

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

PROJETO MECÂNICO

PROJETO DE ROLO DE ABAULAMENTO VARIÁVEL  
PARA CALANDRA DE MÁQUINA DE PAPEL

Autor: JEFFERSON NEGREZILO TEIXEIRA  
Nº 9178478

Orientador: FRANCISCO E. B. <sup>accabe</sup> NIGRO  
<sup>milis</sup>

1983

## SUMÁRIO

Este trabalho está relacionado com o estudo e conhecimento da produção de papel, de forma particular com duas partes específicas da Máquina de Papel: Prensas e Calandras.

O desenvolvimento e aperfeiçoamento no campo têm sido grandes, tornando as Máquinas de Papel cada vez mais sofisticadas, tentando assim atender às crescentes exigências de produção e qualidade do papel.

O Brasil, no entanto, não tem participado desta evolução, a não ser como mero expectador ou consumidor das novidades, ou seja, muito pouco tem sido desenvolvido aqui, o que dificulta um estudo mais profundo do assunto pela falta de material de apoio.

Procurei neste trabalho conhecer o funcionamento e as limitações de uma calandra convencional com respeito à qualidade do papel e, baseado neste estudo e em produtos desenvolvidos no exterior, introduzir um novo tipo de rolo conhecido como Rolo "Küsters", que traz uma sensível melhora na qualidade do papel.

# ÍNDICE

	<u>PÁG.</u>
- INTRODUÇÃO	
· Descrição da Calandra	1
· O Sistema do Rolo Flutuante	4
- INFLUÊNCIA DA PRENSA NO PERFIL DE SECO DO PAPEL	5
- CAUSAS DAS MARCAÇÕES COM LISTRAS POR PARTE DA CALANDRA (BARRAMENTO) NO PAPEL	10
- ROLO DE ABAULAMENTO VARIÁVEL	14
- O ROLO FLUTUANTE	
· Princípios de Operação	17
· Descrição do Rolo	20
- MATERIAL E DESGASTE DOS ROLOS DA CALANDRA	24
- DIMENSIONAMENTO PRÁTICO	27
· Determinação da Linha Elástica (curvatura) dos Rolos da Calandra	29
· Dimensionamento da Camisa	33
· Cálculo da Pressão Interna do Óleo	36
· Determinação do Eixo	43
· Seleção das Sanfonas Pneumáticas	45
· Cálculo da Flexa Máxima da Camisa e do Rolo	49
· Peças do Conjunto do Rolo	52
· Rolamentos	53

	<u>PÁG.</u>
- UNIDADE PNEUMÁTICO-HIDRÁULICA	56
·Descrição de Funcionamento do Circuito	57
·Operação do Sistema	60
·Controlador de Pressão Pneumática	61
·Regulador de Pressão	62
·Calculador Pneumático	63
·Manômetro Diferencial	64
·Trocador de Calor	65
·Resistência Elétrica de Imersão	66
·Controlador de Temperatura	67
·Bibliografia	68
Anexos gerais e desenhos	69

## - INTRODUÇÃO

Com a finalidade de proporcionar um melhor entendimento deste trabalho, farei inicialmente uma descrição resumida sobre Calandra e em seguida darei uma idéia geral do Sistema do Rolo Flutuante.

Deve-se dizer ainda que, apesar deste trabalho sã enfocar o uso em Prensas e Calandras, o Rolo Flutuante, devido à sua versatilidade, é adequado para aplicação sempre que um nip de pressão uniforme seja desejado sob condições de carga variáveis.

### - Descrição da Calandra

A calandra tem as seguintes funções:

- . tornar uniforme a folha de papel e proporcionar-lhe a espessura exigida.
- . dar brilho e lisura ao papel.

Estão sempre montadas na Máquina de Papel (ou Máquina Aplicadora) e se compõem de 2 a 10 rolos de Ferro Fundido Coquilhado, geralmente superpostos na vertical. A operação é contínua.

O objetivo da operação de calandragem é comprimir a folha, e especialmente sua superfície, até que os poros ou espaços vazios entre as fibras sejam preenchidas, e toda a massa solidificada.

O papel, como outros materiais de alisamento semelhante, adquirem assim uma superfície lisa e lustrosa.

Para produzir uma folha uniforme é necessário que os rolos assentem-se perfeitamente uns sobre os outros, e que suas superfícies sejam perfeitas e totalmente lisas. Se raios de luz passarem entre os rolos, estando eles estacionários ou girando, evidenciarã que eles não estão perfeitamente ajustados, não podendo dar ao papel uma superfície lisa e uniforme.

A capacidade de polimento é proporcional ao peso dos rolos, ou seja, da pressão linear existente entre eles.

Normalmente o rolo inferior suporta e arrasta os demais rolos.

O papel é sempre conduzido da parte superior da calandra para a parte inferior, uma vez que a pressão cresce no sentido de avanço do papel, pois a cada nip está acrescido o peso de mais um rolo.

Como a lisura (qualidade) do papel está diretamente relacionada à pressão existente no nip, usa-se forçar ou aliviar um rolo em relação ao outro, pela aplicação de força nas extremidades dos rolos, através de cilindros hidráulicos, alterando assim a pressão no nip.

No entanto, além do valor da pressão, é necessário que ela se distribuia igualmente em toda a largura do rolo, proporcionando assim uma calandragem uniforme em toda a extensão da folha.

Esta uniformidade de pressão constitui-se no grande problema a ser solucionado na operação de calandragem, já que os rolos não se abaulam igualmente, isto é, não adquirem

curvaturas idênticas.

Uma das soluções encontradas é de que o rolo adquira um abaulamento na retífica, ou seja, deixe de ser cilíndrico passando a ter uma determinada curvatura inicial.

Esta solução, no entanto, apresenta a desvantagem de sô ser aplicável a uma determinada e específica condição de carga, não se prestando para o caso de calandras com extensa faixa de pressões de operação.

Assim é necessário que haja um rolo que ajuste sua curvatura simultaneamente e de acordo com a mudança havida na pressão do nip.

Neste sentido foi desenvolvido o sistema de Rolo de Abaulamento Variável denominado Rolo Flutuante.

## O Sistema do Rolo Flutuante

O sistema do Rolo Flutuante assegura um controle na deflexão do rolo para aplicação onde é necessário uma pressão uniforme ao longo de toda a extensão do nip.

Os dois componentes básicos do sistema são o Rolo Flutuante (ou Rolos) e a unidade de controle. O Rolo que é o elemento ativo, é um rolo de deflexão ou abaulamento variável.

Este rolo consiste de uma camisa cilíndrica sem curvatura inicial, que é livre para girar sobre rolamentos, montados sobre um eixo fixo. Neste eixo há elementos de vedação de modo a formar uma câmara interna de pressão. Ao se introduzir determinado fluido sob pressão nesta câmara, consegue-se fazer com que a camisa sofra uma deflexão tal que iguale a curvatura do rolo oposto, produzindo desta forma o nip de pressão desejado.

O controle do valor da deflexão da camisa do Rolo Flutuante é realizado pela unidade de controle.

## 1 - INFLUÊNCIA DA PRENSA NO PERFIL DE SECO DO PAPEL

Desde a invenção da Máquina de Papel usam-se rolos de pressão giratórios, nas prensas úmidas, os quais formam os interstícios de prensagem, para elevar mecanicamente o teor de seco da folha de papel.

Com o aumento sempre crescente da largura e velocidade das máquinas de papel, é cada vez mais importante obter teores de seco elevados e controlar absolutamente o perfil de seco após as prensas.

Normalmente, pode-se partir da hipótese de que o perfil de seco é uniforme, antes das prensas. Quando se constatam desvios, são eles atribuídos ao desaguamento desigual sobre a tela, desgaste ou ajuste desigual dos elementos desaguadores ou entupimentos nas caixas de sucção ou nos rolos de sucção da tela. Contudo, os perfis de seco flutuantes depois das prensas são causados principalmente na própria parte das prensas.

Como exemplos do desenvolvimento desses desvios, usarei as medições feitas em diversas máquinas de papel. Os perfis de seco depois das prensas estão representadas na parte superior do diagrama, como desvio do teor de seco ao longo da largura da folha. Para uma melhor comparação com as curvas inferiores, os teores de seco baixos foram colocadas para cima.

Todas as prensas, cujas forças de prensagem são transmitidas pelas pontas de eixo produzem desvios correspondentes ao caso 1, de maneira mais ou menos caracterizada. Eles devem ser atribuídas à histerese, que todos os sistemas de prensagem apresentam inerentemente devido ao atrito, e

conduzem a pressões de prensagem diferentes no Lado de Comando (LC) e Lado de Acionamento (LA).

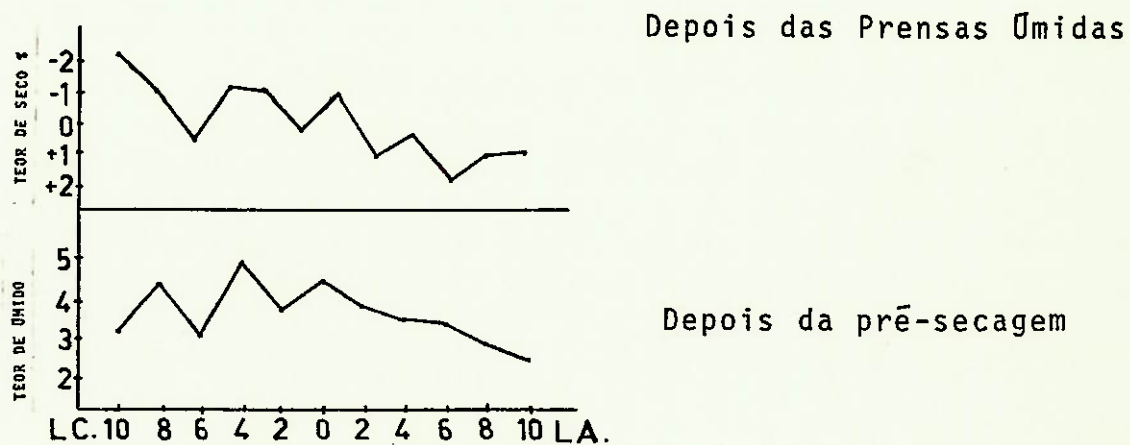


Fig. 1

Desvios semelhantes ao Caso 2 são defeitos tipicamente causados por abaulamento errado dos rolos-prensas. Nesse caso, os rolos têm abaulamento insuficiente para a pressão de aperto utilizado. A pressão linear é então, menor no centro abaulado do que nas bordas (Fig. 2). Em consequência, obtêm-se um centro pouco seco.

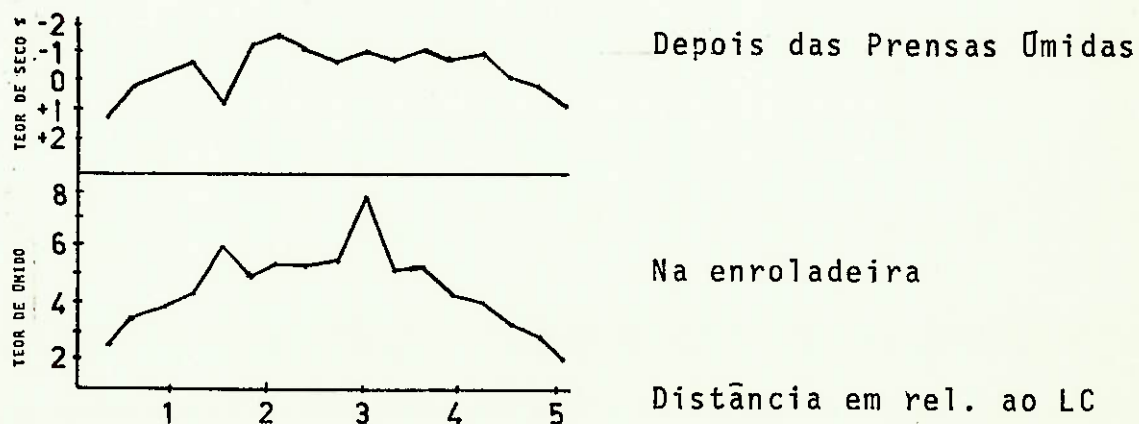


Fig. 2

Desvios como no Caso 3 podem ser causados por sobreposição dos Casos 1 e 2 e também por deslocamentos dos feltros em forma de riscas, avanços locais dos feltros ou entupimentos dos rolos de pressão de sucção (Fig. 3). Esses desvios são os de correção mais difícil, em uma prensa.

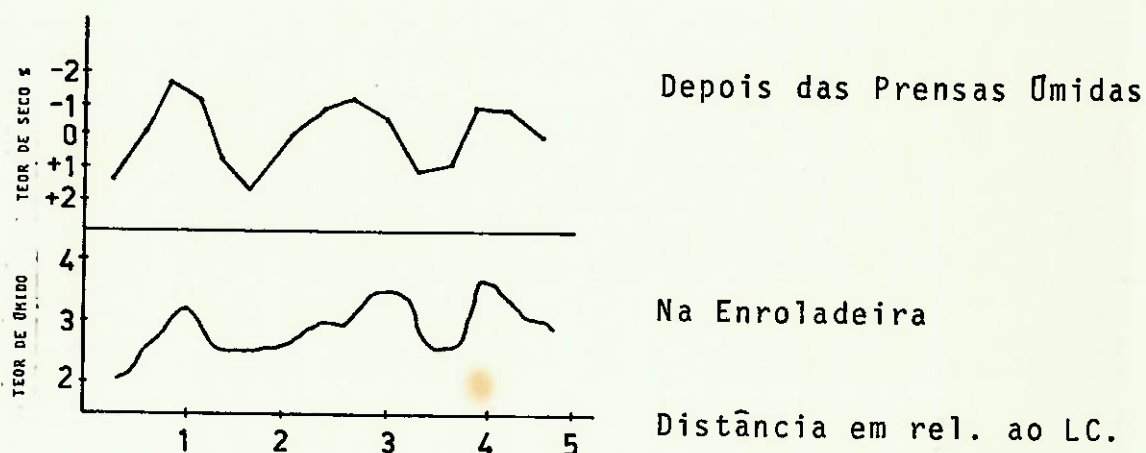


Fig. 3

O fabricante de papel exige com razão, que os sistemas de rolos-prensas sejam feitos de modo que os próprios rolos-prensas não contribuam para essas diferenças de teores de seco, isto é, que se possa ajustar uma pressão linear constante em toda a largura da folha, para uma ampla faixa de pressões lineares. Se resultarem desvios do teor de seco causados por outros fatores, deverão existir recursos para uma rápida uniformização desses teores de seco, pois pode-se ver, nos diagramas de medições dos 3 exemplos, que desvios de teores de seco depois das prensas de aprox.  $\pm 2\%$  manifestam-se ainda no perfil de umidade depois dos secadores, na folha quase completamente seca, no valor de  $\pm 1$  a  $\pm 2\%$ . Tais desvios na entrada e saída da parte seca prejudicam o rendimento da fabricação de papel de modo tão notório que devem ser empregados os maiores esforços para remediá-los. Deve-se partir de que, com dispositivos adequados, em cada ponto ao longo da largura seja possí-

vel se atingir, pelo menos, o máximo teor de seco do correspondente perfil de seco. Nos exemplos isso corresponderia, nos pontos mais úmidos, a um aumento do teor de seco de 4 %. Uma vez que esses pontos, em geral, determinam a capacidade de secagem, seria possível, nos exemplos, um aumento de produção de aprox. 15 a 20 %, se o teor de seco de entrada fosse elevado de 4 %, nos pontos úmidos. Outras vantagens da elevação do teor de seco seriam obtidas através da maior segurança de operação, menor contração transversal e menor risco para os revestimentos dos primeiros cilindros secadores, bem como redução do consumo específico de vapor.

Uma vez que se ganha simultaneamente um melhor perfil de umidade no fim da máquina de papel, o teor de umidade final pode ser aumentado, de modo a atingir, nos melhores casos, o melhor teor de umidade para a qualidade em questão.

Além das vantagens tecnológicas, que são assim alcançadas, isto é muito importante para a rentabilidade. Devido à baixa taxa de vaporização de água sobre os últimos cilindros, para cada 1 % de aumento de umidade final pode-se contar aqui com um aumento de produção de aproximadamente 5 %. No total, a capacidade de produção da parte de secagem, nestes exemplos, poderia ser aumentada de aproximadamente 30 %.

Por essas razões, quando ocorrem desvios (por exemplo, causados pela tela ou feltro) cujas causas não podem ser eliminadas imediatamente, é conveniente uniformizar prontamente o perfil de seco, com auxílio das prensas. Mesmo que o teor de seco médio na entrada da parte de secagem tenha que ser baixado temporariamente de 1%, isto é economicamente interessante devido às vantagens que se obtêm no fim da secagem. A possibilidade de se ajustar um perfil de seco não uniforme depois das prensas deve ser considerada como uma exceção. Tal ajuste porém, pode ser necessário quando a secagem não decorre uniformemente na largura e quando somente com essa providência se pode obter uma folha de papel uniforme na enroladeira. Com o progresso alcançado com as prensas de fluxo transversal e feltros

modernos, é possível aumentar a pressão específica de prensagem, para elevar o teor de seco, sem destruir a estrutura do papel por esmagamento.

Por essa razão exigem-se rolos-prensas que permitam altas pressões lineares sem que os diâmetros tenham que ser muito aumentados, no caso de grandes larguras.

## II - CAUSAS DAS MARCAÇÕES COM LISTRAS POR PARTE DA CALANDRA (BARRAMENTO) NO PAPEL

Nas calandras das máquinas de papel - principalmente das máquinas de papel para escrever e para imprimir - ocorrem muitas vezes vibrações verticais que deixam no papel um padrão de listras transversais que diminuem sua qualidade (fig. 4).



Fig. 4 - Marcações no Papel.

Estas amostras de listras transversais são oscilações periódicas das qualidades tecnológicas do papel, sobretudo da espessura e da lisura. As listras opacas são mais grossas, têm menor peso volumétrico, maior permeabilidade ao ar, e mais resistência do que as listras lisas. Ao contrário, nestas, por causa da aderência, a imprimibilidade, isto é, a capacidade de absorção das cores de impressão é melhor.

Se se olha, sob um ângulo favorável à incidência da luz, para uma bobina de papel acabada e parada, então, estas vibrações são visíveis no papel na forma de um modelo semelhante a barras, de onde se deriva a palavra "barring" ou barramento. A intensidade de barramento (Tabela 1) vai de 1 a 10, correspondendo à escala de intensidade canadense. Ela é uma medida para os valores médios da variação de espessura e independe

da espessura média do papel. A intensidade de barramento 1 ainda pode ser vista diretamente a olho nu.

No caso da intensidade 5 já ocorrem as prejudiciais listras espessas (Speckstreifen), enquanto nas intensidades, 9 e 10 surgem danos nos componentes da máquina (rolos e mancais).

Intensidade de barramento.	Desvio médio da espessura média do papel.		Percentual do desvio médio da espessura em espessuras médias do papel de:			Percepção do barramento.
	pol.	mm	0,06mm	0,08mm	0,10mm	
1	0,0001	0,0025	4,2	3,2	2,5	nada
2	0,0002	0,0059	9,8	7,4	5,9	
3	0,0003	0,0076	12,7	9,5	7,6	fraca
4	0,0004	0,0102	17,0	12,75	10,2	
5	0,0005	0,0127	21,2	15,9	12,7	média
6	0,0006	0,0152	25,3	19,0	15,2	
7	0,0007	0,0178	29,7	22,2	17,8	
8	0,0008	0,0203	33,8	25,0	20,3	forte
9	0,0009	0,0229	38,2	28,6	22,9	
10	0,0010	0,0254	42,4	31,75	25,4	muito forte

Tabela 1

A distância básica das listras está, na maioria dos casos, entre 70 e 140 mm. Isto pode-se ver claramente nas intensidades de barramento estreitas. Quanto mais cresce o barramento, tanto mais visíveis se tornam, dentro da distância básica de barramento, as listras, aí ainda existentes, que provêm das vibrações de ordem maior do sistema de vibrações. A maneira mais fácil de excitar um sistema de vibrações no sentido de fazê-lo vibrar é com a frequência própria de 1ª ordem, por conseguinte em sua frequência mais baixa. Se for liberada mais energia de vibração, então se formam vibrações de ordem ainda mais alta.

Os rolos batem com força uns contra os outros, com o que surgem marcas no papel. Particularmente crítico é o primeiro par de rolos atravessado pelo papel, respectivamente o primeiro ponto de pressão e precisamente por motivos de auto-excitação.

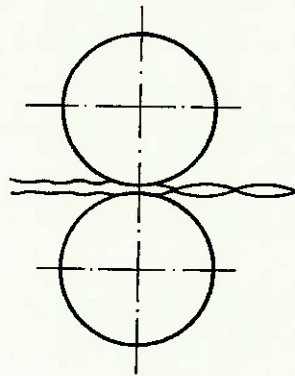


Fig.5 - Marcação por Vibração dos Rolos.

Se por exemplo o rolo superior vibra, então se produz no papel, através da alteração da pressão linear assim originada, uma alteração periódica de espessura que, sob determinados pressupostos, pode levar o sistema a vi-

brar intensamente. A excitação vibratória mais forte surge, portanto, na própria calandra em forma de irregularidades periódicas no papel que pode acentuar-se chegando a "balançar" o sistema de rolos.

A providência mais apropriada para reduzir uma vibração é a colocação de amortecedores de vibração adequados no sistema, vibratório. Este é um fato bastante conhecido e já existem dispositivos amortecedores nas calandras, rolos elásticos, colchões de ar, etc., que interferem, contudo, no funcionamento e, por isso não tiveram até hoje nenhuma proliferação na luta contra o barramento.

### III - O ROLO DE ABAULAMENTO VARIÁVEL

Tomando como base a análise feita no ítem INFLUÊNCIA DA PRENSA NO PERFIL DE SECO DO PAPEL, observamos que até hoje esses requisitos não puderam ser cumpridos totalmente, embora tenham sido inventados e desenvolvidos diversas medidas e rolos especiais para a compensação da deformação.

Para poder satisfazer as exigências apresentadas é que se desenvolve o Rolo de Abaulamento Variável, onde a pressão linear na fenda entre dois rolos é obtida através de forças que se apoiam em uma viga fixa e que comprimem a camisa rotativa.

A aplicação destas forças deve apresentar as seguintes características:

- deve transmitir grandes forças.
- não deve apresentar contato metálico com a camisa.
- deve ser, tanto quanto possível, livres de atrito.
- deve ser adequadas a altas velocidades circunferenciais.
- deve compensar a posição fletida da viga.
- deve trabalhar independentemente da flexão da viga.
- deve poder ser regulada.

Ainda pela análise do ítem CAUSAS DAS MARCAÇÕES NO PAPEL COM LISTRAS PELA CALANDRA (BARRAMENTO), percebemos que além dos requisitos acima, o rolo deve também funcionar como dispositivo que tenha qualidades amortecedoras de tal modo altas que com sua aplicação o barramento possa ser evitado.

Esses requisitos todos são satisfeitos de modo ideal pelos Rolos de Abaulamento Variável.

Várias concepções de Rolos de Abaulamento Variável

têm sido desenvolvidos, todos no entanto usam o mesmo princípio, que é o de montar uma camisa, livre para girar, sobre um eixo estacionário e entre eles fazer atuar determinado fluido sob pressão e pelo controle desta pressão controlar o perfil de curvatura da camisa.

A distinção entre eles está na maneira como se faz atuar o fluido sob pressão.

Os dois tipos mais difundidos são o Rolo tipo NIPCO e o tipo FLUTUANTE. A seguir farei uma descrição rápida do tipo NIPCO antes de me ater ao ROLO FLUTUANTE, objeto deste trabalho.

O ROLO NIPCO consiste de vários apoios hidrostáticos assentados em furos na viga do rolo. O apoio hidráulico é, em essência, um pistão cilíndrico, em cuja face superior existem várias bolsas de óleo, ligadas à face inferior do pistão por meio de estrangulamentos laminares. A soma das superfícies das bolsas é um pouco maior do que a superfície da face inferior do pistão (Fig. 6).

Através de um furo na viga flui óleo com pressão constante e que atua sobre a face inferior do pistão, resultando uma força que empurra o pistão na direção da camisa. Como há vários apoios hidráulicos, pode-se considerar a existência de uma carga distribuída ao longo da camisa. Na realidade porém, há uma distância entre os apoios, o que causa uma certa descontinuidade na linha de curvatura da camisa.

Há ainda o inconveniente da montagem destes pistões, bem como o fato de se acrescentar partes móveis no sistema.

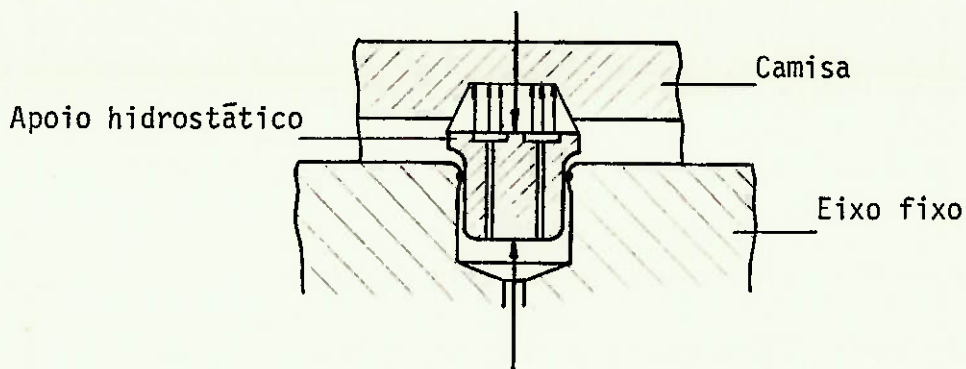


Fig.6 - ROLO NIPCO

Estas duas desvantagens inexistem no Rolo Flutuante que além de não se utilizar de nenhuma parte móvel, ainda forma uma câmara de pressão ao longo de toda a camisa, o que corresponderia a um número infinito de apoios.

## IV - O ROLO FLUTUANTE

### - Princípios de Operação

Através da fig. 7, que mostra duas vistas em corte é possível notar em (a) que vedações axiais dividem o espaço anular entre o eixo estacionário e a camisa rotativa em duas câmaras. A configuração das vedações estabelece uma câmara pressurizada e outra não pressurizada.

Quando óleo sob pressão é introduzido na câmara pressurizada cria-se uma reação entre o eixo e a camisa. Esta força de reação que está diretamente relacionada à pressão do óleo causa uma deflexão do rolo.

O controle e a regulagem da pressão do óleo de acordo com a carga é feito pela unidade de controle.

A fig. 8 mostra de forma exagerada as possibilidades de deflexão a fim de se observar os princípios envolvidos. Para uma operação apropriada, o rolo associado ao Flutuante deve estar contíguo à linha de centro da câmara pressurizada. No caso mostrado o Rolo Flutuante se encontra montado na posição inferior, fazendo com que conseqüentemente a câmara pressurizada fique voltada para cima.

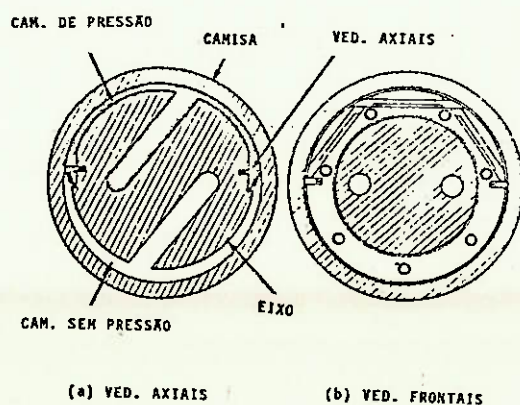


Fig. 7

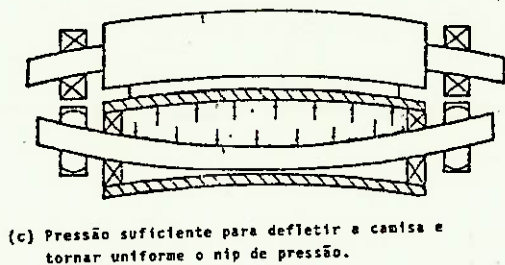
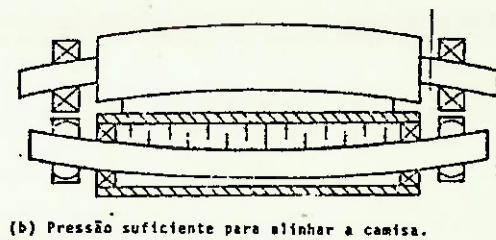
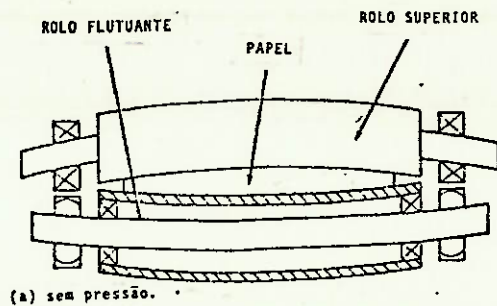


Fig. 8

Na fig. 8.a nota-se o caso em que o Rolo Flutuante e o rolo convencional defletem-se em direções opostas, causando um nip de pressão desigual através da largura da folha (centro mais espesso).

A deflexão do rolo convencional é causada pela força aplicada pela folha na superfície do rolo (efeito das extremidades). Neste caso não há pressão aplicada à câmara do Rolo Flutuante, assim tanto o eixo estacionário como a camisa rotativa têm deflexão oposta do rolo convencional (deflexão negativa).

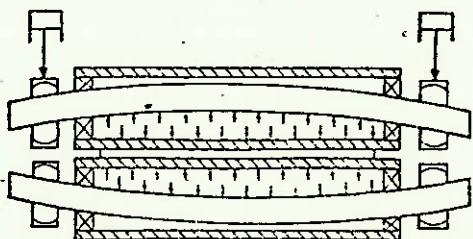
Em (b) já há óleo sob pressão na câmara do Rolo Flutuante. A reação entre a camisa e o eixo é suficiente para causar uma deflexão na camisa de forma a compensar o abaulamento sofrido, deixando-a alinhada, enquanto o eixo sofre uma deflexão de maior valor.

O nip de pressão embora melhorado com relação ao caso (a), não é ainda uniforme devido à deflexão do rolo convencional. Se uma pressão adicional é exercida, a camisa irá defletir positivamente (c). A pressão é aumentada até que a curvatura da camisa iguale a curvatura do rolo convencional, produzindo desta forma um nip de pressão uniforme.

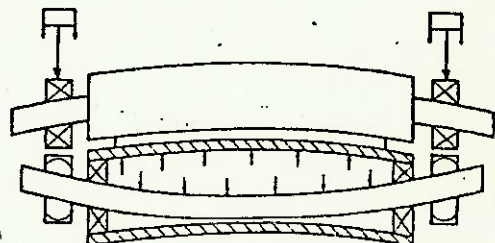
No caso analisado, a pressão obtida no nip é função do peso do rolo convencional.

Quando rolos convencionais são adicionados ou removidas da Calandra, a uniformidade do nip de pressão é mantida pelo aumento ou diminuição da pressão no sistema de óleo.

Pode-se variar a pressão no nip fazendo com que os cilindros hidráulicos apliquem carga nos mancais dos rolos, conforme se pode observar na fig. 10. Uma mudança na pressão do cilindro de carga é compensada por uma variação na pressão do óleo no Rolo Flutuante, a fim de manter o nip uniforme.



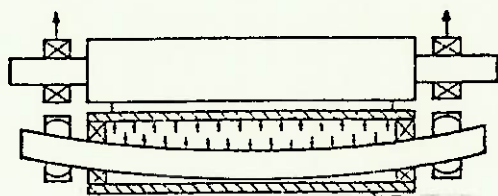
(a) Dois Rolos Flutuantes com pressões internas iguais e cilindros de carga.



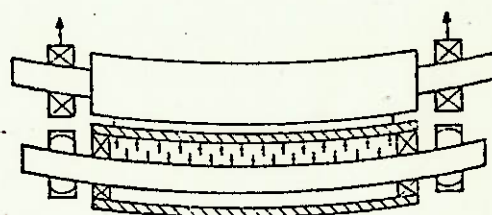
(b) Rolo Flutuante e Rolo convencional com cilindros de carga.

O sistema de 2 Rolos Flutuantes (Fig. 9.a) com carga externa, proporciona um nip de pressão uniforme sob todas as condições de operação dentro dos limites de pressão dos rolos. Já o arranjo mostrado em (b) é limitado pelo projeto do rolo convencional.

A fig. 10 ilustra um outro método de controle da distribuição de pressão no nip: alívio de peso. O alívio de peso proporciona um meio de reduzir a pressão do nip. Com o peso do rolo aliviado, o Rolo Flutuante pode operar com uma pressão interna menor para obter um nip de pressão uniforme.



(a) Com efeitos de extremidade de aliviadas.



(b) Pressão interna menor que em (a) com alívio de pressão adicional.

Fig. 10

#### - Descrição do Rolo

Através da fig. 11, pode-se acompanhar a descrição

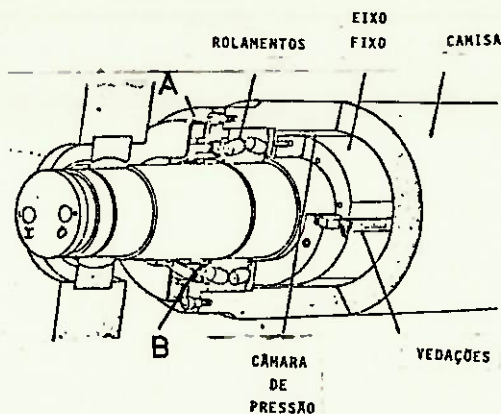


Fig. 11 - Construção básica do Rolo Flutuante.

A camisa gira em torno do eixo estacionário, sobre dois rolamentos auto-compensadores de rolos, montados nas extremidades da camisa.

O espaço anular entre o eixo e a camisa é dividido, em duas câmaras por duas réguas de vedação em toda extensão axial. Estas réguas de vedação são montadas sobre o eixo e ficam em contato com a superfície interna da camisa rotativa. Como já foi dito anteriormente e mostrado na fig. 8 a configuração das vedações axiais e as vedações de extremidade estabelece duas câmaras, das quais uma pode ser pressurizada.

O óleo sob pressão é introduzido na câmara pressurizada através do orifício de entrada na face do eixo, identificado por "I" causando uma reação entre o eixo e a camisa rotativa, e conseqüentemente, uma deflexão. Neste caso pode-se dizer que a camisa mantém-se flutuando sobre o óleo.

O valor da pressão do óleo determina o grau de deflexão do Rolo Flutuante. Uma vez estabelecida a deflexão, a unida

de de controle mantêm a pressão constante, assegurando uma distribuição uniforme de pressão no nip.

Durante a operação o óleo passa pelas vedações em direção a câmara não pressurizada, proporcionando lubrificação entre a camisa rotativa e as próprias rēguas de vedação. Da câmara não pressurizada o óleo flui em direção aos rolamentos, mantendo-os constantemente lubrificados.

Uma vedação de óleo "A" colocada na tampa "B" do rolo assegura a vedação da montagem.

O óleo da câmara não pressurizada e da área dos rolamentos retorna ao reservatório de óleo através do orifício de retorno de óleo na extremidade do eixo identificado por "0".

Hã um coletor de óleo que conecta a câmara dos rolamentos ao orifício de retorno do óleo. O Rolo Flutuante estará sempre com óleo na câmara, mantendo assim a lubrificação de todas as partes internas sob todas as condições de operação.

A circulação de óleo mantêm uniforme a temperatura do Rolo Flutuante. Um trocador de calor é usado na linha de óleo a fim de ajudar a manter uniforme a temperatura.

Um filtro de óleo é usado para manter o óleo livre de materiais estranhos.

