

Pneumática

Distribuição do Ar Comprimido

MEC1610

ELEMENTOS DE AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

GIORGIO ANDRÉ BRITO OLIVEIRA

Distribuição de Ar Comprimido

Distribuição de Ar Comprimido

Aplicar para cada máquina ou dispositivo automatizado um compressor próprio é possível somente em casos esporádicos e isolados, pois é muito dispendioso.

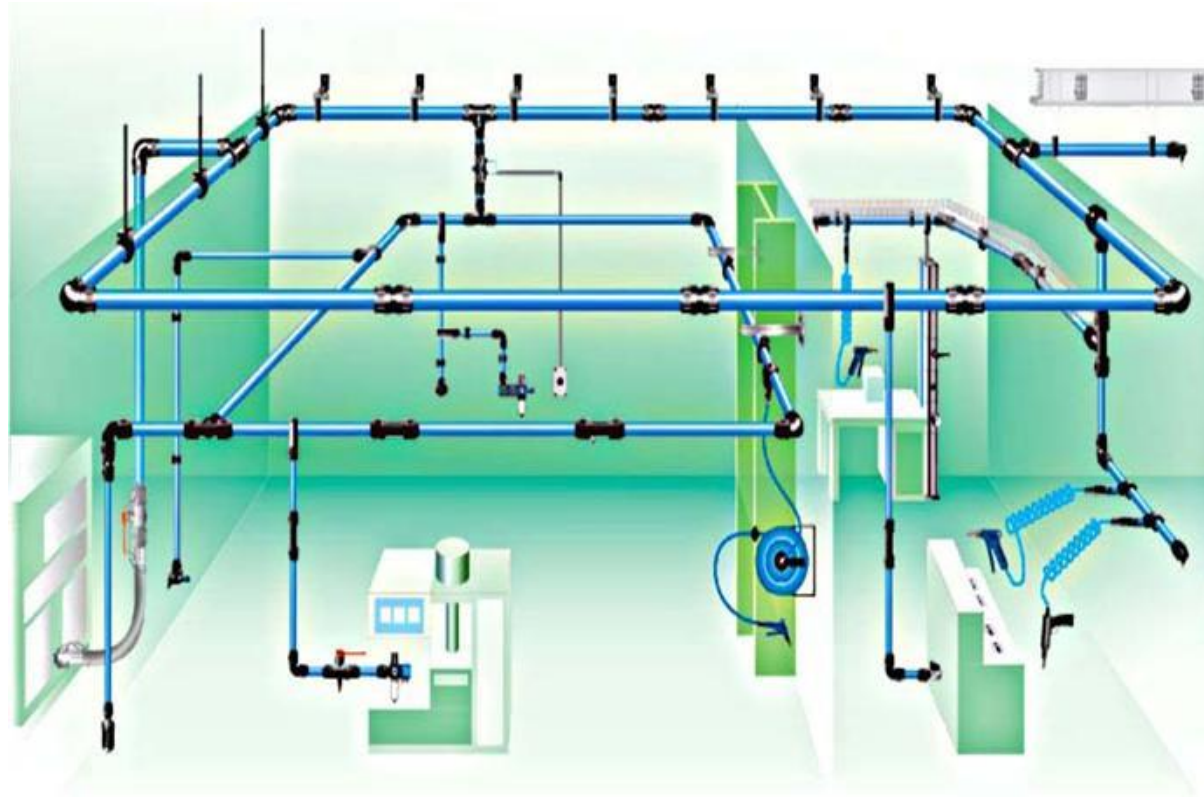
Distribuição de Ar Comprimido

Para locais onde existem vários pontos de aplicação, o processo mais conveniente e racional é efetuar a distribuição do ar comprimido situando as tomadas nas proximidades dos consumidores.

Distribuição de Ar Comprimido

A rede de distribuição de ar comprimido compreende todas as tubulações que orientam o ar comprimido até os pontos individuais de utilização.

Distribuição de Ar Comprimido



Distribuição de Ar Comprimido

A rede de distribuição possui duas funções básicas:

- Comunicar a fonte produtora com os equipamentos consumidores;
- Funcionar como um reservatório para atender às exigências locais.

Distribuição de Ar Comprimido

Um sistema de distribuição bem projetado e executado deve apresentar pequena queda de pressão entre o compressor e as partes de consumo.

