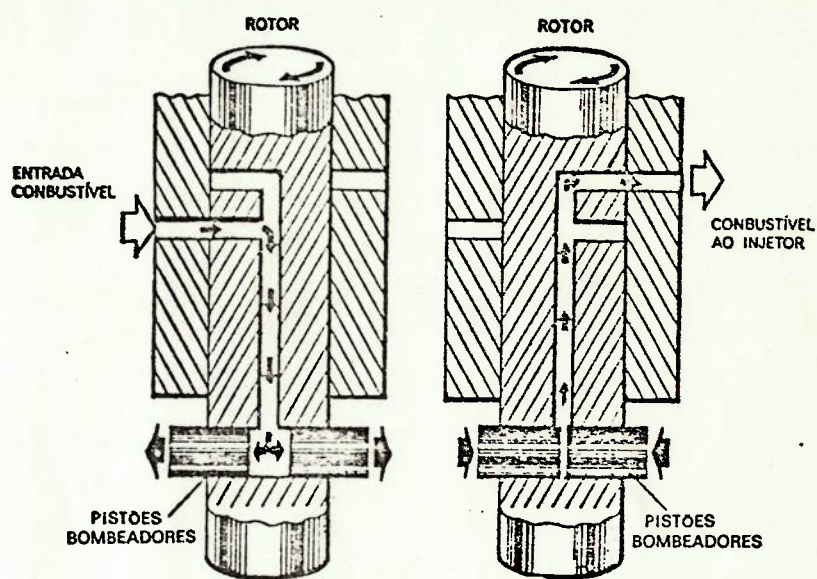


FIG. 1



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 regulação da válvula dosificadora. 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.

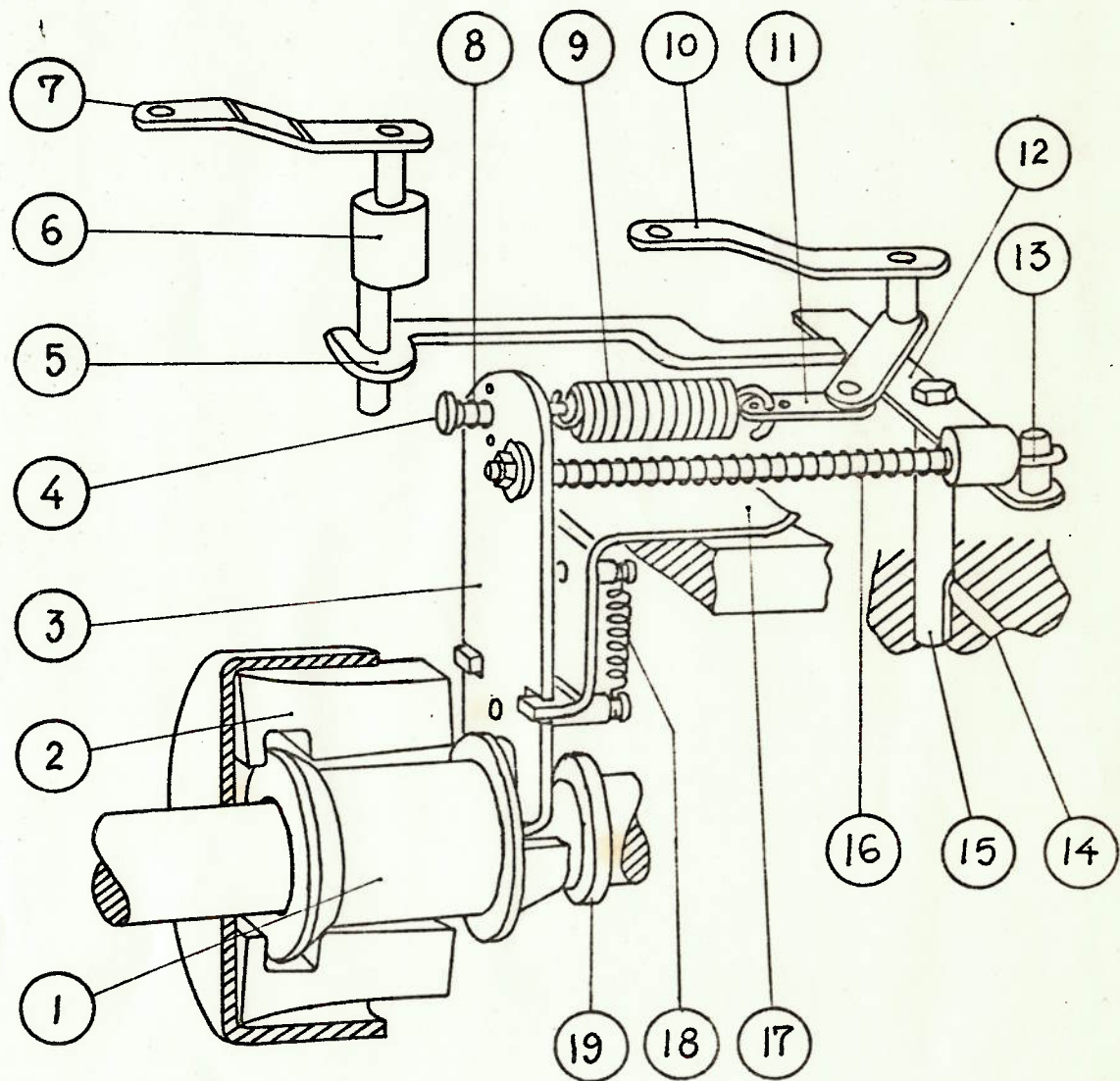
Os ressaltos são contornados para aliviar a pressão na linha de injeção no final da injeção; o combustível é cortado totalmente evitando-se que os bocais de injeção gotejem.

O espaçamento preciso dos roletes 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 chavetes ou outra forma de acionamento aprovado 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 contrapesos 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 mecanicamente, mas as unidades de bombeamento e distribuição são semelhantes.

ESQUEMA DO GOVERNADOR MECÂNICO

ESQUEMA DO GOVERNADOR MECÂNICO

- 1- LUVA DESLIZANTE
- 2- CONTRA-PESO
- 3- BRAÇO DO GOVERNADOR
- 4- SUPORTE DA MOLA DE MARCHA LENTA
- 5- HASTE DE CORTE DE ÓLEO
- 6- CUBO DE CORTE DE ÓLEO
- 7- ALAVANCA DE CORTE DE ÓLEO
- 8- MOLA DE MARCHA LENTA
- 9- MOLA DO GOVERNADOR
- 10- ALAVANCA DE CONTROLE
- 11- BRAÇO DE CONECÇÃO
- 12- BRAÇO DA VÁLVULA DOSIFICADORA
- 13- HASTE COM GANCHO
- 14- ORIFÍCIO DE DOSIFICAÇÃO
- 15- VÁLVULA DOSIFICADORA
- 16- MOLA DA HASTE COM GANCHO
- 17- PLACA DE FIXAÇÃO
- 18- MOLA DE RETENÇÃO
- 19- EIXO MOTOR

### III - DESCRIÇÃO

#### 1 - GOVERNADOR TIPO HARTNELL

O governador mecânico DPA é uma versão do tipo conhecido como governador Hartnell. A luva do governador é empurrada contra uma mola de compressão colocada axialmente no eixo motor. Na bomba injetora DPA a mola do governador é uma mola de tração, localizada paralelamente ao eixo motor. A interação com a luva do governador é feita através de uma alavanca chamada braço do governador. A ligação é mostrada no esquema do governador mecânico

A figura 2 mostra um diagrama de força Hartnell e de que modo a força da luva deslizante varia durante um corte do governador.

#### 2 - GAIOLA DE PESOS

A gaiola de pesos tem compartimento para um máximo de seis contra-pesos.

Para os trabalhos leves a gaiola é movida por fricção, sendo preso entre o cubo da roda motora e uma saliência no eixo do motor.

Para os trabalhos pesados é incorporado um coxim ou amortecedor, que consiste de quatro borrachas ou material sintético colocada entre a gaiola de pesos e uma camisa motora que é encaixado no eixo motor.



