

BREVES CONCEITOS SOBRE FILTRAGEM

Controlo da filtragem num sistema óleo-dinâmico

INTRODUÇÃO

O controlo da contaminação numa instalação óleo-dinâmica é uma matéria muito vasta e complexa; indicamos em seguida alguns pontos fundamentais.

O nosso serviço Técnico Comercial está à Vossa disposição para ulteriores aprofundamentos.

A função do fluido num sistema óleo-dinâmico é transmitir a força e o movimento.

Para assegurar a eficiência e a fiabilidade do sistema, é essencial na escolha do fluido ter em conta os requisitos do sistema e as condições de serviço (pressão de trabalho, temperatura ambiente, localização da instalação, etc.). Dependendo das características pretendidas (viscosidade, poder lubrificante, protecção ao desgaste, densidade, resistência ao envelhecimento e ao aquecimento, compatibilidade com o material, etc.). O óleo indicado pode ser seleccionado entre numerosos óleos minerais (o mais utilizado), fluidos sintéticos, fluidos com base aquosa, fluidos “ecológicos”, etc. Todos os fluidos hidráulicos são classificados segundo norma internacional. A contaminação sólida é reconhecida como a causa principal do mau funcionamento, falhas e degradação precoce na instalação óleo-dinâmica; é impossível eliminá-la completamente, mas pode-se manter eficazmente sobre controlo com dispositivos adequados (filtros). Independentemente do fluido que se venha a utilizar, é essencial que se mantenha o nível de contaminação sólida requerido pelo componente mais sensível utilizado.

COMO SE MEDE A CONTAMINAÇÃO

O nível de contaminação é determinado pela contagem do número de partículas de determinada dimensão por unidade de volume do fluido; este número é classificado em Classe de contaminação, de acordo com as normas internacionais.

A medição é efectuada com um contador de partículas no fluido em linha (através de tomada existente na instalação para este propósito) ou por amostra.

A medição e amostragem devem fazer-se segundo a norma ISO que a regulamenta, para assegurar a validade.

A norma mais utilizada no sector oleo-dinâmico é a ISO 4406:1999; muito utilizada é também a NAS 1638 (em fase de revisão).

CLASSE DE CONTAMINAÇÃO SEGUNDO ISO 4406:1999

A classe de contaminação segundo esta norma é representada por 3 números que indicam o número de partículas por 100 ml com dimensão superior a 4, 6 e 14 $\mu\text{m}_{(c)}$ respectivamente.

Código ISO	Número de partículas por 100 ml	
	mais de	até
22	2.000.000	4.000.000
21	1.000.000	2.000.000
20	500.000	1.000.000
19	250.000	500.000
18	130.000	250.000
17	64.000	130.000
16	32.000	64.000
15	16.000	32.000
14	8.000	16.000
13	4.000	8.000
12	2.000	4.000
11	1.000	2.000
10	500	1.000
9	250	500
8	130	250

Exemplo:



Código ISO 21/18/15 : 21 → ≥ 4 $\mu\text{m}_{(c)}$ 18 → ≥ 6 $\mu\text{m}_{(c)}$ 15 → ≥ 14 $\mu\text{m}_{(c)}$

A classe de contaminação supra descrita define um fluido contendo:

- entre 1.000.000 e 2.000.000 partículas ≥ 4 $\mu\text{m}_{(c)}$ por 100 ml
- entre 130.000 e 250.000 partículas ≥ 6 $\mu\text{m}_{(c)}$ por 100 ml
- entre 16.000 e 32.000 partículas ≥ 14 $\mu\text{m}_{(c)}$ por 100 ml

BREVES CONCEITOS SOBRE FILTRAGEM

Controlo da filtragem num sistema óleo-dinâmico

FILTROS E MEIOS FILTRANTES

Todos os sistemas hidráulicos têm uma contaminação sólida inicial, que tende a aumentar durante o funcionamento devido ao desgaste dos componentes, entrada pelos vedantes, etc.: por esta razão é necessário utilizar filtros que, retenham o contaminante, permitindo obter e manter o nível de contaminação requerido.