Isso deve ser garantido de modo a manter a pressão dentro de limites toleráveis em conformidade com as exigências das máquinas consumidoras.

Distribuição de Ar Comprimido

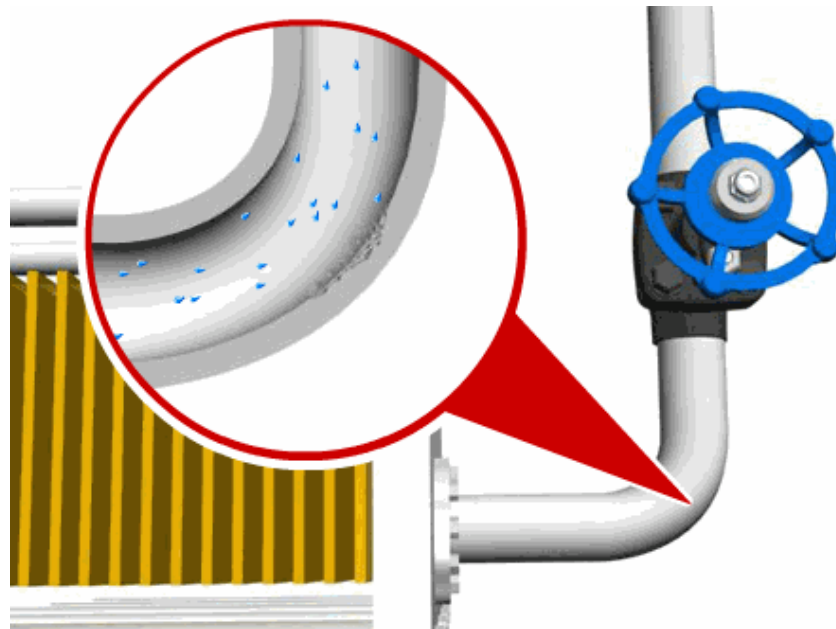
Um bom sistema de distribuição também deve apresentar grande capacidade de realizar separação de condensado.



Distribuição de Ar Comprimido

Além disso, escapes de ar não podem estar presentes.

- Caso contrário, há perda de potência e desperdício de energia.



Distribuição de Ar Comprimido

As quantidades de ar perdidas através de pequenos furos, acoplamentos com folgas, vedações defeituosas, etc., quando somadas, alcançam elevados valores.







Distribuição de Ar Comprimido

A importância econômica desta contínua perda de ar torna-se mais evidente quando comparada com o consumo de um equipamento e a potência necessária para realizar a compressão.

Distribuição de Ar Comprimido

Um vazamento na rede representa um consumo consideravelmente maior de energia.

Vazamento e perda de potência em furos

Tamanho real	Diâmetro do furo		Escape do ar em			Potência necessária para compressão	
			588,36 kPa	6 bar	85 psi		
	mm	pol	m³/s	l/s	c.f.m	Cv	kW
	1	3/64	0,001	1	2	0,4	0,3
	3	1/8	0,01	10	21	4,2	3,1
	5	3/16	0,027	27	57	11,2	8,3
	10	3/8	0,105	105	220	44	33

Distribuição de Ar Comprimido

É impossível eliminar por completo todos os vazamentos, porém estes devem ser reduzidos ao máximo com uma manutenção preventiva do sistema de 3 a 5 vezes por ano.



Distribuição de Ar Comprimido

Devem ser verificados:

- Juntas de vedação;
- Engates;
- Mangueiras;
- Tubos;
- Válvulas;
- Aperto das conexões;
- Restauração das vedações nas uniões roscadas;
- Etc.



Distribuição de Ar Comprimido

Deve-se lembrar que a manutenção periódica da tubulação de ar comprimido requer que ela seja deixada exposta, evitando passagens estreitas.



Distribuição de Ar Comprimido

Por último, é recomendável que seja prevista uma ampliação.

- Uma substituição posterior da rede é demasiadamente cara.



Distribuição de Ar Comprimido

Ao serem efetuados o projeto e a instalação de uma planta qualquer de distribuição, é necessário levar em consideração todos estes aspectos.

Distribuição de Ar Comprimido

O não cumprimento de certas exigências vai de encontro à produtividade e aumenta consideravelmente a necessidade de manutenção.