Vãlvulas opcionais e outros arranjos podem ser usados com o intuito de aumentar o controle sobre a regulação da temperatura.

O Rolo Flutuante pode ainda ter seu potencial de atuação com relação à correção do nip de pressão grandemente aumentando pelo acréscimo de câmaras de pressão auxiliares nas extremidades da camisa.

Como se pode notar na fig. 12 hã quatro câmaras auxiliares, controladas independentemente o que permite realizar as correções mostradas.

As compensações para qualquer não uniformidade é facilmente obtida pela variação de pressão proporcional na ou nas devidas câmaras.

Estas alterações de pressão alteram somente a intensidade de carga sem no entanto afetar a curva da distribuição de carga.

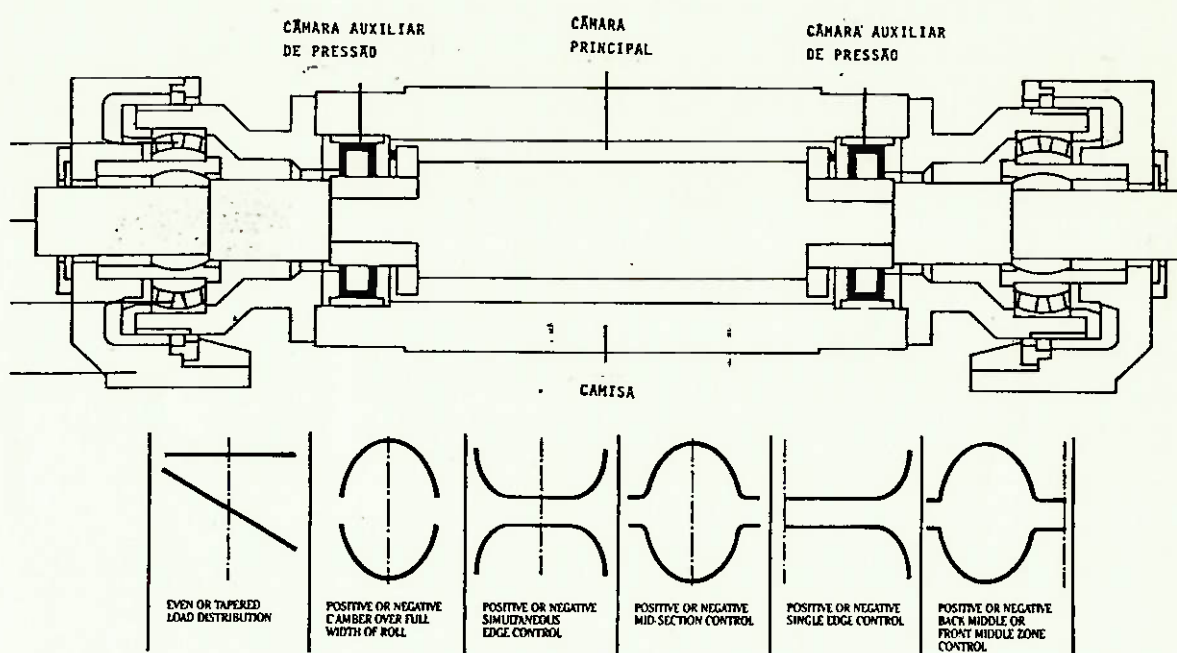


Fig.12 Rolo Flutuante com câmaras auxiliares de pressão e correções possíveis de nip.

## V - MATERIAL E DESGASTE DOS ROLOS DA CALANDRA

Para os rolos da calandra, usa-se o ferro fundido coquilhado endurecido. Este destaca-se pela estrutura superficial excepcionalmente fina e uniforme, além da alta dureza superficial e excelente resistência ao desgaste. Através da retífica e polimento conseguem-se valores mínimos de rugosidade de 0,025 micron. Estes rolos polidos até a resplandescência de espelho são preferidos na produção de folhas de laminação fino. Para a produção de papel, a rugosidade de 0,05 micron é suficiente.

Através da conveniente composição do ferro fundido e a brusca refrigeração superficial do cilindro por meio das coquilhas de ferro, consegue-se fixar o carbono existente na liga do ferro. O ferro fundido "duro" ou "branco" assim obtido é uma composição de carbureto de ferro ( $Fe_3C$ ). Os rolos de ferro fundido endurecido deverão ser duros apenas na superfície externa do cilindro, enquanto que o núcleo e as pontas de eixo devem ser maleáveis e elásticos. Para isso, as pontas de eixo são moldadas em areia ou barro, cuja condutibilidade térmica é consideravelmente inferior à condutibilidade térmica das coquilhas de ferro. Rolos de ferro fundido duro são fundidos na posição vertical (fig. 13). A entrada do ferro fundido ocorre tangencialmente na parte inferior da forma. Desta maneira os corpos estranhos arrastados pelo fluxo do ferro fundido sobem no centro da forma, levados pelo movimento circular ascendente.

Através da conveniente composição da liga, e determinada espessura das coquilhas, consegue-se obter durezas superficiais entre aproximadamente 550 a 760  $kp/mm^2$  segundo Vickers. Através disso, consegue-se controlar também a profundidade do endurecimento. Para máquinas de papel, durezas en

tre 550 a 590 HV são suficientes.

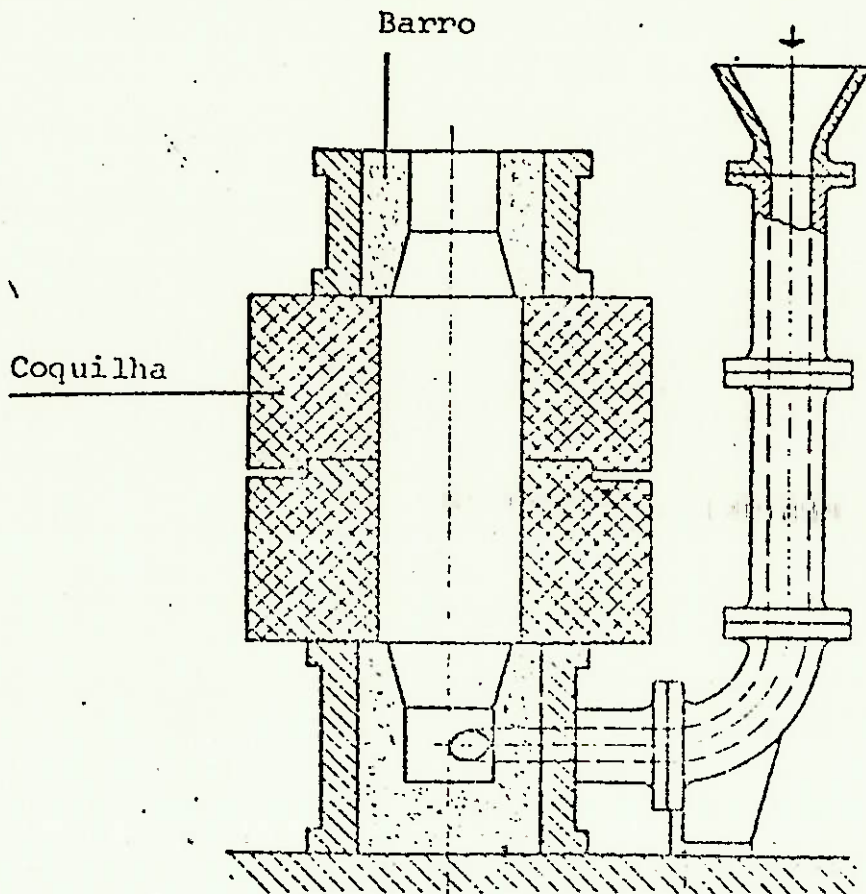


Fig. 13 - Coquilha.

Nos rolos de ferro fundido endurecido ocorre, como sabemos durante a operação uma solidificação superficial a frio. Enquanto que o endurecimento adicional, por um lado, constitui um efeito positivo referente às condições operacionais por outro lado a inevitável fragmentação das plaquetas de cementita na área superficial decorrente das solicitações operacionais, ocasiona um efeito negativo. Esta zona superficial apresenta-se no corte radial como que composta de duas camadas. O observador tem a impressão de ver nitidamente uma

estrutura intacta, assentada sobre uma estrutura fragmentada. De fato, porém, as plaquetas de cementita estão fragmentadas também na camada externa. As partículas porém estão muitas densas (fig. 14).

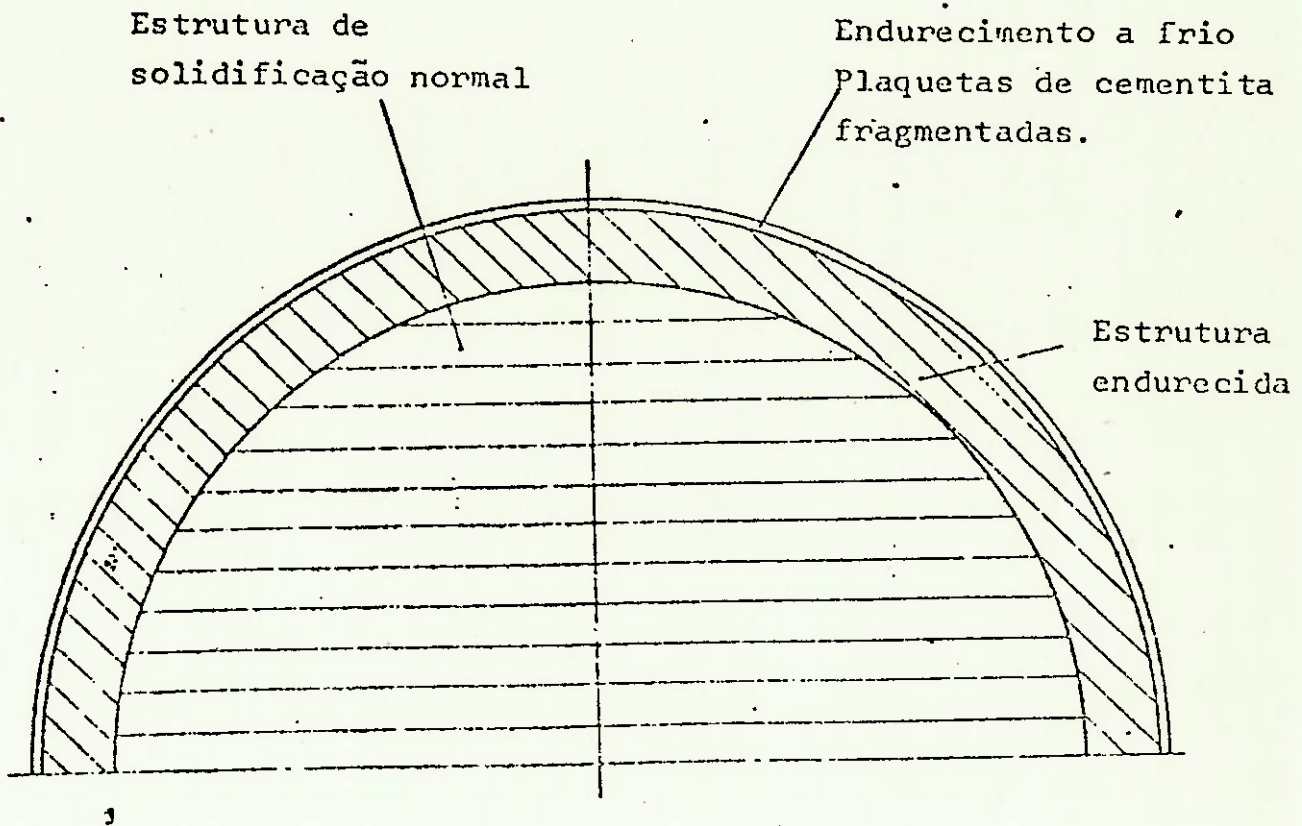


Fig. 14 - Corte de Rolo Fundido em Coquilha.

## VI - DIMENSIONAMENTO PRÁTICO

Farei o dimensionamento e a construção de um rolo conforme descrito no item IV, sem no entanto acrescentar as câmaras auxiliares que apesar de todas as vantagens práticas oferecidas, acarretaria uma elevação de custo tanto no que diz respeito à construção do rolo em si como principalmente na unidade de controle e alimentação hidráulica.

A construção do rolo está baseada em seu aproveitamento em uma Calandra Pneumática de 2 rolos relativamente pequena e simples, a ser instalada na parte final da Máquina de Papel.

### - DADOS DA CALANDRA

- Calandra Pneumática de 2 Rolos
- Pressão Linear máxima : 100 KN/m
- Distância entre mancais LE = 3000 mm
- Largura de contato BL = 2370 mm
- Diâmetro do Rolo inferior (Flutuante) d = 380 mm
- Velocidade de projeto v = 200 m/min.
- Utilização : Papéis Especiais : 26-90 g/m<sup>2</sup>.

## Nomenclatura

- D - Diâmetro externo
- d - Diâmetro interno (no caso da camisa)
- $\ell$  - Largura de contato ( $\ell = BL$ )
- h - Braço para momento de margem ( $h = \frac{LE - BL}{2}$ )
- q - Carga distribuída resultante
- x - Coordenada horizontal com referência no centro do rolo
- y - Valor da deflexão no ponto x
- Mo - Momento fletor de margem devido à carga no mancal ( $q\ell/2$ ) multiplicada pelo braço h.
- E - Módulo de elasticidade do material
- I - Momento de inércia da seção
- M - Momento fletor no ponto x
- V - Força cortante numa seção à distância x.
- G - Módulo de elasticidade transversal.
- A - Área da seção transversal.
- k - Fator numérico de cisalhamento que é função da geometria da seção transversal.
- $R^2$  -  $(D^2 + d^2)$ .
- $\sigma$  - Valor da tensão no material.
- $\sigma_{adm}$  - Valor da tensão admissível do material.
- r - Distância da linha neutra da seção até o ponto considerado.
- $f_n$  - Frequência natural.
- $V_{cr}$  - Velocidade crítica
- W - Peso
- g → Aceleração da gravidade.

- DETERMINAÇÃO DA LINHA ELÁSTICA (CURVATURA) DOS ROLOS DA CALANDRA.

A fig. 15 mostra o diagrama básico de carregamento para um rolo de calandra, e a nomenclatura para se determinar a deflexão do rolo em qualquer ponto com relação à extremidade de da folha (largura BL).

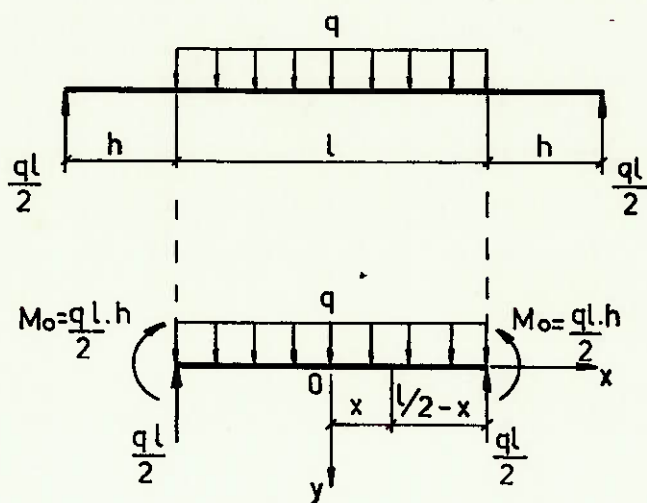


Fig. 15

A equação diferencial geral de flexão para qualquer viga é dada por:

$$EI \frac{d^2y}{dx^2} = - M \quad (1)$$

Rearranjando :

$$\frac{d^2y}{dx^2} = \frac{- M}{EI} \quad (\text{flexão}) \quad (2)$$

A equação geral para a deflexão da viga devido ao cisalhamento é dada por:

$$\frac{dy}{dx} = \frac{Vk}{GA} \quad (3)$$

Diferenciando a equação (3) temos:

$$\frac{d^2y}{dx^2} = \frac{k}{GA} \frac{dv}{dx} \quad (\text{cisalhamento}) \quad (4)$$

Combinando as equações (2) e (4) obtemos a equação geral de deflexão:

$$\frac{d^2y}{dx^2} = - \frac{M}{EI} + \frac{k}{GA} \frac{dv}{dx} \quad (5)$$

A expressão de M em algum ponto x é obtida tomando os momentos em relação a x. Da figura 15 temos:

$$M = M_0 + \frac{q\ell}{2} \left( \frac{\ell}{2} - x \right) - q \left( \frac{\ell/2 - x}{2} \right)^2$$

$$M = \frac{q}{2} \left\{ \ell \left( h + \frac{\ell}{4} \right) - x^2 \right\} \quad (6)$$

Sabendo que a força cortante em x é

$$V = q \left( \ell/2 - x \right) - q\ell/2 = - qx$$

temos que :  $\frac{dv}{dx} = - q$

Substituindo estes valores na equação (5) chegamos finalmente a equação diferencial para a deflexão do rolo sob flexão e cisalhamento combinados:

$$\frac{d^2y}{dx^2} = - q \left\{ \frac{1}{2EI} \left[ \ell \left( h + \frac{\ell}{4} \right) - x^2 \right] + \frac{k}{GA} \right\} \quad (7)$$

Integrando 2 vezes chegamos a:

$$\frac{dy}{dx} = -q \left\{ \frac{1}{2EI} \left[ l \left( h + \frac{l}{4} \right) x - \frac{x^3}{3} \right] + \frac{k}{GA} x \right\} + C_1 \quad (8)$$

e

$$y = -q \left\{ \frac{1}{2EI} \left[ l \left( h + \frac{l}{4} \right) \frac{x^2}{2} - \frac{x^4}{12} \right] + \frac{k \cdot x^2}{2GA} \right\} + C_1 x + C_2 \quad (9)$$

Para obter as constantes de integração usaremos as condições de contorno:

para  $x = 0$  temos  $\frac{dy}{dx} = 0$  e  $y = y \text{ m\AA}x$ .

de onde resulta que  $C_1 = 0$  e  $C_2 = y \text{ m\AA}x$ .

ent\AAo a equa\c3o\~ao 9 fica

$$y = -q \left\{ \frac{1}{2EI} \left[ l \left( h + \frac{l}{4} \right) \frac{x^2}{2} + \frac{x^4}{12} \right] + \frac{k x^2}{2GA} \right\} + y \text{ m\AA}x. \quad (10)$$

Conhecemos as seguintes rela\c3o\~es:

$$k = 4/3 \text{ para se\c3o\~ao circular} \quad (11)$$

$$G = 2/5E \quad (12)$$

$$A = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) \quad (13)$$

$$I = \frac{\pi}{64} (D^4 - d^4) = \frac{\pi}{64} (D^2 + d^2) (D^2 - d^2) \quad (14)$$

Combinando (13) e (14) obtemos:

$$A = \frac{16 I}{(D^2 + d^2)} \quad (15)$$

fazendo  $(D^2 + d^2) = R^2$

$$\text{ficamos com } A = \frac{16 I}{R^2} \quad (16)$$

Sabendo que para  $x = \frac{\ell}{2}$  temos  $y = 0$

e substituindo as relações (11), (12) e (16) na equação 10, obtemos:

$$0 = -q \left\{ \frac{1}{2EI} \left[ \ell \left( h + \frac{\ell}{4} \right) \frac{\ell^2}{8} - \frac{\ell^4}{192} \right] + \frac{4}{3} \frac{\ell^2}{4} \cdot \frac{1}{\frac{2 \cdot 2}{5} E} \cdot \frac{1}{R^2} + y \text{ m\bar{a}x.} \right\}$$

Rearranjando chegamos a:

$$y \text{ m\bar{a}x} = \frac{5 q \ell^4}{384EI} \left[ 1 + \frac{24}{5} \left( \frac{h}{\ell} \right) + 2 \left( \frac{R}{\ell} \right)^2 \right] \quad (17)$$

Usando o valor de  $y \text{ m\bar{a}x.}$  e também as relações (11), (12) e (16) na equação 10 e rearranjando chegamos finalmente ao valor da deflexão do rolo em qualquer ponto  $x$ :

$$y = \frac{5 q \ell^4}{384EI} \left\{ \left[ 1 + \frac{24}{5} \left( \frac{h}{\ell} \right) + 2 \left( \frac{R}{\ell} \right)^2 \right] - 8 \left[ \frac{3}{5} + \frac{12}{5} \left( \frac{h}{\ell} \right) + \left( \frac{R}{\ell} \right)^2 \right] \left( \frac{x}{\ell} \right)^2 + \frac{16}{5} \left( \frac{x}{\ell} \right)^4 \right\} \quad (18)$$

## - DIMENSIONAMENTO DA CAMISA

O dimensionamento será feito a flexão, levando em conta a alternância de carga (fadiga), uma vez que não há torção (a camisa gira livre sobre rolamentos).

Como carga será usada a pressão linear máxima, des considerando a pressão interna do óleo, que é o caso mais crítico, que ocorre se a calandra funcionar sem alimentação de óleo no Rolo Flutuante.

As qualidades de material e usinagem da camisa são fundamentais para o bom funcionamento do sistema.

Devido à grande pressão a que é submetida, deve ser de material com alta dureza superficial e bastante homogênea, a fim de evitar problemas de desgaste desigual e deve ter a superfície retificada para um bom contato.

O material como já foi dito é o ferro fundido coquilhado, cujas características podem ser observadas nos anexos 1 e 2.

Por determinação de projeto já temos definido o diâmetro externo da camisa, faltando portanto dimensionar o diâmetro interno, ou seja a espessura mínima da parede.

Da expressão (6) que fornece o valor do momento, temos:

$$M = \frac{q}{2} \left[ \ell \left( h + \frac{\ell}{4} \right) - x^2 \right] \quad (6)$$

Designation per works standard	GH 550	GH 580	GH 600	GH 640	GHG 480
Hardness (see SHW standard N 2-003/1) <sup>1</sup> Vickers (HV <sub>20</sub> ) Shore "C"	480 - 580 68 - 72	580 - 600 72 - 74	min. 600 min. 74	min. 640 min. 77	480 - 535 68 - 70
Modulus of Elasticity E <sub>0</sub> Total roll system (N/mm <sup>2</sup> )	~ 140000				
Tensile strength σ <sub>zB</sub> grey part (N/mm <sup>2</sup> )	> 140	> 150	> 160	> 180	> 420
Bending fatigue strength σ <sub>BW</sub> grey part (N/mm <sup>2</sup> )	> 65	> 70	> 75	> 180	> 180
Torsional strength τ <sub>B</sub> grey part (N/mm <sup>2</sup> )	~ 1,3 · σ <sub>zB</sub>				
Compression strength σ <sub>dB</sub> chilled part grey part (N/mm <sup>2</sup> )	1900 700	2000 850	2100 900	2600 900	2600 900
Heat conductivity λ <sub>25°C</sub> chilled part grey part (W/cm °C)	0,21 0,58	0,20 0,57	0,20 0,57	0,21 0,31	0,21 0,31
Linear coefficient of expansion α · 10 <sup>-6</sup> chilled part grey part (1/°C)	8,8 12	8,8 12	8,8 12	9 11,4	9 11,4
specific weight γ chilled part grey part (g/cm <sup>3</sup> )	7,67 7,1	7,67 7,1	7,67 7,1	7,5 7,2	7,5 7,2
approx. reference analysis [%]	C = 3,6 to 3,9 Si = 0,3 to 0,5 Mn = 0,2 to 0,4 P = 0,3 to 0,7	C = 3,7 to 3,9 Si = 0,3 to 0,5 Mn = 0,2 to 0,4 P = 0,3 to 0,7	C = 3,7 to 3,9 Si = 0,3 to 0,5 Mn = 0,2 to 0,5 P = 0,4 to 0,7	C = 3,7 to 3,9 Si = 0,3 to 0,5 Mn = 0,2 to 0,5 P = 0,4 to 0,7	C = 3,5 to 3,7 Si = 1,2 to 1,5 Mn = 0,9 to 1,4 P < 0,1
Nickel, Chromium, Molybdenum and others according to requirement					
<p>① Conversion into other hardness values according to SHW works standard N 2 - 003/2e.</p> <p>② The values depend on the chill depth and the roll dia. E for rolls with shrunk-in steelshaft on enquiry.</p>					

ANEXO 1

Roll Face or Piston Shaft

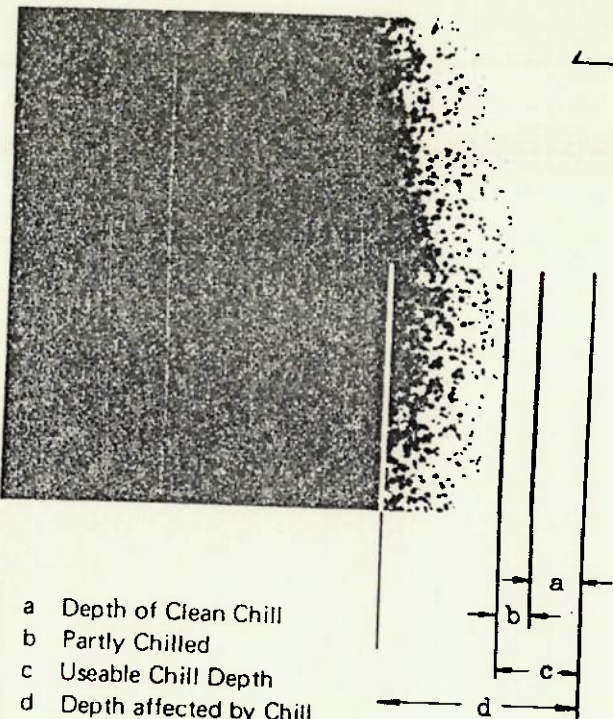
The surface of chilled cast iron rolls and pistons should be hard and free from inclusions. The central portion requires however a grey iron constitution with good strength properties. In the so-called chilled region hard cementite crystals are embodied in pearlite. In the middle of the roll the pearlite is mixed up with graphitic veins.

The **pure chill depth** is the outer zone down to the first grey dots.

The **useable chill depth** includes a certain amount of small grey dots.

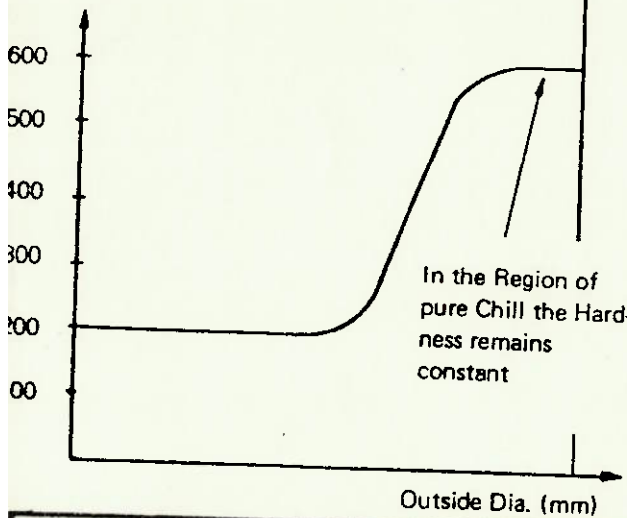
The **total depth affected by chill** ends, where the structure has wholly solidified as grey iron.

The following table gives data about the normally used depths of chill. Different executions are possible, but should be stated separately.



- a Depth of Clean Chill
- b Partly Chilled
- c Useable Chill Depth
- d Depth affected by Chill

Vickers Hardness  
HV 20



		Nominal Diameter		Useable Chill Depth	
		from	to	Rolls	Pistons
mm	inches	150	300	≈ 10	4 - 6
		6	12	≈ 3/8	2/8
mm	inches	300	600	≈ 12	5 - 10
		12	24	≈ 1/2	2/8 - 3/8
mm	inches	600	1200	≈ 16	10 - 15
		24	47	≈ 3/4	3/8 - 5/8

cujo valor máximo ocorre quando  $x = 0$ , ou seja no centro da viga.

$$M_{\bar{m}ax.} = \frac{q}{2} \left[ \ell \left( h + \frac{\ell}{4} \right) \right] \quad (6.1)$$

A expressão da tensão em função do momento aplicado e do ponto considerado é:

$$\sigma = \frac{M}{I} \cdot r \quad (19)$$

que deve obedecer a seguinte relação:

$$\sigma_{\bar{m}ax.} = \frac{M_{\bar{m}ax.}}{I} \cdot \frac{D}{2} \leq \sigma_{adm} \quad (20)$$

substituindo  $I = \frac{\pi}{64} (D^4 - d^4)$  na expressão 20 temos:

$$\sigma_{\bar{m}ax.} = \frac{32 M_{\bar{m}ax.} D}{\pi (D^4 - d^4)} \leq \sigma_{adm}$$

$$\text{ou ainda: } d^4 \leq D^4 - \frac{64 M_{\bar{m}ax.} D}{\pi \cdot \sigma_{adm}} \quad (20.1)$$

da equação (6.1) com os valores:

$$q = 100 \text{ KN/m} = 100 \text{ Kgf/cm}$$

$$\ell = BL = 2370 \text{ mm} = 237 \text{ cm}$$

$$h = \frac{LE - BL}{2} = \frac{3000 - 2370}{2} = 315 \text{ mm} = 31,5 \text{ cm}$$

$$M_{\bar{m}ax.} = \frac{100}{2} \left[ 237 \left( 31,5 + \frac{237}{4} \right) \right]$$

$$Mm\bar{a}x = 1 \cdot 10^6 \text{ Kgf.cm}$$

da expressão (20.1) com os valores

$$Mm\bar{a}x = 1 \cdot 10^6 \text{ Kgf.cm}$$

$$D = 380 \text{ mm} = 38 \text{ cm}$$

$$\sigma_{adm} = 49 \text{ N/mm}^2 = 490 \text{ Kgf/cm}^2$$

$$d^4 = 38^4 - \frac{32 \cdot 1 \cdot 10^6 \cdot 38}{\pi \cdot 490}$$

$$d = 33,7 \text{ cm} \quad \text{ou} \quad d = 337 \text{ mm}$$

Levando em conta critérios práticos de fundição, usinagem e montagem a camisa fica definida com:

$$D = 380 \text{ mm} \quad \text{e} \quad d = 230 \text{ mm}$$

## - CÁLCULO DA PRESSÃO INTERNA DO ÓLEO

Como já foi exposto anteriormente, para se obter um nip de pressão uniforme durante o funcionamento da Calandra devemos ter ambos os rolos com a mesma curva de abaulamento, ou seja, linhas elásticas coincidentes. Isto é obtido, através do ajuste da pressão interna do óleo, e graças ao facto de ambos os rolos estarem apoiados na mesma linha vertical (mesmo LE).

O rolo superior também é de Ferro Fundido Coquilhado, tendo portanto o mesmo valor para o módulo de elasticidade (E) do material da camisa.

A linha elástica de cada rolo será, conforme equação (18).

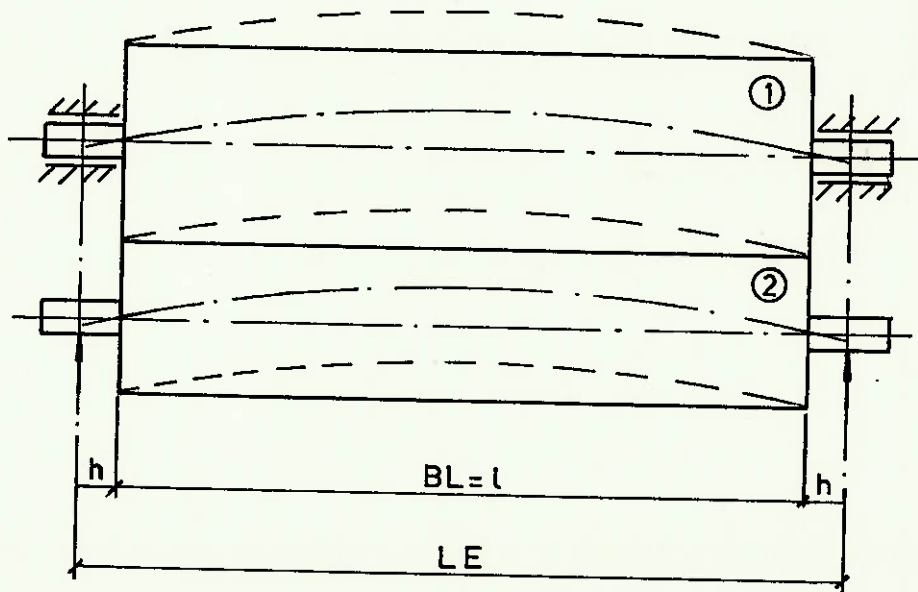


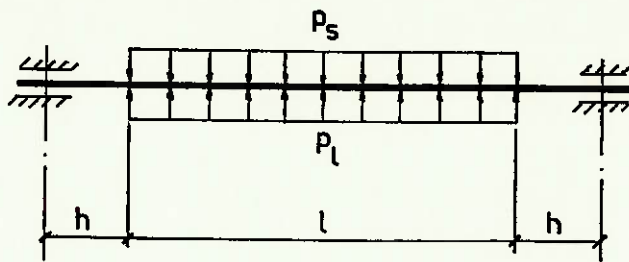
Fig. 16 - Igualdade das curvaturas.

$$y = \frac{5 q \ell^4}{384 EI} \left\{ \left[ 1 + \frac{24}{5} \left( \frac{h}{\ell} \right) + 2 \left( \frac{R}{\ell} \right)^2 \right] - 8 \left[ \frac{3}{5} + \frac{12}{5} \left( \frac{h}{\ell} \right) + \left( \frac{R}{\ell} \right)^2 \right] \left( \frac{x}{\ell} \right)^2 + \frac{16}{5} \left( \frac{x}{\ell} \right)^4 \right\}$$

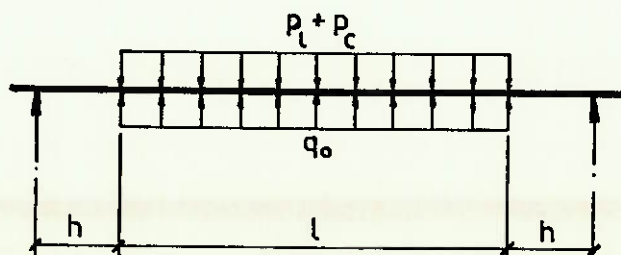
onde  $R^2 = D^2 + d^2$  para camisa  
 $R^2 = D^2$  para rolo maciço.

Obs.: Será usado o índice 1 para o rolo superior e o índice 2 para o Rolo Flutuante.

- Carregamento do Rolo Superior



- Carregamento do Rolo Flutuante



Igualando as duas linhas elásticas, sendo E, l e h iguais em ambos os rolos tendo x e y com mesmo referencial, ficamos com:

$$\frac{5q_1 \cdot l^4}{384EI_1} \left\{ \left[ 1 + \frac{24}{5} \left(\frac{h}{l}\right) + 2 \left(\frac{R_1}{l}\right)^2 \right] - 8 \left[ \frac{3}{5} + \frac{12}{5} \left(\frac{h}{l}\right) + \left(\frac{R_1}{l}\right)^2 \right] \left(\frac{x}{l}\right)^2 + \frac{16}{5} \left(\frac{x}{l}\right)^4 \right\} = \frac{5q_2 l^4}{384EI_2} \left\{ \left[ 1 + \frac{24}{5} \left(\frac{h}{l}\right) + 2 \left(\frac{R_2}{l}\right)^2 \right] - 8 \left[ \frac{3}{5} + \frac{12}{5} \left(\frac{h}{l}\right) + \left(\frac{R_2}{l}\right)^2 \right] \left(\frac{x}{l}\right)^2 + \frac{16}{5} \left(\frac{x}{l}\right)^4 \right\}$$

ou, simplificando, teremos expressões do tipo:

$$\frac{q_1}{I_1} \left[ A + Bx^2 + Cx^4 \right] = \frac{q_2}{I_2} \left[ \alpha + \beta x^2 + \gamma x^4 \right]$$

o que implica, para a igualdade das curvaturas, em:

$$\frac{q_1}{I_1} A = \frac{q_2}{I_2} \alpha \quad (I)$$

$$\frac{q_1}{I_1} B = \frac{q_2}{I_2} \beta \quad (II)$$

$$\frac{q_1}{I_1} C = \frac{q_2}{I_2} \gamma \quad (III)$$

$$\text{de (III)} \quad \frac{q_1}{I_1} = \frac{q_2}{I_2} \quad \text{ou} \quad q_2 = q_1 \frac{I_2}{I_1} \quad (21)$$

$$\text{de (I) ou (II)} \quad R_1^2 = R_2^2 \quad \text{ou} \quad D_1^2 = D_2^2 + d_2^2$$

$$D_1^2 = 380^2 + 230^2$$

$$D_1 = 445 \text{ mm}$$

Será usado um Rolo maciço de Ferro Fundido cõquilha do de diâmetro 450 mm.