Segundo a sua posição no sistema, os filtros mais comumente usados são:

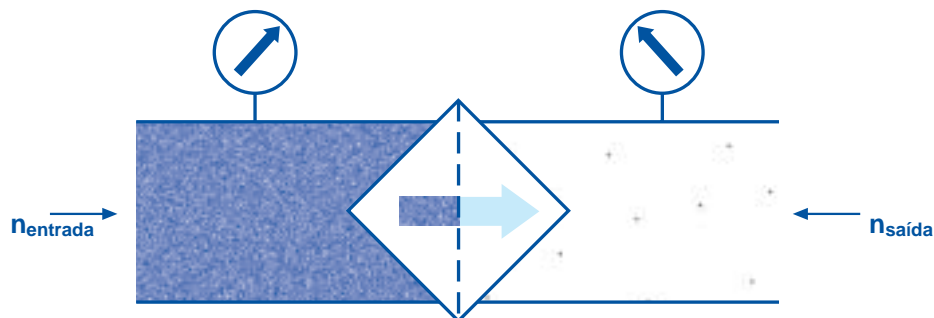
- **Filtros de retorno**, a jusante de todos os componentes, filtram o óleo antes que volte ao depósito. A sua função é manter o nível de contaminação requerido no depósito (protecção indirecta dos componentes) e devem ser dimensionados para ter uma elevada capacidade de retenção de contaminante (mantendo uma longa duração). Normalmente utilizam-se elementos em micro fibra (filtragem absoluta, $\beta_x \geq 75$) ou em papel (filtragem nominal, $\beta_x \geq 2$).
- **Filtro na pressão**, sobre a linha de pressão, protegem directamente um ou mais componentes, assegurando que sejam alimentados com óleo com o nível de contaminação adequados. Normalmente utiliza-se elemento em micro fibra (filtragem absoluta, $\beta_x \geq 75$), ou em papel (filtragem nominal, $\beta_x \geq 2$).
- **Filtro na aspiração**, sobre a linha de aspiração, protegendo a bomba da eventual contaminação grosseira. Normalmente utiliza-se elementos de rede metálica (filtragem geométrica) e deverão ser dimensionados de modo a evitar problemas de cavitação da bomba.

Para evitar a entrada de contaminante do ambiente externo é importante utilizar **filtro de ar** deste modo evita-se o envio de óleo contaminado pelo ambiente para os receptores.

Quando a necessidade de uma classe de contaminação muito baixa (por exemplo com uma poluição muito elevada) pode ser necessário utilizar um **filtro de circulação externa**, que trabalhando com débito e pressão constante assegura a máxima eficiência filtrante.

Dado que mesmo o óleo novo pode ter uma certa contaminação sólida, é boa norma efectuar qualquer operação de enchimento e atestar a instalação utilizando uma **unidade de filtragem**.

COMO SE MEDE A EFICIÊNCIA FILTRANTE



Relação Beta:

$$\beta_x = (n_{\text{entrada}} = X \mu\text{m}) : (n_{\text{saída}} = X \mu\text{m})$$

Onde "n" é o número de partículas = x μm à entrada e à saída do filtro.

Exemplo: se são 100.000 partículas = 10 μm antes do filtro e 1.000 partículas à saída:

$$\beta_{10} = 100.000 : 1.000 = 100$$

Eficiência filtrante $\eta(\%)$:

$$\eta = 100 - (100 : \beta)$$

Exemplos

$\beta_x = 2$ significa $\eta = 50,00 \%$

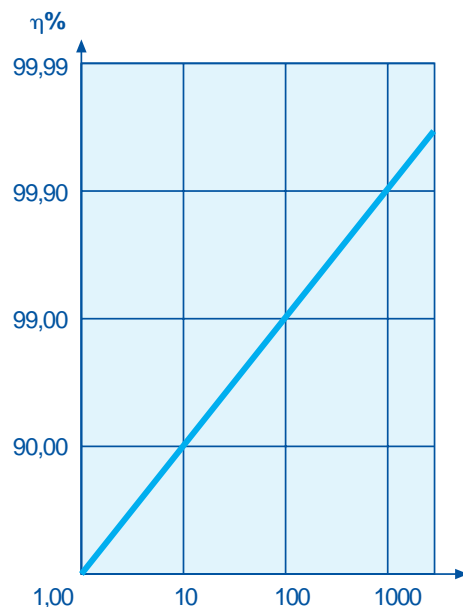
$\beta_x = 20$ significa $\eta = 95,00 \%$