Distribuição de Ar Comprimido

LAYOUT



Distribuição de Ar Comprimido

A definição do layout é importante para um melhor desempenho no processo de distribuição do ar comprimido.

Este deve ser construído em desenho isométrico em escala ou em software CAD (2D ou 3D), mostrando o comprimento das tubulações nos diversos trechos.

Distribuição de Ar Comprimido

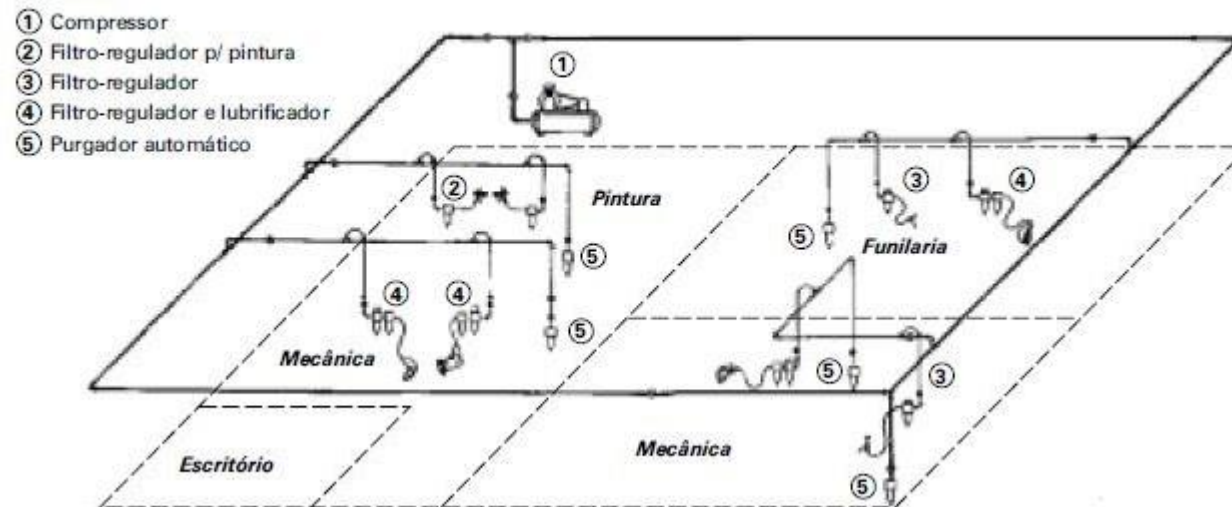
O layout apresenta a rede principal de distribuição, suas ramificações e todos os pontos de consumo, incluindo futuras aplicações.

Também traz qual a pressão destes pontos e a posição de válvulas de fechamento, moduladoras, conexões, curvaturas, separadores de condensado, etc.

Distribuição de Ar Comprimido

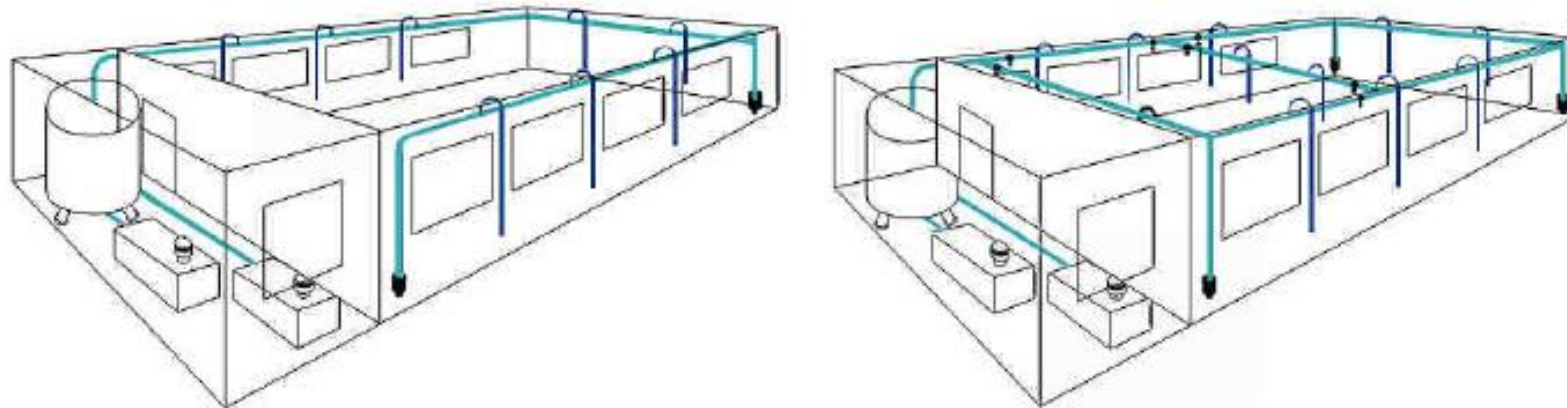
Através do layout, pode-se então definir o menor percurso da tubulação, acarretando menores perdas de carga e proporcionando economia.