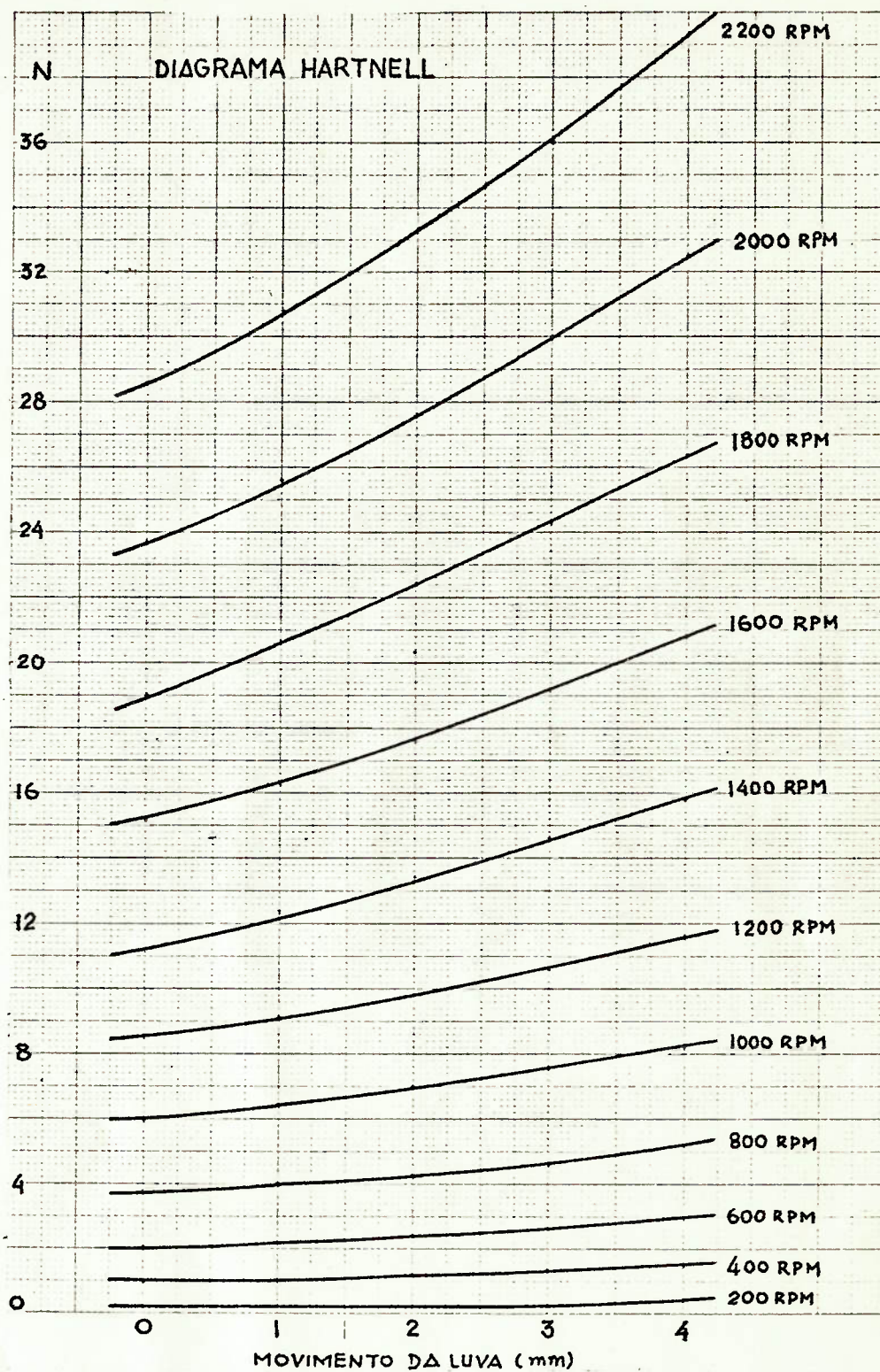
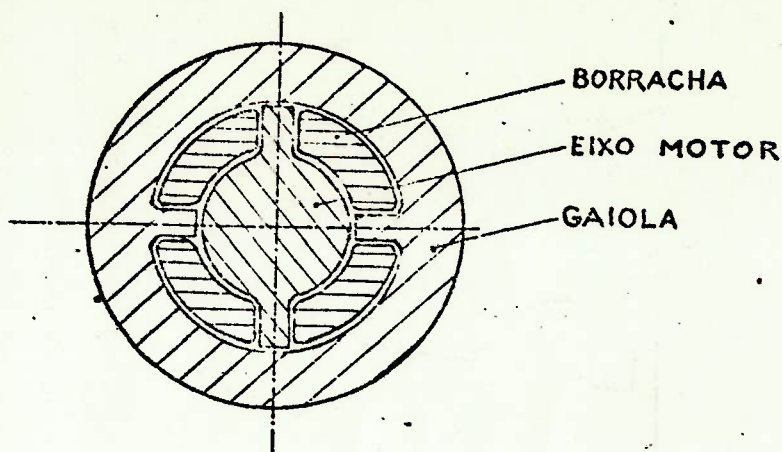
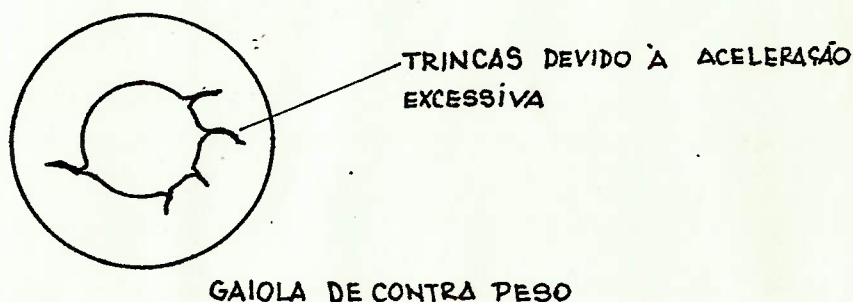


FIG. 2





Com estas borrachas possibilita-se um aumento do intervalo de tempo para acelerar ou desacelerar a gaiola de contra-peso, conseqüentemente diminui o valor da aceleração, evitando a quebra da gaiola de contra-peso.

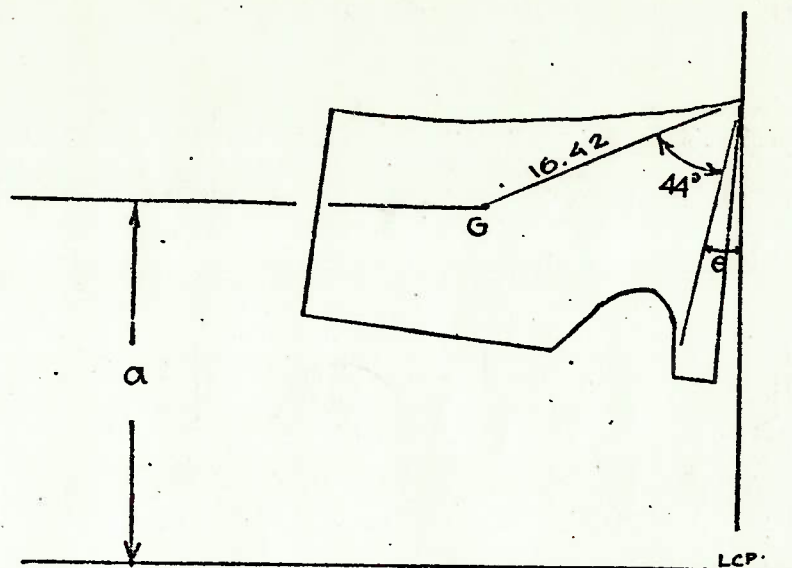


GAIOLA DE CONTRA PESO

### 3 - CONTRA PESOS

Os contra-pesos são moldados para fornecerem forças centrífugas. Eles giram sobre um eixo motor e através de um recorte no lado interno, que forma uma ponta, empurra axialmente a luva deslizante do governador.

O movimento correspondente da luva para os posicionamentos extremos dos contra-pesos é de 3,86mm. Os detalhes do cálculo da força teórica para o contra-peso padrão são mostrados a seguir:



$$6.82^\circ \leq \theta \leq 18.44^\circ$$

$$a = 31.45 - 16.42 \cos(44 + \theta)$$

FORÇA NA LUVA POR CONTRA-PESO

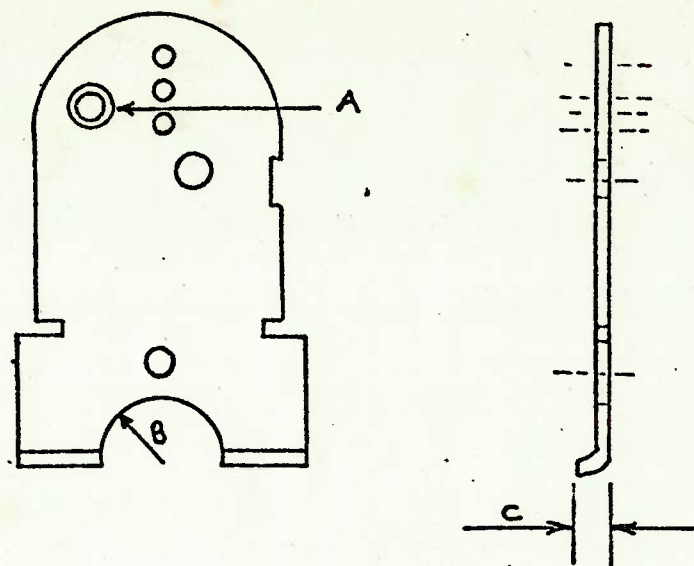
$$F = \frac{n^2 \cdot 10^{-5} (1.127 - 0.588 \cos(44 + \theta)) \sin(44 + \theta)}{\cos \theta} \quad (N.)$$

$n$  = ROTAÇÃO DA BOMBA EM RPM

$\theta$  = ÂNGULO DO CONTRA-PESO QUANDO ESTÁ RODANDO  
O ÂNGULO MÍNIMO É DE  $6.82^\circ$

#### 4 - BRAÇO DO GOVERNADOR

O suporte do governador contém um eixo de ponta de faca e uma ranhura de localização para o braço do governador. Uma pequena mola mantém o braço do governador na posição mais afastada. Desde que a tensão da meta de retenção varie, embora muito pouco, com a posição do braço do governador pode ser necessário considerar o efeito de sua influência sobre toda a taxa de variação do sistema.



## 5 - MOLA DO GOVERNADOR E MOLA DE MARCHA LENTA

### a - GOVERNADOR DE TODA GAMA DE VELOCIDADE (ALL-SPEED GOVERNOR).

Quando montado com uma mola de governador, o governador mecânico DPA será um governador de toda gama de velocidade. Sabendo que a percentagem de queda do governador varia inversamente com o quadrado da velocidade, será visto que para uma dada mola, a percentagem de queda a baixas velocidades será muito maior do que a altas velocidades. A montagem sem a mola, dando uma percentagem de queda constante tem sido inventado pela DPA, embora isto parecesse ser impossível com uma mola de compressão tendo um grau de elevação de enrolamento aumentado.

