

INTRODUÇÃO

Os Manômetros de Coluna de Líquido são aparelhos básicos destinados a medir pressão ou vácuo e servem também como padrões primários, isto é, são utilizados como padrão para calibração de outros aparelhos.

De construção simples, conseqüentemente apresentam baixo custo, além de apresentar vantagens tais como: não requer manutenção, calibragem especial e permite medições com grande precisão.

Atualmente tais instrumentos podem ser encontrados em diferentes tipos de aplicação industrial que passamos a descrever:

*** Verificação de Vazamento:**

As Colunas Manométricas servem para verificação e controle de vazamentos através da queda de pressão em testes de câmaras de pressão em peças, teste de purificador de ar, etc... .

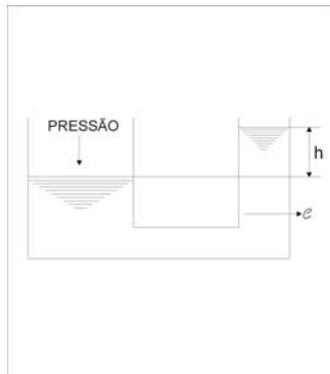
*** Determinação de Velocidade de Fluxo de Ar:**

As Colunas Manométricas servem para determinar o fluxo de ar em tubulações através da medição da pressão diferencial em testes de aparelhos de movimentação de ar, testes de carburadores, testes de coletores de poeira e também servem para medir o nível de interface de líquidos, quando estes são armazenados sob um outro líquido por questão de segurança ou outras razões quaisquer.

*** Medição de Nível de Líquidos Armazenados:**

As Colunas Manométricas também podem ser utilizadas para medir nível de líquidos armazenados em tanques através do registro de pressão exercida sobre uma coluna de líquidos baseando-se no princípio do balanceamento hidrostático.

DEFINIÇÕES E PRINCÍPIOS PARA FAZER MEDIÇÕES COM COLUNAS MANOMÉTRICAS



No mundo contemporâneo, torna-se cada vez mais necessária a medição e controle de determinados parâmetros dos processos, com a finalidade de atender aos mais variados tipos de especificações técnicas, por este motivo a PRESSÃO pode ser considerada como uma das mais importantes grandezas físicas que atua nestes referidos processos. Por definição, Pressão é igual à relação entre a Força uniformemente distribuída sobre a unidade de área e atuando sobre ela; e um dos métodos mais precisos para medi-la consiste em equilibrar a coluna de líquido, cujo peso específico é conhecido, com a pressão aplicada.

Para instrumentos com Coluna de Líquido, o princípio da medição consiste no fato de que ao se aplicar a lei $\Delta p = \Delta h \cdot \rho \cdot g$, a pressão “p” para ser medida deve ser comparada a altura “h” da coluna de líquido.

Os instrumentos que empregam tal princípio são denominados “Manômetros de Coluna”, e a precisão da medição, com auxílio de tais instrumentos, pode chegar até 0,3%.

Para fazer medições com maior precisão é necessário que sejam considerados vários fatores, tais como:

- 1 – Temperatura : realizar cálculos de correção se a temperatura de medição diferir da temperatura de referência, pois a variação de temperatura provoca mudanças na densidade, conseqüentemente causando erros de leitura.
- 2 – Aceleração da gravidade deve ser considerada no local da medição com o seu valor de referência.
- 3 – Impurezas contidas no líquido manométrico também provocam mudanças na densidade, conseqüentemente causando erros de leitura.
- 4 – A influência da Tensão Superficial e sua mudança causada por efeitos externos, assim como a compressibilidade do líquido manométrico devem ser consideradas.

A tensão superficial dos líquidos é apresentada pela forma que apresentam nas paredes do recipiente. Em tubos de diâmetro pequeno a forma da superfície total do líquido será curvada, sendo que, para os líquidos que tiverem baixa tensão superficial, a superfície terá a forma côncava em relação ao ar. Para o mercúrio, que apresenta um valor elevado para a sua tensão superficial, a superfície terá a forma convexa em relação ao ar.