- Momentos de Inércia

$$I_1 = \frac{\pi \cdot 45^4}{64}$$

$$I_1 = 201 \cdot 10^3 \text{ cm}^4$$

$$I_2 = \frac{\pi}{64} (38^4 - 23^4)$$

$$I_2 = 88,6 \cdot 10^3 \text{ cm}^4$$

Da equação (21)

$$q_2 = \frac{I_2}{I_1} q_1$$

$$q_2 = \frac{88,6 \cdot 10^3}{201 \cdot 10^3} q_1$$

$$q_2 = 0,44 q_1 \quad (21.1)$$

$q_1$  = carga no rolo superior = pressão linear ( $p_\ell$ ) - peso próprio do rolo superior ( $p_s$ ).

$q_2$  = carga no rolo flutuante = carga devido à pressão interna do óleo ( $q_0$ ) - (peso próprio da camisa ( $p_c$ ) + pressão linear ( $p_\ell$ ))

ou de forma literal:

$$q_1 = p - p_s \quad (22)$$

$$q_2 = q_0 - (p_c + p_\ell) \quad (23)$$

sendo:

$$p_\ell = 25 \text{ a } 100 \text{ Kgf/cm}$$
$$p_s = 13 \text{ Kgf/cm}$$
$$p_c = 5,5 \text{ Kgf/cm}$$

- DÉTERMINAÇÃO DA CARGA RESULTANTE NO ROLO FLUTUANTE (q<sub>2</sub>)

Para pressão linear de 100 kgf/cm

de (22)  $q_1 = 100 - 13$   
 $q_1 = 87 \text{ Kgf/cm}$

de (21.1)  $q_2 = 0,44 \cdot 87$   
 $q_2 = 38,28 \text{ Kgf/cm}$

de (23)  $q_2 = q_0 - (p_c + p_\ell)$   
ou  $q_0 = q_2 + p_c + p_\ell \quad (23.1)$

$$q_0 = 38,28 + 5,5 + 100$$

$$q_{0,100} = 143,8 \text{ Kgf/cm}$$

Para pressão linear de 25 Kgf/cm

de (22)  $q_1 = 25 - 13$   
 $q_1 = 12 \text{ Kgf/cm}$

de (21.1)  $q_2 = 0,44 \cdot 12$   
 $q_2 = 5,3 \text{ Kgf/cm}$

de (23.1)  $q_0 = 5,3 + 5,5 + 25$   
 $q_0 = 35,8 \text{ Kgf/cm}$

As cargas  $q_0$  devem ser obtidas através da pressão interna do óleo distribuída em 180° da superfície interna da camisa.

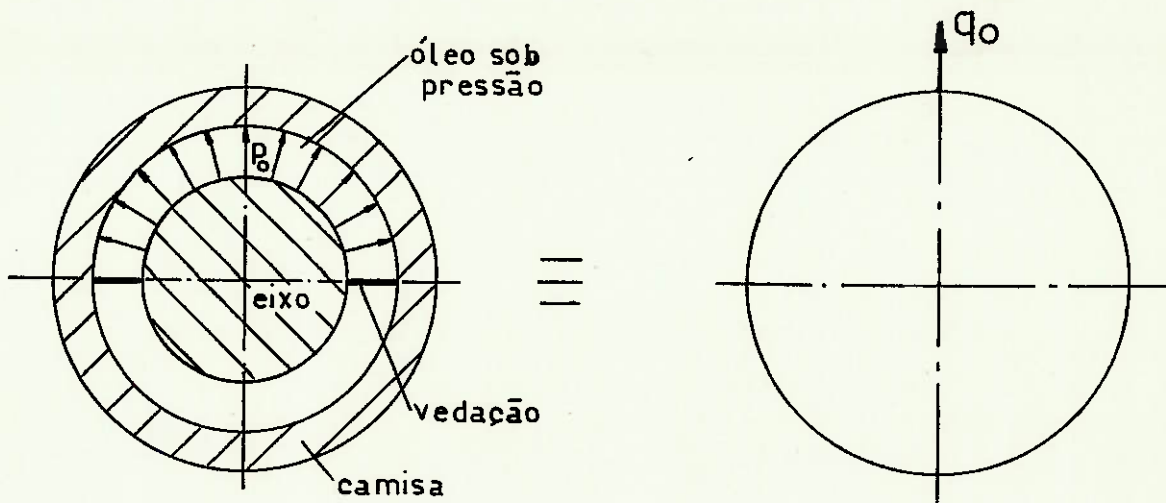


Fig. 19

Uma pressão  $p_0$  atuando internamente a um tubo (em  $180^\circ$ ), com diâmetro interno  $d$ , resulta:

$$q_0 = p_0 \cdot d$$

donde se obtêm a pressão interna do óleo:

$$p_0 = \frac{q_0}{d} \quad (24)$$

Pressão linear de 100 Kgf/cm:

$$q_{0100} = 143,8 \text{ Kgf/cm}$$

$$\text{de (24)} \quad p_0 = \frac{143,8}{23}$$

$$p_{0100} = 6,25 \text{ Kgf/cm}^2$$

Pressão linear de 25 Kgf/cm

$$q_{025} = 35,8 \text{ Kgf/cm}$$

de (24) 
$$p_{025} = \frac{35,8}{23}$$

$$p_{025} = 1,56 \text{ Kgf/cm}^2$$

## - DETERMINAÇÃO DO EIXO

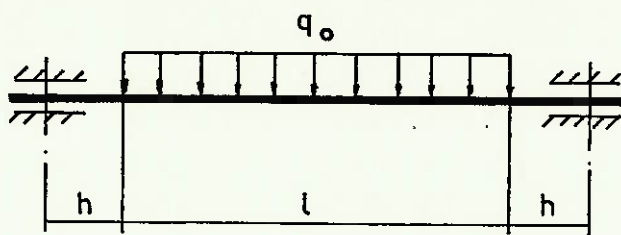
O eixo é fixo, ficando sujeito somente à pressão do óleo.

O material do eixo será aço SAE 1050 Forjado, Re cozido e Normalizado, com

$$\sigma_{adm} = 220 \text{ N/mm}^2 \cong 2200 \text{ Kgf/cm}^2$$

O carregamento será máximo com pressão linear de 100 KN/m, resultando:

$$q_0 \text{máx} = 143,8 \text{ Kgf/cm}$$



da equação (6.1)

$$M \text{máx} = \frac{q_0}{2} \left[ l \left( h + \frac{l}{4} \right) \right]$$

$$M \text{máx} = \frac{143,8}{2} \left[ 237 \left( 31,5 + \frac{237}{4} \right) \right]$$

$$M \text{máx} = 1,55 \cdot 10^6 \text{ Kgf.cm}$$

da equação (20)

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{I} \cdot \frac{D}{2} \leq \sigma_{\text{adm}} \quad (20)$$

substituindo  $I = \frac{\pi D^4}{64}$  em (20)

$$\text{temos: } D^3 \geq \frac{32 \cdot M_{\max}}{\pi \cdot \sigma_{\text{adm}}}$$

$$D^3 \geq \frac{32 \cdot 1,55 \cdot 10^6}{\pi \cdot 2200}$$

$$D \geq 19,3 \text{ cm}$$

$$D \geq 193 \text{ mm}$$

- SELEÇÃO DAS SANFONAS PNEUMÁTICAS

A pressão linear no nip da Calandra será obtida através da ação de 2 sanfonas pneumáticas no LE do Rolo Flutuante.

As sanfonas usados serão do tipo AIRSTROKE de fabricação FIRESTONE.

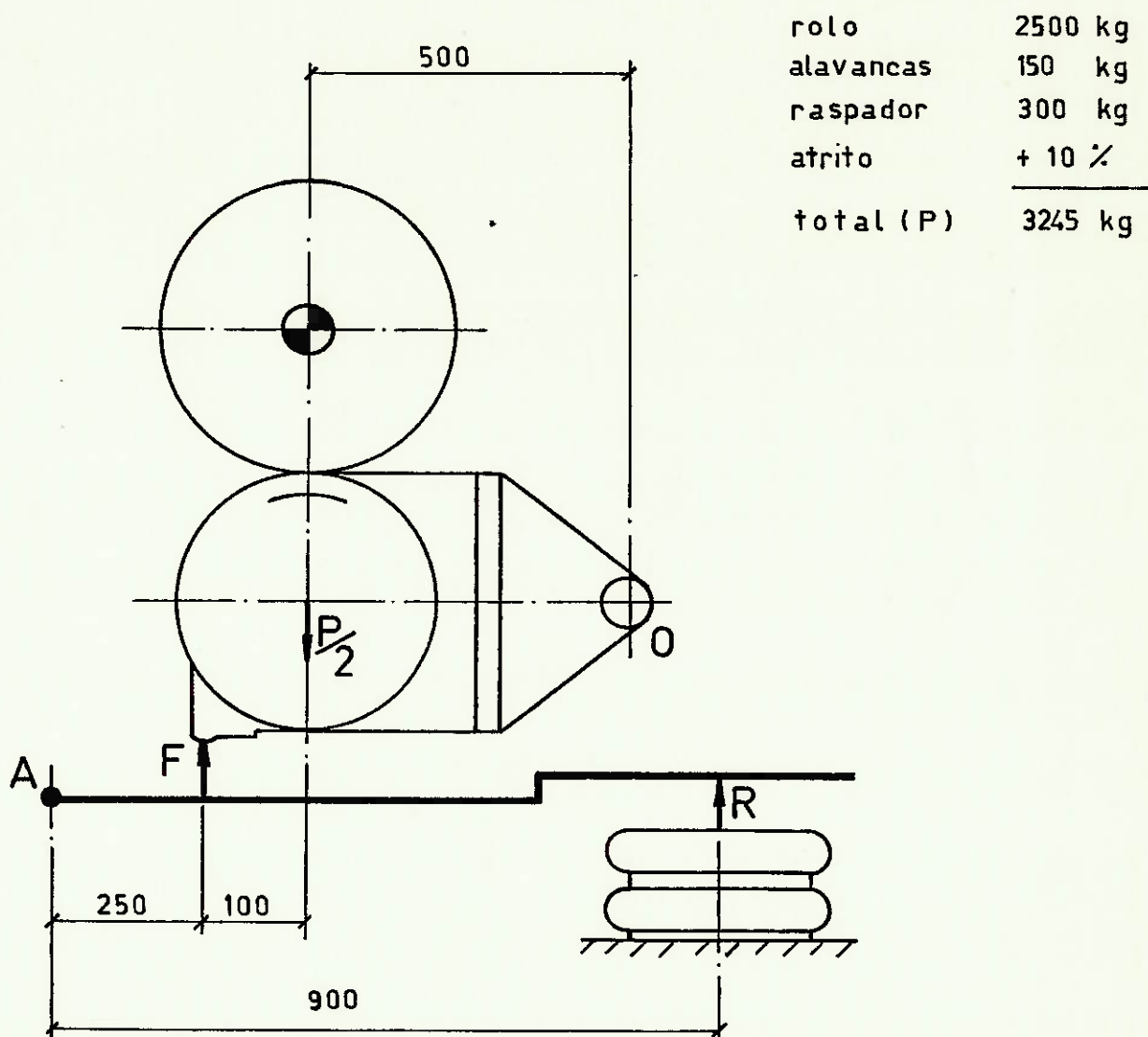


Fig. 21 - Esquema da Calandra.

De acordo com a Fig. 21, temos:

$$\Sigma M_A = 0$$

$$R \cdot 900 = F \cdot 250$$

$$R = \frac{250 \cdot F}{900} \quad (25)$$

$$e \quad \Sigma M_0 = 0$$

$$F \cdot 600 = \frac{P}{2} \cdot 500$$

$$F = \frac{500 \cdot P}{2 \cdot 600} \quad (26)$$

Substituindo o valor de F na expressão (25), resulta:

$$R = 0,116 \cdot P \quad (27)$$

O valor de P é obtido pela soma dos pesos do conjunto do Rolo Flutuante (Rolo, Alavancas e Raspador) além da carga devido à pressão linear agindo na largura de contato BL

$$P = 3245 + (P_l \cdot BL) \quad (28)$$

- Para pressão Linear de 100 Kgf/cm temos; aplicando a equação (28):

$$P = 3245 + (100 \cdot 237)$$

$$P = 26945 \text{ Kgf}$$

Aplicando este valor na expressão (27), obtemos:

$$R = 0,116 \cdot 26945$$

$$R = 3125 \text{ Kgf} \quad \text{ou} \quad R_{100} = 6890 \text{ lbf}$$

- Para pressão linear de 25 Kgf/cm temos, aplicando a equação (28):

$$P = 3245 + (25 \cdot 237)$$

$$P = 9170 \text{ Kgf}$$

Com este valor na equação (27), obtemos:

$$R = 0,116 \cdot 9170$$

$$R = 1064 \text{ Kgf} \quad \text{ou} \quad R_{25} = 2350 \text{ lbf}$$

- Para encostar o Rolo (sem pressão linear):

$$P = 3245 \text{ Kgf}$$

Da expressão (27):

$$R = 0,116 \cdot 3245$$

$$R = 380 \text{ Kgf} \quad \text{ou} \quad R_0 = 840 \text{ lbf}$$

Através do anexo 3, que mostra a curva de funcionamento de uma sanfona AIRSTROKE Nº 21 da FIRESTONE é possível obter as pressões de alimentação para cada um dos 3 casos apresentados.

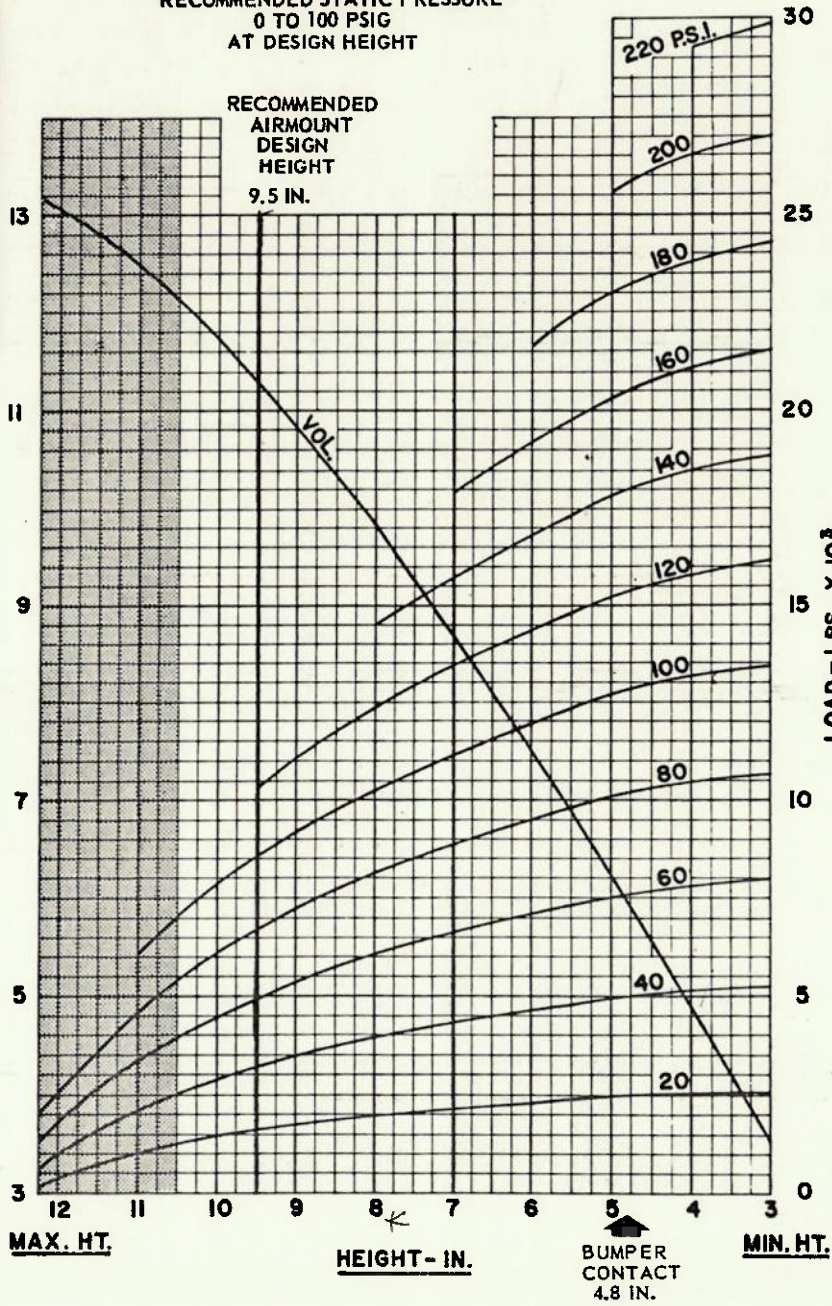
- Pressão Linear de 100 Kgf/cm,  $R = 6890 \text{ lbf}$

pressão nas sanfonas  $P_{100} \cong 70 \text{ psi} = 5,0 \text{ bar}$

## 21 SERIES STATIC DATA

RECOMMENDED STATIC PRESSURE  
0 TO 100 PSIG  
AT DESIGN HEIGHT

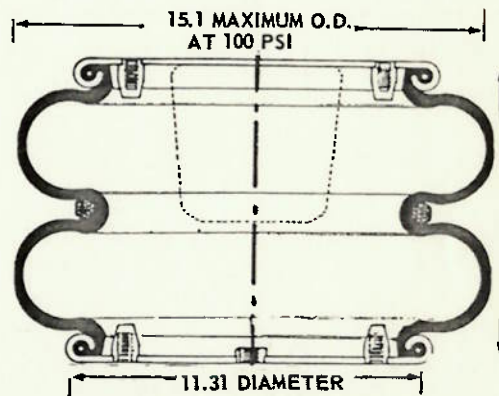
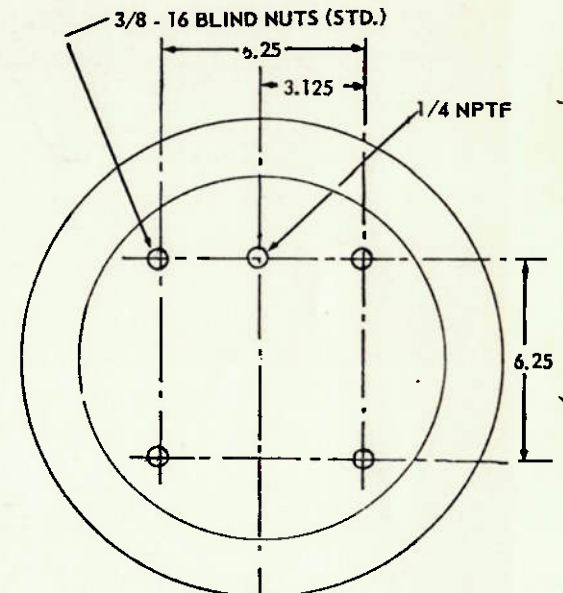
RECOMMENDED  
AIRMOUNT  
DESIGN  
HEIGHT  
9.5 IN.



DO NOT USE AIRSTROKE IN  
SHADED AREA WITHOUT  
CONSULTING FIRESTONE

## EXAMPLES OF DYNAMIC CHARACTERISTICS

DESIGN HEIGHT - 9.5 IN.	VOLUME - 1130 IN. <sup>3</sup>		
PRESSURE - PSIG	40	60	80
LOAD - lbs	3200	4900	6700
RATE - lbs./in.	1138	1589	2051
FREQUENCY - cpm	112	107	104



ASSEMBLY CODES 2 PLY VERSION  
BLIND NUTS, 1/4 NPTF.....7145  
BLIND NUTS, 1/4 NPTF, BUMPER...7146  
BLIND NUTS, 3/4 NPTF .....7143  
BLIND NUTS, 3/4 NPTF, BUMPER...7144  
BUTTON HEAD BEAD RING-  
1-7/8 BOLTS, NUTS, WASHERS.....7139  
RUBBER BELLOWS ONLY.....0213  
STYLE 205 4 PLY VERSION  
BLIND NUTS, 1/4 NPTF.....7208  
BLIND NUTS, 1/4 NPTF, BUMPER...7221  
BLIND NUTS, 3/4 NPTF .....7224

ASSEMBLY WEIGHT.....18.0 LBS.

- Pressão Linear de 25 Kgf/cm,  $R = 2350 \text{ lbf}$

pressão nas sanfonas  $P_{25} \approx 25 \text{ psi} = 1,8 \text{ bar}$

- Encosto do Rolo,  $R = 840 \text{ lbf}$

pressão nas sanfonas  $P_0 = 11 \text{ psi} = 0,75 \text{ bar}$ .

- CÁLCULO DA FLEXA MÁXIMA DA CAMISA E DO ROLO

A flexa máxima ocorrerá quando a Calandra estiver operando com a pressão máxima (100 KN/m), e pode ser obtida da expressão (17):

$$Y_{m\bar{x}} = \frac{5q\ell^4}{384EI} \left[ 1 + \frac{24}{5} \left( \frac{h}{\ell} \right) + 2 \left( \frac{R}{\ell} \right)^2 \right] \quad (17)$$

Para a camisa temos:

$$q = 38,3 \text{ Kgf/cm} \quad \text{da expressão (21.1)}$$

$$h = 31,5 \text{ cm}$$

$$\ell = 237 \text{ cm}$$

$$R^2 = 38^2 + 23^2 = 1973$$

$$E = 1,4 \cdot 10^6 \text{ Kgf/cm}^2$$

$$I = \frac{\pi}{64} (38^4 - 23^4) = 88,6 \cdot 10^3 \text{ cm}^4$$

o que resulta:

$$Y_{m\bar{x}} = \frac{5 \cdot 38,3 \cdot 237^4}{384 \cdot 1,4 \cdot 10^6 \cdot 886 \cdot 10^3} \left[ 1 + 24 \left( \frac{31,5}{237} \right) + 2 \left( \frac{1973}{237^2} \right) \right]$$

$$Y_{m\bar{x}} = 0,027 \text{ cm}$$

$$Y_{m\bar{x}} = 0,27 \text{ mm}$$

Para o eixo (diâmetro 220 mm):

$$q = 143,8 \text{ Kgf/cm} \quad \text{da expressão (23.1)}$$

$$h = 31,5 \text{ cm}$$

$$\ell = 237 \text{ cm}$$

$$R^2 = 22^2$$

$$E = 2,1 \cdot 10^6 \text{ Kgf/cm}^2$$

$$I = \frac{\pi \cdot 22^4}{64} = 11,5 \cdot 10^3 \text{ cm}^4$$

o que resulta:

$$Y_{m\bar{a}x} = \frac{5 \cdot 143,8 \cdot 2374}{384 \cdot 2,1 \cdot 10^6 \cdot 11,5 \cdot 10^3} \left[ 1 + \frac{24}{5} \left( \frac{31,5}{237} \right) + 2 \left( \frac{22}{237} \right)^2 \right]$$

$$Y_{m\bar{a}x} = 0,405 \text{ cm}$$

$$Y_{m\bar{a}x} = 4,05 \text{ mm}$$

## - CÁLCULO DA VELOCIDADE CRÍTICA

A velocidade crítica é verificada para que não seja atingida nas rotações normais de trabalho. Ela deve ser bem maior do que a velocidade máxima da máquina para que não haja vibração, o que prejudicaria a qualidade do papel e poderia até mesmo danificar os componentes do sistema.

Segundo Den Hartog, para eixos bi-apoiados de seção transversal constante a frequência natural de 1ª ordem é

$$f_n = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{gEI}{W (LE)^3}} \quad (29)$$

e portanto a velocidade crítica é:

$$V_{cr} = \pi \cdot D \cdot f_n \quad (30)$$

Com os valores de E, I, LE e g já conhecidos e sabendo que o peso do conjunto giratório é  $W = 1600 \text{ Kgf}$ , temos aplicando a expressão (29):

$$f_n = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{9,8 \cdot 1,4 \cdot 10^{10} \cdot 8,86 \cdot 10^{-4}}{1,6 \cdot 10^3 \cdot (3)^3}}$$

$$f_n = 83,3 \text{ seg}^{-1}$$

que aplicado à expressão (30), resulta

$$V_{cr} = \pi \cdot 0,38 \cdot (83,3 \cdot 60)$$

$$V_{cr} = 5970 \text{ m/min.}$$

Valor que está bem acima das 200 m/min que é a nossa velocidade de projeto.

## - PEÇAS DO CONJUNTO DO ROLO

A grande maioria das peças a serem usadas na montagem do rolo deverá ser fabricada especialmente, ou seja, a partir de chapas, barras, etc., de material apropriado serem usinadas de acordo com a geometria e aplicação de cada uma.

Os mancais do lado de comando (LC) e do lado de acionamento (LA) deverão ser fundidas em ferro devido a suas formas geométricas e por requererem boas características para amortecimento de vibrações.

Também a camisa será fundida devido às características requeridas para o material, que conforme já foi exposto é Ferro Fundido Coquilhado, sendo em seguida usinada. A camisa bruta deverá ser adquirida no exterior uma vez que ainda não é possível obter no Brasil as características necessárias para o material.

Há ainda as peças que serão adquiridas já prontas, por serem padronizadas como é o caso de parafusos, vedações, molas, rolamentos, etc.

As réguas de vedação da câmara pressurizada constituem-se caso a parte, por serem de material especial, necessitando desta forma serem importadas, uma vez que não há fornecedores nacionais.

Na lista de materiais é possível observar todos os componentes do conjunto do Rolo.

## ROLAMENTOS

Uma análise da montagem do Rolo Flutuante mostra que toda a carga do eixo é transmitida ao mancal diretamente pelo rōtula esfērica, ficando o rolamento sujeito somente à carga resultante na camisa.

Devido ao desalinhamento acarretado pela flexão tanto no eixo como na camisa, o rolamento deverá ser auto-compensador.

O rolamento selecionado é auto-compensador de Rolos da SKF, com medidas 200 . 280 . 60.

- Verificação da vida dos rolamentos.

A verificação será feita admitindo que o rolamento opere 24 horas por dia (funcionamento da máquina de papel) com a velocidade de projeto e com a máxima pressão linear. Nestas condições temos:

velocidade de funcionamento (da máquina): 200 m/min  
carga no rolamento (radial)

$$F_R = \frac{38,5 \cdot 237}{2}$$

$$F_R = 4560 \text{ Kgf}$$

Segundo o Catálogo Geral da SKF, temos para a vida nominal do rolamento, em anos, a seguinte expressão:

$$L = \frac{1 \cdot 10^6}{60 \cdot n \cdot 365 \cdot 24} \cdot \left(\frac{C}{P}\right)^p$$

onde:

L - vida nominal em anos

C - capacidade de carga dinâmica em N

P - carga dinâmica equivalente no rolamento em N

p - expoente que vale 10/3 para rolamentos de rolos

n - rotação em rpm

Segundo o Catálogo da SKF temos:

A carga dinâmica P vale

$$P = X F_R + Y F_A$$

sendo X e Y fatores de carga dinâmica, e  $F_R$  e  $F_A$  respectivamente força radial e axial no rolamento.

admitindo  $F_A = 0,1 F_R$  temos

$$F_A = 0,1 \cdot 4560 \qquad F_A = 456 \text{ Kgf}$$

Para o rolamento selecionado temos:

$$X = 1$$

$$Y = 3,6$$

e portanto

$$P = 1 \cdot 4560 + 3,6 \cdot 456$$

$$P = 6200 \text{ Kgf} \cong 62.000 \text{ N}$$

e ainda do Catálogo da SKF

$$C = 475.000 \text{ N}$$

A rotação do rolamento será

$$n = \frac{V}{\pi D} \quad D - \text{diâmetro do Rolo Flutuante}$$

$$n = \frac{200}{\pi \cdot 0,38}$$

$$n = 167,5 \text{ rpm}$$

Na equação da vida nominal obtemos:

$$L = \frac{1 \cdot 10^6}{60 \cdot 167,5 \cdot 24 \cdot 365} \left( \frac{475}{62} \right)^{10/3}$$

$$L = 10 \text{ anos}$$

O valor obtido para a vida nominal dos rolamentos está dentro dos limites recomendados.

## VII - UNIDADE PNEUMÁTICO-HIDRÁULICA

A unidade pneumático-hidrática pode ser dividida em 3 grupos: Agregado Hidráulico, Púlpito de Comando e Campo.

No agregado hidráulico encontramos o tanque de óleo, as bombas e todos os acessórios para que se possa suprir o sistema com óleo nas condições exigidas para o perfeito funcionamento do Sistema do Rolo Flutuante.

O púlpito de comando concentra os equipamentos que fazem o controle do funcionamento do Rolo Flutuante no que diz respeito à alimentação de óleo e ar no Sistema, de acordo com as necessidades de operação da Calandra.

Há ainda os elementos que se encontram no caminho do fluxo de óleo e ar para o rolo, como válvulas e fluxostato e ainda o Regulador Diferencial de Pressão que é montado numa das extremidades do eixo do Rolo Flutuante. A estes elementos costuma-se chamar equipamentos de campo.

Em seguida farei a descrição de funcionamento do circuito e a apresentação dos elementos que compõem a unidade pneumático-hidrática, mostrando um esquema de cada um deles acompanhado por alguns dados.

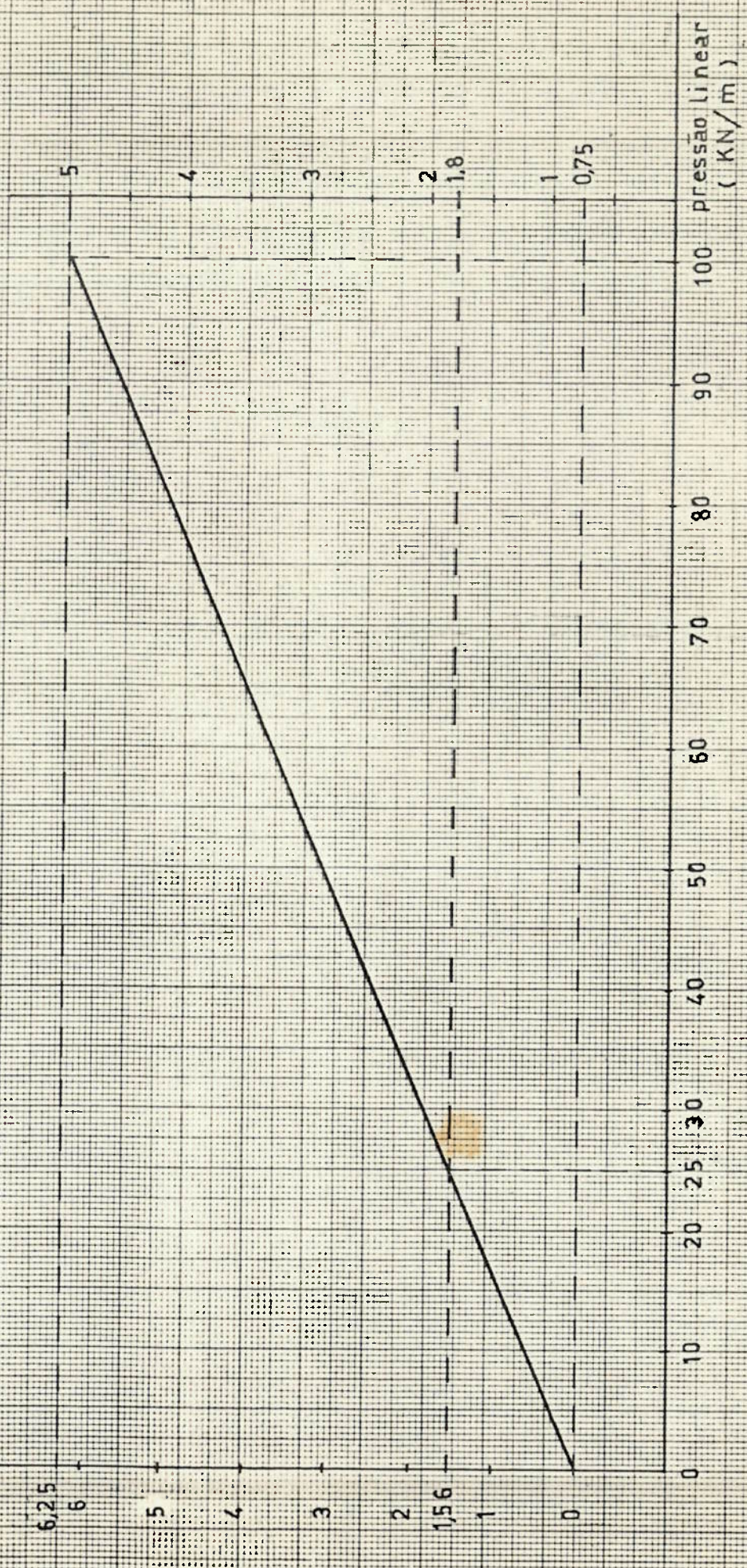
Uma descrição completa dos componentes da unidade pode ser observada na lista de peças do esquema do circuito pneumático-hidrático.

O anexo 4 mostra um gráfico que fornece os valores das pressões necessárias na câmara pressurizado do Rolo e nas Sanfonas Pneumáticas como função da pressão linear de funcionamento da Calandra. A vazão de óleo no Rolo é mantida em torno de 40 l/m (valor obtido de observações experimentais).

250  
200  
150  
100  
50

pressão do ar  
comprimido nas safonas  
(atm)

pressão do óleo  
(atm)



## DESCRIÇÃO DE FUNCIONAMENTO DO CIRCUITO

A unidade de bombeamento compreende um tanque de óleo de aproximadamente 380 litros de capacidade com duas moto-bombas de engrenagens (PF1) e (PF2) cujas linhas de sucção ficam imersas no tanque. O motivo da existência de duas bombas é a necessidade de se fazer manutenção sem que seja necessário parar a máquina. Há ainda um arranjo de válvulas de segurança para limitar a pressão máxima no Rolo Flutuante. Duas válvulas de retenção são também montadas sobre o tanque.

Quando a bomba é acionada, óleo é alimentado através da válvula de retenção e válvula de segurança através do trocador de calor e filtro em direção ao Regulador Diferencial de Pressão (DR2) montada na extremidade do eixo do Rolo Flutuante. Enquanto nenhum sinal pneumático é enviado ao diafragma do Regulador Diferencial de Pressão o óleo irá simplesmente preencher o Rolo Flutuante e fluir através do Regulador para a câmara de drenagem e daí retornar ao tanque através do eixo.

Para facilitar o entendimento de função do Regulador Diferencial de Pressão, este será descrito em seguida.

A Fig.22 mostra um Regulador Diferencial montado na extremidade do eixo do Rolo Flutuante. Óleo proveniente da bomba é admitido pela conexão (P), flui através do eixo e preenche a câmara pressurizada do Rolo. A pressão na câmara aumenta fazendo aumentar proporcionalmente a pressão na câmara (I) do Regulador onde é atuado o lado esquerdo do pistão (12).