$\beta_x = 75$ significa $\eta = 98,67 \%$

$\beta_x = 100$ significa $\eta = 99,00 \%$

$\beta_x = 200$ significa $\eta = 99,50 \%$

$\beta_x = 1.000$ significa $\eta = 99,90 \%$



BREVES CONCEITOS SOBRE FILTRAGEM

Controlo da filtragem num sistema óleo-dinâmico

ELEMENTO FILTRANTE E CLASSE DE CONTAMINAÇÃO

Os construtores de componentes óleo-dinâmica indicam a classe de contaminação necessária a um bom funcionamento e uma longa vida dos componentes.

Para obter a classe de contaminação pretendida, o elemento filtrante UFI é escolhido segundo esta tabela:

Sector de aplicação	Banco de ensaios, aeronáutica.	Aeronáutica, robótica.	Robótica, máquinas ferramenta de precisão.	Máquinas industriais de elevada fiabilidade. Transmissões hidrostáticas.	Máquinas industriais, máquinas de movimentação de terra.	Máquinas móbil.	Máquinas para a indústria pesada.	Máquinas agrícolas, instalações simples de uso não contínuo.
Bomba / motor		Êmbolos, variável >21 MPa	Êmbolos, variável <21 MPa Palhetas, variável >14 MPa	Êmb./pal., variável <14 MPa Êmbolos, fixa >14 MPa	Êmbolos, fixa <14 MPa Palhetas, fixa >14 MPa	Palhetas, fixa >14 MPa Engrenagens >14 MPa	Palhetas, fixa Engrenagens <14 MPa	Palhetas, fixa Engrenagens <14 MPa
Válvula	Servoválvula >21 MPa	Servoválvula <21 MPa Proporcional >21 MPa	Proporcional <21 MPa Cartucho >14 MPa	Cartucho <14 MPa	Solenóide >21 MPa	Solenóide <21 MPa	Solenóide >14 MPa	Solenóide >14 MPa
Classe de contaminação NAS 1638	4	5	6	7	8	9	10	11
Classe de contaminação ISO 4406 - 1999	15/13/10	16/14/11	17/15/12	18/16/13	19/17/14	20/18/15	21/19/16	22/20/17
Elemento filtrante UFI recomendado	FA $\beta_3 > 200$	FA - FB $\beta_3 > 200$ $\beta_6 > 200$	FB $\beta_6 > 200$	FB - FC $\beta_6 > 200$ $\beta_{12} > 200$	FC - FD $\beta_{12} > 200$ $\beta_{25} > 200$	FD $\beta_{25} > 200$	FD - CC $\beta_{25} > 200$ $\beta_{10} > 2$	CC $\beta_{10} > 2$

NOVAS REFERENCIAS PARA BETA

Desde 1999 o novo standard ISO 16889 substituiu o precedente ISO 4572 relativo ao teste Multi-Pass, medida do valor Beta de um elemento filtrante.

O novo standard emprega o novo teste de sujidade ISO MTD em vez do precedente ACFTD no banco de ensaios para o Multi-Pass como para calibração do contador automático de partículas.

Na ISO 16889 a medição da partícula é efectuada de modo diferente que no ISO 4572. Para evitar possível confusão, o micron medido segundo ISO 11171 vem indicado em $\mu m_{(c)}$.