LAY-OUT DE INSTALAÇÃO



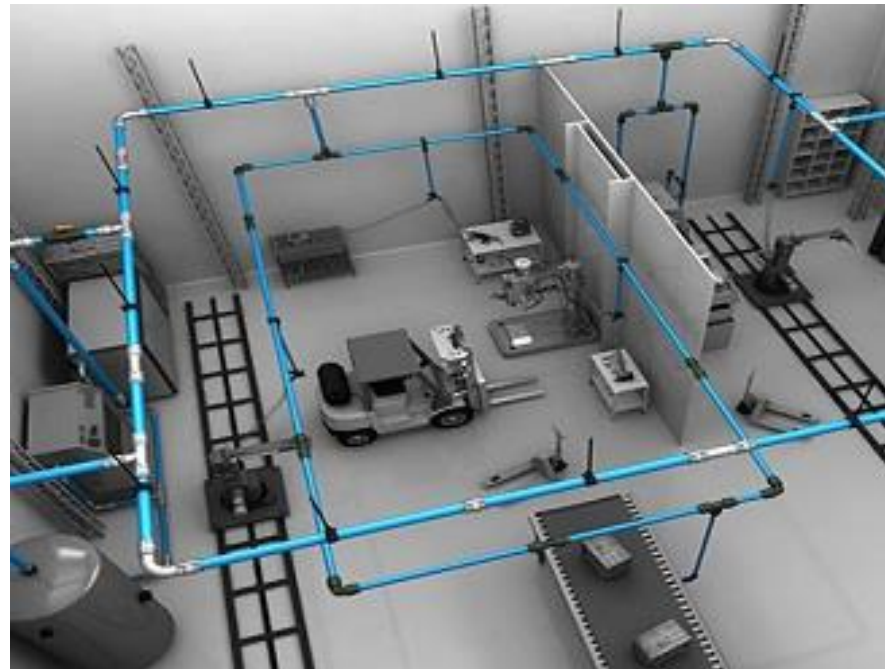
Distribuição de Ar Comprimido

Através do layout, pode-se então definir o menor percurso da tubulação, acarretando menores perdas de carga e proporcionando economia.



Distribuição de Ar Comprimido

Através do layout, pode-se então definir o menor percurso da tubulação, acarretando menores perdas de carga e proporcionando economia.