### b - EXIGÊNCIA DO GOVERNADOR EM DIFERENTES VELOCIDADES

Onde se exige percentagens de queda similares em diferentes velocidades, para a mesma especificação básica, por exemplo, o governador pode ser requerido para 1800, 1500, 1200 e 1000 rpm, para aplicações geradoras, a mola do governador deve ser mudada somente se este puder ser coberto pelo número de código da bomba, sobre a placa de identificação, enquanto o tipo da bomba permanecer a mesma.

c - GOVERNADOR DE DUAS VELOCIDADES

Um método de encontrar os requerimentos para uma mesma percentagem de queda para o governador de duas velocidades, apenas é possível quando a marcha lenta não é exigida em qualquer velocidade mais baixa. Isto pode ser conseguido mudando-se a mola de marcha lenta, será a constante necessária para as velocidades governadas mais baixas. A alavanca de controle estará totalmente aberta ou totalmente fechada.

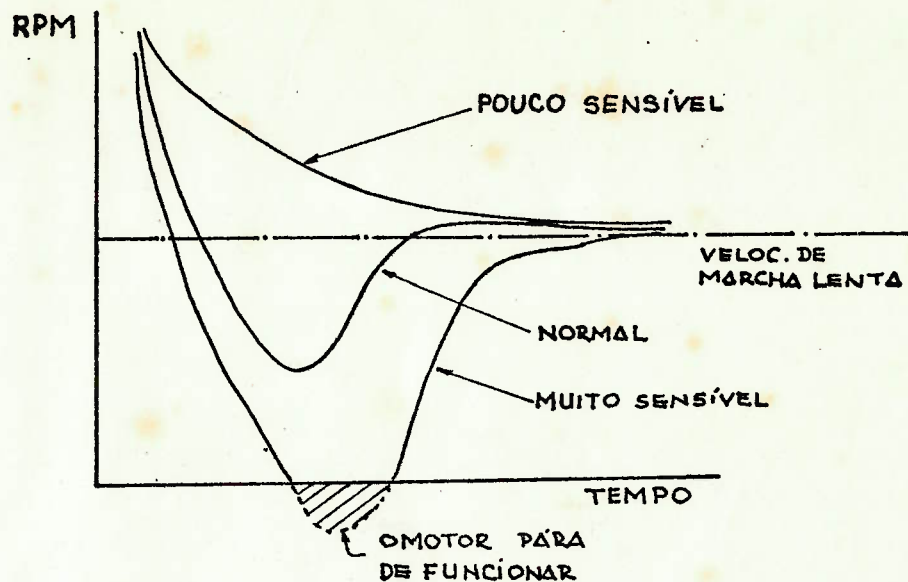
d - GOVERNADOR DE VELOCIDADE MÁXIMA E DE VELOCIDADE DE MARCHA LENTA.

Governador de velocidade máxima somente será possível usando-se uma mola pré-comprimida. Esta se tornará um governador de duas velocidades quando usada em conjunto com uma mola de marcha lenta.

e - MOLA DE MARCHA LENTA

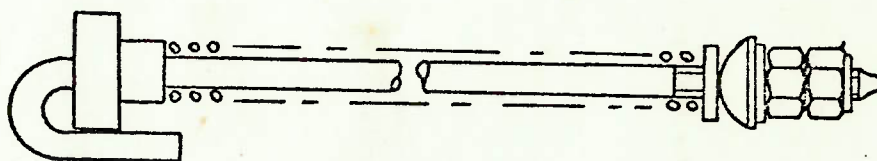
Em velocidades muito baixas, se calibrada a mola de marcha lenta esta se tornará operável. Conforme o item 5-b; é a constante combinada que precisa ser considerada. Uma constante combinada baixa, e portanto uma constante da mola de marcha lenta muito baixa, é necessário um controle apurado da velocidade de marcha lenta.

A escolha da mola de marcha lenta deve ser considerada em relação à tendência de um motor em aproximar-se da velocidade normal de marcha-lenta quando deixada de ser solicitada instantaneamente.



f - VÁLVULA DOSIFICADORA E HASTE COM GANCHO (GUARDA-CHUVA).

O braço do governador é ligado ao braço da válvula dosificadora por uma ligação "Stepherd's Crock" de forma que o movimento do braço do governador rode a válvula dosificadora. A saída do combustível é controlada conforme uma ranhura do eixo da válvula dosificadora, que abre ou fecha o orifício de dosificação.



A ligação contém uma pequena mola para que a válvula seja fechada pelo controle de corte em qualquer velocidade do motor sem necessidade de sobrecarregar o governador.



Enquanto que o anel e a arruela esférica nos extremos opostos da ligação são pontos de baixa fricção, será visto que a força máxima que pode ser aplicada para abrir a válvula dosificadora depende da carga apropriada da mola. Onde aumentam as forças, conforme abertura da válvula de medição podem ser necessarias a ligação de duas ou três molas. Estas tem uma mola de sobrecarga mais forte com mola de extremidade leve para evitar o aumento da fricção.

#### IV - DESENVOLVIMENTO DE ESPECIFICAÇÃO

##### 1 - Com amortecedor ou sem amortecedor

Para obter resistência satisfatória de reabilitação o amortecedor deve ser especificado quando as forças instantaneas sobem acima do recomendado.

##### 2 - Número de Pesos

Para velocidades máximas mais altas, o número de pesos especificado deve ser reduzido para evitar forças excessivamente altas que podem sobrecarregar as partes em funcionamento. A gaiola de pesos pode ser montada com menos do que o máximo de 6 pesos, proporcionando que o número especificado possa ser arranjado simetricamente dentro dos seis compartimentos, isto é, 4, 3 ou 2. Em particular, a curvatura do braço do governador que pode afetar a constante do sistema, pode ocorrer usando a mola mais forte utilizável (94P). Segue que nenhuma mola mais forte é permitida e que a constante obtida tenha alguma salvaguarda contra sobre carga.

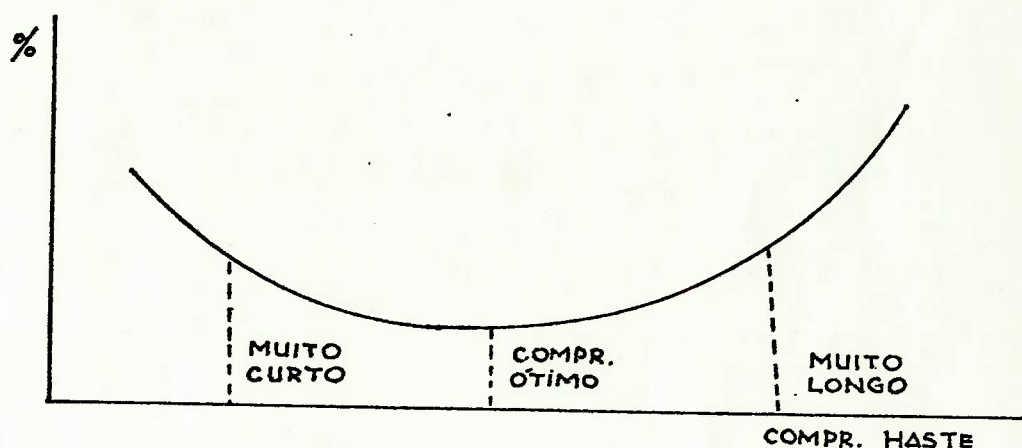
A desvantagem de usar menos pesos para reduzir as forças no governador é que todas as forças de atrito no governador, que teoricamente não são mudadas pelo número de pesos, se tornam proporcionalmente maiores.

A "qualidade" do governador pode piorar, em particular, pode-se tornar difícil de obter boa velocidade

de marcha lenta. O problema pode ser minimizado a altas velocidades se houver um correspondente aumento de marcha lenta. É considerado que a velocidade de marcha lenta deve ficar dentro das faixas das curvas mostrada na Folha de Dados 1 (FD1). Isto dará a mínima velocidade recomendada de marcha lenta como mostrada na tabela abaixo:

<u>Nº de Pesos</u>	<u>Velocidade do Motor</u>	<u>Velocidade Mínima</u>
	<u>Máxima Recomendada</u>	<u>Recomendada da</u> <u>Marcha- Lenta</u>
6	2900 rpm	408 rpm
4	3560 rpm	500 rpm
3	4100 rpm	576 rpm
2	5020 rpm	708 rpm