Na conexão (S) uma pressão pneumática (valor nominal) ajustada no painel de controle, age sobre o diafragma do pistão (13).

Os pistões (12) e (13) estão ligados pelo eixo (K5) que é livre para deslizar sobre buchas de esferas.

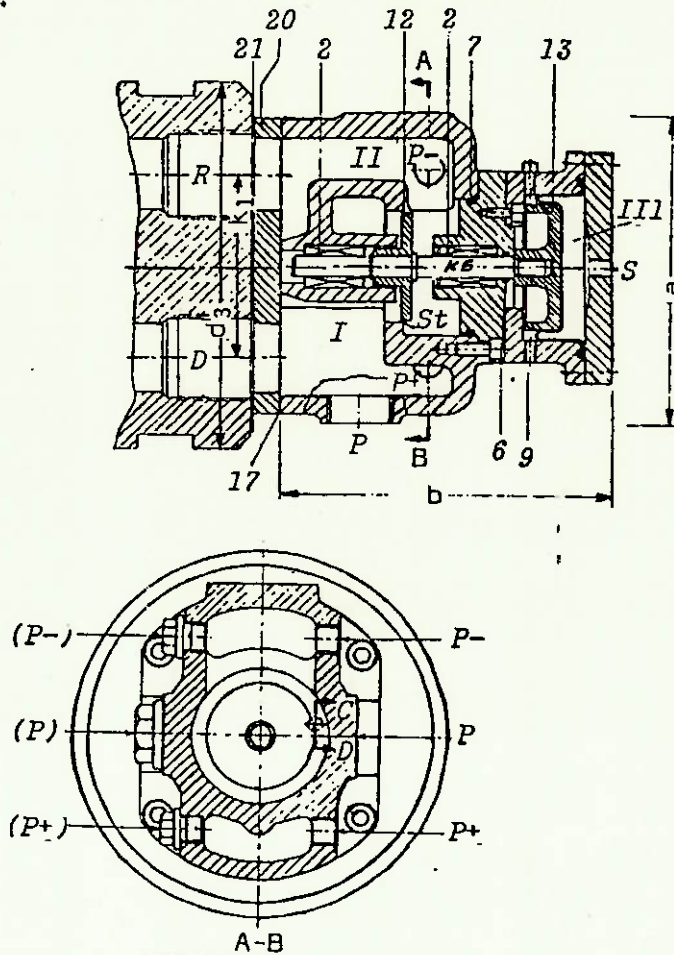


Fig. 22 - Regulador Diferencial de Pressão.

Como a pressão no Rolo Flutuante cresce, a força que age no lado esquerdo do pistão (12) torna-se maior que a força pneumática sobre o difragma do pistão (13); fazendo com que a montagem dos pistões mova-se para a direita. Óleo pode então fluir através da abertura (St) em direção à câmara de drenagem (II).

Os pistões (12) e (13) continuarão a se mover para a direita até que a ação das forças estejam balanceadas. Nes-

te ponto de equilíbrio a câmara pressurizada do Rolo irá receber somente a quantia necessária de óleo para mantêr a pressão ajustada pelo operador, e o óleo em excesso continuará a fluir pela abertura (St) em direção à câmara (II) e daí para a câmara de drenagem de onde retorna ao reservatório como descrito anteriormente.

Resistências ao fluxo do óleo na linha de retorno causarão uma contra-pressão na câmara de drenagem ou câmara não-pressurizada do Rolo e esta contra-pressão age sobre o lado direito do pistão (12) na mesma direção em que está agindo a força pneumática no pistão (13). Com o equilíbrio de forças tendo sido alterado, a montagem dos pistões começa a se mover para a esquerda e bloqueia parcialmente o fluxo de óleo através da abertura (St) até que a pressão na câmara pressurizada do Rolo aumente de uma quantia igual à contra-pressão criada na câmara de drenagem. Desta forma a montagem de pistões fica novamente balanceada resultando num equilíbrio de pressão.

Do exposto segue que uma vez que o operador varie a pressão pneumática sobre o diafragma do pistão (13), a posição da montagem de pistões irá se alterar fazendo com que a pressão no Rolo Flutuante aumente ou diminua de acordo com o valor pneumático ajustado.

A diferença entre as pressões das câmaras pressurizada e não pressurizada é chamada pressão diferencial, isto é, pressão efetiva no Rolo Flutuante.

Uma linha de sinal da câmara pressurizada e outra da câmara de drenagem do Rolo saem do Regulador através das conexões (B2) e (B1) e vão para o painel de controle onde a pressão efetiva real pode ser lida num manômetro diferencial. Há ainda um manômetro que lê somente o valor de pressão da câmara de drenagem do Rolo. Ver circuito pneumático-hidráulico.

## - OPERAÇÃO DO SISTEMA

Ar de instrumentação chega até a estação de controle através do Filtro e Regulador de Pressão (DR + AFI) e alimenta todo o sistema de controle.

Antes que o sistema entre em operação normal, deve-se aplicar às sanfonas pneumáticas a pressão necessária para levantar e encostar o Rolo Flutuante no Rolo Superior.

A partir de então o sistema operará da seguinte maneira: sinais das sanfonas pneumáticas chegam aos pontos (e1) e (e2) do Calculador Pneumático (CPI) que está ajustado para dar determinado valor do sinal de saída que fará variar a pressão no Rolo Flutuante em proporção direta à variação de pressão nas sanfonas de carga.

Desta forma torna-se possível aplicar uma carga externa, a fim de aumentar a pressão na Calandra, usando as sanfonas pneumáticas. A pressão adicional das sanfonas alimentará em forma de sinal os pontos (e1) e (e2) do Calculador Pneumático. O valor do sinal de saída do ponto (a) aumentado vai do ponto (e) do Regulador de Pressão onde é adicionado ao valor ajustado na mola de tensão. O sinal de saída total vai então ao Regulador Diferencial de Pressão na extremidade do Rolo Flutuante.

Assim, qualquer variação na carga aplicada às sanfonas é simultaneamente acompanhada por uma variação na pressão do Rolo Flutuante, garantida pelo Calculador Pneumático, mantendo assim, sob qualquer circunstância de carga, um nível de pressão constante.

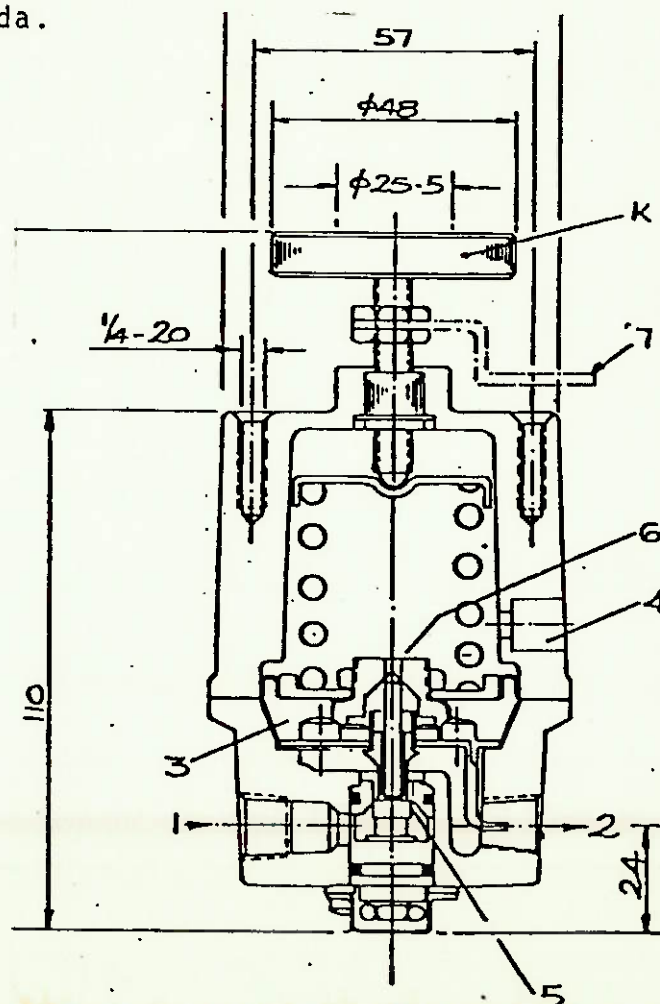
- CONTROLADOR DE PRESSÃO PNEUMÁTICA  
(DISPOSITIVO DE CORREÇÃO)

O controlador de pressão mantém constante o valor de pressão previamente estabelecido, quase não afetado pelas flutuações na pressão de entrada e pelas variações de volume de passagem.

O controlador opera sob o princípio de balanço de força. A força da mola de compressão, pré-tensionada pelo fuso K, age sobre o ariete, da válvula de entrada através do diafragma. A abertura então criada na válvula de entrada efetua uma mudança na pressão de saída até que esta, agindo sobre o lado de baixo do diafragma, iguale a força gerada pela mola.

Uma redução na força da mola resulta numa elevação do diafragma. Isto é então seguida pela abertura da válvula de retorno até que a pressão de saída esteja condizente com a força da mola reduzida.

1. Entrada
2. Saída
3. Câmara de Controle
4. Passagem de alívio
5. Válvula de entrada
6. Válvula de Retorno
7. Indicador.



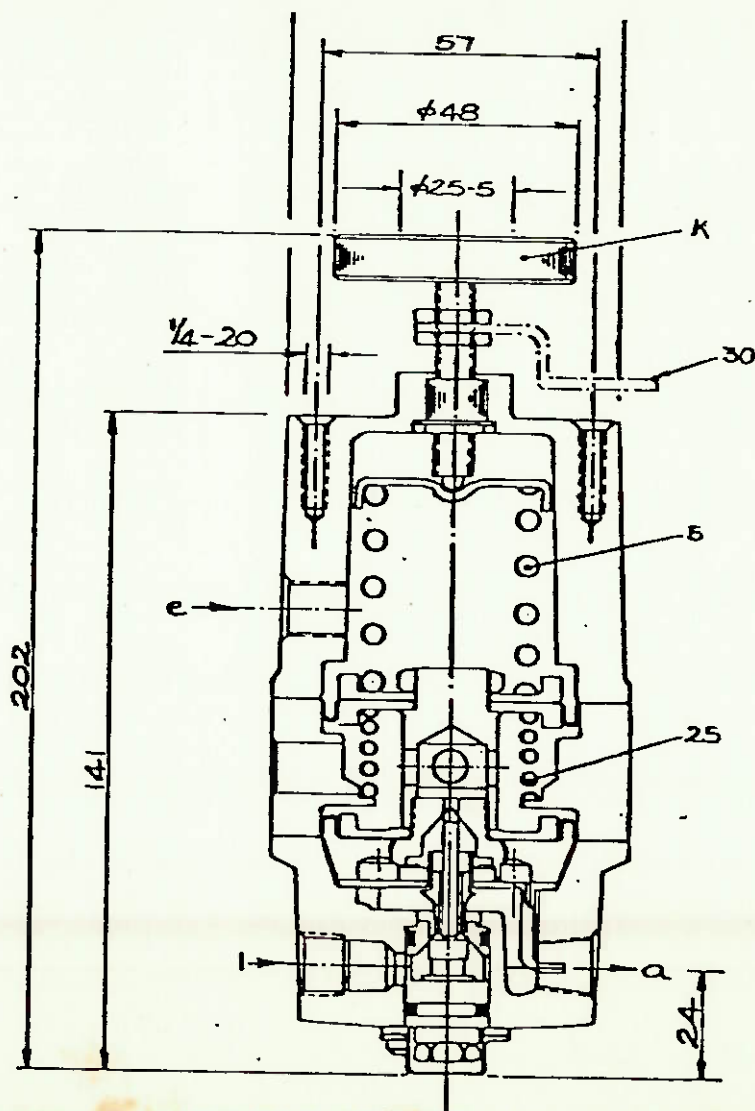
## - REGULADOR DE PRESSÃO

A fim de expandir a faixa de correção, uma mola de maior tensão é colocada no modelo standart.

O sinal de saída a é determinado pelo sinal enviado à entrada do regulador e e pela força da mola a ser ajustada pelo fuso K.

Dependendo da ajustagem as forças das molas 5 e 25 são somadas ou subtraídas do sinal de entrada e. Mudanças em e ou K resulta num deslocamento da válvula principal, criando assim um acréscimo ou decréscimo do sinal de saída a.

Quando usado como dispositivo de correção, o valor da correção é indicada por um ponteiro (30) montado no fuso de ajustagem, sobre um mostrador.

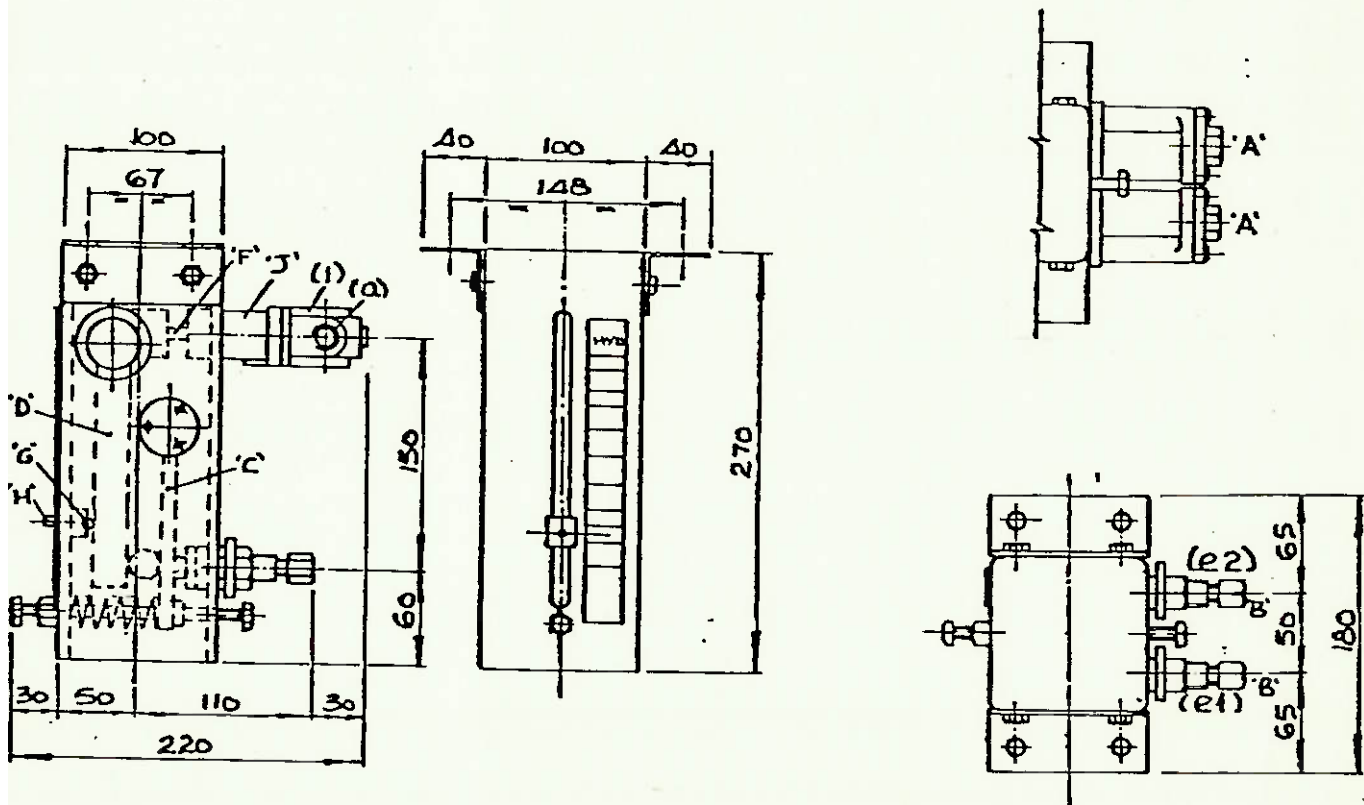


- CALCULADOR PNEUMÁTICO

O calculador pneumático multiplica a pressão existente na entrada de um valor previamente ajustado. Este valor pode ser ajustado continuamente de 1:30 até 30:1.

O calculador opera sob o princípio de balanço de forças. A pressão nas entradas e1 e e2 agem sobre os foles de medida "A-A" ou "B-B", os quais transferem as forças geradas para a plataforma oscilante "C". Esta força atua através da haste "D" e cavalete "G" e de lá, empurrando "F" sobre o conversor de força "J".

Para ajustar a relação afrouxa-se o parafuso "H" e move-se o cavalete para a posição requerida.



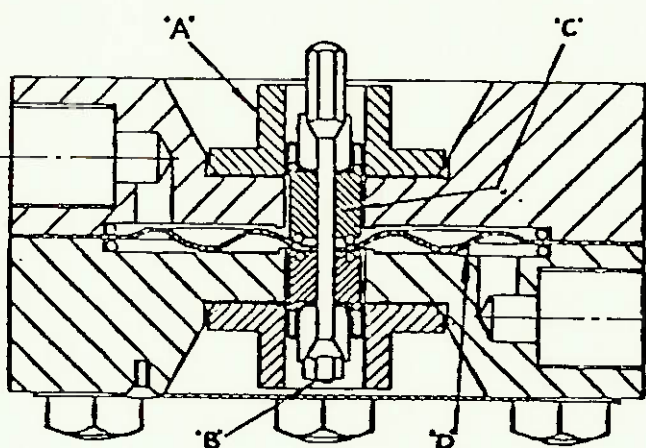
## - MANÔMETRO DIFERENCIAL

É ligado entre as duas câmaras do Rolo (a pressurizada e a de drenagem), através do Regulador Diferencial de pressão.

Modo de Operação: O diafragma de metal "D" amplificando o movimento através da cremalheira e pinhão oferece leituras sobre uma escala de  $270^{\circ}$ .

A vedação de pressão entre as câmaras de ambos os lados do diafragma, permitindo o movimento do acoplamento, é obtida pelo uso de uma vedação de borracha tipo "O ring", mantida na posição pela luva "A" e pela porca "B", a vedação irá então virtualmente flexionar sem perdas por fricção uma vez que o movimento do diafragma desloca a luva "C".

Como as pressões devem agir em áreas exatamente iguais em cada câmara de pressão, cada lado do diafragma é idêntico.



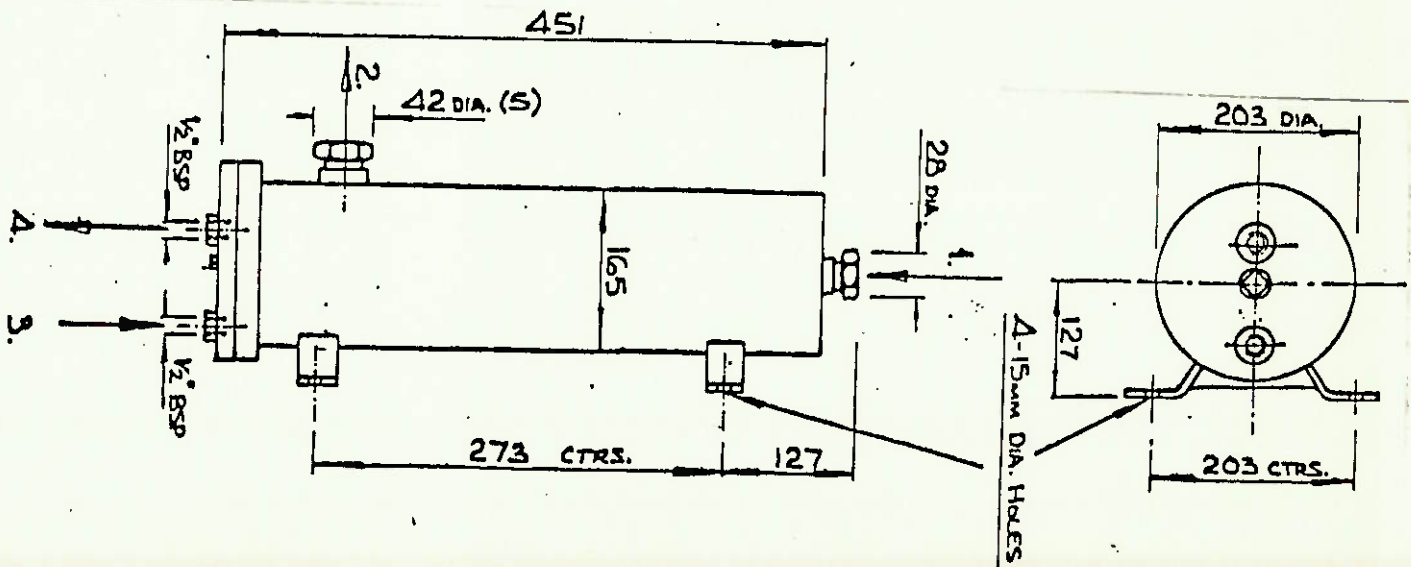
- TROCADOR DE CALOR  
(RESFRIADOR DE ÓLEO)

O resfriador de óleo é instalado na linha de pressão de óleo que serve o Rolo Flutuante.

A pressão do óleo deve ser superior à pressão da água de resfriamento na linha de retorno. Isto se faz necessário a fim de evitar que água de resfriamento entre no circuito de óleo no caso de ocorrer um furo na serpentina de resfriamento.

Especificações:

Vazão máxima de água de resfriamento	14 dm <sup>3</sup> /min.
Temperatura de entrada da água de resfr.	< 20°C
Material da serpentina de resfriamento	Cu Ni 90/10
Pressão de teste (água)	14 Bar
Pressão de teste (óleo)	21 Bar
Área de resfriamento	1,5 m <sup>2</sup>
Capacidade (Óleo 60°C, Água 20°C)	15100 Kcal/h
Máxima temperatura de operação	100°C.

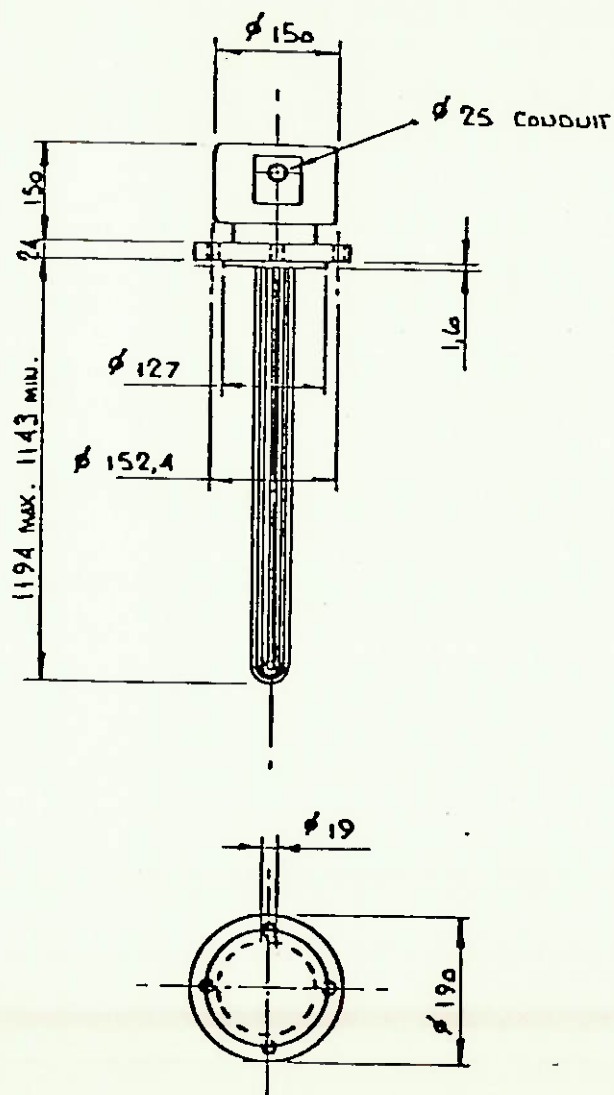


## - RESISTÊNCIA ELÉTRICA DE IMERSÃO

A resistência é montada no reservatório de óleo com a finalidade de aquecer o óleo no sistema, evitando desta forma que ocorra flutuações na temperatura da superfície do rolo, causadas pelo óleo de alimentação.

O aquecedor (resistência) é conectado eletricamente com o controlador de temperatura, mostrado a seguir.

Potência do Aquecedor 9 kW



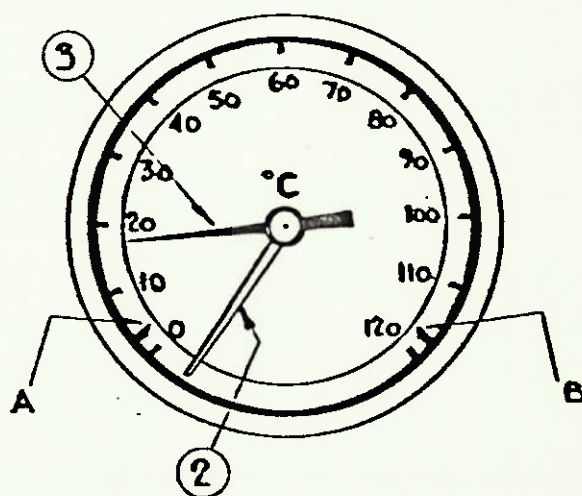
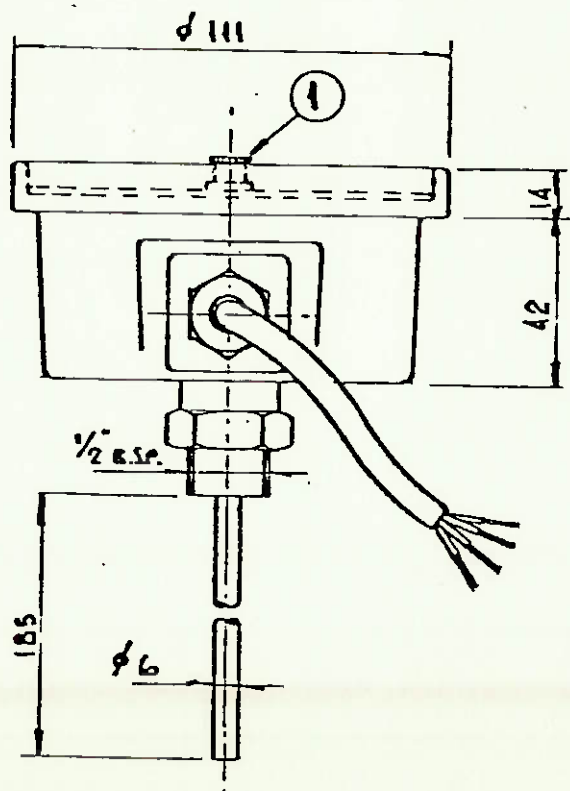
## - CONTROLADOR DE TEMPERATURA

O termômetro dá uma leitura contínua da temperatura do óleo no Rolo Flutuante, indicada em graus Centígrados pelo ponteiro 3.

Através de sensores indutivos (A e B) o instrumento também controla a temperatura na qual o óleo (a ser aquecido ou resfriado) deve ser mantido no sistema.

Para ajustar os contatos A e B, desrosqueia-se a tampa (1) expondo desta forma a cabeça ranhurada. Com uma chave de fenda gira-se a cabeça fazendo com o braço de ajuste (2) mova-se. Coloca-se o braço adjacente ao contato a ser ajustado e empurra-se a cabeça fazendo com que o braço desça e leve consigo o contato. Ainda com a cabeça abaixada gira-se o braço até que o contato seja trazido à posição desejada.

Deixar o braço de ajuste voltar à posição normal e repetir a operação para o outro contato se for necessário.



## BIBLIOGRAFIA

- TIMOSHENKO, Stephen  
Resistência dos Materiais VOL. I e II  
Livros Técnicos e Científicos, 1981.
- DEN HARTOG, Jacob Pieter  
Vibrações nos Sistemas Mecânicos  
Editora da Universidade de São Paulo, 1972.
- NIEMANN, Gustav  
Elementos de Máquinas VOL. I, II e III  
Editora Edgard Blücher, 1971.
- CHIAVERINI, Vicente  
Aços e Ferros Fundidos  
Associação Brasileira de Metais, 1982.
- REVISTAS TÉCNICAS ESPECIALIZADAS EM FABRICAÇÃO  
DE PAPEL.
- ESQUEMAS E CATÁLOGOS DE FABRICANTES DE ROLOS  
PARA CALANDRAS.

ANEXOS GERAIS

E

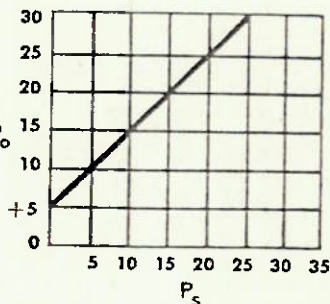
DESENHOS

The Kendall Model 14 bias relay is designed for systems which require either a positive or negative spring bias. It ranges from -18 to +2 psi up to -18 to 100 psig. This provides for the reproduction of a signal pressure plus or minus the spring bias setting. The mathematical expression for this instrument is:

$$P_o = P_s \pm K$$

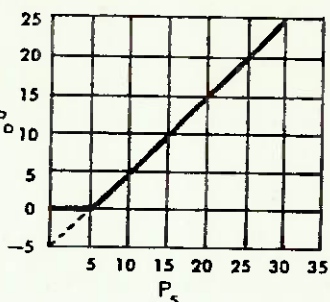
With a positive spring bias setting the output can be varied directly proportional to the input signal plus the spring bias setting, therefore the output pressure can never go below the value of the spring bias setting regardless of signal pressure.

Thus with a bias setting of +5 psig, output pressure versus signal pressure would be:



Conversely with a negative bias the output pressure will remain zero until the signal pressure is some value greater than the negative bias. This function is of importance when several relays are required to operate in a predetermined sequence from the output of a single controller.

Thus the negative bias of -5 psig, output pressure versus signal pressure would be:



**DESCRIPTION:**

The Model 14 utilizes the same basic Kendall valving as the Model 10 pressure regulator. It is similar to the Model 10 pressure regulator with two exceptions:

It has an additional chamber, vented to atmosphere, between the signal chamber and the feedback or control chamber of the relay.

An additional spring, which opposes the conventional range spring, exerting an upward force. This additional spring provides the negative bias feature of the unit.

Of course even though a negative spring bias can be set the unit, the output pressure will always be above atmospheric pressure.

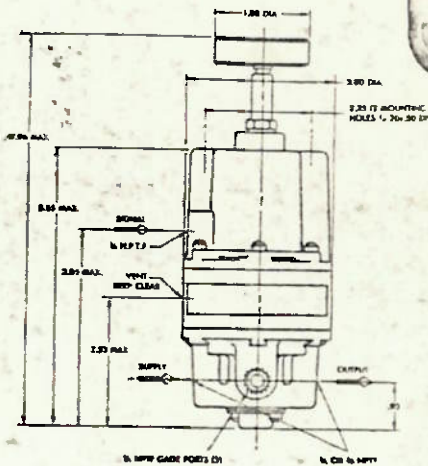


**FAIRCHILD HILLER**  
INDUSTRIAL PRODUCTS DIVISION

1501 Fairchild Drive, Smith Reynolds Airport  
Winston-Salem, N. C. 27105

Tel. 919-767-6010 TWX 510-931-3584  
Telex 80-6429

**Positive & Negative Bias Relay**



**SPECIFICATIONS**

- Flow capacity ..... 40 SCFM max.  
(100 psi supply; 20 psi setpoint)
- Exhaust capacity ..... 5 1/2 SCFM  
(Downstream pressure 5 psi above set pressure)
- Sensitivity ..... 1/4" of water
- Effect of supply pressure variation  
Less than 0.1 psi for 100 psi change
- Supply pressure ..... 250 psig max.
- Signal pressure ..... 150 psig max.
- Output pressure ..... 150 psig max.
- Mounting ..... Pipe or panel.

**Materials of Construction:**

- Body: aluminum alloy, die cast, anodized.
- Trim: brass, stainless steel, cadmium plated steel and neoprene.
- Diaphragms: Buna N and nylon, convoluted.

Model No.	Bias Range	Pipe Size
14112	-18 to +2 psig	1/4 NPT
14113	-18 to +2	3/8 NPT
14122	-18 to +10	1/4 NPT
14123	-18 to +10	3/8 NPT
14132	-18 to +30	1/4 NPT
14133	-18 to +30	3/8 NPT
14152	-18 to +100	1/4 NPT
14153	-18 to +100	3/8 NPT

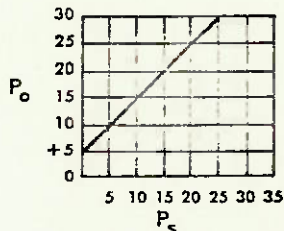
DR1/601

The Kendall Model 14 bias relay is designed for systems which require either a positive or negative spring bias range from -18 to +2 psi up to -18 to 100 psig. This provides for the reproduction of a signal pressure plus or minus the spring bias setting. The mathematical expression for this instrument is:

$$P_o = P_s \pm K$$

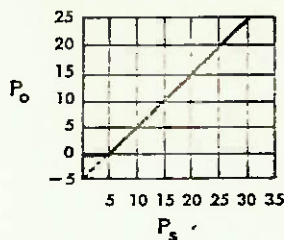
With a positive spring bias setting the output can be varied directly proportional to the input signal plus the spring bias setting, therefore the output pressure can never go below the value of the spring bias setting regardless of signal pressure.

Thus with a bias setting of +5 psig, output pressure versus signal pressure would be:



Conversely with a negative bias the output pressure will remain zero until the signal pressure is some value greater than the negative bias. This function is of importance when several relays are required to operate in a predetermined sequence from the output of a single controller.

Thus the negative bias of -5 psig, output pressure versus signal pressure would be:



**DESCRIPTION:**

The Model 14 utilizes the same basic Kendall valving as the Model 10 pressure regulator. It is similar to the Model 10 pressure regulator with two exceptions:

It has an additional chamber, vented to atmosphere, between the signal chamber and the feedback or control chamber of the relay.

An additional spring, which opposes the conventional range spring, exerting an upward force. This additional spring provides the negative bias feature of the unit.

Of course even though a negative spring bias can be set in the unit, the output pressure will always be above atmospheric pressure.

Model No.	Bias Range	Outlet
14112	-18 to +2 psig	1/4 NPT
14113	-18 to +2	3/8 NPT
14122	-18 to +10	1/4 NPT
14123	-18 to +10	3/8 NPT
14132	-18 to +30	1/4 NPT
14133	-18 to +30	3/8 NPT
14152	-18 to +100	1/4 NPT
14153	-18 to +100	3/8 NPT



**FAIRCHILD**  
INDUSTRIAL PRODUCTS DIVISION  
1521 Fairchild Drive • Winston Salem, N. C. 27105  
Tel. 919-767-6212 • Telex 80-6429

**NOTE:** The standard Model 14 relay is supplied with an adjustable hand knob as shown. It is also available with a slotted adjustment screw and a set screw. A tapped exhaust can be provided. A Tapped Exhaust version is also available. Relieving version is also available. Part numbers for the suffixes listed below would be added to the base part number to indicate the desired feature.

Tapped Exhaust ..... E      Non Relieving ..... N

**SPECIFICATIONS**

- Flow capacity ..... 40 SCFM max. (100 psi supply; 20 psi setpoint)
- Exhaust capacity ..... 5 1/2 SCFM (Downstream pressure 5 psi above set pressure)
- Sensitivity ..... 1/4" of water
- Effect of supply pressure variation  
Less than 0.1 psi for 100 psi change
- Supply pressure ..... 250 psig max.
- Signal pressure ..... 150 psig max.
- Output pressure ..... 150 psig max.
- Mounting ..... Pipe or panel.

**Materials of Construction:**

- Body: aluminum alloy, die cast, anodized.
- Trim: brass, stainless steel, cadmium plated steel and neoprene.
- Diaphragms: Buna N and nylon, convoluted.