As 3 grandezas de referência para estabelecer a classe de contaminação (segundo ISO 4406:1999) são agora:

4 $\mu m_{(c)}$ (era 2 μm com o standard precedente)

6 $\mu m_{(c)}$ (era 5 μm com o standard precedente)

14 $\mu m_{(c)}$ (era 15 μm com o standard precedente)

Dependendo do método de medida utilizado, os valores Beta de referência do elemento filtrante UFI são os seguintes:

Elemento UFI	$\beta_x > 200$ (ISO 4572)	$\beta_{x(c)} > 1000$ (ISO 16889)
FA	3 μm	5 $\mu m_{(c)}$
FB	6 μm	7 $\mu m_{(c)}$
FC	12 μm	12 $\mu m_{(c)}$
FD	25 μm	21 $\mu m_{(c)}$

N.B. A classe de contaminação obtida (segundo prestação obtida no campo) como os valores de perda de carga mantêm-se invariáveis.

A informação técnica actualmente contida no nosso catálogo faz ainda referência ao standard ISO 4572, aguardando todos os resultados dos novos ensaios segundo ISO 16889.

BREVES CONCEITOS SOBRE FILTRAGEM

Controlo da filtração num sistema óleo-dinâmico

DÉBITO REAL ATRAVÉS DO FILTRO

Para evitar erros no dimensionamento de um filtro, é essencial calcular o débito REAL de óleo que o atravessa:

- no **filtro na aspiração e na pressão** o débito é normalmente o da bomba (única excepção o filtro em placa série FPD01 e 12, onde o débito é só o necessário à válvula pilotada)
- no **filtro de retorno** é necessário calcular o débito máximo possível, tendo em conta a eventual linha de retorno suplementar e a eventual presença de cilindros e de acumuladores. Se não se conhece com exactidão o seu valor, é boa norma considerar de forma estimada um débito pelo menos $2 \div 2,5$ vezes o da bomba.

A vida do elemento filtrante é influenciada de modo significativo ao nível de contaminação do ambiente em que está situada a instalação e o grau de manutenção reservado a esta instalação. Para ter em conta este parâmetro, o valor do débito real será multiplicado por um “factor ambiental”, conforme a tabela em seguida indicada:

FACTOR AMBIENTAL			
Grau de manutenção da instalação	Nível de contaminação ambiental		
	BAIXO	MEDIO	ALTO
<ul style="list-style-type: none">Depósito bem protegido, com filtro de ar eficazpoucos actuadores, com óptima protecção à entrada do contaminantefrequente monitorização das condições do filtro	1,0	1,0	1,3
<ul style="list-style-type: none">Depósito protegido, com filtro de ar eficazmuitos actuadores, com boa protecção ao ingresso de contaminantemonitorização programada das condições do filtro	1,0	1,5	1,7
<ul style="list-style-type: none">Depósito com pouca protecçãomuitos actuadores, com pouca protecção ao ingresso do contaminantemonitorização esporádica das condições do filtro	1,3	2,0	2,3
	Exemplo. instalação situada em ambiente climatizado	Exemplo. instalação situada em instalação industrial	Exemplo. instalação situada em ambiente hostil (fundição, máquinas de madeira, máquinas móbil).

PERDA DE CARGA OU DIFERENCIAL DE PRESSÃO (Δp)

(segundo ISO 3968)

Uma vez determinado o elemento filtrante e o débito REAL, o filtro deve ser escolhido com base na tabela do débito do catálogo, que têm em conta a perda de carga Δp (ou seja a perda de pressão) que o fluido sofre atravessando o filtro, que não deve ser superior a determinado valor.

Na prática, o “ Δp total” (Δp corpo filtro + Δp elemento) com elemento filtrante limpo deve ser

- 3 kPa** (0,03 bar) max para o filtro na aspiração
- 35 ÷ 50 kPa** (0,35 ÷ 0,5 bar) max para o filtro no retorno
- 35 ÷ 50 kPa** (0,35 ÷ 0,5 bar) max para o filtro na pressão < 11 MPa (110 bar)
- 80 ÷ 120 kPa** (0,80 ÷ 1,2 bar) max para o filtro na pressão > 11 MPa (110 bar)

Quanto menor é a perda de carga inicial, maior é a eficiência do filtro e maior a duração.