Distribuição de Ar Comprimido



Distribuição de Ar Comprimido

FORMATO

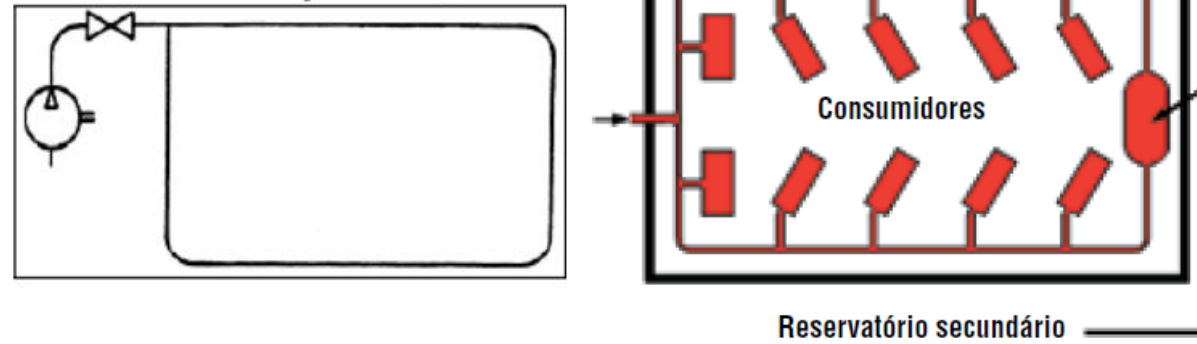


Distribuição de Ar Comprimido

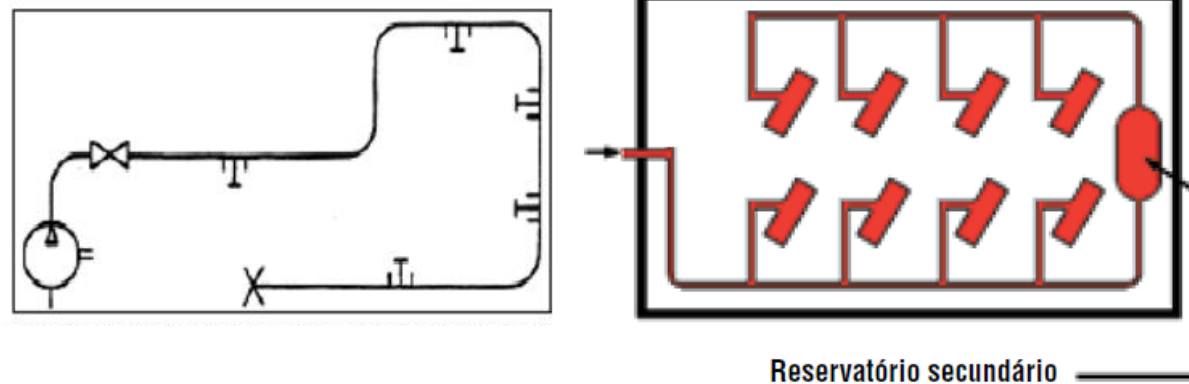
Em relação ao formato de linha a ser executado, anel fechado (circuito fechado) ou circuito aberto, devem-se analisar as condições favoráveis e desfavoráveis de cada uma.

Distribuição de Ar Comprimido

- rede de circuito fechada



- rede de circuito aberta



Distribuição de Ar Comprimido

Geralmente a rede de distribuição é em circuito fechado, em torno da área onde há necessidade do ar comprimido.

Deste anel partem as ramificações para os diferentes pontos de consumo.

Distribuição de Ar Comprimido

O anel fechado auxilia na manutenção de uma pressão constante, além de proporcionar uma distribuição mais uniforme do ar comprimido para os consumos intermitentes.

Distribuição de Ar Comprimido

Esse formato dificulta, porém, a separação da umidade, porque o escoamento não possui uma direção única.

- Dependendo do local de consumo, o ar circula em duas direções.



Distribuição de Ar Comprimido

Portanto, existem casos em que o circuito aberto deve ser selecionado:

- Áreas nas quais o transporte de materiais e peças é aéreo;
- Pontos isolados;
- Pontos distantes;
- Etc.

Distribuição de Ar Comprimido

VÁLVULAS DE FECHAMENTO

Distribuição de Ar Comprimido

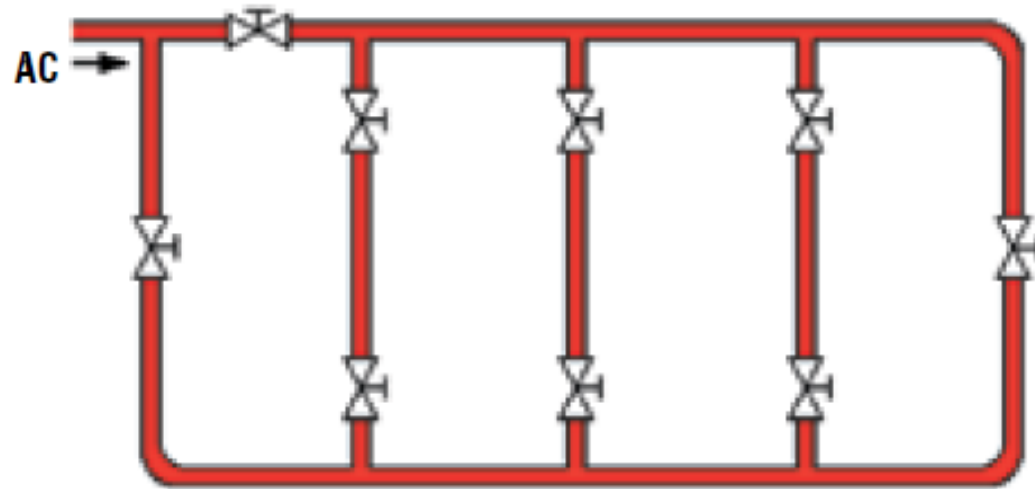
As válvulas de fechamento são de grande importância na rede de distribuição.