Com a finalidade de minimizar qualquer efeito de distorção no aumento da capilaridade em tubos de diâmetros pequenos, estes devem possuir diâmetros constantes.

As unidades de pressão mais usadas na prática são:

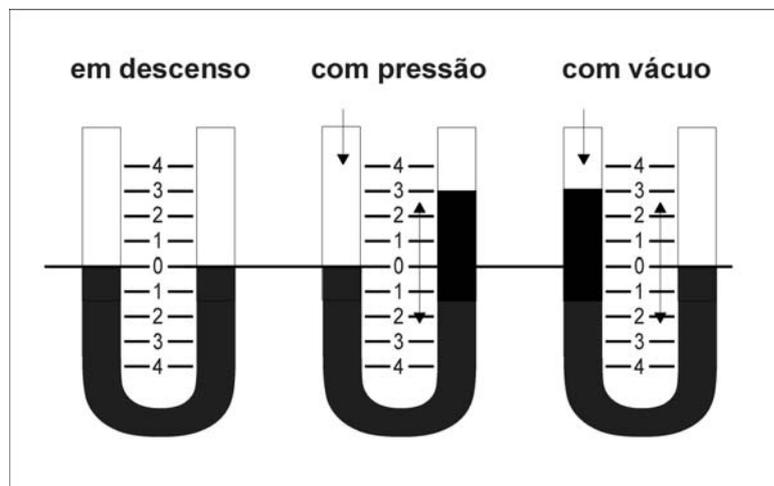
Milímetros ou polegadas de mercúrio
Milímetros ou polegadas de coluna d' água
Kgf/cm²
Bar ou milibar
Libra (força) por polegada quadrada (PSI)

TIPOS DE APARELHOS DESTINADOS PARA MEDIÇÕES DE PRESSÃO

A Temper União (TUB) fabrica diversos tipos de configurações para as Colunas Manométricas de acordo com sua aplicação. Instrumentos para a determinação de pequenas ou de grandes diferenças de pressão são projetados e construídos para atender aos mais variados requisitos técnicos.

Em seguida passamos a descrever os modelos que fazem parte de nossa linha de fabricação, que podem ser utilizados em laboratórios industriais, empresas prestadoras de serviços, etc...

MANÔMETROS DE TUBO EM "U" – DEPRIMÔMETROS



É o manômetro de coluna que se apresenta como o mais simples de todos. O aparelho é construído basicamente em tubo reto em forma de "U" preenchido com fluido manométrico até a sua metade, sendo que as extremidades deste tubo devem estar abertas para a atmosfera.

Seu princípio de funcionamento consiste na aplicação de pressão num de seus ramos o que provocará o líquido descer por este ramo e a subir no outro. Na condição de repouso (sem aplicação de pressão) como ambos abertos para a atmosfera a força atua nas superfícies consideradas como niveladas e simultaneamente referenciadas ao zero da escala.

A pressão indicada é mostrada pela diferença

de altura em função do movimento do fluido nos dois ramos e lida através de uma escala graduada, sendo que seu valor numérico é igual ao das leituras acima e abaixo do ponto médio (zero da escala).

O Manômetro de Tubo em "U" é um padrão primário porque a diferença na altura entre os dois ramos constitui sempre uma idéia real da pressão independentemente das variações do diâmetro interno dos tubos. (Efeito da capilaridade).

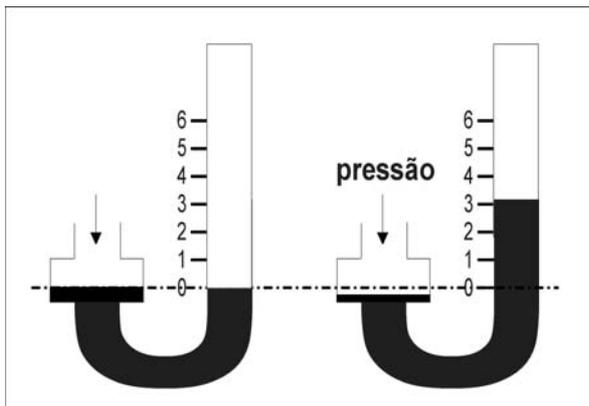
Com o Manômetro de Tubo em "U" podemos fazer três tipos de medição tais como:

1. Medição de Pressão Positiva: maior do que a pressão atmosférica.
2. Medição de Pressão Negativa ou de Vácuo: menor do que a pressão atmosférica.
3. Medição de Pressão Diferencial: Igual à diferença entre duas pressões aplicadas simultaneamente.