N.B. Normalmente as curvas de perda de cargas são referidas a óleo mineral com viscosidade cinemática “V” de 30 cSt e peso específico “ps” = 0,9. Para óleo com características diferentes considera-se o seguinte factor de correcção ao valor de Δp_0 obtido da curva:

CORPO FILTRO: a perda de carga é directamente proporcional ao peso específico ps (densidade) do óleo, no caso de $ps_1 \neq 0,9 \rightarrow \Delta p_1 = (\Delta p_0 \times ps_1) : 0,9$

ELEMENTO FILTRANTE: a perda de carga através do elemento filtrante varia em função da viscosidade do óleo, no caso da viscosidade V_1 (cSt) diferente de 30 cSt :

- para óleo com viscosidade ≤ 150 cSt $\rightarrow \Delta p_1 = \Delta p_0 \times (V_1 : 30)$
- para óleo com viscosidade > 150 cSt $\rightarrow \Delta p_1 = \Delta p_0 \times [V_1 : 30 + \sqrt{(V_1 : 30)}] : 2$

Alguns fluidos têm uma **difícil filtrabilidade** (dificuldade a atravessar um elemento filtrante de várias telas. Neste caso necessita considerar um **factor de correcção** no dimensionamento do filtro: este factor é verificado com o construtor do filtro, detalhando todas as características do fluido utilizado.

BREVES CONCEITOS SOBRE FILTRAGEM

Controlo da filtragem num sistema óleo-dinâmico

INDICADOR DE COLMATAGEM

Durante o funcionamento da instalação, a perda de carga através do filtro aumenta à medida que o elemento colmata, devido à retenção de contaminante.

O elemento filtrante deve ser substituído quando colmatado e antes que a perda de carga supere o valor da regulação da válvula de bypass.

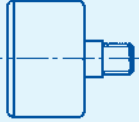

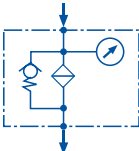
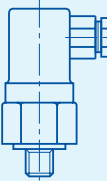
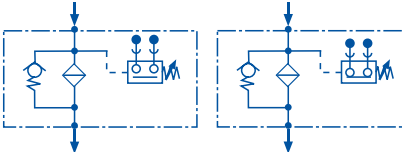
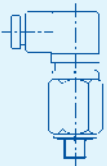
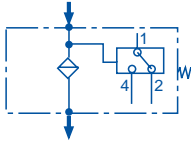

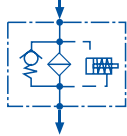
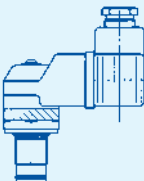
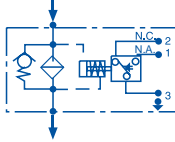
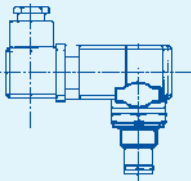
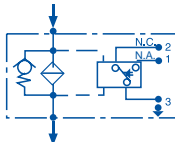
Por esta razão é **recomendado o uso de um indicador de colmatagem (visual ou eléctrico), regulado a um valor inferior ao da válvula de bypass**, para existir uma sinalização precisa do momento mais adequado para substituição do elemento filtrante.

Para o **filtro de retorno** e para o **filtro de baixa pressão** o indicador de colmatagem pode ser um **manómetro** ou um **pressostato** que mede a pressão a montante do filtro.

Para o **filtro de alta pressão** e para alguns filtros no retorno, o indicador de colmatagem pode ser do tipo **diferencial**: medindo a pressão a montante e a jusante do filtro e activa um sinal quando a pressão diferencial atinge o valor estabelecido.

Para o **filtro na aspiração** o indicador de colmatagem é um **vacuómetro** ou um **vacuóstato** que mede a depressão a montante do filtro.

Os filtros "**TANK Care**" têm de serie o alojamento para montagem do indicador de colmatagem; se se pedir o filtro sem indicador, o alojamento deverá ser tapado com um tampão e o indicador pode facilmente ser instalado noutro momento.