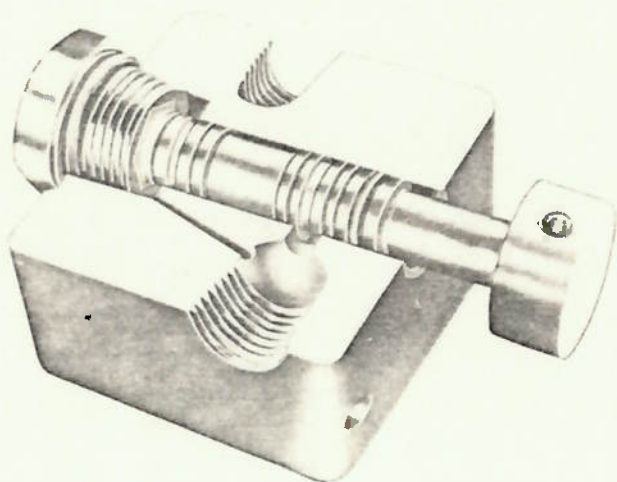
### ISOLADORA DE MANÔMETRO

175 bar

350 bar

MONTAGEM EM PLACA

MONTAGEM EM PAINEL

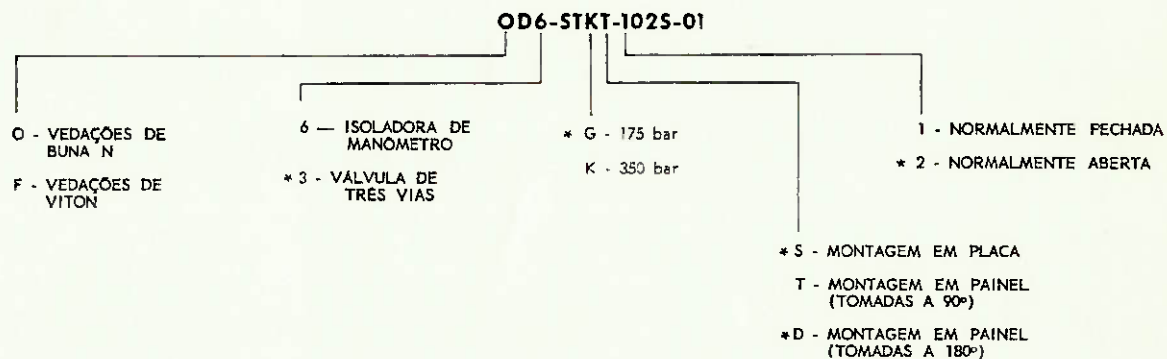


#### QUANDO SOLICITAR PEÇAS, FORNEÇA:

1. Número da peça
2. Nome da peça
3. Instruções para remessa

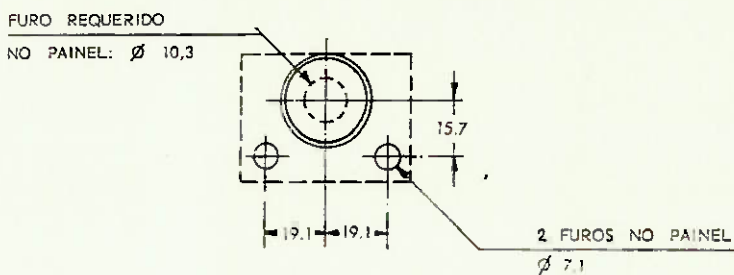
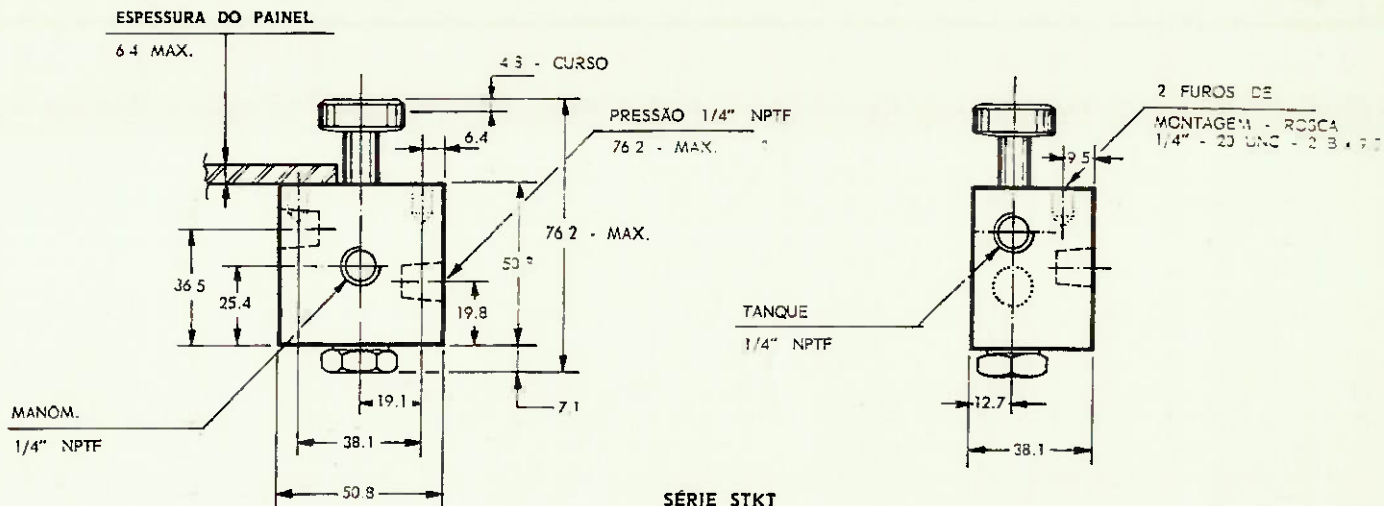
Escreva para a fábrica para informações sobre o centro autorizado para fornecimento de peças e serviços mais próximo.

### CÓDIGO DA VÁLVULA



\* CONSULTAR A FÁBRICA

MONTAGEM EM PAINEL-ARRANJO DAS TOMADAS A 90°



FURAÇÃO NO PAINEL

COMO SOLICITAR

OD6-STKT-102S-01

D - VEDAÇÕES DE BUNA N

F - VEDAÇÕES DE VITON

6 - ISOLADORA DE MANÔMETRO

\*3 - VÁLVULA DE TRÊS VIAS

\* G - 175 bar  
K - 350 bar

1 - NORMALMENTE FECHADA  
\* 2 - NORMALMENTE ABERTA

\*S - MONTAGEM EM PLACA

T - MONTAGEM EM PAINEL (TOMADAS A 90°)

\*D - MONTAGEM EM PAINEL (TOMADAS A 180°)

\* CONSULTAR A FÁBRICA



Racine Hidráulica

CACHOEIRINHA, RS



PRODUTOS HIDRÁULICOS

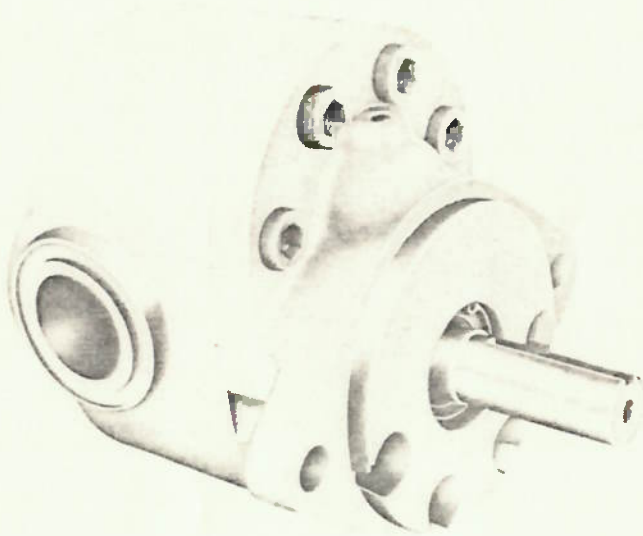
# Racine

## PEÇAS DE REPOSIÇÃO

### BOMBAS DE ENGRENAGENS

Série 2

210 bar - 2500 rpm



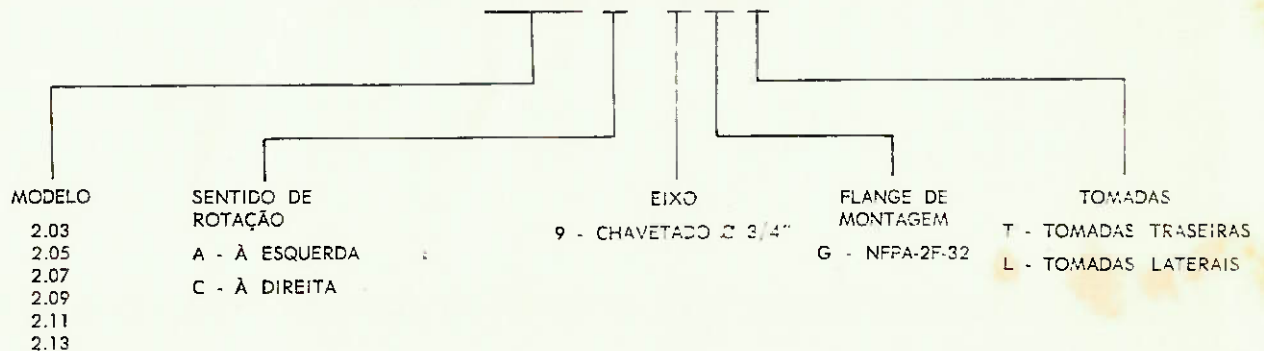
#### QUANDO SOLICITAR PEÇAS, FORNEÇA:

1. código completo da peça
2. peças desejadas
3. instruções de remessa

ESCREVA PARA FÁBRICA PARA INFORMAR-SE SOBRE O CENTRO AUTORIZADO PARA FORNECIMENTO DE PEÇAS E SERVIÇOS MAIS PRÓXIMO.

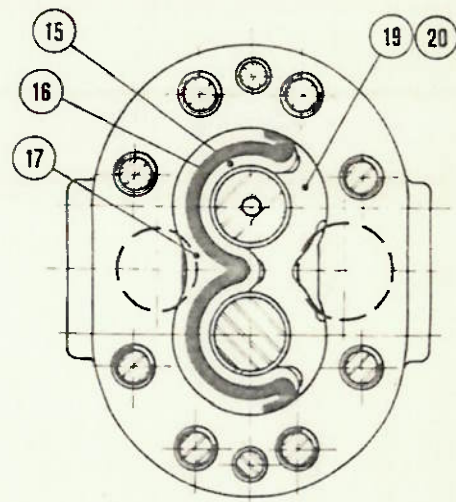
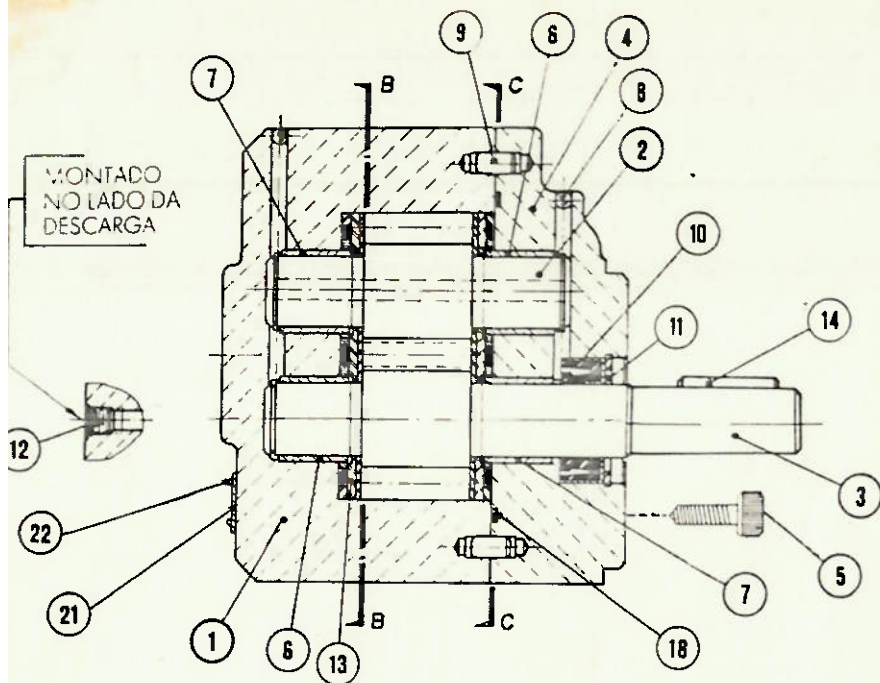
### CÓDIGO DA BOMBA

**PFR - 2.03 A - 9 GL**



BOLETIM 02.BR - Bsd  
Revisão OUTUBRO 1981

PF1e2/601



CORTE "C-C"

Kit de Vedação	3.210.711
Jogo de Reparo	3.210.712

REF. N.º	NÚMERO DE PEÇA (POR MODELO DE BOMBA)						DESCRIÇÃO	QTDE.
	2.03	2.05	2.07	2.09	2.11	2.13		
01	3.150.030	3.150.031	3.150.032	3.150.033	3.150.034	3.150.035	Corpo com tomadas laterais	1
01	3.150.036	3.150.037	3.150.038	3.150.039	3.150.040	3.150.041	Corpo com tomadas traseiras	1
02	3.160.046	3.160.040	3.160.041	3.160.042	3.160.043	3.160.047	Engrenagem conduzida	1
03	3.160.048	3.160.049	3.160.050	3.160.051	3.160.052	3.160.053	Engrenagem matriz	1
04	3.150.112	3.150.112	3.150.112	3.150.112	3.150.112	3.150.112	Flange NFPA - 2F - 32	1
05	400.813	400.813	400.813	400.813	400.813	400.813	Parafuso 3/8" 16 UNC - 2A	8
06	3.120.006	3.120.006	3.120.006	3.120.006	3.120.006	3.120.006	Bucha	2
07	3.120.007	3.120.007	3.120.007	3.120.007	3.120.007	3.120.007	Bucha	2
08	401.072	401.072	401.072	401.072	401.072	401.072	Esfera 3/16"	2
09	3.110.005	3.110.005	3.110.005	3.110.005	3.110.005	3.110.005	Pino guia	2
10	3.110.006	3.110.006	3.110.006	3.110.006	3.110.006	3.110.006	Retentor do eixo	1
11	1.403.237	1.403.237	1.403.237	1.403.237	1.403.237	1.403.237	Anel elástico I 35 x 1,5	1
12	400.925	400.925	400.925	400.925	400.925	400.925	Bujão 1/16" NPTF	1
13	3.160.044	3.160.044	3.160.044	3.160.044	3.160.044	3.160.044	Placa de pressão	2
14	3.110.104	3.110.104	3.110.104	3.110.104	3.110.104	3.110.104	Chaveta	1
15	3.110.204	3.110.204	3.110.204	3.110.204	3.110.204	3.110.204	Back-up	2
16	3.110.203	3.110.203	3.110.203	3.110.203	3.110.203	3.110.203	Anel "O"	2
17	3.110.004	3.110.004	3.110.004	3.110.004	3.110.004	3.110.004	Retentor	2
18	1.404.037	1.404.037	1.404.037	1.404.037	1.404.037	1.404.037	Anel "O"	1
19	3.160.045	3.160.045	3.160.045	3.160.045	3.160.045	3.160.045	Placa superior de isolamento	1
20	3.160.035	3.160.035	3.160.035	3.160.035	3.160.035	3.160.035	Placa inferior de isolamento	1
21	403.446	403.446	403.446	403.446	403.446	403.446	Placa de identificação	1
22	410.523	410.523	410.523	410.523	410.523	410.523	Rabete	4



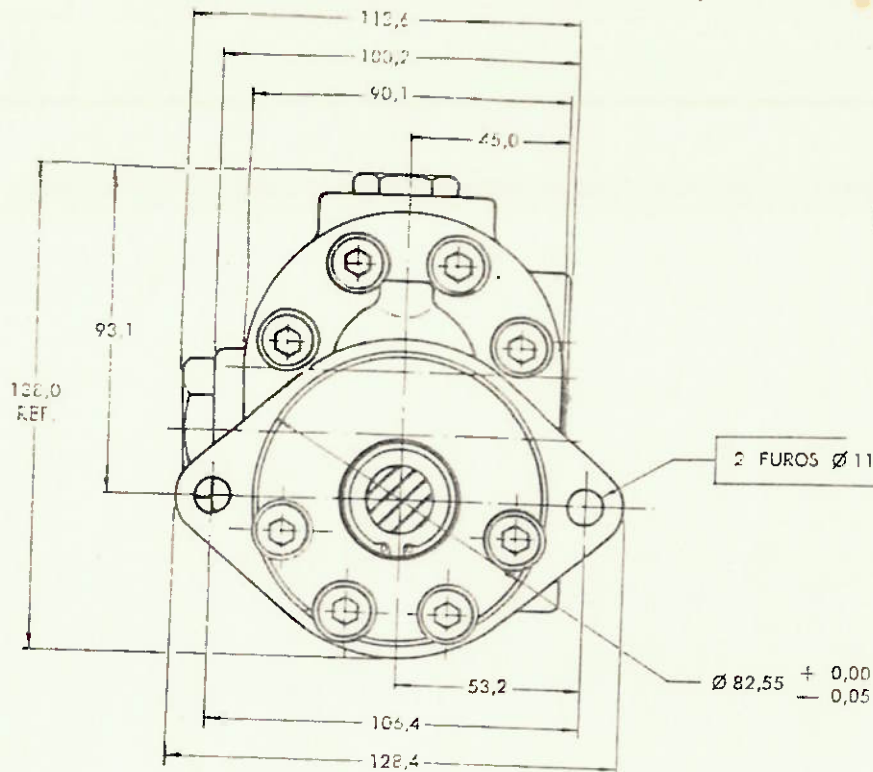
Racine Hidráulica

CAC-000004-RH

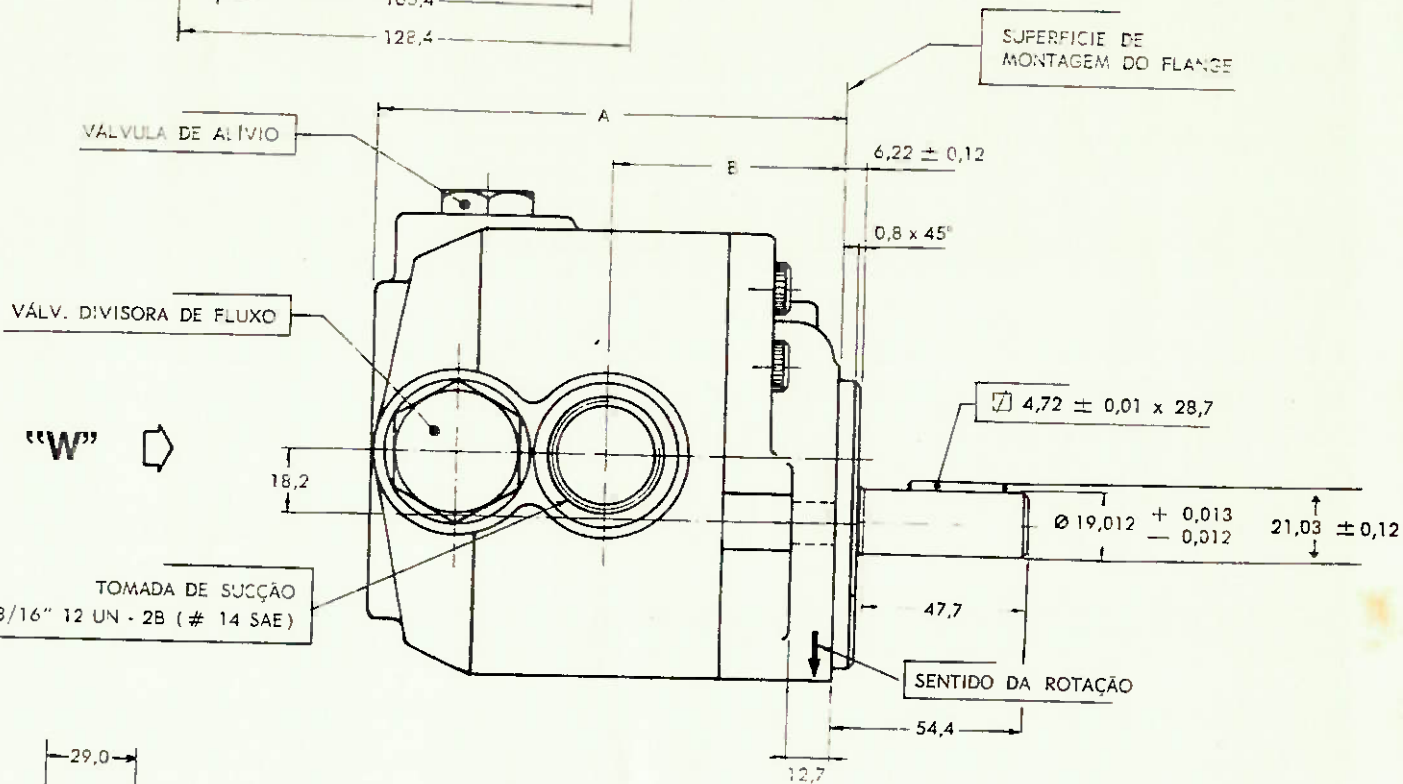


produtos hidráulicos

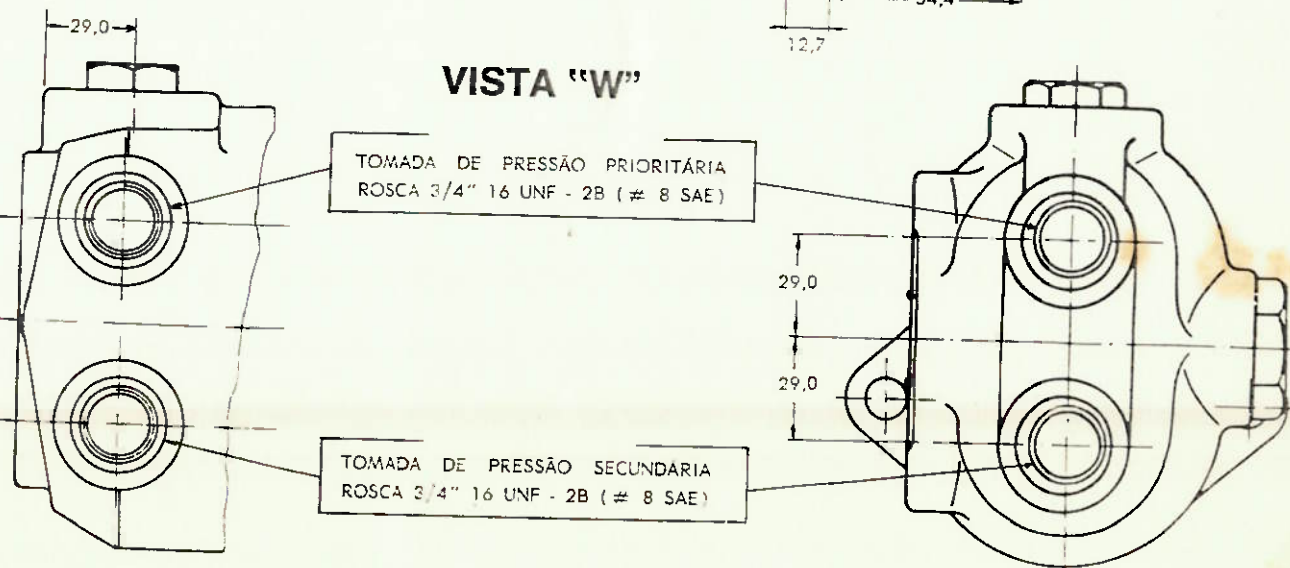
DIMENSÕES		
Modelo	A	B
2.05	126,0	55,8
2.07	131,1	61,9
2.09	136,2	67,0
2.11	141,3	72,1



B



VISTA "W"



MODELO	RPM	VAZÃO TOTAL (zero bar)	POT. CV
		l/min.	175 bar
2.03	1160	9,16	4,14
	1750	13,82	6,25
2.05	1160	15,31	6,92
	1750	23,1	10,45
2.05 c/válvula * divisora de fluxo	1160	15,31	6,92
	1750	23,1	10,45
2.07	1160	21,34	9,64
	1750	32,2	14,56
2.07 c/válvula * divisora de fluxo	1160	21,34	9,64
	1750	32,2	14,56
2.09	1160	27,38	12,38
	1750	41,3	18,67
2.09 c/válvula * divisora de fluxo	1160	27,38	12,38
	1750	41,3	18,67
2.11	1160	33,524	15,16
	1750	50,57	22,87
2.11 c/válvula * divisora de fluxo	1160	33,52	15,16
	1750	50,57	22,87
2.13	1160	39,56	17,89
	1750	59,67	26,98

\* Nas bombas com Válvula Divisora de Fluxo, a Vazão Prioritária regulada de fábrica é de 9 l/min. Para outros valores de Vazão Prioritária desejados, consulte a fábrica.

**NOTA:**

1 USGPM = 3,785 l/min

1 cu.in = 16,38 cm<sup>3</sup>

1 PSI = 0,07031 atm



Racine Hidráulica

CAMPESINA, RS



produtos hidráulicos

# Racine

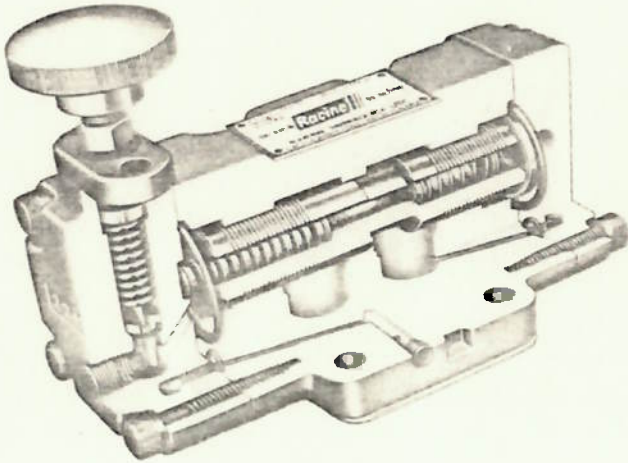
## PEÇAS DE REPOSIÇÃO

### CONTROLE DE PRESSÃO

### VÁLVULA DE ALÍVIO 3/4"

210 bar

MONTAGEM EM PLACA  
CONEXÕES ROSQUEADAS  
CONEXÕES FLANGEADAS



QUANDO SOLICITAR PEÇAS, FORNEÇA:

1. Número da peça
2. Nome da peça
3. Instruções para remessa

Escreva para a fábrica para informações sobre o centro autorizado para fornecimento de peças e serviços mais próximo.

## CÓDIGO DA VÁLVULA

OE1 - PBAH - S06 S-04

O - VEDAÇÕES DE BUNA N  
F - VEDAÇÕES DE VITON

A - PILOTO INTERNO,  
DRENO EXTERNO  
B - PILOTO INTERNO,  
DRENO INTERNO

T - CONEXÕES ROSQUEADAS  
F - CONEXÕES FLANGEADAS  
S - MONTAGEM EM PLACA

06 - TAMANHO 3/4"  
08 - TAMANHO 1"

D - 7-70 bar

H - 7-210 bar

\*DISPONÍVEL SOMENTE PARA VÁLVULAS COM  
CONEXÕES ROSQUEADAS E FLANGEADAS.

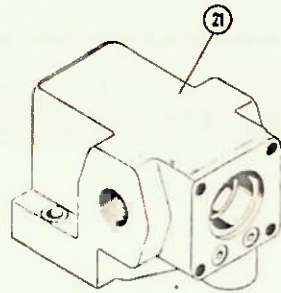
BOLETIM 40.20-04

NOVEMBRO 1973

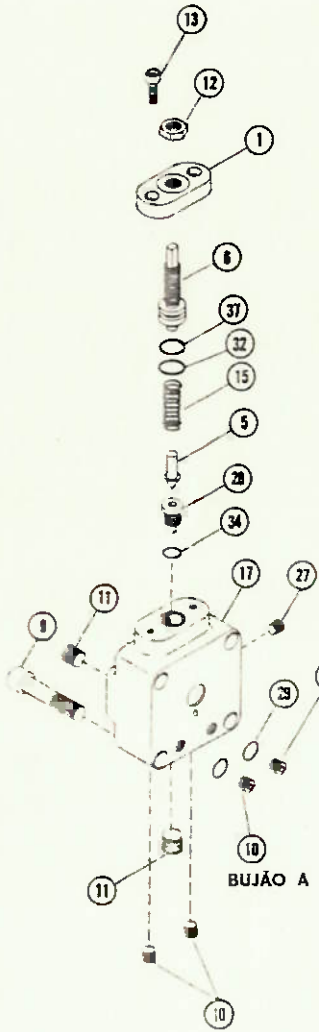
DB1/607

VEJA  
OPCIONAIS

PARA PILOTO & DRENO USE OS SEGUINTEB BUIJOS	
A	B - D
B	A - D

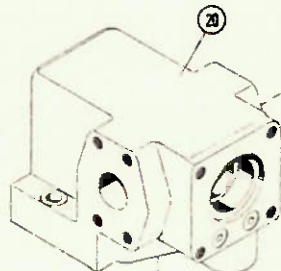


CONEXÕES ROSQUEADAS

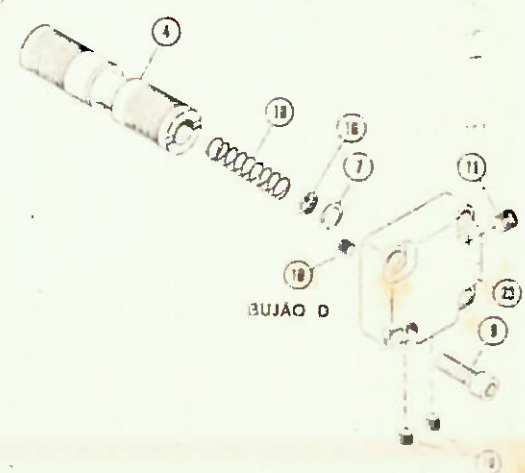
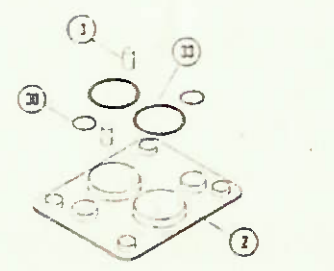
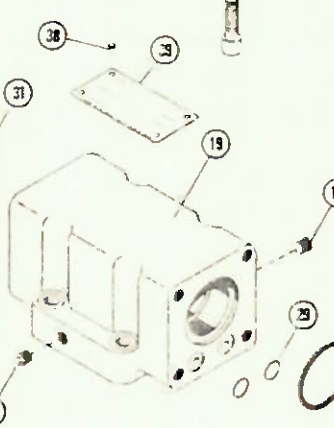
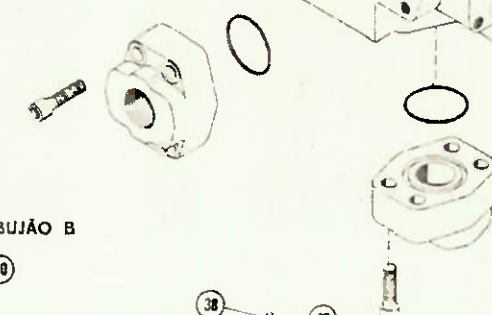


BUJÃO B

BUJÃO A



CONEXÕES FLANGEADAS



BUJÃO D

N.º de Ref.	Peça N.º	Descrição	Qtde.
1	221777	Tampa	1
2	1490119	Protetor	1
3	1404345	Pino	2
4	307316	Haste	1
5	307161	Pistão	1
6	307460	Parafuso	1
7	407216	Anel	1
8	400804	Parafuso 3/8" 16 x 1-1/4"	4
9	400805	Parafuso 3/8" 16 x 1 3/4"	4
10	400925	Bujão 1/16" N.P.T.F.	8
11	400928	Bujão 1/4" N.P.T.F.	3
12	401011	Porca 3/8" 24	1
13	400774	Parafuso # 10-24 x 5/8"	2
14	405290	Bujão com orifício	1
15	406239	Mola 7 - 210 bar	1
15	406970	Mola 7 - 70 bar	1
16	406547	Filtro	1
17	221776	Tampa	1
18	406556	Mola	1
19	221770	Corpo	1
20	221827	Corpo	1
21	221826	Corpo	1
21	221968	Corpo (Tomadas 1")	1
22	406430	Mola	1
23	221773	Tampa	1
24	400809	Parafuso	12
25	406394	Fiança	2
25	406395	Fiança (rosca 1")	3
26	403749	Anel "O" $\phi$ e 39,8 x 3,2	5
26	406575	Anel "O" (Viton)	3
27	400922	Bujão 1/8" N.P.T.F.	1
28	307163	Assento	1
38	410523	Rebite	4
39	1490093	Placa de Identificação	1

D

**CONJUNTO NORMAL DE VEDAÇÕES  
722560**

**CONJUNTO DE VEDAÇÕES DE VITON  
722561**

O CONJUNTO É CONSTITUÍDO DE:

O CONJUNTO É CONSTITUÍDO DE:

N.º de Ref.	Peça N.º	Descrição	Qtde.
29	401272	Anel "O" $\phi$ e 12,7 x 1,6	4
30	402266	Anel "O" $\phi$ e 14,4 x 2,4	2
31	401284	Anel "O" $\phi$ e 44,4 x 3,2	2
32	401270	Anel "O" $\phi$ e 15,9 x 2,4	1
33	405824	Anel "O" $\phi$ e 31,8 x 2,4	2
34	407229	Anel "O" $\phi$ e 11,2 x 1,6	1
37	491301	Anel de encosto	1

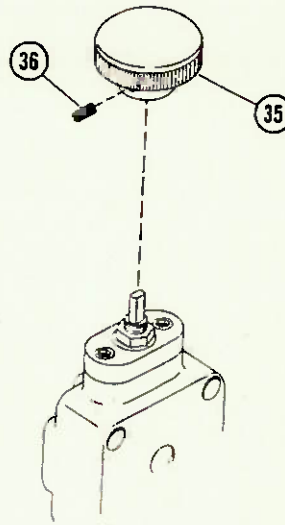
N.º de Ref.	Peça N.º	Descrição	Qtde.
29	406269	Anel "O" $\phi$ e 12,7 x 1,6	4
30	406636	Anel "O" $\phi$ e 14,4 x 2,4	2
31	406574	Anel "O" $\phi$ e 44,4 x 3,2	2
32	406579	Anel "O" $\phi$ e 15,9 x 2,4	1
33	406582	Anel "O" $\phi$ e 31,8 x 2,4	2
34	407145	Anel "O" $\phi$ e 11,2 x 1,6	1
37	1433897	Anel de encosto	1

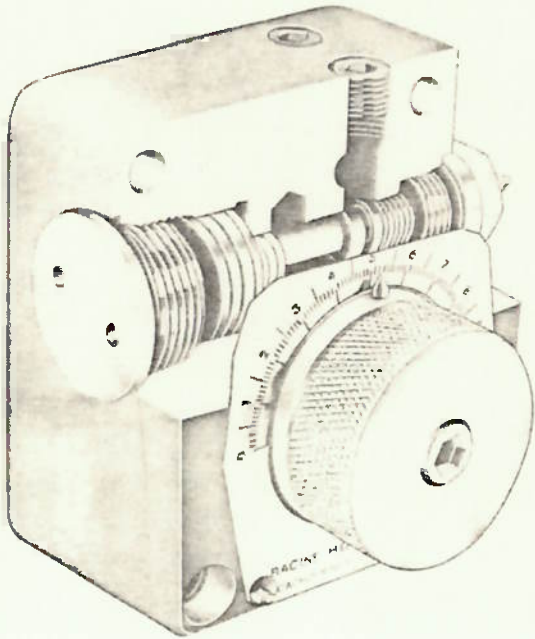
Usado com óleo mineral e fluidos a base de água.