### 3 - REGULAÇÃO DO COMPRIMENTO DA HASTE

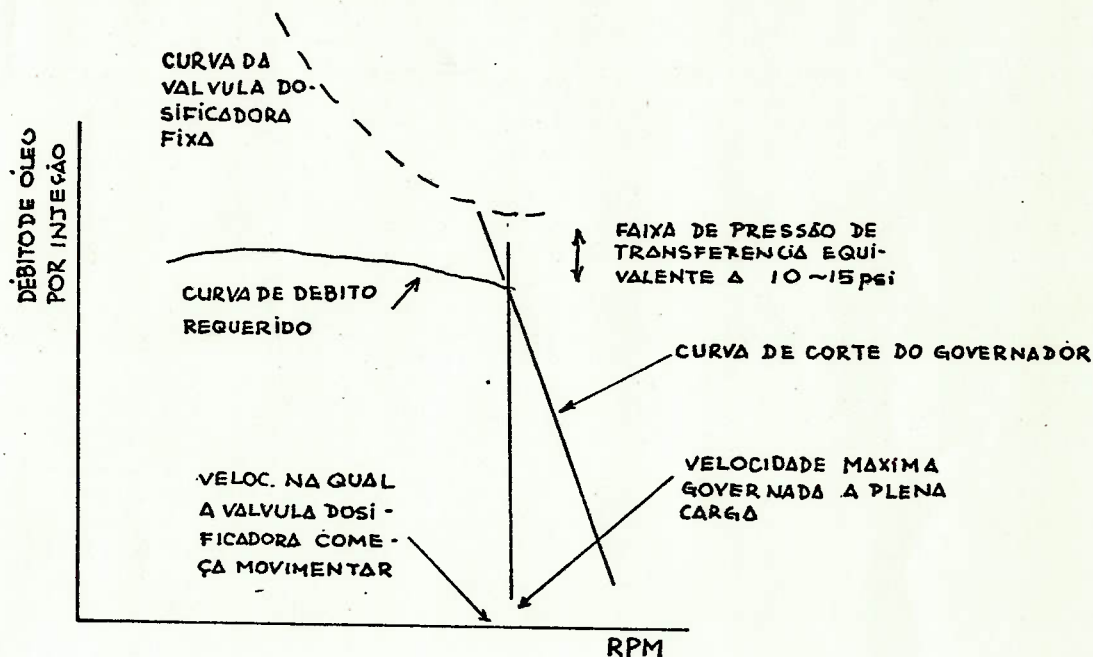


Existe um ponto ótimo para o comprimento da haste

a - Regulação do comprimento em relação à pressão de transferência

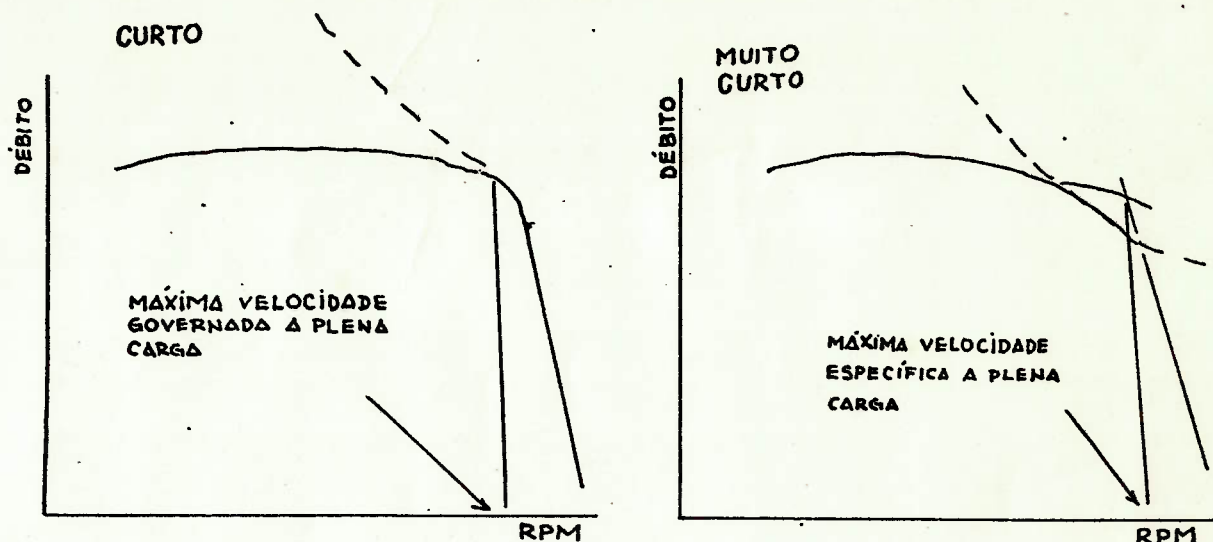
Se a regulação do comprimento da haste for muito curta a mínima pressão de transferência será afetada. Teste de pressão de transferência mínima devem ser efetuados, com o comprimento da haste proposta, e levadas as pressões limites. Se o comprimento é alterado subsequen

temente, a necessidade para retestar para pressão de transferência mínima, precisa ser reconsiderada, para termos a certeza de que a mínima tolerância para produção de 10 a 15 psi seja obtida. Com esta faixa de pressão, inicia-se os movimentos dos contra-pesos do governador, fechando-se a válvula dosificadora antes que esta comece a restringir o fluxo de combustível, isto deve dar o formado inicial para a figura abaixo



Se a pressão de transferência tem pouca ou não tem tolerância sobre a pressão de enchimento mínima, o governador não cortará o fornecimento. Ver figura abaixo à esquerda.

Se a regulação é muito pequena para a pressão de transferência e de enchimento em altas velocidades, apenas é afetada a alta velocidade. Se o governador tiver regulado, o começo da curva do governador aparecerá muito arredondada ou cortada. Ver figura abaixo à direita



b - Variação do movimento da válvula dosificadora

O efeito do comprimento da haste no movimento da válvula dosificadora para um dado movimento do governador é mostrado na Folha de Dados 2. (FD2).

c - Comprimento em relação ao fechamento

Se o comprimento é muito longo, os pesos alcançarão a posição de saída total antes do corte da válvula dosificadora tenha fechado. A curva do governador terá um alongamento e a máxima velocidade de partida pode ser muito alta.

De modo oposto, se a máxima velocidade é a velocidade de regulação, então a potência máxima à máxima velocidade será obtida.



- Efeito na tolerância sobre os métodos de medida; isto todavia é coberto pelos métodos usados na produção.

Foi mostrado recentemente que comprimentos da haste maiores que 54,0mm afetara a tampa do governador. Se maiores regulações são requeridas, uma válvula dosificadora com um braço chanfrado precisa ser especificado.

Se estas considerações forem mantidas, de acordo com a FD3, teremos as recomendações mais úteis para a regulação dos comprimentos corretos da haste.

#### 4 - Mola do governador e haste de gancho

Um método para determinar a constante de mola do governador será apresentado a seguir. Acredita-se que as aplicações em engenharia foram limitadas no uso apenas dos métodos principais, por causa do efeito das falhas de produção sobre a validade do processo para determinar o movimento angular da válvula dosificadora. Este roteiro está sendo agora reavaliado e se for necessário folhas de dados adicionais serão preparadas. Folhas de Dados mostrando as relações das porcentagens de corte (pull-off), constante de mola, e velocidades governadas são também mostradas. A utilidade do processo pode ser encontrada somente se o trabalho desenvolvido corrente e os resultados reais forem comparados com resultados teóricos obtidos por meio deste método.

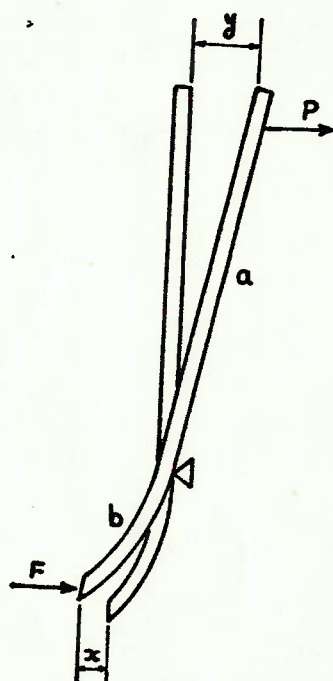
#### Método

a - Obter débito de plena carga e sem carga, e a curva de pressão de transferência. Medir a pressão de alimentação ou pressão da carcaça, se esta for diferente. Estas medidas serão feitas para a máxima velocidade governada, fazendo leitura somente para velocidade máxima a plena carga e velocidade de máxima livre (sem carga).



- b - Determinar o limite do movimento angular da válvula dosificadora relativa à posição de "recem-fechado".
- c - Da FD3, converter os ângulos obtidos em (6) a ângulos relativos aos ângulos certos dados.
- d - Da FD4, temos a posição equivalente da luva do governador versus o comprimento da haste que foi determinado.
- e - Do diagrama Hartnell lemos a força na luva para cada posição da luva. Calcula-se a carga na luva.
- f - Da FD5, selecionamos a mola e a posição do furo do braço do governador. Se há vários requerimentos para uma especificação básica, a seleção deve ser feita de modo que o menor número de molas diferentes cubra o menor número de requerimentos.

O efeito de diferentes posições do furo do braço do governador sobre a razão do braço do governador e a carga medida na luva é mostrado na figura abaixo



P .... FORÇA DA MOLA

$$\frac{a}{b} = \frac{y}{x}$$

EQUAÇÃO DA FORÇA

$$F = P \frac{a}{b}$$

EQUAÇÃO DA CARGA

$$\frac{F}{x} = \frac{P \cdot a^2}{y \cdot b^2}$$

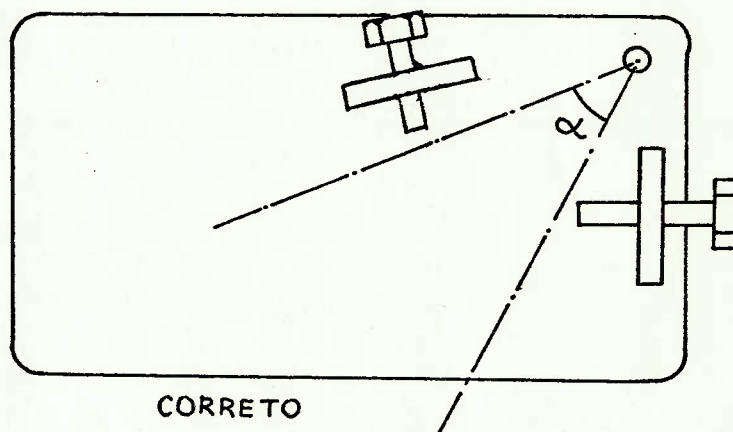
Força na luva = carga da mola x (razão de comprimento)<sup>2</sup>