MANÔMETROS DE TUBO RETO COM RESERVATÓRIO

O Projeto de um manômetro de coluna pode ser definido sob diferentes formas com o objetivo de atender aos requisitos de vários serviços. O manômetro de tubo reto com reservatório é um destes casos.

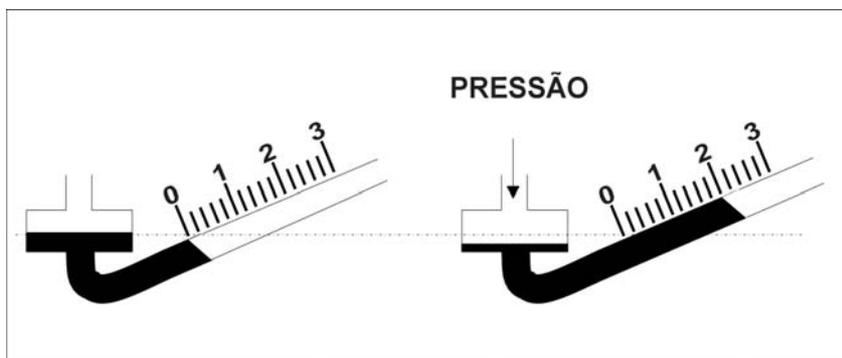
O manômetro de tubo reto com reservatório difere do manômetro de tubo em "U" por causa da relação entre as áreas dos dois sendo que uma dela é muitas vezes maior do que a outra. Como resultado deste aspecto construtivo, a altura do líquido no reservatório muda pouco, enquanto que no outro ramo a mudança é bastante sensível.



O reservatório pode ser construído suficientemente grande, de forma que a alteração de nível do líquido em seu interior seja desprezível, ou podendo-se ainda compensar a escala de graduação pela alteração do nível de líquido no reservatório. Isto é imediatamente compensado pelo espaçamento das graduações da escala na quantidade exata requerida para refletir e corrigir esta “Queda no Reservatório” e também através do rigoroso controle dimensional nas tolerâncias dos diâmetros internos, tanto no reservatório como do tubo indicador. Para os manômetros de tubo reto com reservatório, a maior importância do projeto se resume no fato de que todas as leituras podem ser obtidas diretamente de uma coluna indicadora simples. O uso correto e adequado do manômetro de tubo reto com reservatório exige certos cuidados operacionais os quais não são encontrados no manômetro tubo “U”, por exemplo:

1. A “Pressão Maior” deverá ser sempre ligada à conexão do reservatório;
2. A “Pressão Menor” a ser medida deve ser sempre ligada ao cabeçote superior;
3. Quando da medição de Pressão Diferencial, a “Pressão Maior” a ser medida deve ser ligada à conexão do reservatório. Portanto, em qualquer tipo de medição, a fonte de pressão deverá ser ligada de tal maneira que provoque o levantamento do fluido manométrico no tubo indicador. A pressão real segue os mesmos princípios anteriormente descritos e é medida pela diferença entre as superfícies do fluido manométrico.