Usado com fluidos sintéticos (base de ester fosfato e halogenados).

## MANÍPULO PARA AJUSTE DE PRESSÃO

N.º de Ref.	Peça N.º	Descrição	Qtde.
35	406660	Manipulo	1
36	400352	Parafuso	1





### VÁLVULAS REGULADORAS DE VAZÃO 3/8"

PRESSÃO COMPENSADA  
ESTABILIZADA EM  
RELAÇÃO A TEMPERATURA

210 bar

MONTAGEM EM PLACA

#### QUANDO SOLICITAR PEÇAS, FORNEÇA:

1. Número da peça
2. Nome da peça
3. Instruções para remessa

Escreva para a fábrica para informações sobre o centro autorizado para fornecimento de peças e serviços mais próximo.

### CÓDIGO DA VÁLVULA

OF2 - DHSL - 03L - 01

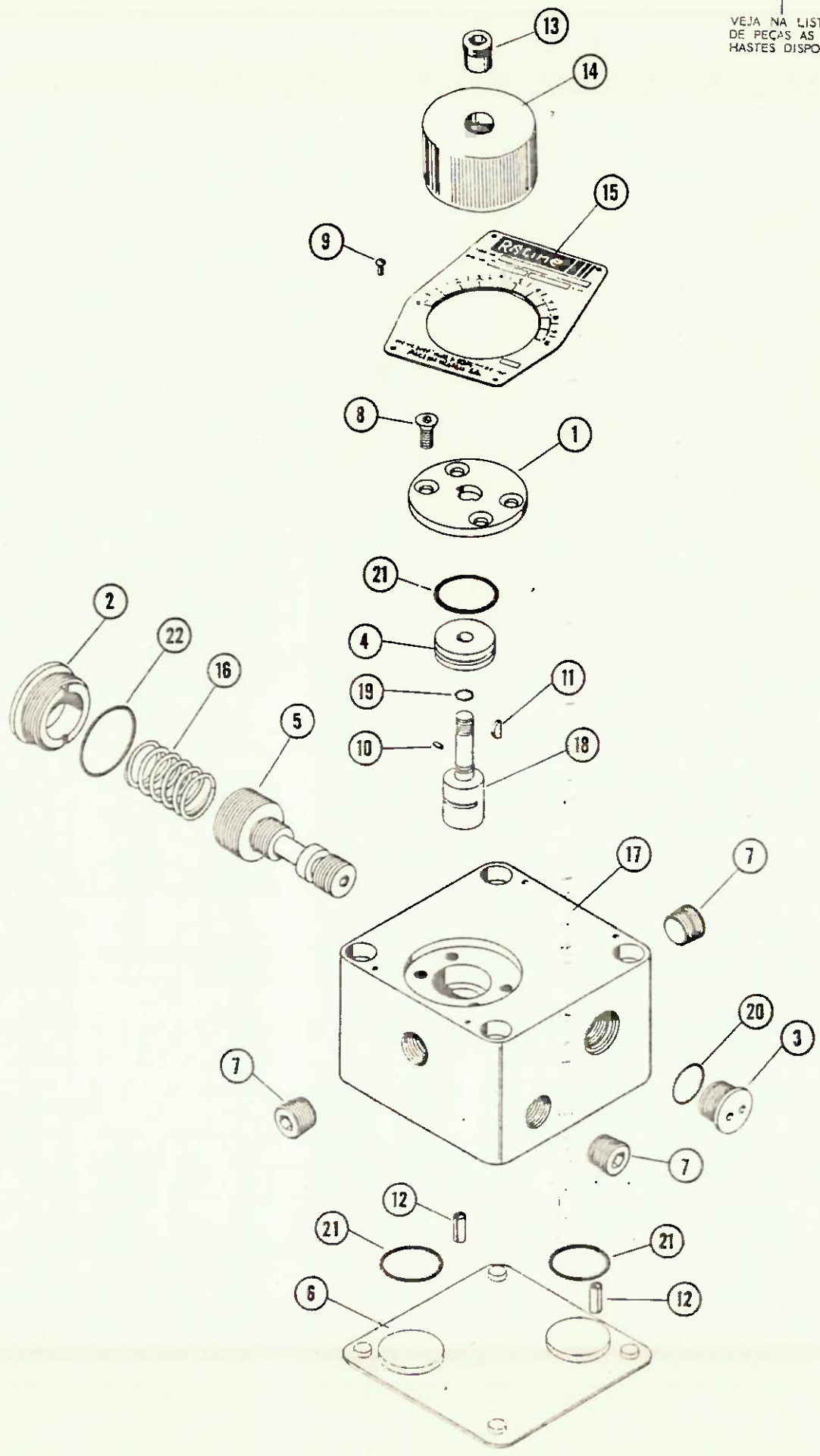
O - VEDAÇÕES DE BUNA N  
F - VEDAÇÕES DE VITON

K - 0-38 l/min  
L - 0-57 l/min  
M - 0-76 l/min  
P - 0-114 l/min

A - COM REGULAGEM DO CURSO  
DO COMPENSADOR E VÁLVULA  
DE RETENÇÃO INTEGRAL  
B - COM REGULAGEM DO CURSO  
DO COMPENSADOR  
K - COM VÁLVULA DE RETENÇÃO  
INTEGRAL  
L - STANDARD

VEJA NA LISTA  
DE PEÇAS AS  
HASTES DISPONÍVEIS

VEJA A PAGINA  
DE OPCIONAIS



N.º de Ref.	Peça N.º	Descrição	Qtde.
1	307528	Prato Bateria	1
2	307529	Bujão	1
3	307530	Bujão	1
4	307533	Bucha de retenção	1
5	307632	Pistão	1
6	1490123	Protetor	1
7	400932	Bujão 1/2" N.F.T.F.	3
8	406143	Parafuso 1/4"20 x 5/8"	4
9	404721	Parafuso	4
10	402386	Fino	2
11	403367	Chaveta	1
12	410527	Fino	2
13	406437	Porca	1
14	406611	Dial	1
15	406965	Placa de Identificação	1
16	406974	Mola (Para haste K, L, M)	1
16	406985	Mola (Para haste P)	1
17	777612	Corpo	1
18	307542	Haste, 38 l/min (K)	1
18	307540	Haste, 57 l/min (L)	1
18	307543	Haste, 76 l/min (M)	1
18	307544	Haste, 114 l/min (P)	1

### CONJUNTO NORMAL DE VEDAÇÕES # 722402

O CONJUNTO É CONSTITUÍDO DE:

N.º de Ref.	Peça N.º	Descrição	Qtde.
19	401273	Anel "O" $\phi$ e 9,6 x 1,6	1
20	405688	Anel "O" $\phi$ e 24,1 x 2,5	1
21	405824	Anel "O" $\phi$ e 31,8 x 2,4	3
22	405945	Anel "O" $\phi$ e 43,4 x 3,0	1

Usado com óleo mineral e fluídos a base de água.

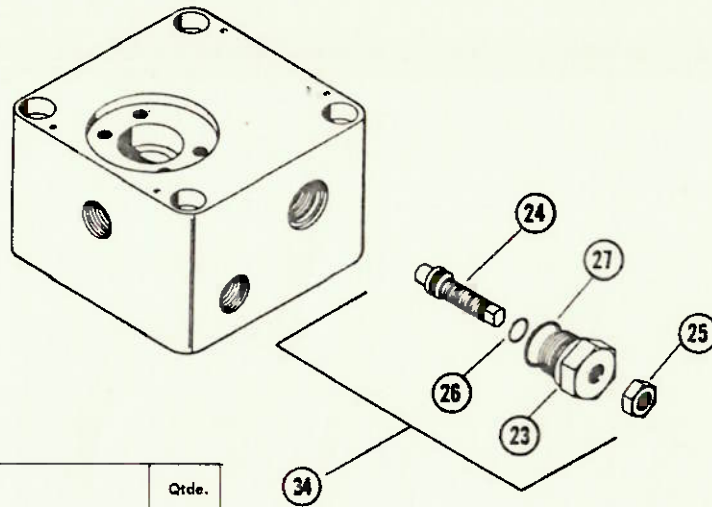
### CONJUNTO DE VEDAÇÕES DE VITON # 722403

O CONJUNTO É CONSTITUÍDO DE:

N.º de Ref.	Peça N.º	Descrição	Qtde.
19	406270	Anel "O" $\phi$ e 9,6 x 1,6	1
20	406725	Anel "O" $\phi$ e 24,1 x 2,5	1
21	406582	Anel "O" $\phi$ e 31,8 x 2,4	3
22	406815	Anel "O" $\phi$ e 43,4 x 3,0	1

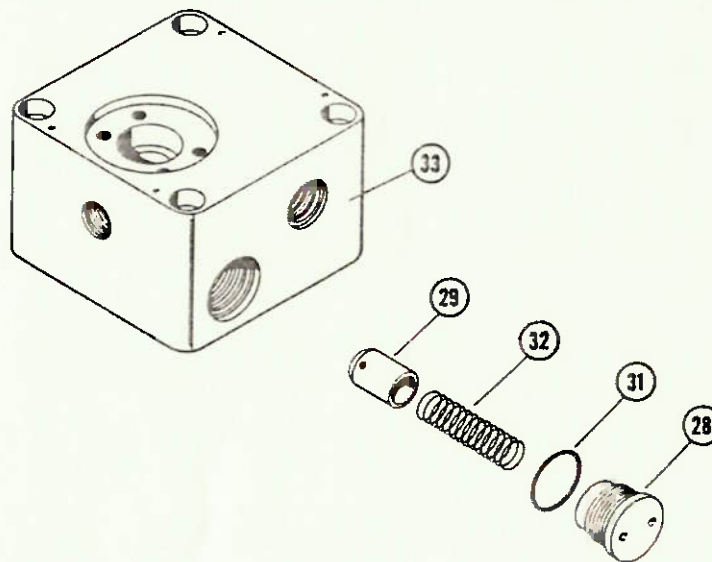
Usado com fluídos sintéticos (base de ester fosfato e halogenados).

E

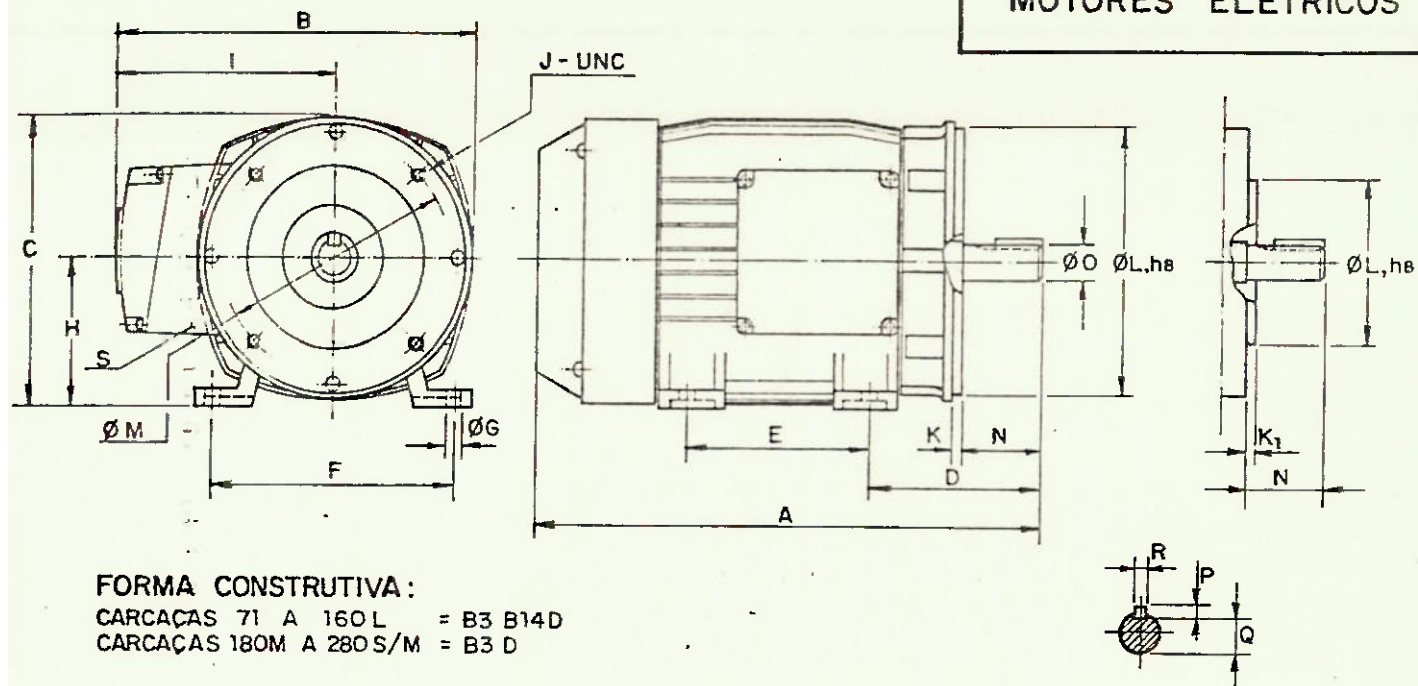


N.º de Ref.	Peça N.º	Descrição	Qtde.
23	307532	Bujão	1
24	307538	Parafuso	1
25	401011	Porca	1
26	401272	Anel "O" $\phi$ e 12,7 x 1,6	1
26	406269	Anel "O" (Viton)	1
27	405688	Anel "O" $\phi$ e 24,1 x 2,5	1
27	406725	Anel "O" (Viton)	1
34	722243	Conjunto de Regulagem do Curso (Buna N)	1
34	722422	Conjunto de Regulagem do Curso (Viton)	1

## VÁLVULA DE RETENÇÃO INTEGRAL



N.º de Ref.	Peça N.º	Descrição	Qtde.
28	307531	Bujão	1
29	307536	Pistão	1
31	405862	Anel "O" $\phi$ e 32,5 x 2,9	1
31	407091	Anel "O" (Viton)	1
32	406964	Mola	1
33	777801	Corpo	1



**DIMENSÕES EM MILÍMETROS**

CARÇA	A	B	C	D	E	F	G	H	I	DIMENSÕES DO FLANGE (TIPO "C")					PONTA DO EIXO					S
										J	K	K <sub>1</sub>	L	M	N	O	P	Q	R	
71	235	180	140	75	90	112	7	71	111	1/4"-20	-	4	76,2	95,2	30	14j6	5	11	5	Pg 16
80	267	198	158	90	100	125	10	80	120						40	19j6	6	15,5	6	Pg 16
90 S	293	218	178	106	100	140	10	90	130	3/8"-16	-	4	114,3	149,2	50	24j6	7	20	8	Pg 16
90 L	318	218	178	106	125	140	10	90	130						50	24j6	7	20	8	Pg 16
100 L	363	239	198	123	140	160	12	100	141	1/2"-13	6,3	-	215,9	184,2	60	28j6	7	24	8	Pg 16
112 M	384	282	222	130	140	190	12	112	172						60	28j6	7	24	8	Pg 21
132 S	445	319	262	169	140	216	12	132	189	1/2"-13	6,3	-	215,9	184,2	80	38k6	8	33	10	Pg 21
132 M	483	319	262	169	178	216	12	132	189						80	38k6	8	33	10	Pg 21
160 M	589	394	314	218	210	254	15	160	240	1/2"-13	6,3	-	215,9	184,2	110	42k6	8	37	12	Pg 29
160 L	633	394	314	218	210	254	15	160	240						110	42k6	8	37	12	Pg 29
80 M	658	434	354	231	241	279	15	180	260	-	-	-	-	-	110	48k6	9	42,5	14	Pg 29
80 L	696	434	354	231	241	279	15	180	260	-	-	-	-	-	110	48k6	9	42,5	14	Pg 29
00 L	755	470	392	243	305	318	19	200	278	-	-	-	-	-	110	55m6	10	49	16	Pg 29
25 S/M	840	600	455	289	$\frac{286}{311}$	356	20	225	370	-	-	-	-	-	140	60m6	11	53,2	18	Pg 42
50 M	915	600	480	308	349	406	25	250	370	-	-	-	-	-	140	65m6	11	58,2	18	Pg 42
80 S/M	1028	733	565	330	$\frac{368}{419}$	457	25	280	448	-	-	-	-	-	140	75m6	12	67,6	20	Pg 42

INSTITUI À

Nº:  DATA:

VISTO:

Nº:  DATA:

- MOTORES ASSÍNCRONOS DE INDUÇÃO TRIFÁSICOS
- COM ROTOR DE GAIOLA
- TOTALMENTE FECHADO, C/ VENT. EXTERNA (PROTEÇÃO IP-54) ABNT-NB-20I
- ISOLAMENTO CLASSE "B" (130°) - EB-120 ABNT
- MANCAIS: ROLAMENTOS DE ESFERAS
- TENSÃO: CONF. INDICADO NA TABELA ABAIXO
- FREQUÊNCIA 60 HZ.

DIVISÃO DE SISTEMAS  
HIDRÁULICOS

MOTORES ELÉTRICOS  
(EIXO SIMPLES)

SÍMBOLO



HP	Nº DE POLOS	TENSÃO (V)	Nº DA CARCAÇA	NÚMERO RACINE	PESO Kg	FATOR DE SERVIÇO
0,5	IV	220/380	71	4.410.500	9,2	1,25
		220/380/440/760	71	4.410.501	9,2	1,25
	VI	220/380	80	4.410.502	12,7	1,25
		220/380/440/760	80	4.410.503	12,7	1,25
0,75	IV	220/380	71	4.410.504		1,25
		220/380/440/760	71	4.410.505		1,25
	VI	220/380	80	4.410.506	14,7	1,15
		220/380/440/760	80	4.410.507	14,7	1,15
1	IV	220/380	80	4.410.508	13,7	1,15
		220/380/440/760	80	4.410.509	13,7	1,15
	VI	220/380	90 S	4.410.510	18,7	1,15
		220/380/440/760	90 S	4.410.511	18,7	1,15
1,5	IV	220/380	80	4.410.512		1,15
		220/380/440/760	80	4.410.513		1,15
	VI	220/380	90 S	4.410.514		1,15
		220/380/440/760	90 S	4.410.515		1,15
2	IV	220/380	90 S	4.410.516	22,9	1,15
		220/380/440/760	90 S	4.410.517	22,9	1,15
	VI	220/380	100 L	4.410.518	29,5	1,15
		220/380/440/760	100 L	4.410.519	29,5	1,15
3	IV	220/380	90 L	4.410.524	30,5	1,15
		220/380/440/760	90 L	4.410.525	30,5	1,15
	VI	220/380	100 L	4.410.526		1,15
		220/380/440/760	100 L	4.410.527		1,15
4	IV	220/380	100 L	4.410.528	34,5	1,15
		220/380/440/760	100 L	4.410.529	34,5	1,15
	VI	220/380	112 M	4.410.530	50,0	1,15
		220/380/440/760	112 M	4.410.531	50,0	1,15
5	IV	220/380	100 L	4.410.532		1,15
		220/380/440/760	100 L	4.410.533		1,15
	VI	220/380	132 S	4.410.534	65,2	1,15
		220/380/440/760	132 S	4.410.535	65,2	1,15
6	IV	220/380	112 M	4.410.536	47,0	1,15
		220/380/440/760	112 M	4.410.537	47,0	1,15
	VI	220/380	132 S	4.410.538		
		220/380/440/760	132 S	4.410.539		

SUBSTITUI A.

Nº SF 4 DATA 12-81

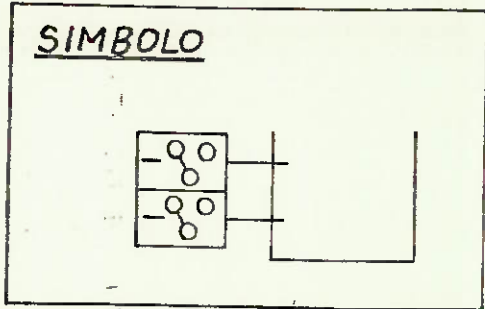
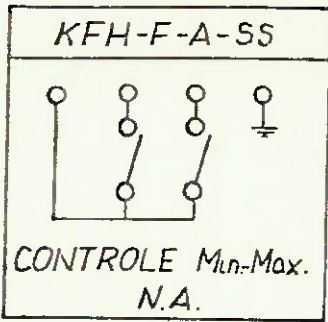
VISTO

Nº

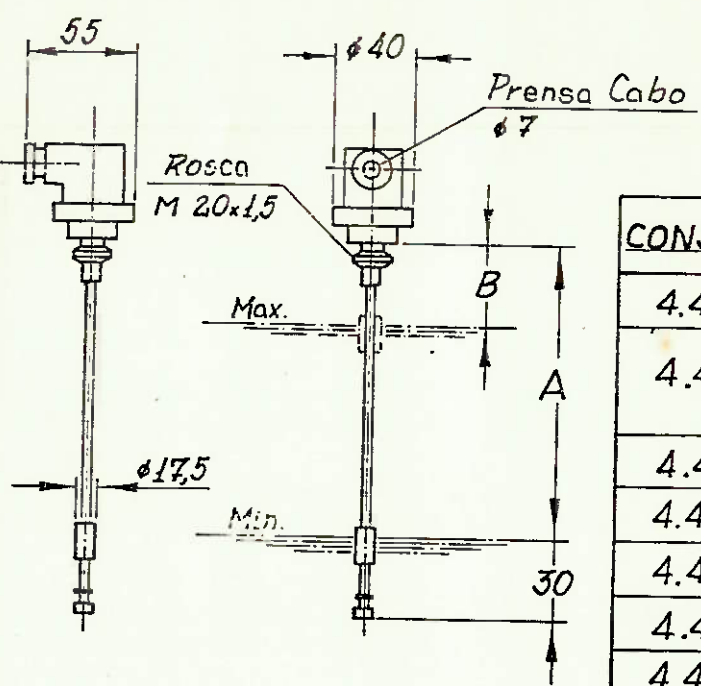
DATA

-ACESSÓRIOS-

CHAVE de NÍVEL  
PARA DOIS SINAIS



PRESSÃO DE TRABALHO: 10 BAR  
TENSÃO: 220 V.; CORRENTE: 0,5 A  
MAX. TEMPERATURA: 0°C a 80°C  
RENDIMENTO: 10 W/30 VA



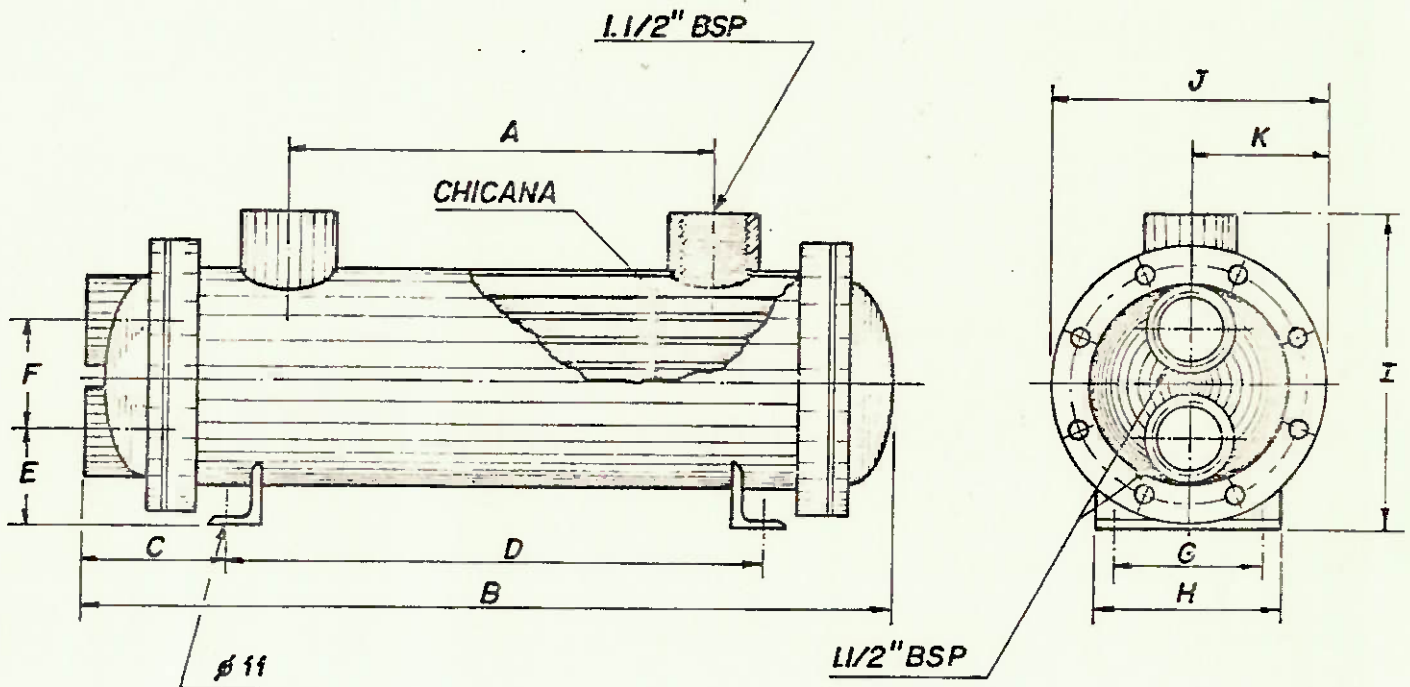
CONJUNTO Nº	RESERVATÓRIO CAPACIDADE	A	B
4.400.080	10 GAL/38 L	114	73
4.400.081	20 GAL/76 L	126	"
	30 GAL/114 L	126	73
4.400.082	50 GAL/190 L	160	85
4.400.083	80 GAL/303 L	185	"
4.400.084	100 GAL/378 L	250	"
4.400.082	130 GAL/492 L	160	"
4.400.085	200 GAL/760 L	280	"
4.400.086	350 GAL/1330 L	380	85

OBSERVAÇÕES:

- PARA USO EM FLUIDO HIDRÁULICO MINERAL.
- COTA "A" PARADA DE BOMBA NÍVEL MÍNIMO.

SUBSTITUI A Nº SE-45 DATA 2/83

VISTO Nº DATA



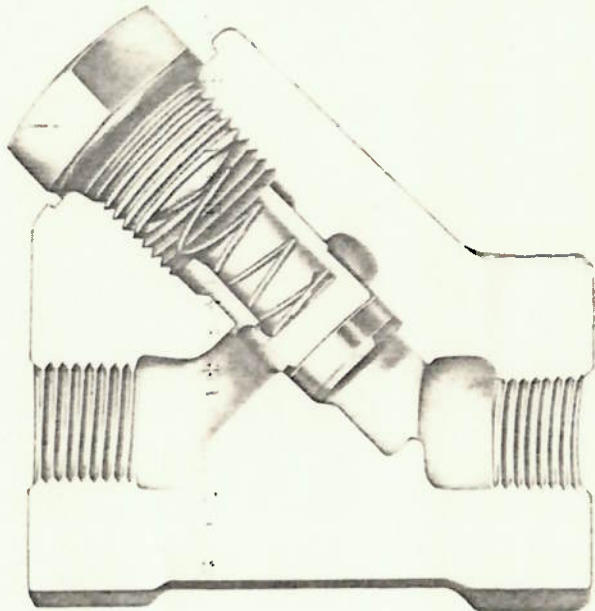
NÚMERO	TIPO	DIMENSÕES											ÁREA DE TROCA (m <sup>2</sup> )	PESO Kg
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K		
4 450 310	5/50	242	476	140	296	58	64	100	130	196	170	85	0,65	23
4 450 311	5/56	302	536	140	356	58	64	100	130	196	170	85	1,00	25
4 450 312	5/75	492	726	140	546	58	64	100	130	196	170	85	1,40	34
4 450 313	5/100	742	976	140	796	58	64	100	130	196	170	85	2,00	
4 450 314	5/125	992	1226	140	1046	58	64	100	130	196	170	85	2,60	
4 450 315	5/150	1242	1476	140	1296	58	64	100	130	196	170	85	2,90	52
4 450 316	5/175	1492	1726	140	1546	58	64	100	130	196	170	85	3,70	
4 450 317	5/200	1742	1976	140	1796	58	64	100	130	196	170	85	4,20	

ATENÇÃO: O FLUÍDO FRIO, NÃO PODERÁ SER ÁGUA DO MAR.

SUBSTITUI-À Nº SE-54 DATA 10/01

VISTO Nº DATA

AC1/607



### VÁLVULAS DE RETENÇÃO

210 bar

MONTAGEM EM PLACA  
CONEXÕES ROSQUEADAS

QUANDO SOLICITAR PEÇAS, FORNEÇA:

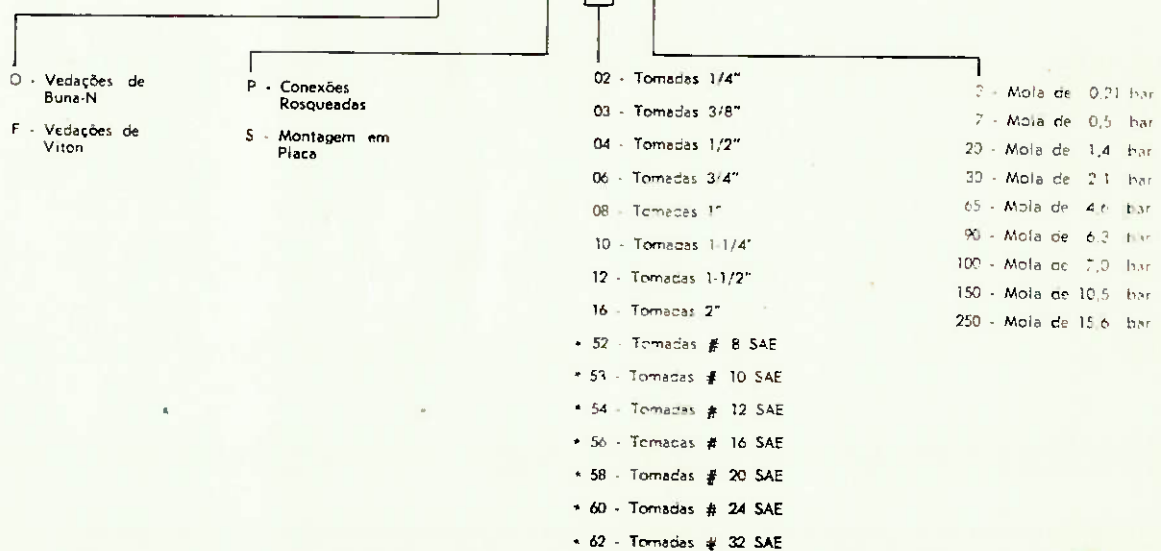
1. O NUMERO COMPLETO DA PEÇA
2. O NOME DAS PEÇAS
3. INSTRUÇÕES PARA REMESSA

ESCREVA PARA FÁBRICA PARA INFORMAR-SE SOBRE O CENTRO AUTORIZADO PARA FORNECIMENTO DE PEÇAS E SERVIÇOS MAIS PRÓXIMO.

F

### CÓDIGO DA VÁLVULA

OBI-XOHP-102N-3-01



\* CONSULTE A FÁBRICA

BOLETIM 69.10-01  
DEZEMBRO 1975

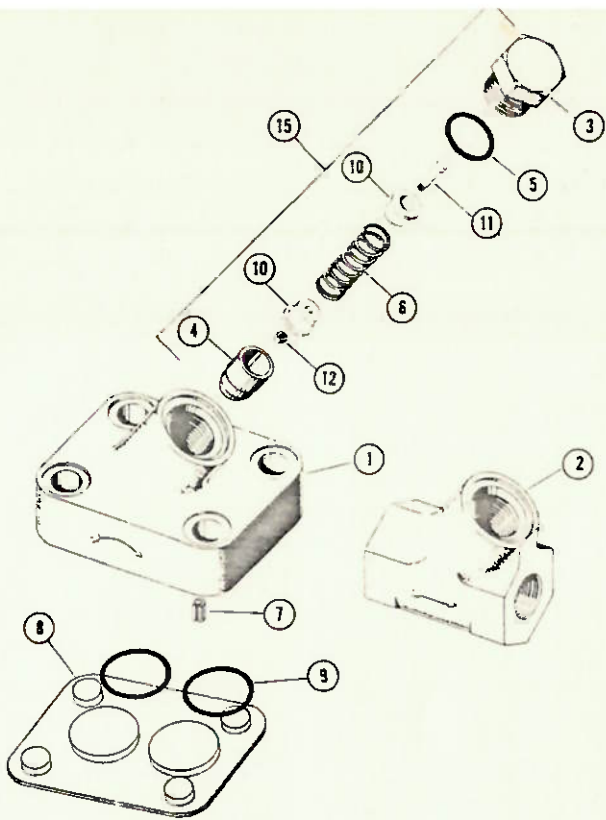
RS 9124/607

OBI-XOHP-1XXN-X-01

S

VEJA A PÁGINA ANTERIOR  
PARA O CÓDIGO DO  
TAMANHO DA VÁLVULA.

VEJA NA LISTA DE PEÇAS  
AS MOLAS DISPONÍVEIS  
(REFERÊNCIA 6).