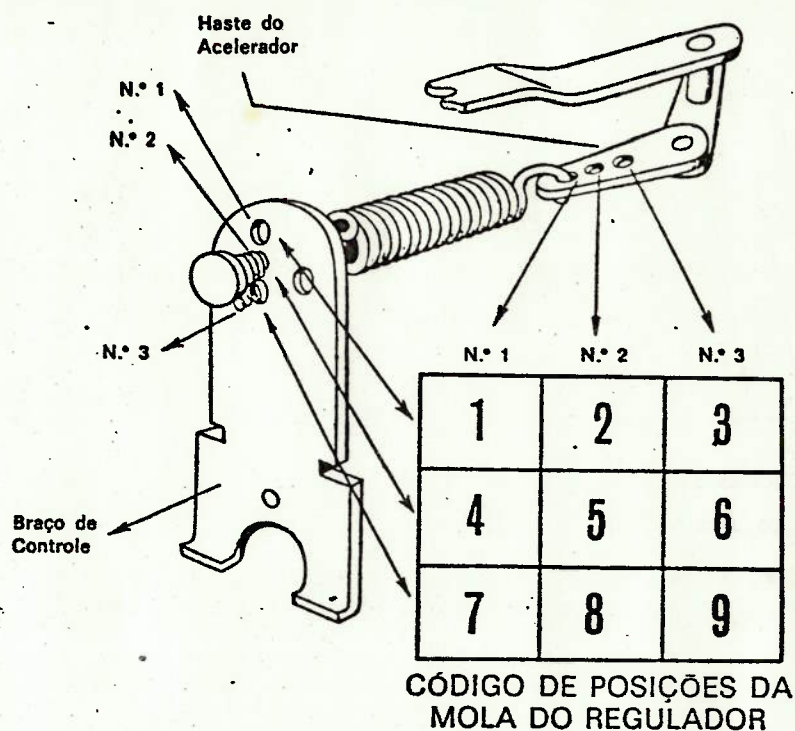
Movimento da luva

Carga na luva = carga da mola x (razão de comprimento)<sup>2</sup>

Furo do braço do governador	Razão de comprimento	Razão de comprimento <sup>2</sup>
1	2,265	5,130
2	2,005	4,020
3	1,75	3,063

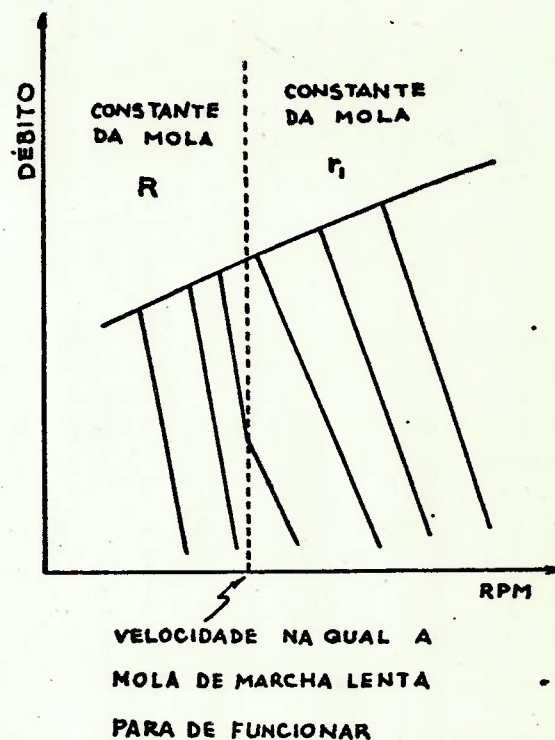
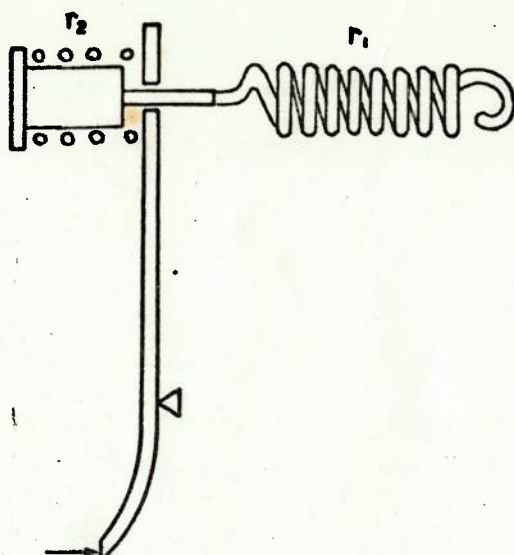
O comprimento livre da mola e o furo da alavanca podem ser calculados ou determinados por tentativa, mas deve ser selecionado para trazer o constante do movimento da alavanca dentro dos possíveis ajustes dos parafusos de parada. As vezes existe um requerimento de que o parafuso de velocidade máxima deve ter apenas uma pequena saliência depois de ajustado para que apenas a velocidade adicional limitada possa ser obtida por tentativa.





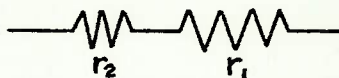
## 6 - Mola de Marcha lenta

A escolha da constante da marcha lenta e o comprimento livre pode ser difícil. É preciso lembrar que quando a mola de marcha lenta é acionada, a mola principal do governador também é acionada e a constante efetiva da mola é obtida como para molas em série.



onde  $R_1$  = constante da mola de altas velocidades  
 $R_2$  = constante da mola de baixas velocidades  
 $R$  = constante combinada

Para molas em série:



$$\frac{1}{R} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2}$$

$$R = \frac{r_1 \cdot r_2}{r_1 + r_2}$$

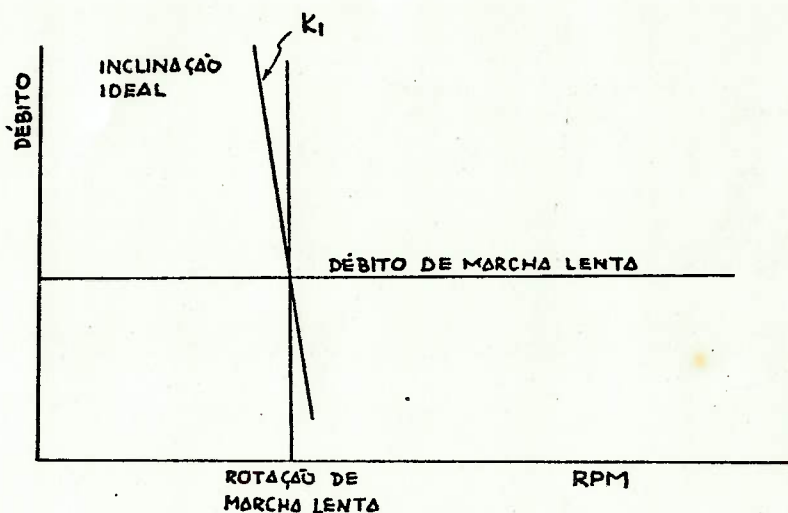
As considerações críticas são consideradas não realizáveis por causa das baixas forças centrífugas.

Usa-se a FDI para selecionar uma mola de marcha lenta que seja operável nas velocidades requeridas. O número de pesos deve ter sido determinado mais cedo na tabela do parágrafo II -3.

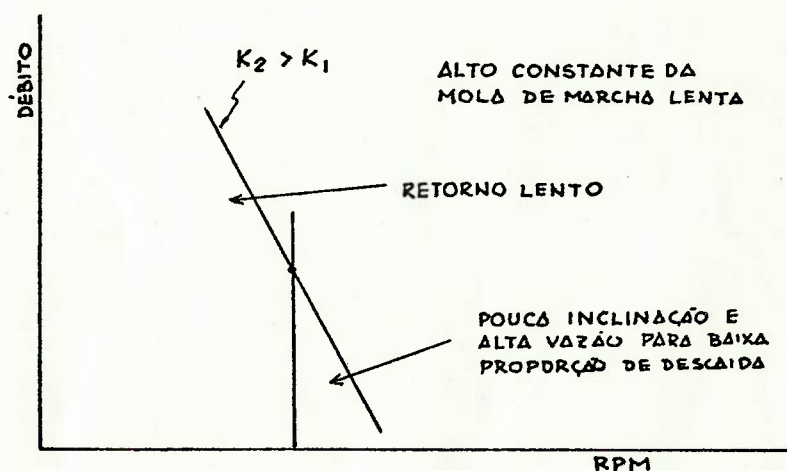
Os efeitos das mudanças na constante da mola de marcha lenta e o comprimento livre são mostrados nas figu-

ras abaixo.

Uma constante da mola baixa dá um controle de velocidades mais preciso, e maior facilidade no ajuste da velocidade de marcha lenta. Com uma alavanca de corte fechada, o combustível começa a aumentar o interrompimento da taxa de corte apenas um pouco acima da velocidade de marcha lenta requerida, mas há uma boa ajuda para recobrir se ocorrer "undershooting". Ver figura abaixo.