MANÔMETRO DE TUBO INCLINADO COM RESERVATÓRIO



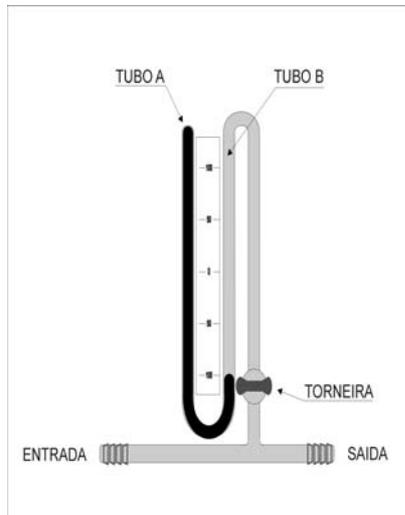
Quando a necessidade de se fazer medições de baixa pressão, ou de diferencial de pressão muito baixo torna-se uma questão fundamental, deve-se usar o manômetro de tubo inclinado com reservatório. Neste caso, o projeto é concebido tendo o tubo indicador montado na posição inclinada, fato que permite

aumentar ainda mais a legibilidade e a sensibilidade do aparelho.

Com a inclinação do tubo indicador, o fluido manométrico realizará um movimento linear muito mais longo, comparado com o tubo vertical para uma mesma dada diferença de pressão. Este tipo de montagem, por exemplo, pode permitir até 400mm de comprimento de escala representar 30mm de altura de fluido manométrico na posição vertical. Em função deste aumento, com subdivisões de escala igual a 1,33mm, poderemos ter uma altura da coluna de líquido correspondente a 0,10mm CA por divisão, usando fluido com densidade 0,826. Para se obter leituras mais exatas e repetitivas, o manômetro de tubo inclinado com reservatório deve ser montado, observando-se as seguintes exigências técnicas:

1. O tubo deve ter seu diâmetro interno calibrado (área da seção do tubo, constante).
2. O ângulo de inclinação do tubo indicador deve estar sempre na posição correta, o que é obtido através do nivelamento do aparelho. O manômetro de tubo inclinado da Temper União (TUB) é equipado com nível e parafusos de ajuste do nível. O manômetro de Tubo inclinado com Reservatório é recomendado para medição de baixa e diferencial de pressão em instalações de ar, gases, testes de vazamento, queda de pressão em filtros, etc. ..., proporcionando leituras mais fáceis e precisas.

VACUÔMETRO SISTEMA JUMO (BENNETT)



Este vacuômetro é constituído de um sistema de tubos em “U”, onde um de seus ramos é preenchido totalmente com mercúrio e fechado em sua extremidade, e o outro ramo é ligado a um sistema de tubo e torneira, conforme mostra a figura.

O princípio de funcionamento é muito simples. O tubo “A”, cheio de mercúrio, é mantido sempre na mesma posição pela atuação da pressão atmosférica contida dentro do tubo “B”. Quando o vacuômetro for ligado a um sistema de vácuo através das extremidades “C” e “D”, a pressão em “B” cairá, fazendo com que a coluna de mercúrio suba pelo tubo “B” e, conseqüentemente, desça pelo tubo “A”.

No momento em que a coluna de mercúrio do tubo “A” ficar no mesmo nível da coluna do tubo “B”, a pressão em “A” será exatamente igual à pressão em “B”. Mas como a pressão em “A” é igual a zero, a pressão em “B” também será igual a zero, portanto, teremos nesse ponto o vácuo absoluto.

O vacuômetro tem como padrão uma escala cuja graduação é de 100...0...100mm.

INSTRUÇÕES OPERACIONAIS - VACUÔMETROS

Os vacuômetros sistema “Jumo”, que são constantemente transportados, devem ficar sob vácuo e cheios de mercúrio até a torneira para evitar uma separação da coluna de mercúrio.

Antes da utilização, a torneira de vidro deve ser aberta e retirar, de preferência com uma bomba de vácuo, o volume necessário para que ambos os ramos estejam na mesma altura do zero do vácuo.

1. Ligar o vacuômetro à bomba de vácuo
2. Abrir a torneira de vidro
3. Funcionar a bomba e retirar o excesso de mercúrio
4. Fechar a torneira quando as colunas de mercúrio estiverem na mesma altura
5. Desligar o vacuômetro da bomba
6. Abrir devagar a torneira para que o mercúrio se movimente para o ramo esquerdo do aparelho
7. Após estabelecido o equilíbrio, fechar a torneira; o aparelho está em condições de fazer medições