LISTA DE PEÇAS (POR TAMANHO DE VÁLVULA)

N.º de Ref.	08 - 1/4" 32 - # 8 SAE	08 - 3/8" 32 - # 10 SAE	08 - 1/2" 34 - # 12 SAE	08 - 3/4" 36 - # 14 SAE	08 - 1" 38 - # 16 SAE	10 - 1-1/8" 40 - # 24 SAE	12 - 1-1/2" 42 - # 32 SAE	14 - 2"	Descrição	Qtd.
1		1705103		1705101		1705100			Corpo	1
2	1705104	1705095	1705097	1705102	1705096	1705099	1705094	1705098	Corpo	1
3	221102	222106	222101	222105	222103	222107	222104		Corpo com Roscas Paralelas SAE	1
4	307513	307513	307479	307479	307481	307481	307504	307504	Tampa	1
5	307511	307511	307478	307478	307480	307480	307507	307507	Pistão	1
6	405393	405393							Anel "O" Øe 20,8 x 2,2	1
7	406440	406440							Anel "O" (Viton) Øe 29,4 x 3,0	1
8			405411	405411					Anel "O" Øe 35,6 x 3,0	1
9			406814	406814					Anel "O" (Viton) Øe 65,4 x 3,0	1
10					405863	405863			Anel "O" Øe 20,8 x 2,2	1
11					406775	406775			Anel "O" (Viton) Øe 29,4 x 3,0	1
12							406608	406608	Anel "O" Øe 35,6 x 3,0	1
13	406891	406891	406839	406837	406838	406838	407056	407056	Anel "O" (Viton) Øe 65,4 x 3,0	1
14	407032	407032	407051	407051			406884	406884	Anel "O" (Viton) Øe 20,8 x 2,2	1
15									Mola - 0,21 bar	1
16									Mola - 0,5 bar	1
17						407809			Mola - 1,4 bar	1
18					407173	407173			Mola - 2,1 bar	1
19	406890	406890	407823	407823	406840	406840	406885	406885	Mola - 4,6 bar	1
20	407153	407153							Mola - 5,3 bar	1
21			407176	407176					Mola - 7,0 bar	1
22	408706	408706							Mola - 10,5 bar	1
23									Mola - 15,6 bar	1
24		1404346		1404346		1404346			Pino	1
25		1490116		1490117		1490118			Protetor	1
26		401251							Anel "O" Øe 28,6 x 3,2	2
27		406094							Anel "O" (Viton) Øe 38,1 x 3,2	2
28				401278		401278			Anel "O" Øe 38,1 x 3,2	2
29				406572		406572			Anel "O" (Viton) Øe 38,1 x 3,2	2
30							307510	307510	Assento	2
31							406869	406869	Parafuso 5/16-18 x 1 1/2"	1
32							406881	406881	Porca 5/16-18	1
33	410523	410523	410523	410523	410523	410523	410523	410523	Rebité (não mostrado)	4
34	403446	403446	403446	403446	403446	403446	403446	403446	Placa de identificação (não mostrada)	1
35	1380007	1380007	1380008	1380008	1380009	1380009	1380018	1380018	Bucha (não mostrada)	1

\* Essas peças são utilizadas somente com mola de 4,6 bar

CONJUNTO COMPLETO (POR TAMANHO DE VÁLVULA)

N.º de Ref.	12 - 1/4" 32 - # 8 SAE	12 - 3/8" 32 - # 10 SAE	14 - 1/2" 34 - # 12 SAE	14 - 3/4" 36 - # 14 SAE	16 - 1" 38 - # 16 SAE	18 - 1-1/8" 40 - # 24 SAE	20 - 1-1/2" 42 - # 32 SAE	24 - 2"	Descrição	Qtd.
15	722098	722098	722091	722091	722094	722094	722100	722100	0,21 bar - Buna N	1
15	722131	722131	722108	722108	722126	722126	722138	722138	0,21 bar - Viton	1
15				722701					0,5 bar - Buna N	1
15		722468		722934					0,5 bar - Viton	1
15						722574			1,4 bar - Buna N	1
15					722738	722738			1,4 bar - Viton	1
15					722293	722293			2,1 bar - Buna N	1
15					722642	722642			2,1 bar - Viton	1
15	722099	722099	722092	722092	722095	722095	722101	722101	4,6 bar - Buna N	1
15	722132	722132	722093	722093	722135	722135	722139	722139	4,6 bar - Viton	1
15		722184							6,3 bar - Buna N	1
15		722300	722286	722286		722715			7,0 bar - Buna N	1
15		722656							7,0 bar - Viton	1
15		722520				722718			10,5 bar - Buna N	1
15		722434							15,6 bar - Buna N	1



Racine Hidráulica

CALCIE/RANHA, RS



produtos hidráulicos

# Druckschalter



Faltenbalg-Fühlersystem  
für neutrale gasförmige und flüssige Medien  
Schalldruckbereiche - 1 ... 25 bar

Bereich  
Druck- und Temperaturtechnik  
D 502/7 D

Schrift 7500615.05.10.80

## Beschreibung (Standardgerät)

Medium:	Luft, Gas, Wasser, Wasserdampf, Halogen-Kaltemittel, Öl und sonstige Gase und Flüssigkeiten, welche die Druckfühler-Werkstoffe nicht angreifen, Betriebsviskosität bis 1000 mm <sup>2</sup> /s (cSt)
Schaltelement:	Mikroschalter
Schutzart:	IP 65
Umgebungstemperatur:	-40 bis +50°C
Mediumtemperatur:	0 bis +120 °C
Temperatur am Schaltelement:	max. + 80 °C
Einbaulage:	beliebig
Erschütterungen:	max. 4 g (sinusförmig) <sup>1)</sup>



### Schaltfunktion:

Ein einpoliger Mikroschalter (Umschalter)  
Klemmen 1-2: bei steigendem Regelwert  
Kontakt schließend,  
Klemmen 1-3: bei steigendem Regelwert  
Kontakt öffnend.



## Merkmale

- einsetzbar im Vakuum- und Überdruckbereich
- hohe Dichtheit (besser 10<sup>-7</sup> mbar · l · s<sup>-1</sup>)
- großer Einsatztemperaturbereich
- hohe Schaltgenauigkeit  
(bei Druckregelung Streuung < 1 %)

## Kenngößen

Schalldruckbereich P <sub>vu</sub> min ... P <sub>vo</sub> max (VDI 3283) [bar]	Schalldruckdifferenz		Überdruck- sicher bis [bar]	Schaltzahl $z \left[ \frac{1}{\text{min}} \right]$	Werkstoffe im Druckfühler			Anschlußart	Anschlußgröße (Gewinde nach DIN 269)	Masse gesamt [kg]	Maßzeichnung Nr.	Bestell Nr.															
	am Bereichs- anfang [bar]	am Bereichs- ende [bar]			Gehäuse	Ab- dichtung	sonstige																				
- 1 ... 0 - 1 ... 1 - 1 ... 1,6 - 1 ... 2,5	0,06	0,07	10	max. 20 (keine schlagartigen Druck- änderungen)	Messing 2.0401	Edelstahlfaltenbalg 1.4401	Weichlot	Innengewinde	R 1/4	1,0	01	0810100															
	0,07	0,08	10						R 1/4	1,0		0810200															
	0,08	0,09	10						R 1/4	1,0		0810300															
	0,09	0,12	10						R 1/4	1,0		0810400															
0 ... 1 0 ... 1,6 0,1 ... 2,5	0,07	0,08	10						max. 20 (keine schlagartigen Druck- änderungen)	Messing 2.0401	Edelstahlfaltenbalg 1.4401	Weichlot	Innengewinde	R 1/4	1,0	01	0811100										
	0,08	0,09	10											R 1/4	1,0		0811200										
	0,09	0,1	10											R 1/4	1,0		0811300										
0,2 ... 4 0,3 ... 6 0,3 ... 10	0,3	0,3	20											max. 20 (keine schlagartigen Druck- änderungen)	Messing 2.0401	Edelstahlfaltenbalg 1.4401	Weichlot	Innengewinde	R 1/4	0,85	02	0811400					
	0,3	0,35	20																R 1/4	0,85		0811500					
	0,3	0,4	20																R 1/4	0,85		0811600					
0,5 ... 16 0,5 ... 25	0,7	0,8	50																max. 20 (keine schlagartigen Druck- änderungen)	Messing 2.0401	Edelstahlfaltenbalg 1.4401	Weichlot	Innengewinde	R 1/4	0,9	03	0811700
	0,7	0,9	50																					R 1/4	0,9		0811800

<sup>1)</sup> Geprüft in Anlehnung an DIN 89011, 5.2., im Frequenzbereich 25...100 Hz; im Frequenzbereich 2...25 Hz geprüft mit Amplitude 1,6 mm.

Schaltbereich P <sub>1</sub> - P <sub>2</sub> (V21 0283)	Schaltdruckdifferenz		Überdruck- sicher bis [bar]	Schaltzahl $z \left[ \frac{1}{\text{min}} \right]$	Werkstoff im Druckfühler			Anschlußart	Anschlußgröße (Gewinde nach DIN 259)	Masse gesamt [kg]	Maßzeichnung Nr.	Bestellnr.
	kleinste <sup>1)</sup> [bar]	größte [bar]			Gehäuse	Ab- dichtung	sonstiges					

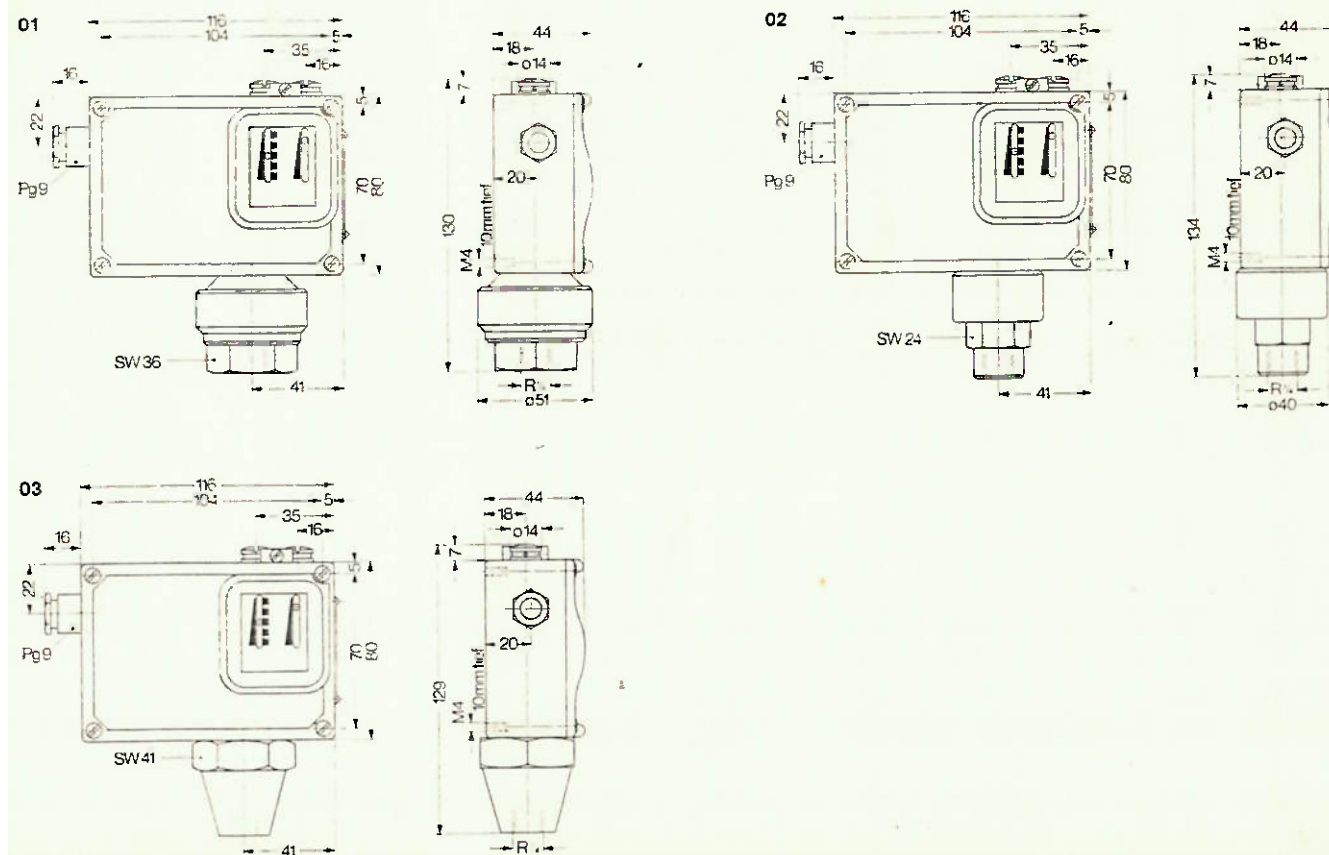
### Schaltdruckdifferenz einstellbar

- 1 ... 0	0,18 ... 0,19	0,8	10	max. 20 (keine schlagartigen Druck- änderungen)	Messing 2.0401	Edelstahlfaltenbalg 1.4401	Weichlot	Innengewinde	R 1/4	1,05	01	0800100
- 1 ... 1	0,19 ... 0,21	1,0	10						R 1/4	1,05		0800200
- 1 ... 1,6	0,20 ... 0,22	2,0	10						R 1/4	1,05		0800300
- 1 ... 2,5	0,22 ... 0,24	2,5	10						R 1/4	1,05		0800400
0 ... 1	0,15 ... 0,16	0,8	10						R 1/4	1,05	01	0801100
0 ... 1,6	0,18 ... 0,2	1,0	10						R 1/4	1,05		0801200
0,1 ... 2,5	0,2 ... 0,24	2,0	10						R 1/4	1,05		0801300
0,2 ... 4	0,8 ... 0,8	2,5	20						R 1/4	0,9	02	0801400
0,3 ... 6	0,8 ... 0,9	5,0	20						R 1/4	0,9		0801500
0,3 ... 10	0,9 ... 1	8,0	20						R 1/4	0,9		0801600
0,5 ... 16	1,7 ... 1,9	12,0	50						R 1/4	0,95	03	0801700
0,5 ... 25	1,8 ... 2	20,0	50						R 1/4	0,95		0801800

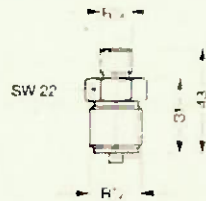
<sup>1)</sup> Diese Angaben sind Maximalwerte. Der kleinere gilt für den Anfang und der größere für das Ende des Schaltdruckbereiches

### Weitere Ausführungen auf Anfrage gegen Mehrpreis

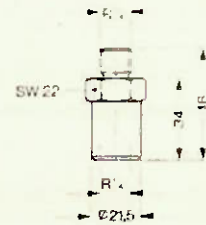
### Maßzeichnungen



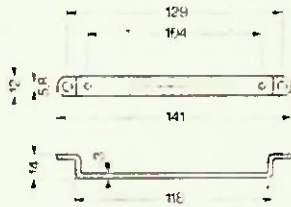
Druckanschluß-Übergangsnippel  
von R 1/4 auf R 1/2  
Außengewinde  
Bestell-Nr. **0574767**



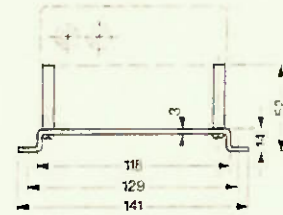
Dämpfungsvorkammer R 1/4  
Bestell-Nr. **0574773**



7 D-Halterung  
(2 Bügel und 4 Schrauben)  
Bestell-Nr. **0574772**



7 D-Halterung  
(2 Bügel, 4 Schrauben und  
4 Gewindestücke) nur für  
Feindruckschalter  
0805100 bis 0805300 und  
0815100 bis 0815300  
Bestell-Nr. **0574771**



## Auswahl und Einbauhinweise

Die Schaltpunkte sollen normalerweise etwa in der Mitte des Schaltdruckbereiches liegen.

Die Überdrucksicherheit soll betriebsmäßig nicht ausgenützt werden.

Das angegebene Schaltvermögen darf nicht überschritten werden.

Elektrischer Anschluß über Kabelverschraubung Pg 9.

Elektrischen Anschluß gemäß VDE-Vorschriften vornehmen. Montage im Freien nur mit ausreichendem Wetterschutz.

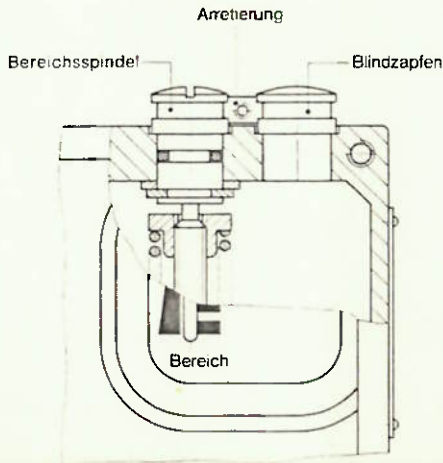
Verdrehen des Druckfühlers unbedingt vermeiden; beim Anschließen gegenhalten.

Bei flüssigen Medien mit Druckspitzen und bei pulsierendem Druck Dämpfungskammer vorbauen, andernfalls Schaltpunktschaltungen, höherer Verschleiß, evtl. Ausfall der Differenzeinstellung.

Bei Wasserdampf Kondensschlange oder Wassersackrohr vorbauen.

## Einstellung der Schaltpunkte

Bei Ausführung mit **festliegender** Schaltdruckdifferenz wird der untere Schaltpunkt mit der Bereichsspindel eingestellt; der obere ergibt sich aus der festliegenden Schaltdruckdifferenz.

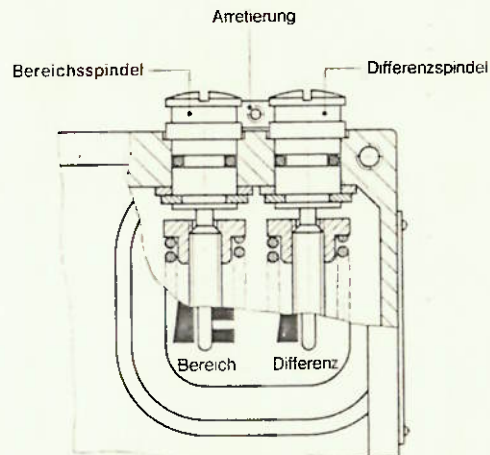


Bei Ausführung mit **einstellbarer** Schaltdruckdifferenz wird mit der Bereichsspindel der untere, mit der Differenzspindel der obere Schaltpunkt eingestellt; d. h. der auf der Bereichsskala eingestellte untere Schaltpunkt zuzüglich der Schaltdruckdifferenz ergibt den oberen Schaltpunkt.

Durch Linksdrehen der Bereichsspindel werden beide Schaltpunkte nach oben verschoben. Durch Linksdrehen der Differenzspindel wird nur der obere Schaltpunkt nach oben verschoben, d. h. die Schaltdruckdifferenz (Abstand zwischen unterem und oberem Schaltpunkt) wird größer.

Beispiel: gewünscht ist unterer Schaltpunkt 6 bar  
oberer Schaltpunkt 8 bar  
d. h. Schaltdruckdifferenz 2 bar

Einstellung: mit Bereichsspindel 6 bar  
mit Differenzspindel 2 bar



Zum Einstellen auf genaue Schaltdrucke ist ein Manometer zu Hilfe zu nehmen. (Der Druckschalter ist – auch wenn er als Einstellhilfen Skalen besitzt – kein Meßgerät, sondern ein Schalt- und Regelgerät.)

Eine andere Einstellung kann jederzeit, also auch während des Betriebes, erfolgen.

Die Bereichs- und Differenzspindeln sind mit einer lösbaren Arretierung versehen; zusätzlich ist eine Plombierung möglich.

# Schaltvermögen

			Umschalter mit Silberspringkontakt					Kontakt-Lebensdauer
Ausführung	Stromart	Belastungsart	Schaltspannung [V]					
			24	60	110	220	380	
normal	~	Ohmsche	6	6	6	6	1,6	4 · 10 <sup>6</sup>
	~	induktive, $\cos \varphi \approx 0,7$	1,6	1	0,6	0,35	0,25	
	≡	Ohmsche	0,8	0,35	0,2	0,1	-	
	≡	induktive, $L/R \approx 10 \text{ ms}$	0,4	0,12	0,04	0,01	-	
	≡	induktive, Funkenlöschung mit Diode	0,65	0,3	0,15	0,06	-	
erhöhtes Schaltvermögen	~	Ohmsche	15	15	15	15	4	≈ 1 · 10 <sup>6</sup>
	~	induktive, $\cos \varphi \approx 0,7$	4	2,5	1,5	0,9	0,6	
	≡	Ohmsche	2	0,9	0,45	0,2	-	
	≡	induktive, $L/R \approx 10 \text{ ms}$	1	0,3	0,09	0,02	-	
	≡	induktive, Funkenlöschung mit Diode	1,5	0,7	0,35	0,15	-	

Bezugsschaltzahl 60 min<sup>-1</sup>

Bezugstemperatur + 30 °C 1)

1) Bei einer Bezugstemperatur von + 70 °C beträgt  $I_{max}$  nur noch ca. 50% der Tabellenwerte.

Die Kriech- und Luftstrecken entsprechen nach VDE 0110 der Isolationsgruppe B (ausgenommen Kontaktabstand der Mikroschalter).

## Vorschlag für Funkenlöschung bei Gleichspannung

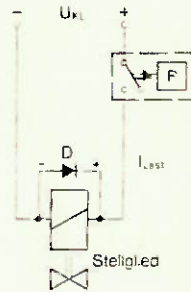
Diode parallel zur Induktivität

Bemessungsvorschrift für die Lösch-Diode (Gleichrichter):

Nennspannung der Diode  $U_D \geq 1,4 \cdot U_{KL}$

Nennstrom der Diode  $I_N \geq I_{Lest}$

Treten starke Kontaktprellungen auf, so sind bei Abschaltinduktivitäten  $> 2 \text{ H}$  Selengleichrichter zu verwenden (Gleichrichter mit Diffusionssperrschicht können durch das „Umpolen“ bei Prellungen zerstört werden).





# Filtro-Reguladores

Para ar comprimido



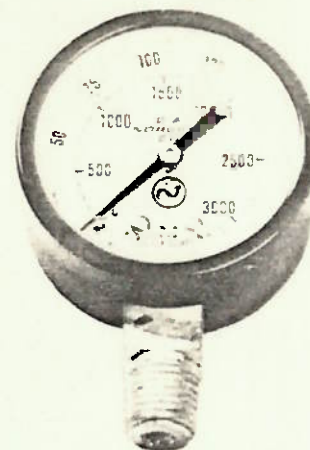
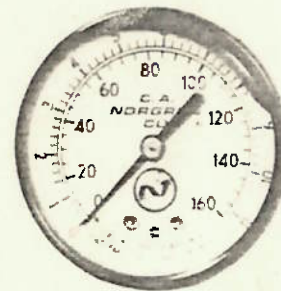
- Elemento filtrante: 50 micron (normal) 5 micron (opcional)
- Condições máximas de operação: Copo de metal 17 bar m (250 psig) a 80°C

ORIFÍCIOS NPTF	DRENO		ORIF. P/MAN. NPTF	CAMPO DE REGULAGEM					
	AUTOMÁTICO	MANUAL		NORMAL		OPCIONAL*			
				PSIG	bar m	PSIG	bar m	PSIG	bar m
1/8"	B06-101-A1KA	B06-101-M1KA	1/8"	2-100	0-7	1-50	0-3,5	1-10	0-0,7
1/4"	B06-201-A1KA	B06-201-M1KA	1/8"	2-100	0,7	1-50	0-3,5	1-10	0-0,7
1/4"	B11-200-A3LA	B11-200-M3LA	1/4"	2-125	0-8,8	1-50	0-3,5	5-250	0-17,6
3/8"	B11-300-A3LA	B11-300-M3LA	1/4"	2-125	0-8,8	1-50	0-3,5	5-250	0-17,6
3/8"	B12-300-A3KA	B12-300-M3LA	1/4"	2-125	0-8,8	1-50	0-3,5	5-250	0-17,6
1/2"	B12-400-A3LA	B12-400-M3LA	1/4"	2-125	0-8,8	1-50	0-3,5	5-250	0-17,6
3/4"	B12-600-A3LA	B12-600-M3LA	1/4"	2-125	0-8,8	1-50	0-3,5	5-250	0-17,6

VISOP	CONEXÃO NPTF	GAMA DE TRABALHO		MODELO
		PSI	bar	
1-1/2"	1/8" Atrás	0-30	0-2,1	18-013-214
		0-60	0-4,2	18-013-211
		0-160	0-11,2	18-013-212
1-1/2"	1/8" Montagem p/ Painel	0-30	0-2,1	5PG-306-000
		0-60	0-4,2	5PG-312-000
		0-100	0-7	5PG-320-000
2"	1/4" Montagem p/ Painel	0-30	0-2,1	FL-013-207
		0-60	0-4,2	FL-013-208
		0-160	0-11,2	FL-013-209
	1/8" Atrás	0-30	0-2,1	18-013-201
		0-60	0-4,2	18-013-202
		0-100	0-7	18-013-203
		0-160	0-11,2	18-013-204
		0-300	0-21	18-013-205
		0-400	0-28	18-013-206
	1/4" Atrás	0-30	0-2,1	18-013-207
		0-60	0-4,2	18-013-208
		0-100	0-7	18-013-235
		0-160	0-11,2	18-013-209
		0-300	0-21	18-013-210
	1/4" Embaixo	0-15	0-1	18-013-082
0-30		0-2,1	18-013-030	
0-60		0-4,2	18-013-083	
0-100		0-7	18-013-084	
0-160		0-11,2	18-013-085	
0-300		0-21	18-013-086	
0-600		0-42	18-013-035	
0-3000UL	0-210	18-013-087		
2-1/2"	1/4" Atrás	0-60	Poleg. de coluna d'água	18-013-221

## Manômetros

- Escala dupla: psi e bar



## Purgador Automático

Para ar comprimido



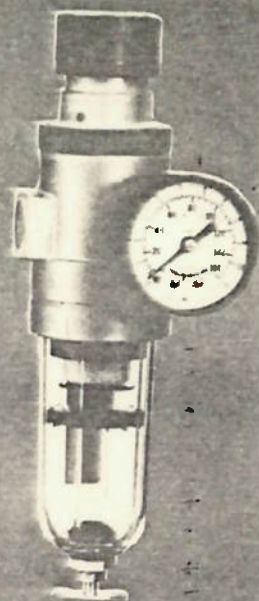
- Condições máximas de operação: Copo de policarbonato 10,5 bar m (150 psig) a 52°C Copo de metal 17 bar m (250 psig) a 80°C

ORIFÍCIO NPTF	MODELO
1/2"	17-016-004 (copo de policarbonato) 17-016-007 (copo de metal) 17-016-008 (copo de policarbonato com protetor)

AM3a5/601

# Filtro Regulador 1/4" 3/8" TIPO B 11

PARA AR COMPRIMIDO — APLICAÇÕES GERAIS



## TABELA DE SELEÇÃO

ORIFÍCIO	DRENO	
	AUTOMÁTICO	MANUAL
1/4"	B11-200-A3LA	B11-200-M3LA
3/8"	B11-300-A3LA	B11-300-M3LA

COPO	DIÁFRAGMA	MANÔMETRO	
Transparente	com alívio	sem	00
		com	21
	sem alívio	sem	22
		com	23
Metal	com alívio	sem	24
		com	25
	sem alívio	sem	26
		com	27
Transparente com protetor	com alívio	sem	17
		com	18
	sem alívio	sem	19
		com	20

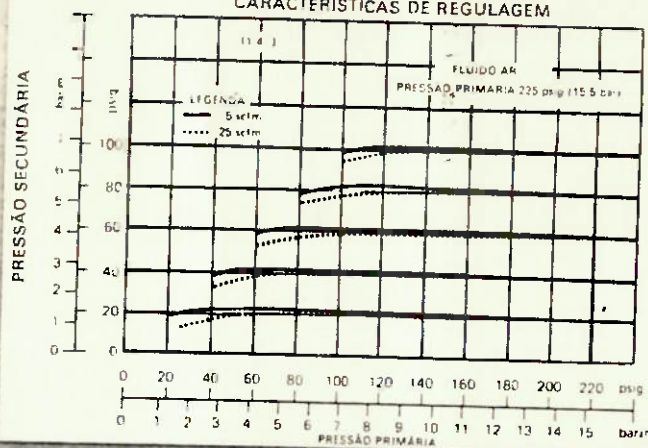
  

Elemento	
1	5 Micron
3	50 Micron

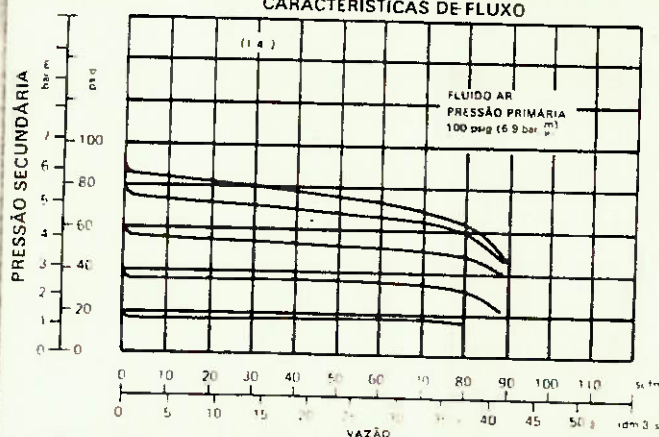
  

regulagem	
E	1- 50 psi (3.5bar)
L	2-125 psi (8.8bar)
S	5-250 psi (17.2bar)

### CARACTERÍSTICAS DE REGULAGEM



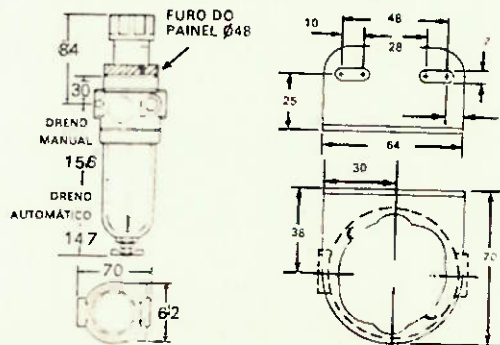
### CARACTERÍSTICAS DE FLUXO



## CARACTERÍSTICAS

- Orifício: 1/4" e 3/8" NPTF
- Filtro : 5 micron e 50 micron
- Copo : 190 cm<sup>3</sup> (1/3 pinta) policarbonato transparente (normal)  
190 cm<sup>3</sup> (1/3) de metal (opcional)
- Tipo : diafragma - com alívio ou sem alívio
- Orifícios para manômetro: 2 orifícios de 1/4" NPTF
- Pressão primária máxima : Copo de policarbonato 10,5 bar m (150 psi) a 52°C  
: Copo de metal 17 bar m (250 psig) a 80 °C
- Pressão secundária (regulagem): 0 a 8,8 bar m (2-125 psig) (normal)  
: 0 a 3,5 bar m (1-50 psig) (opcional)  
: 0 a 17,2 bar m (5-250 psig) (opcional)
- Trava integral no botão de ajuste com possibilidade de lacrar a regulagem.
- Válvula balanceada reduz o efeito da variação da pressão primária sobre a pressão secundária.
- Nos modelos com alívio é possível reduzir a pressão ajustada em qualquer condição.
- Rosca para fixação no painel é fornecimento standard. Solicite em separado a porca e/ou suporte de montagem.
- Dreno manual ou automático
- Copo rosqueado, a manutenção pode ser efetuada sem o uso de ferramentas e sem remover o equipamento da linha de ar.

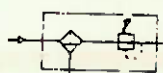
## DIMENSÕES DE MONTAGEM



## SÍMBOLOS GRÁFICOS



COM ALÍVIO



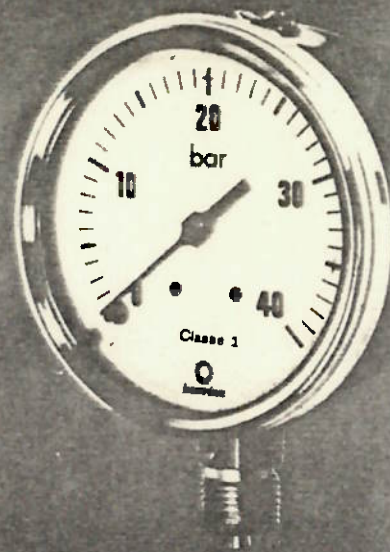
SEM ALÍVIO

DR+AF1/607

**NORGREN**  
PNEUMÁTICA INDUSTRIAL LTDA.

RUA GASTÃO DA CUNHA, 95 - CAIXA POSTAL 21399  
Tel.: 240-1441-543-0072 - CEP 04361 - S. PAULO - BRASIL  
TELEX: 011-31937 - NOPN-BR



**especificações do manômetro MA 2 standard**

**diâmetro nominal:** 63, 100 e 150 mm (ver quadro de dimensões no verso).

**caixa:** estanque, em folha de aço, pintada em cinza metalizado, com válvula de segurança — flange dianteiro fixa — flange posterior móvel. O tipos A e E podem ser obtidos a partir dos tipos D e F (flange desmontável).

**válvula de segurança:** (patente Bourdon) situada na parte superior da caixa, assegura o escape à atmosfera sempre que no interior da mesma se verifique sobrepessão anormal e podem conferir-lhe perfeita vedação (necessária quando se transportam manômetros cheios de óleo) por simples acionamento da trava.

**aro:** aço cromado. Fixação por entalhes girando 1/8 de volta (baioneta).

**visor:** 3 mm de espessura.

**junta do vidro:** de borracha sintética, assegura perfeita vedação.

**ponteiro:** leve, não regulável, em duralumínio (AU 4 G), pintado de preto.

**mostrador:** em folha de aço (com batente de zero), pintado nas duas faces, com graduações e inscrições em preto sobre fundo branco.

**movimento:** totalmente regulável em latão, com setor, eixo e pinhão em aço inoxidável.

**tubo bourdon:** bronze fosforoso p/ pressões até 40 bar; aço inoxidável p/ pressões acima de 60 bar.

**conexão:** em latão estampado, com sextavado x 22 mm entre faces, rosca standard 1/2" gas ou NPT.

**junta da conexão:** em borracha sintética.

**ligação tubo bourdon — conexão:** solda a estanho para pressões até 40 bar e temperatura de utilização inferior a 100°C; solda a prata para pressões a partir de 60 bar e temperatura de utilização superior a 100°C.

**precisão:** classe 1 (A-1).

**garantia:** 2 anos.

AM1/607

### dimensões e pesos

mm	150	100	63
graduação	150,2	106,2	64,5
bar ou Kgcm <sup>2</sup>	85	63	38,7
0	180	130	81
1	168	118	73
3	26,4	26,4	15,1
5	24,5	24	11,5
9	5,5	5,5	3,5
16	56,4	56,4	41,1
25	39,3	39,3	26,5
0,4	67,5	67,5	47,5
0,6	142	98	58,5
1	54,5	54,5	37,5
1,6	23	23	14
2,5	56,1	56,1	40,7
4	118	118	76
6	151	107	65,5
10	145	101	63
16		99	59,5
25	30	30	0
40	0,880	0,590	0,150
60			
100			
160			
250			
400			
600			
1000			
1600			

### graduações

graduação bar ou Kgcm <sup>2</sup>	150	100	63
0			
1			
3			
5			
9			
16			
25			
0,4			
0,6			
1			
1,6			
2,5			
4			
6			
10			
16			
25			
40			
60			
100			
160			
250			
400			
600			
1000			
1600			

### opcionalmente:

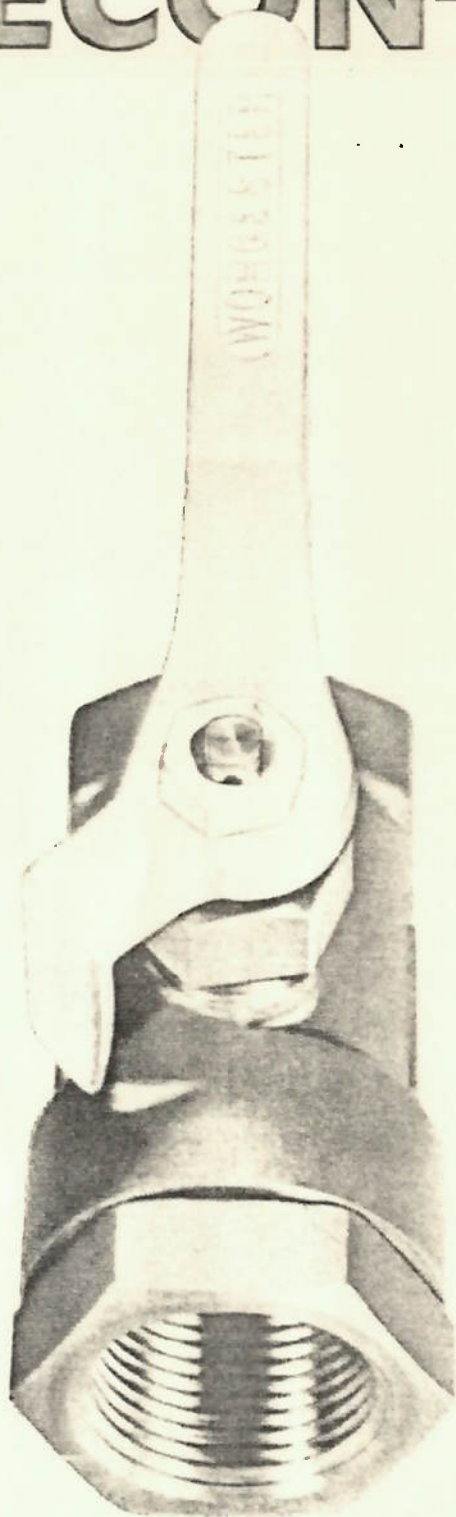
rosca especiais (inferiores a 1/2" gás).

contactos elétricos (ver folheto CES).

tubo desengordurado (indispensáveis para circuitos de oxigênio).