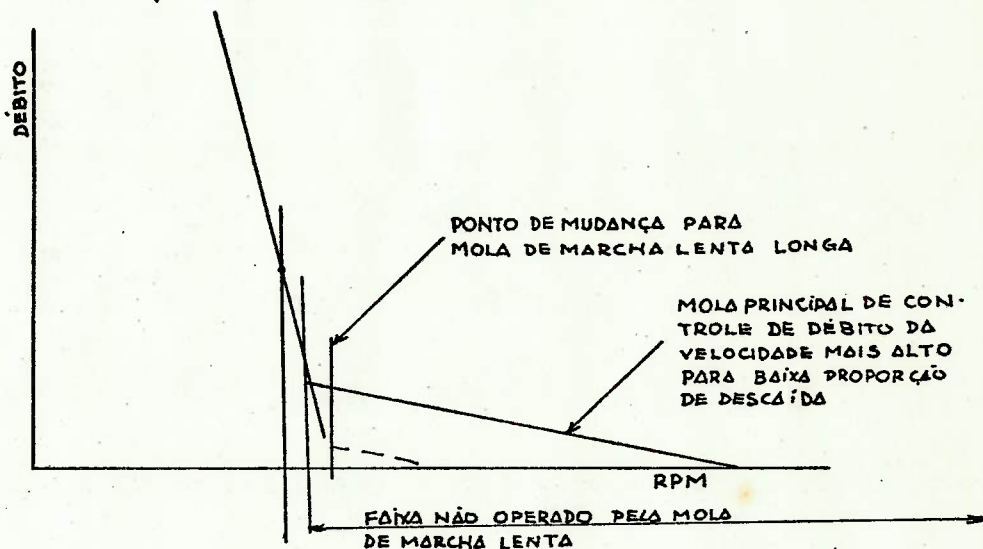


A constante de mola mais alta aumenta a entrada de combustível para cortes vagarosos em velocidades mais altas diminuindo a tendência de "undershoot" e fazendo a reduzida ajuda aceitável. Ver figura abaixo.





Uma mola mais curta reduzirá a velocidade do ponto de troca da mola principal para a mola de marcha lenta, mas isto não será efetivo, mas isto não será efetivo se o ponto de troca ocorrer enquanto a válvula dosificadora é fechada, que é possível particularmente se a constante dosificadora é mudada ao mesmo tempo. Ver figura abaixo.



A parte das mudanças nas características do "undershoot", uma mudança na mola de marcha lenta pode melhorar regularmente. Se a mola de marcha lenta é escolhida para operar em velocidades mais altas, pode-se conseguir que um motor rode melhor. Um outro motor pode ser melhor em velocidades mais altas através de um controle da mola principal.

bito efetivo, isto é, a diferença entre o débito total e o débito de marcha lenta.

$$\text{DÉBITO EFETIVO} = \text{DÉBITO TOTAL} - \text{DÉBITO DE MARCHA LENTA}$$

$$\text{DÉBITO EFETIVO} = 50 \text{ mm}^3/\text{inj.}$$

Usando FD6, entrando com a rotação máxima a plena carga, percentagem de corte e o débito efetivo, acharemos a carga fictícia de 0,45 Kg/mm para cada contra-peso, como existe 4 contra-pesos, então:

$$\text{CARGA FICTÍCIA TOTAL} = 1,80 \text{ Kg/mm}$$

Mas é necessário o uso de um fator de correção que obtemos da FD7, entrando com débito efetivo e achamos o valor do fator de correção.

$$\text{FATOR DE CORREÇÃO} = 1,3$$

Para obter a carga fictícia corrigida, é necessário dividir a carga fictícia total pelo fator de correção.

$$\text{CARGA FICTÍCIA CORRIGIDA} = \frac{\text{CARGA FICTÍCIA}}{\text{FATOR DE CORREÇÃO}}$$

$$\text{CARGA FICTÍCIA CORRIGIDA} = 1,385$$

Utilizando FD-5. Entrando com a carga fictícia corrigida, podemos obter o tipo da mola do governador que deve ser usado e a posição desta mola no braço do governador.

Logo:

MOLA DO GOVERNADOR : 94M

POSIÇÃO: GA 2

#### 4- Escolha da mola de marcha lenta

Utilizando a FD-1, entrando com a posição da mola no braço do governador e número de contra-pesos, podemos encontrar para cada tipo de mola de marcha lenta uma rotação correspondente, que a mola de marcha lenta deixa de funcionar, isto é, totalmente comprimida para uma rotação de parada de aproximadamente 400 rpm da bomba. Temos a mola de marcha lenta do tipo 92D.

Mola de Marcha lenta: 92D

#### Conclusão:

Numero de contrapesos: 4

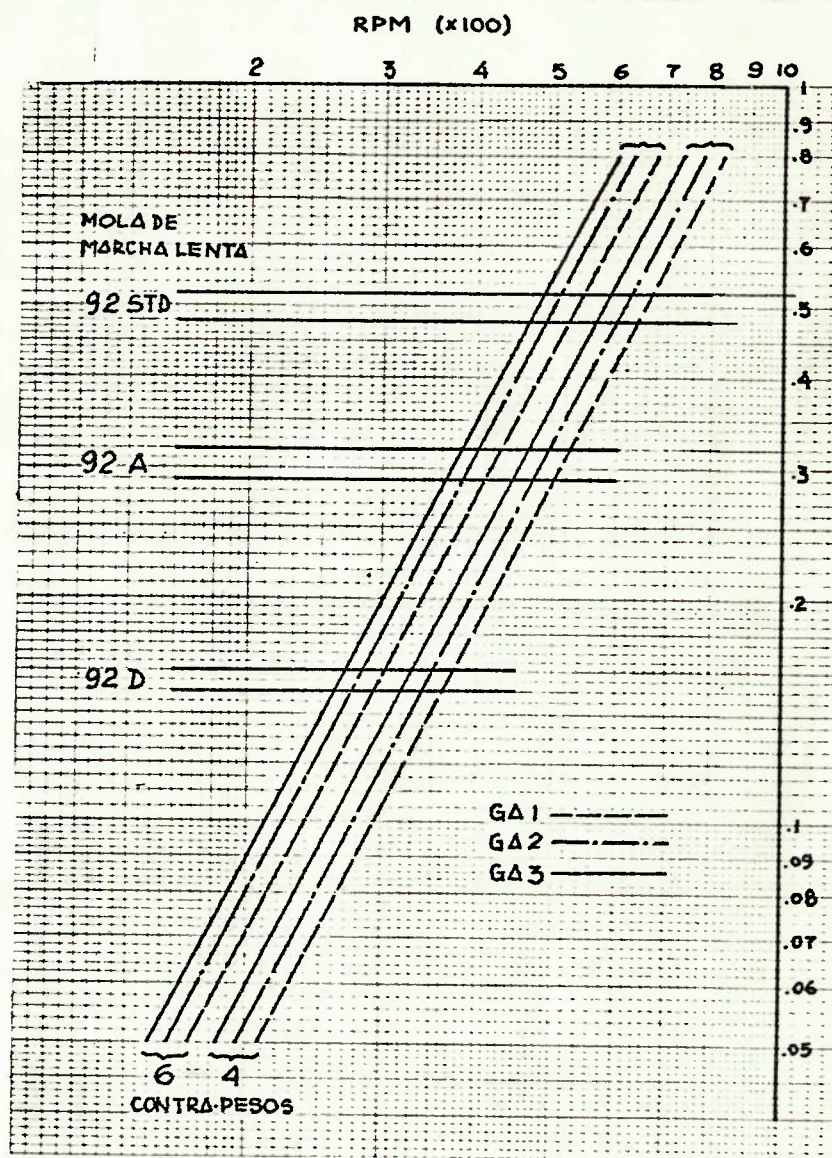
Mola do governador: 94M

Mola de marcha lenta: 92D

Posição da mola: GA2

É necessário lembrar que estes componentes escolhidos teoricamente nem sempre corresponde as estimativas, por que todo e qualquer processo de cálculo é aproximado, e é indispensável a realização dos testes no dinamometro e nas máquinas de testes de bombas para confirmar o resultado ou eventuais trocas de componentes. Assim obtemos a especificação final do governador da bomba injetora.