 <p>Série 30, ligação posterior, utilizável em FRA - FRB - FRC FRF - FRH</p>	 <p>Série 32, ligação radial, em FRA</p>	 <p>MANÓMETRO (indicador visual) scala 0 - 600 kPa (0 - 6 bar) Fornece uma indicação visual da perda de carga a través do filtro; O elemento filtrante deve ser substituído quando a perda de carga em condições de serviço alcançar os 150 kPa (1,5 bar).</p>
 <p>Série 80, (contactos N.A.) & série 81, (contactos N.C.) em FRA - FRB - FRC - FRH Série 86 & 87 para FRB Série 84 & 85 para FRF</p>		<p>PRESSOSTATO (indicador eléctrico) Ao alcançar o valor prefixado de 150 kPa (1,5 bar) e activa um sinal eléctrico, indicando a necessidade de substituir o elemento filtrante .</p>
 <p>Série P1 (contactos comutados), em FRA-FRB-FRC-FRH Série P6 (contactos comutados), em FRB</p>		<p>PRESSOSTATO (eléctrico) Mede a perda de carga através do filtro, ao alcançar a pressão diferencial preestabelecida dá um sinal eléctrico , para indicar a necessidade de substituir o elemento filtrante.</p>
 <p>Série 50 & série 51, em FRD - FRF</p>		<p>INDICADOR DO TIPO DIFERENCIAL (óptico) Mede a perda de carga a través do filtro ao atingir a pressão diferencial preestabelecida dá uma indicação visual (sinal que muda de verde a vermelho) e ao mesmo tempo activa um sinal eléctrico, para indicar a necessidade de substituir o elemento filtrante.</p>
 <p>Série 70 & série 71, em FRD - FRF</p>		<p>INDICADOR DO TIPO DIFERENCIAL (óptico - eléctrico) Mede a perda de carga a través do filtro ao atingir a pressão diferencial preestabelecida dá uma indicação visual (sinal que muda de verde a vermelho) e ao mesmo tempo activa um sinal eléctrico, para indicar a necessidade de substituir o elemento filtrante.</p>
 <p>Série 60 - 61 & série T0 - T1 em FRD - FRF</p>		<p>INDICADOR DO TIPO DIFERENCIAL (eléctrico) Mede a perda de carga através do filtro, ao alcançar a pressão diferencial preestabelecida dá um sinal eléctrico , para indicar a necessidade de substituir o elemento filtrante. A serie T está dotada de um termostato, que limita a activação do sinal só ao atingir a temperatura de 30 °C, para evitar falsos alarmes no caso do arranque em frio.</p>

BREVES CONCEITOS SOBRE FILTRAGEM

Controlo da filtragem num sistema óleo-dinâmico

INDICATOR DE COLMATAGEM

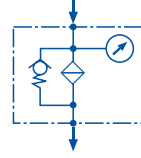
Todos os filtros "COMPO Care" levam de série o alojamento para a montagem do indicador; se o filtro se pediu sem indicador, o alojamento deverá ser tamponado e o indicador pode ser montado posteriormente.



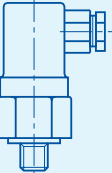
Série 31,
ligação posterior,
para FPE



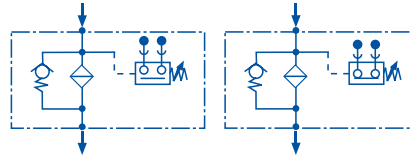
Série 33,
ligação radial,
para FPH




MANÓMETRO (indicador visual)
escala 0 - 1.200 kPa (0 - 12 bar)
Fornece uma indicação óptica da pressão à entrada do filtro; o elemento filtrante deve ser substituído quando a pressão de saída supera os 150 kPa (1,5 bar) o valor da pressão medida com o elemento filtrante limpo.