PARA UMA INFINIDADE DE USOS, A VALVULA  
ESFÉRICA DE BAIXO CUSTO EM LATÃO FORJADO

# ECON-O-MITE



## A NOVA VÁLVULA ESFÉRICA ECON-O-MITE

PARA AR, ÁGUA, ÓLEO E  
GÁS ATÉ 35 kg/cm<sup>2</sup> (500 psi)

PARA VAPOR ATÉ 10,5 kg/cm<sup>2</sup> (150 psi)

PARA TEMPERATURAS  
ATÉ 204°C (400°F)



**VÁLVULAS WORCESTER DO BRASIL LTDA.**

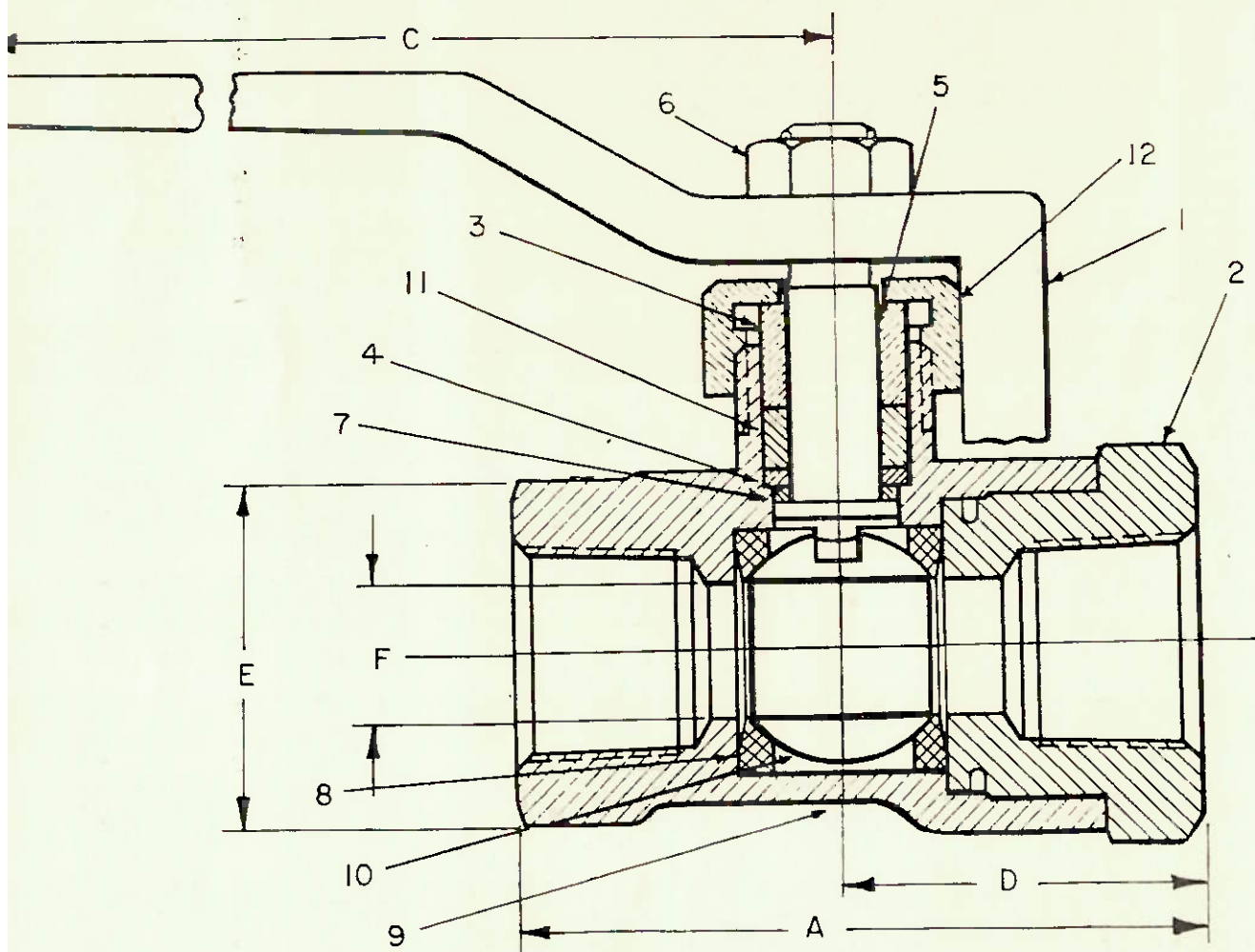
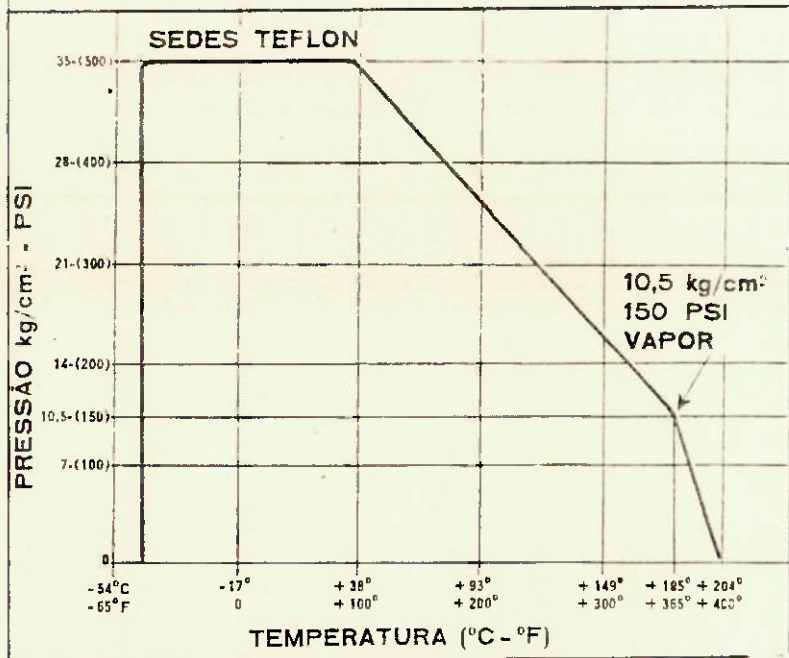
RUA TOCANTINS, 128 - S. CAETANO DO SUL - TELEFONE PABX: 442-6777 - TELEX 011-4337 BR - CAIXA POSTAL 30582 - SP.

DA 2/601

DIMENSÕES

A	B	C	D	E	F	Peso lbs kgs
2 1/2	2 5/32	4 1/4	1 1/8	1 1/2	1 1/32	.9
64	56	108	33	32	10	.408
2 3/4	2 5/32	4 1/4	1 1/32	1 1/8	1 1/32	1.125
70	58	108	35	36	13	.510
3 5/8	2 11/32	4 1/4	1 7/8	1 11/16	3/4	1.5
92	62	108	47	46	19	.680
4 7/16	3 3/16	5 3/4	2 1/32	2 11/16	1 1/2	5.0
113	81	146	56	68	32	2.267
4 15/16	3 13/32	5 3/4	2 15/32	3 1/8	1 1/2	6.5
125	86	146	62	79	38	2.947

CURVA PRESSAO VS TEMPERATURA ECON-O-MITE



LISTA DE MATERIAIS

PEÇA N.º DESCRIÇÃO	MATERIAL	PEÇA N.º DESCRIÇÃO	MATERIAL	PEÇA N.º DESCRIÇÃO	MATERIAL
ALAVANCA	FERRO NODULAR CROMADA	5. HASTE	LATÃO NAVAL	9. CORPO	LATÃO FORJADO
TAMPÃO	LATÃO	6. PORCA PRESSÃO	ACO CARBONO ZINCADA	10. ESFERA	LATÃO
SEPARADOR	LATÃO	7. ARRUELA	TEFLON	11. GAXETA	ASBESTOS GRAFITADO
ARRUELA	LATÃO	8. SEDE	TEFLON	12. PORCA SUPERIOR	LATÃO

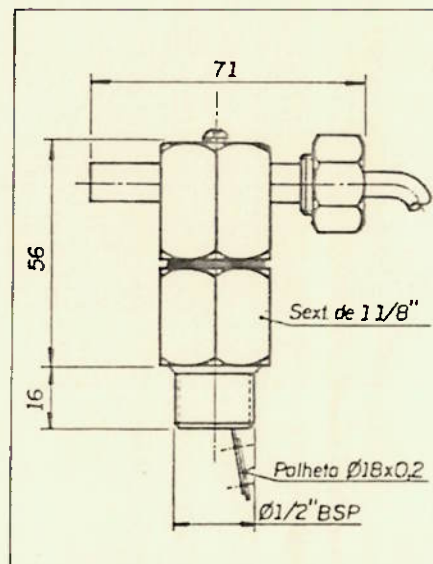
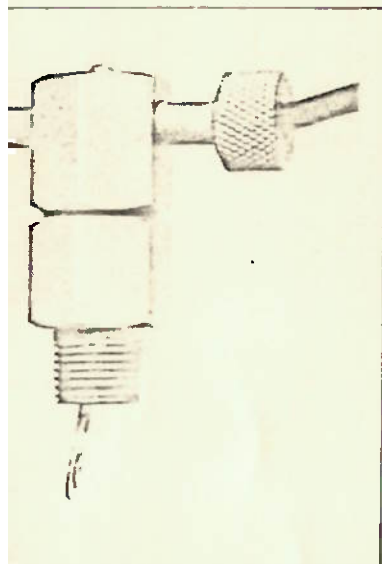


### CHAVE (Alarme) DE FLUXO

MODELO 017.00.00.61.00

#### DADOS TÉCNICOS

- Conexão:  $\varnothing$  1/2" BSP para tubulações a partir de  $\varnothing$  3/8"
- Temperatura máx: 110°C
- Pressão máx: em latão: 16 kgf/cm<sup>2</sup>  
em aço inox: 25 kgf/cm<sup>2</sup>
- Comprimento do cabo elétrico: 1,5 m
- Alimentação elétrica: 110/220 V - CA - 1 A  
110/220 V - CC 0,5 A
- Contato: Unipolar reversível (SPDT)
- Proteção do circuito elétrico:
- A prova de umidade
- Tubulação: até  $\varnothing$  1 1/2"



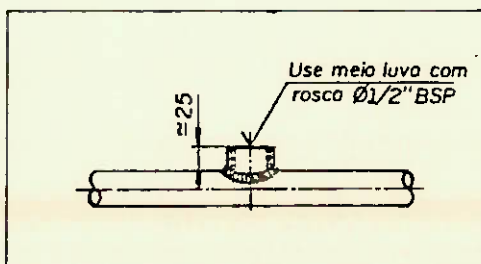
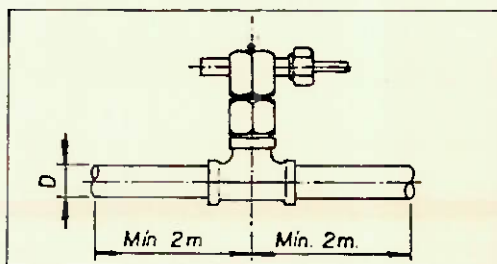
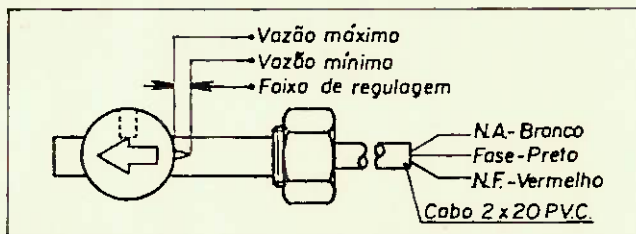
FIM A CHAVE DE FLUXO, PEQUENA, SENSÍVEL E ECONÔMICA.

ÍDIA PARA SISTEMAS COM FLUXOS DE POUQUÍSSIMA VELOCIDADE, CIRCUITOS DE LUBRIFICAÇÃO, FRIGERAÇÃO OU AERODUTO.

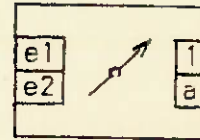
**ALÇAÇÃO:** A chave de fluxo poderá ser instalada em tubulação horizontal ou vertical. Na instalação em tubulação vertical, o sentido do fluxo deverá ser de baixo para cima, desde que fôr obedecido o posicionamento correto da chave (observe a flecha indicadora). Na instalação da chave deverá ser rigorosamente observado que a chave fique transversal ao eixo da tubulação e que o sentido do fluxo coincida com a flecha do corpo. Para instalação em tubulação recomenda-se soldar meia-luva ou fixar a chave num "T".

Para instalar ou projetar a instalação da chave, observar que tenha um trecho reto, com comprimento pelo menos 2 m. antes e depois do aparelho. No caso de não ser possível a instalação com esta distância, torna-se imprescindível a colocação de uma válvula de retenção entre a bomba e a chave de fluxo.

**REGULAGEM:** A regulagem da chave é feita na fábrica de acordo com o uso solicitado. Para regulagem no local solte o parafuso de fixação e deslocar a unidade de comando até que se torne visível a seta. A faixa de regulagem situa-se no comprimento da flecha (vide croquis adjunto). Após a regulagem, fixar novamente o parafuso para o uso.



e1, e2 = entradas  
 1 = aire adicional  
 a = salida



Estas conexiones están marcadas en forma correspondiente en los aparatos, siendo posible emplear toda clase de conexiones 1/4 NPT y atornilladuras R 1/4".

La comprobación por medidor neumático construye el valor medio de las presiones de las dos señales de entrada e1 y e2, calculando la relación entre el nombrado valor medio y el valor de régimen requerido para la pertinente presión del cilindro en "S".

El medidor funciona según el principio de la comparación de fuerzas. Las presiones existentes en las entradas de señalamiento e1 y e2 accionan sobre los dos elementos de medición 32, transmitiendo las fuerzas resultantes al soporte basculante 2. Esta fuerza acciona por encima de la barra de guía 17 y jinetillo 6 sobre el soporte basculante 3 y luego por encima del cabezal sobre el variador de fuerza 31. La señal de salida "a" es proporcional a la fuerza que actúa sobre el cabezal.

**Ajuste básico:** Hay que ajustar las tuercas de los elementos de medición 32 para su fijación en el soporte basculante 2 así como el tornillo de ajuste 16 con su correspondiente tuerca 22 de manera tal, que los pernos 17 y el soporte basculante queden exactamente en posición paralela.

Posición de montaje a discreción, efectuándose en la fábrica el ajuste para montaje en forma horizontal. En caso de elegir otra posición de montaje hay que corregir el punto cero por el resorte 26 a través de la tuerca 21.

Comprobación del punto cero:

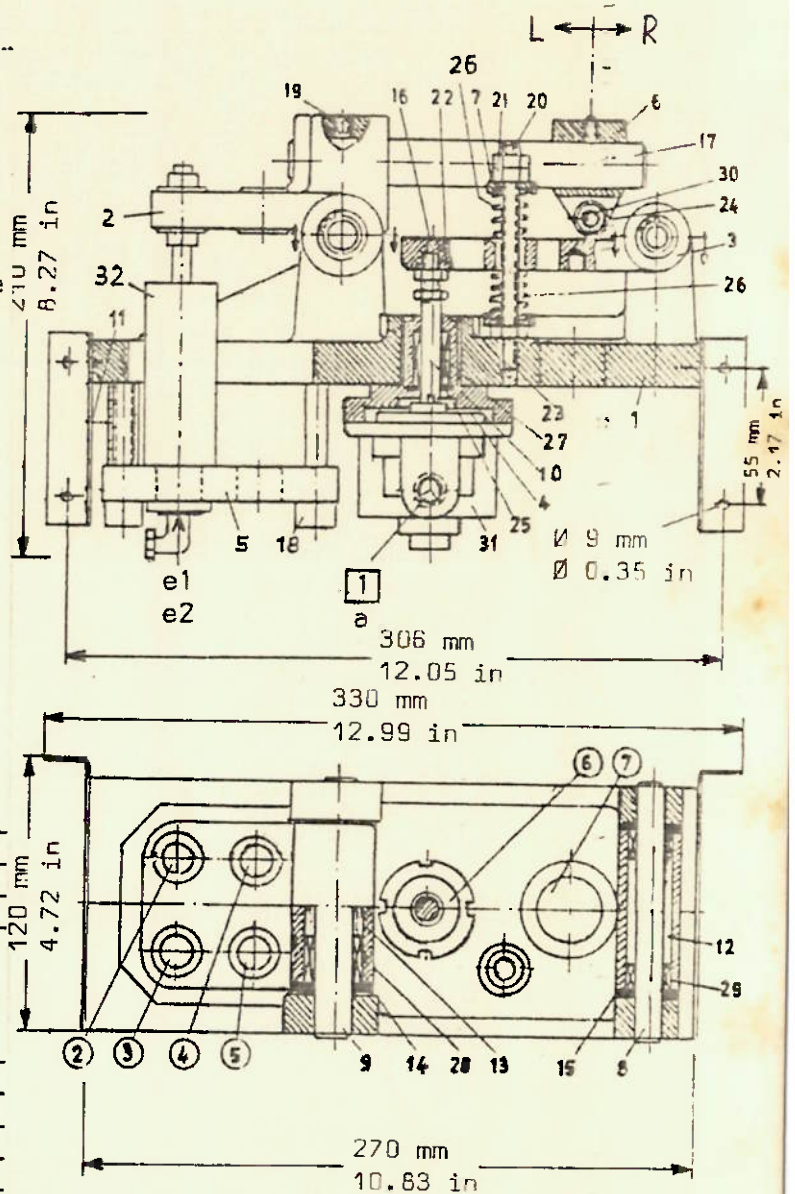
- 1 - Transmitir la señal de entrada a e1 y e2, midiendo la señal de salida a.
- 2 - Partir en dos las señales de entrada, quedando partido en dos también la salida "a" al haber ajustado bien el punto cero.

Ajuste de la relación de medición con presión de entrada constante:

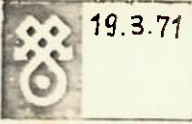
señal de salida	jinetillo 6
aumentar	← L
reducir	→ R

Por transposición del variador de fuerzas 31 y de los elementos de medición 32 podrán modificarse las relaciones de palanca, influyendo por consiguiente la señal de salida, o sea:

Pieza	posición	señal de salida
31	6	menor
	7	mayor
32	2 3	mayor
	4 5	menor



PIEZAS DE RECAMBIO		cantidad			
		Nº de pieza			
casquillo de agujas	28	2	HK 1622	INA	
casquillo de agujas	29	2	HK 1210	INA	
cojinete de agujas	30	1	NKI 5/16		
variador de fuerza (incl. piezas 4,10,25,27)	31	1	965.216		
elemento de medición, una vez fijados los detalles del pedido	32	2			



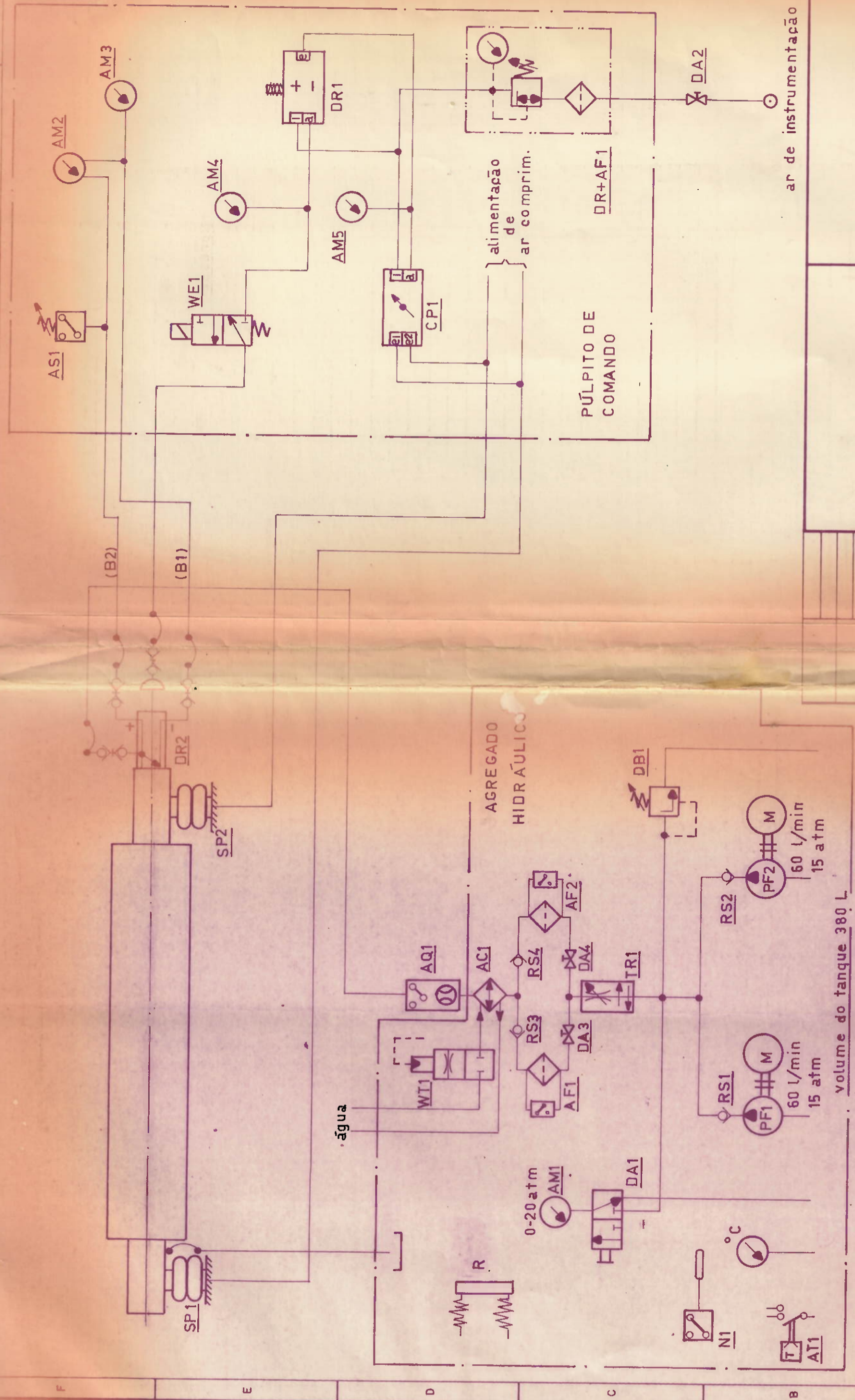
Formular 094.060

096.708/7 | S

096.708/7 | D

CPA/609





ar de instrumentação

volume do tanque 380 L

Escala no original		Massa (kg)
Material/Nº de Material		
Semi manufaturado, Peça bruta		
Modelo -, Molde - Nº		
Denominação		
CIRCUITO PNEUMÁTICO-HIDRÁULICO		
Desenho Nº / Item Nº		

Tolerâncias gerais conforme DIN 7168 - mB	Rugosidade conforme DIN ISO 1302
1983	Ra em µm
Des. 10-11	Nome Jefferson
Exam.	Visto
Seção	
Norma	

POLI

		TITULO	IDENTIFICACAO
		CONJUNTO DO ROLO	
.68	Régua de Apoio	Cuprodur	
.67	Régua de Vedação	Cuprodur	
	Parafuso M5 x 12		
	Parafuso M10 x 30		
	Parafuso M8 x 60		
	Parafuso M5 x 25		
	Parafuso M10 x 25		
	Mola de Compressão f =5mm P=90N	Aço Mola	
	Mola de Compressão	Aço Mola	
	Pino Cilindrico	SAE 1050	
	Bujão R 1/2"		
	Anel de Vedação	NBR nr St	
	Rolamento 239.40 CC		
	Anel Elástico	Aço Mola	
.44	Régua de Vedação	CUPRODUR	
.43	Régua de Vedação	CUPRODUR	
.42	Régua de Vedação	CUPRODUR	
.41	Pino	SAE 1020	
.39	Bucha	SAE 4140	
.37	Régua de Vedação	CUPRODUR	
.36	Suporte	Rst 37-2	
.35	Vedações Longitudinais	CUPRODUR	
.26	Eixo	TEFLON	
.04	Anel de Vedação	SAE 4140	
.03	Vedação Frontal	St 33-1	
.63	Colar	GGG 50	
.33	Tampa Inferior LA	Rst 37-2	
.32	Tampa Inferior LC	Rst 37-2	
.30	Tampa Superior LC	Rst 37-2	
.31	Tampa Superior LA	Rst 37-2	
.08	Chaveta	SAE 1045	
.15	Anel		
.16	Anel de Vedação	Rst 37-2	
.07	Anel de Retenção	St 33.1	
.20	Bucha Protetora	SAE 4140	
.12	Anel		
.10	Bucha de Fixação LA	GGG 50	
.09	Bucha de Fixação LC	GGG 50	
.17	Anel de Encosto	St 33.1	
.11	Bucha Esférica	CuSn 10 Zn	
.14	Mancal LC	GGG 50	
.13	Mancal LA	GGG 50	
.06	Colar		
AP. 8280.02	Eixo	SAE 1050	
AP. 8280.01	Camisa	GH 580	

POSICÃO

DENOMINAÇÃO

MATERIAL

DISTRIBUICAO

3

2

1

IND.	MODIFICACAO	DATA	NOME
EMITENTE:	SECAO:	DATA:	VISTO:
Jefferson		14-11-83	

LISTA DE PEÇAS

PÁGINA:

DE

LE = 3000

2570

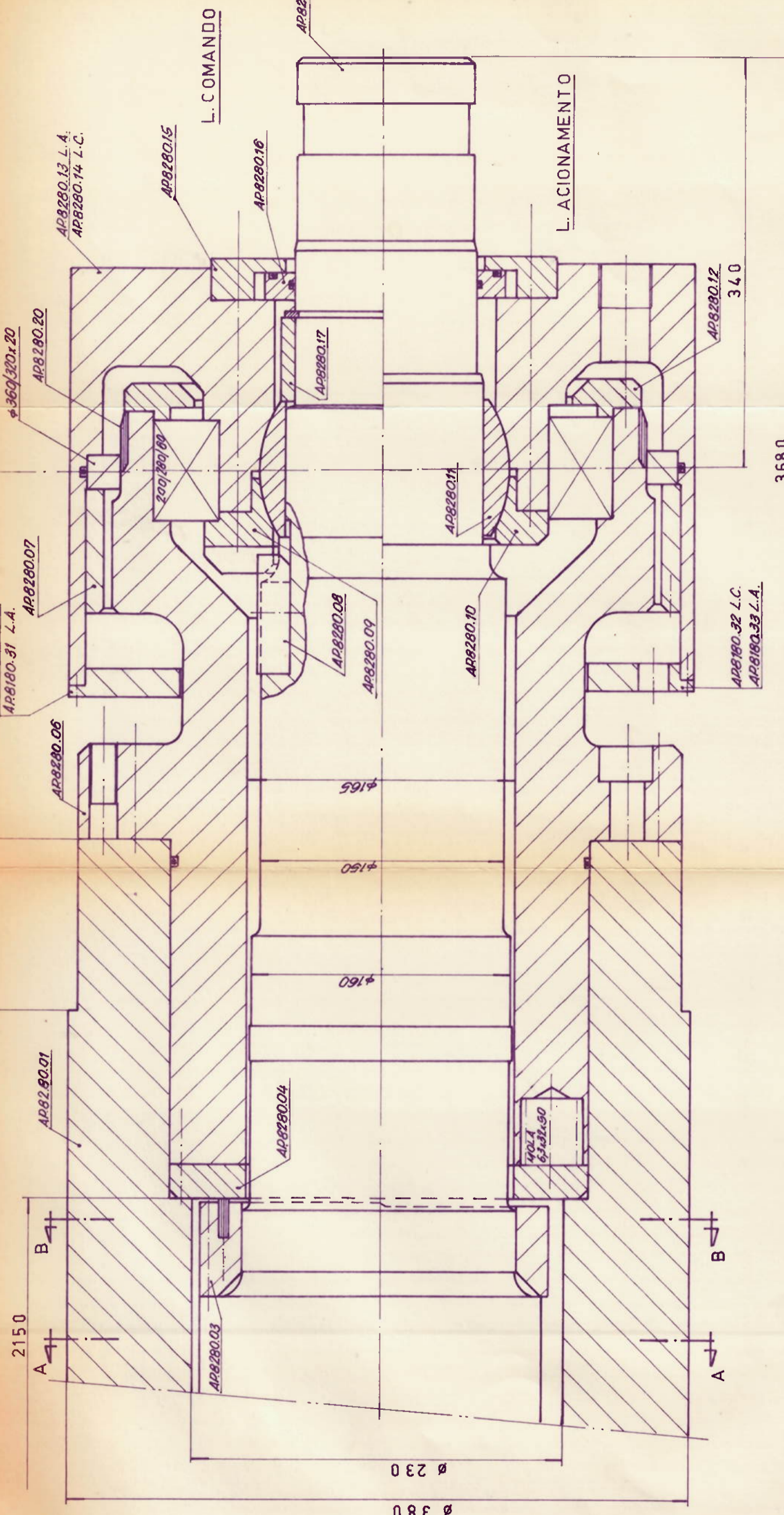
BL = 2370

2150

Ø 380  
Ø 230

3680

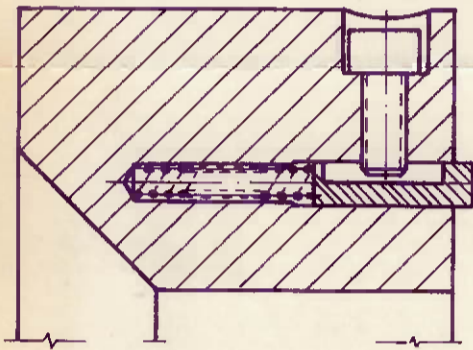
340



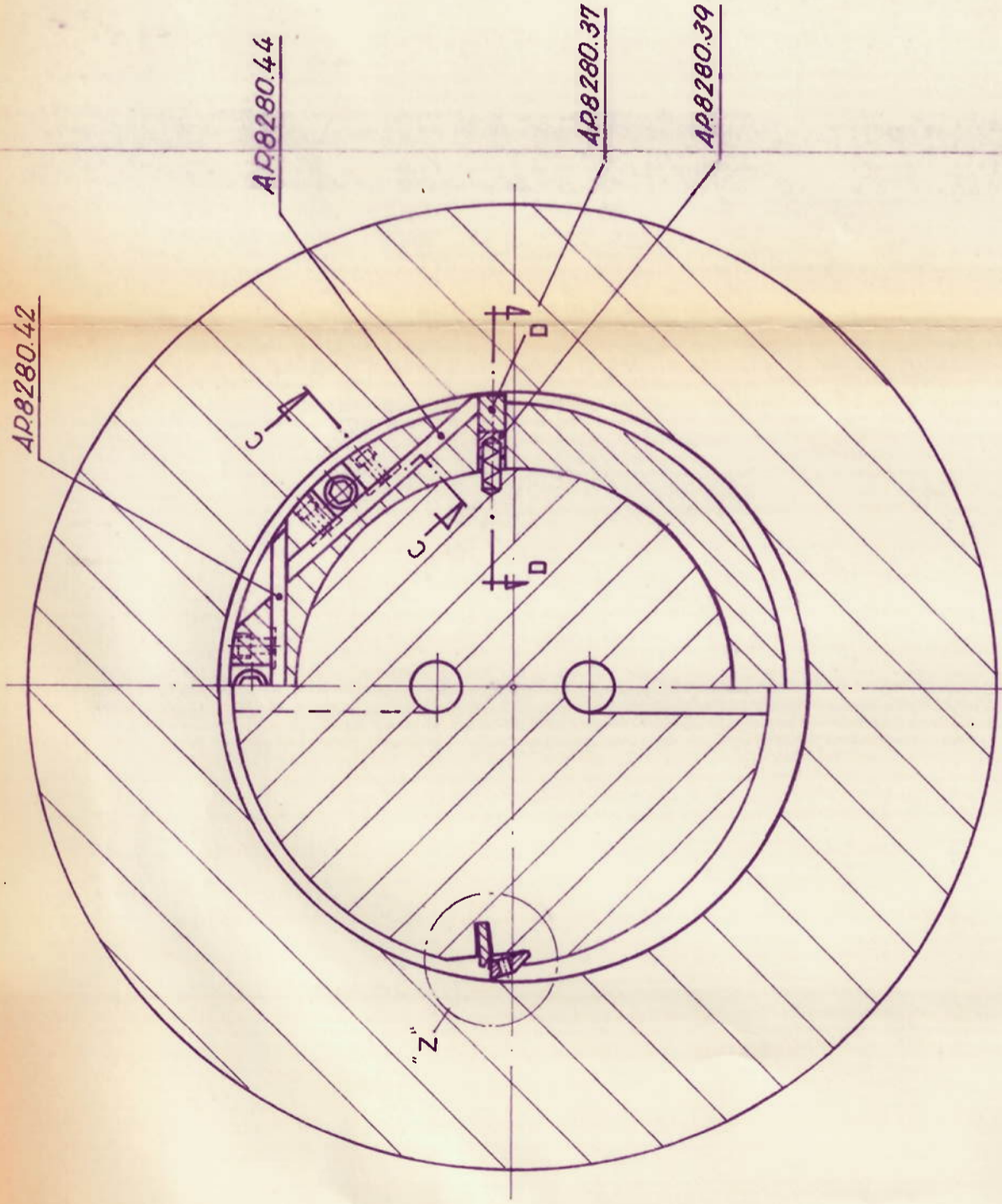
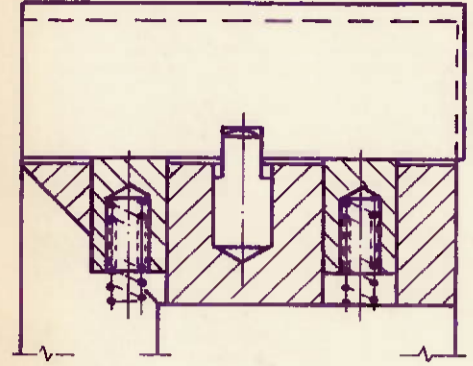
Escala no original		Massa (kg)
Material/Nº de Material		
Semi manufaturado, Peça bruta		
Modelo -, Molde - Nº		
Denominação		
ROLO FLUTUANTE		
Desenho Nº / Item Nº		
Tolerâncias gerais conforme DIN 7168 - mB		Rugosidade conforme DIN ISO 1302
1983		Ra em µm
Des. 29-10		Nome Jefferson
Exam.		Seção Visto
Norma		
Liberação		
Prov de		
Subst por		
Em subst de		

POLI

CORTE "C-C"



CORTE "D-D"

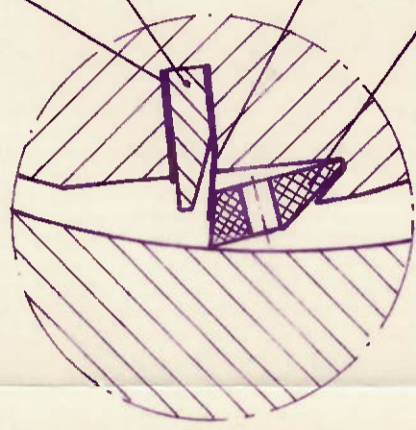


FITA DE COMPENSAÇÃO

AP8280.68

FITA DE PRESSÃO

AP8280.67



DETALHE "Z"

CORTE "A-A" CORTE "B-B"

Escala no original		---		Massa (kg)	
Material/Nº de Material					
Semi manufaturado, Peça bruta					
Modelo -, Moide - Nº					
Denominação					
CORTE DO ROLO FLUTUANTE					
Desenho Nº / Item Nº					
Tolerâncias gerais conforme DIN 7 168 - mB		Rugosidade conforme DIN ISO 1302		Massa (kg)	
1983		R <sub>a</sub> em µm			
Des. 29-11		Nome Jefferson			
Exam. Seção		Visto			
Norma					
Liberação					
Prov. de		POLI			
Subst. por				Em subst. de	
Afastamentos					
Medido					
Nome					
Instrução Nº					
Data					
Ind. Ocor.					
6					
7					
8					