ROTAÇÃO NA QUAL A MOLA DE  
MARÇA LENTA PÁRA DE FUNCIONAR





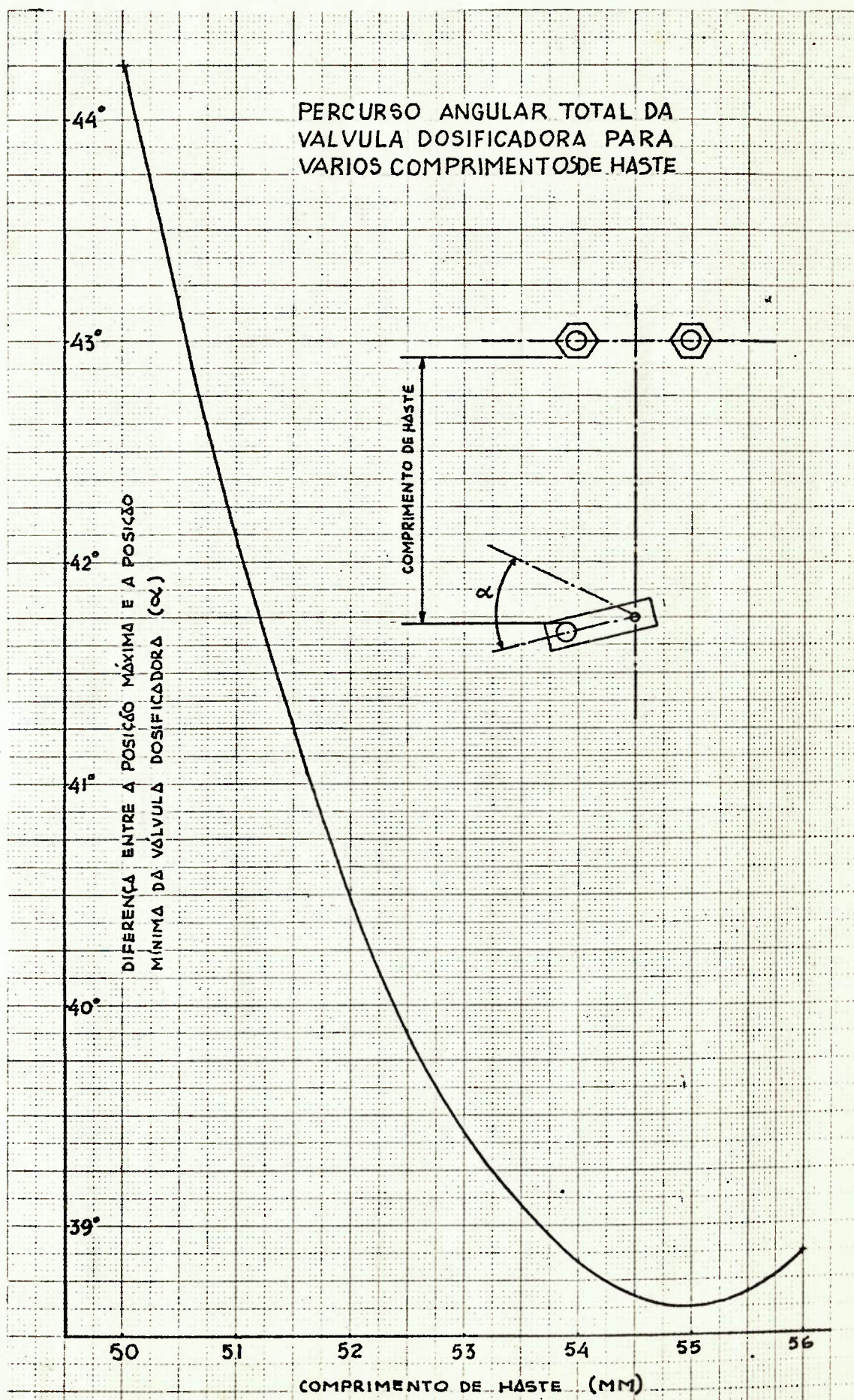




TABELA DA VÁLVULA DOSIFICADORA

TIPO	A	X	$\alpha$	$\phi$	ABERTURA
5 STD	.5			$63^{\circ}$	$9^{\circ}13' - 16^{\circ}16'$
5 A	.5			$63^{\circ}$	$9^{\circ}13' - 16^{\circ}16'$
5 B				$63^{\circ}$	$0^{\circ}37' - 6^{\circ}26'$
5 C				$63^{\circ}$	$9^{\circ}13' - 16^{\circ}16'$
5 D		.5	$6^{\circ}$	$63^{\circ}$	$9^{\circ}13' - 16^{\circ}16'$
5 E		.5	$6^{\circ}$	$60^{\circ}$	$9^{\circ}13' - 16^{\circ}16'$
5 F	.5			$63^{\circ}$	$9^{\circ}13' - 16^{\circ}16'$
5 G	.5			$60^{\circ}$	$9^{\circ}13' - 16^{\circ}16'$
4 STD	.5			$71,5^{\circ}$	$17^{\circ}43' - 24^{\circ}46'$
4 A	.5			$71,5^{\circ}$	$17^{\circ}43' - 24^{\circ}46'$
4 B	.5			$71,5^{\circ}$	$17^{\circ}43' - 24^{\circ}46'$
4 C				$71,5^{\circ}$	$7^{\circ}53' - 14^{\circ}56'$
4 D				$71,5^{\circ}$	$7^{\circ}53' - 14^{\circ}56'$
4 E	.5			$71,5^{\circ}$	$17^{\circ}43' - 24^{\circ}46'$
4 F	.5			$71,5^{\circ}$	$17^{\circ}43' - 24^{\circ}46'$