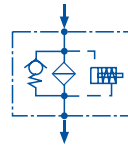
**Série 80, (contactos N.A.)
& Série 81, (contactos N.C.)**
para FPE - FPH



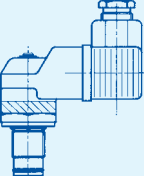
PRESSOSTATO (indicador eléctrico)
Ao alcançar o valor prefixado de 150 kPa (1,5 bar) activa um sinal eléctrico, para indicar a necessidade de substituir o elemento filtrante; a adopção de este indicador, está reservada às aplicações onde saída do filtro está directamente unida ao depósito.



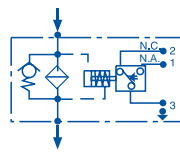
Série 50,
para FPE 3 & 4
Série 52 & 53,
para FPA - FPD
FPL - FPM
Série K2 & K3,
para FPB



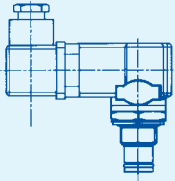
INDICADOR DO TIPO DIFERENCIAL (visual)
Mede a perda de carga a través do filtro e dá um sinal óptico (sinal que muda de verde para vermelho) ao alcançar a pressão diferencial pré estabelecida, e ao mesmo tempo activa um sinal eléctrico, para indicar a necessidade de substituir o elemento filtrante.



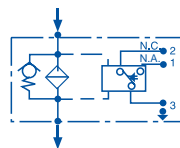
Série 70,
para FPE 3 & 4
Série 72 & 73,
para FPA - FPD
FPL - FPM
Série Y2 & Y3,
para FPB



INDICADOR DO TIPO DIFERENCIAL (visual-eléctrico)
Mede a perda de carga através do filtro e dá uma indicação visual (sinal que muda de verde para vermelho) ao alcançar a pressão diferencial pré estabelecida e ao mesmo tempo activa um sinal eléctrico, para indicar a necessidade de substituir o elemento filtrante.



Série 60&T0
para FPE3 & 4
Série 62 - 63
& série **T2 - T3**
para
FPA - FPD
FPL - FPM



INDICADOR DO TIPO DIFERENCIAL (eléctrico)
Medida a perda de carga através o filtro e ao atingir a pressão diferencial preestabelecida activa um sinal eléctrico, para indicar a necessidade de substituir o elemento filtrante.
A série T é dotada de um termostato que permite a activação do sinal só quando a temperatura atinge os 30°C, para evitar o falso alarme no caso do arranque em frio.

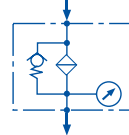
Os filtros "PUMP Care" têm de serie o alojamento para a montagem do indicador; se o filtro for pedido sim indicador, o alojamento deverá ser tamponado e o indicador pode ser montado facilmente em qualquer momento.



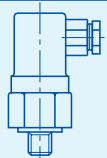
Série 10,
ligação posterior,
para FSC - FSE - FSF



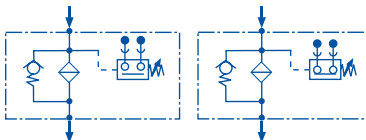
Série 11,
ligação radial,
para FSD



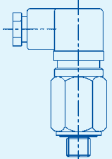
VACUÓMETRO (indicador óptico)
escala desde 0 a -100 kPa (0 a -1 bar)
Dá uma indicação óptica da perda de carga através do filtro; O elemento filtrante deve ser substituído quando a perda de carga em condições de serviço alcança o valor de 30 kPa (0.3 bar).



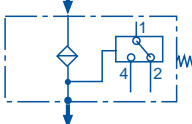
**Série 90, (contactos N.A.)
& série 92, (contactos N.C.)**
para FSC - FSD -
FSE - FSF



VACUÓMETRO (indicador eléctrico)
Ao alcançar o valor prefixado de 30 kPa (0.3 bar) activa um sinal eléctrico para indicar a necessidade de substituir o elemento filtrante.



Série 91 e L1
(contactos comutados),
para FSC - FSD - FSE



VUOTOSTATO
(indicador eléctrico)
Ao alcançar o valor prefixado de 30 kPa (0.3 bar) activa um sinal eléctrico para indicar a necessidade de substituir o elemento filtrante.