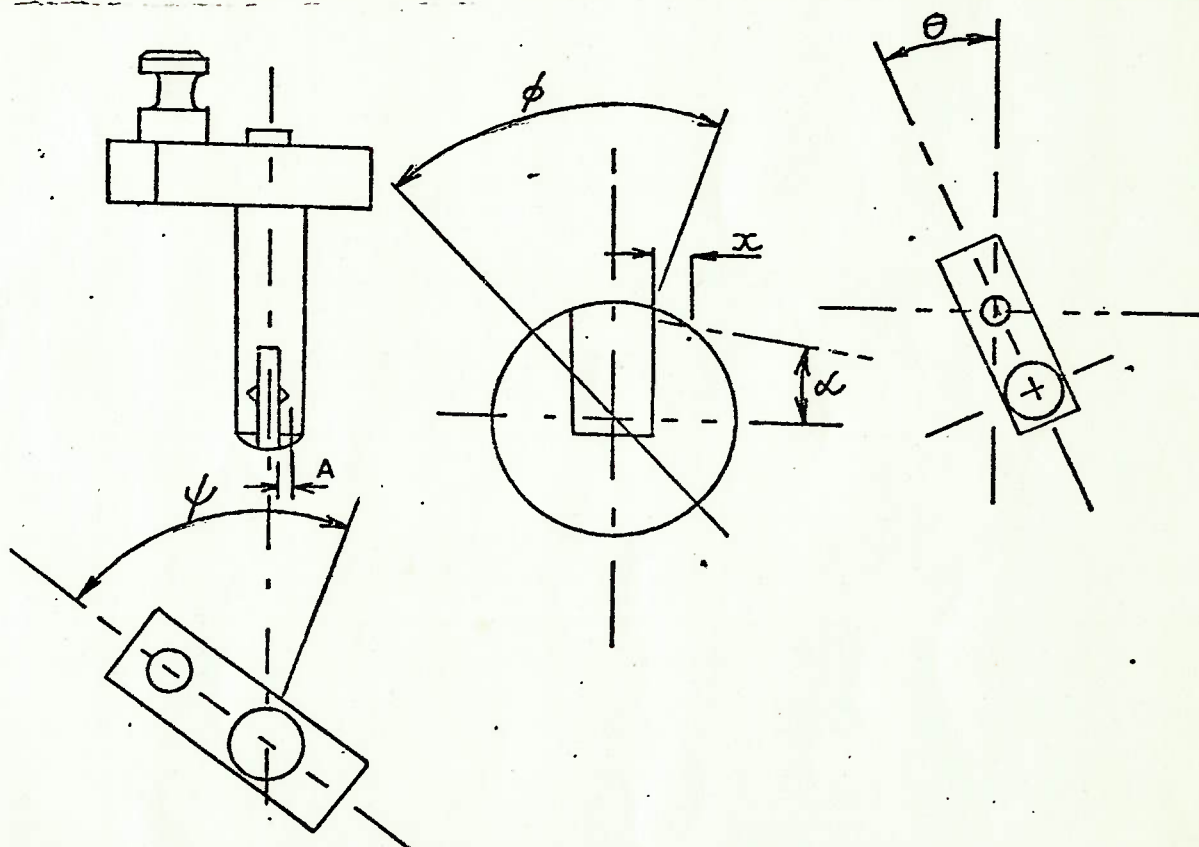


DIAGRAMA DA VÁLVULA DOSIFICADORA VERSOS POSIÇÃO  
DA LUVA DESLIZANTE PARA VÁRIOS COMPRIMENTOS DA HASTE

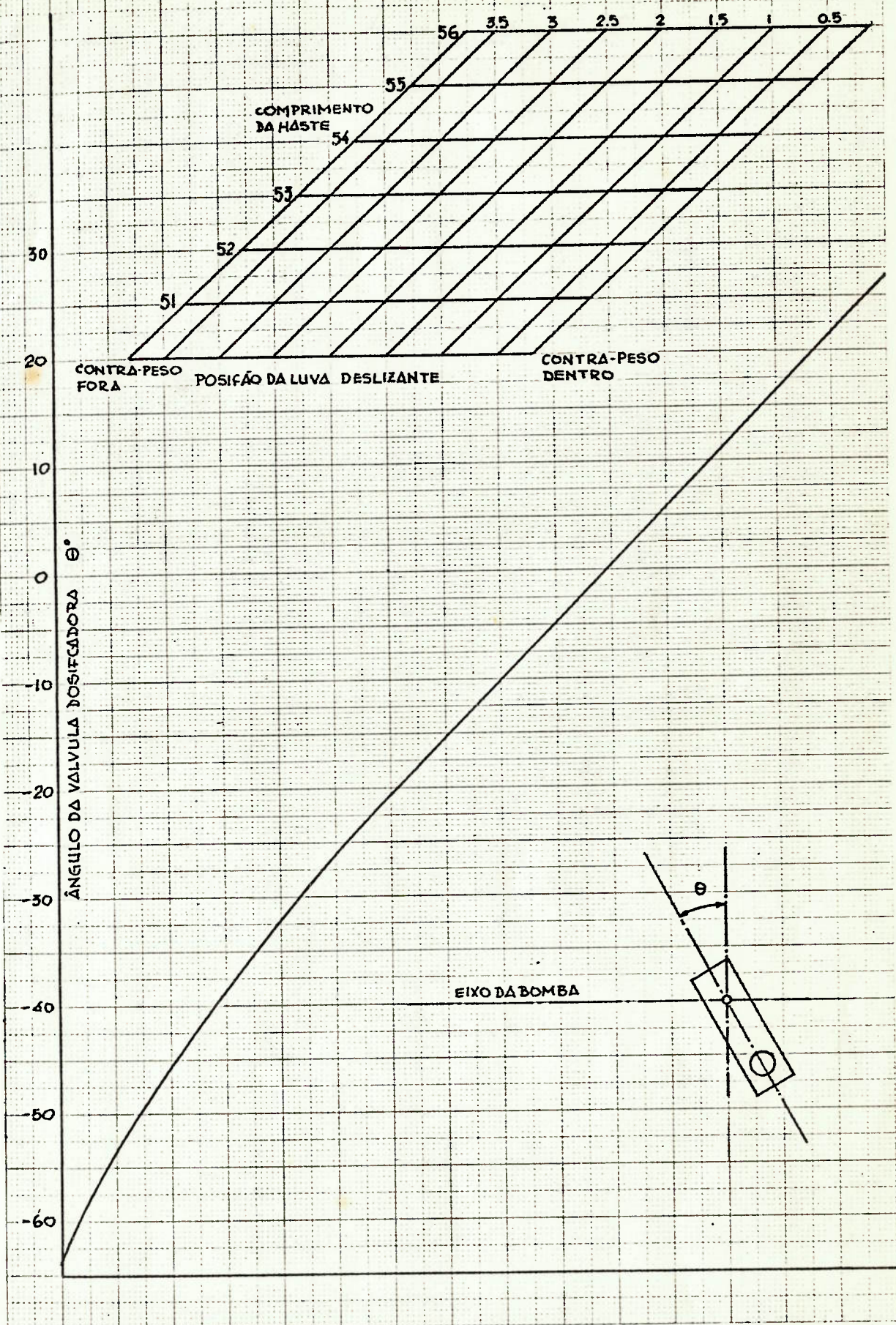
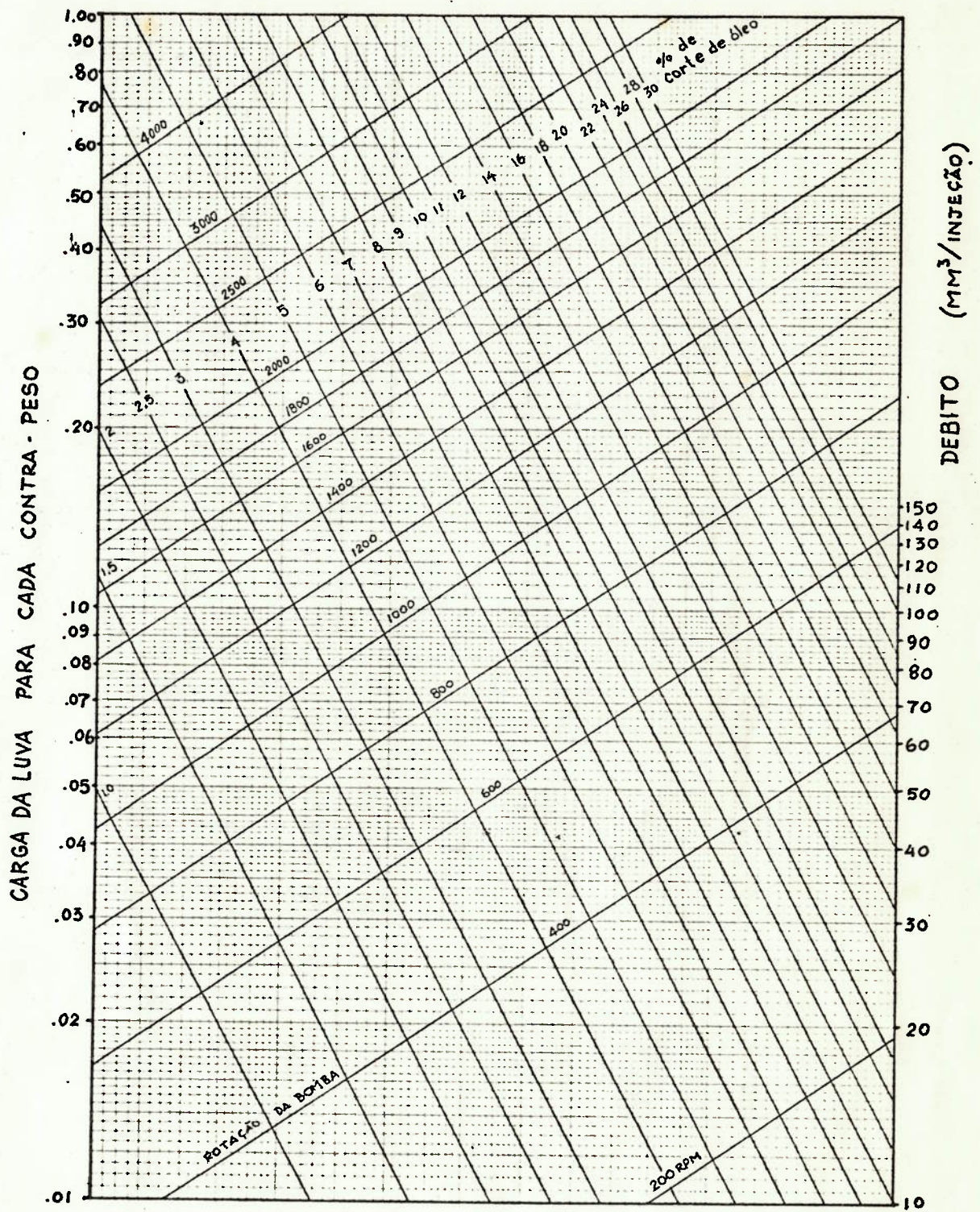


TABELA DA MOLA DO GOVERNADOR

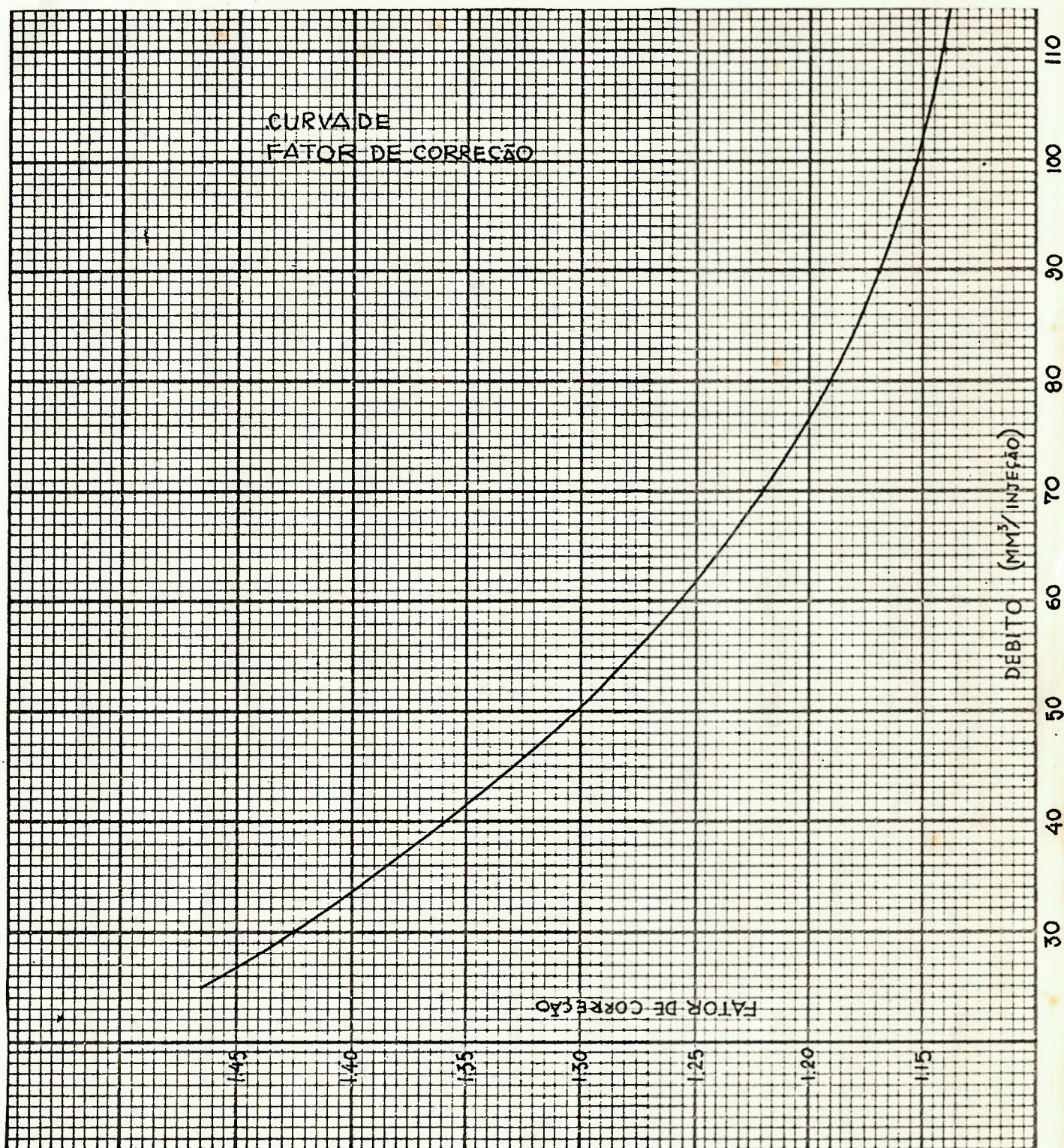
CARGA DA MOLA (kg/mm <sup>2</sup> )	TIPO DA MOLA			COMPR. LIVRE (mm)
	GA1	GA2	GA3	
1,216 - 1,277	94H			41,8
1,228 - 1,294		94L		35,8
1,268 - 1,380	898M			35,8
1,370 - 1,434		94M		35,8
1,386 - 1,458	94J			41,8
1,415 - 1,487		898P		33,0
1,484 - 1,556	94N			35,8
1,480 - 1,562			94P	33,0



# DIAGRAMA DO GOVERNADOR









BIBLIOGRAFIA

FISHER, Charles H. Spark Ignition Engines: Fuel Injection Development. London, Chapman & Hall, 1966.

FISHER, Charles H. Spark Ignition Engines: Fuel Injection Systems. London, Chapman & Hall, 1966.

BURMAN, Paul G. Fuel Injection and Controls. New York, Simmons-Boardman Publishing Corporation, 1962.

Folhas de Dados da CAV.

Apostila CAV-DPA.