Elas permitem que se faça a divisão desta em seções, especialmente em casos de grandes redes, possibilitando o isolamento de seções para inspeção, modificações e manutenção.



Distribuição de Ar Comprimido

Assim, se evita que outras seções sejam simultaneamente atingidas, não havendo paralisação do trabalho e da produção.



Distribuição de Ar Comprimido

CURVATURA



Distribuição de Ar Comprimido

Sabe-se que as curvas induzem perdas de carga localizadas ao escoamento de fluidos.

Isso ocorre devido ao escoamento secundário, efeito turbulento que aparece devido à mudanças na direção do fluido.

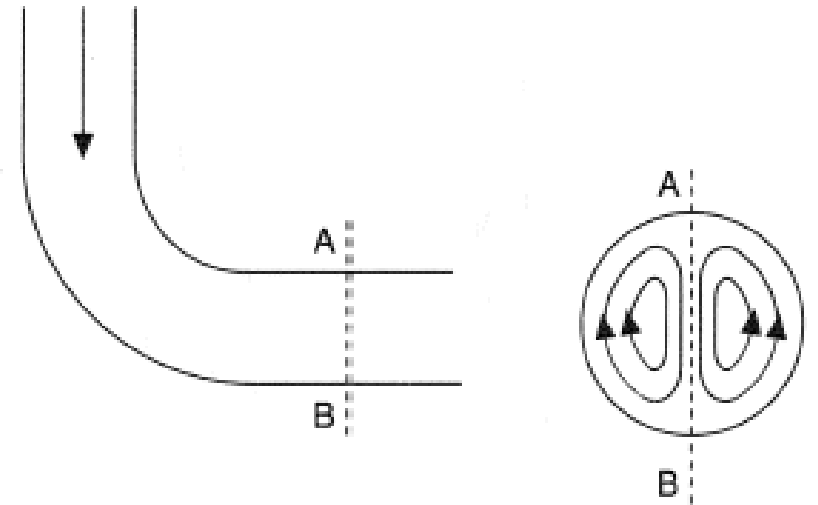
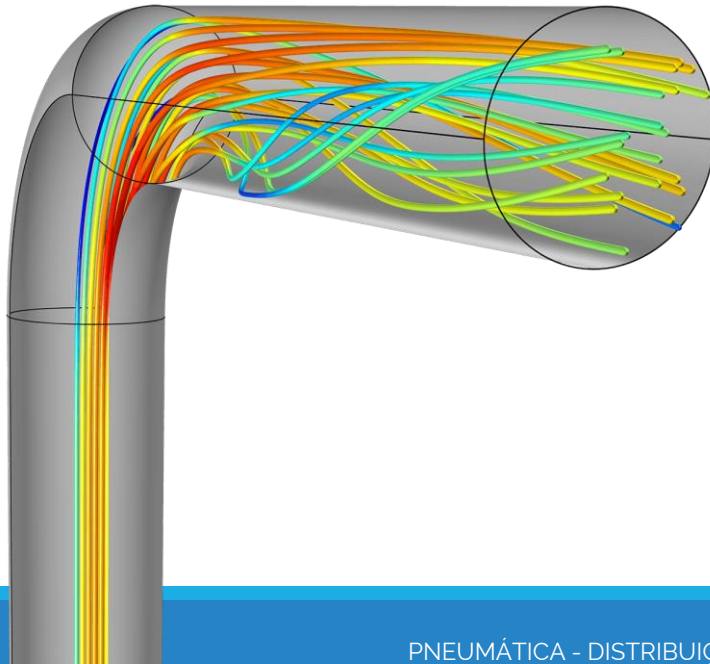
Flow in a 90 degree pipe bend

- <https://www.youtube.com/watch?v=zF4NlG3uRco>

Distribuição de Ar Comprimido

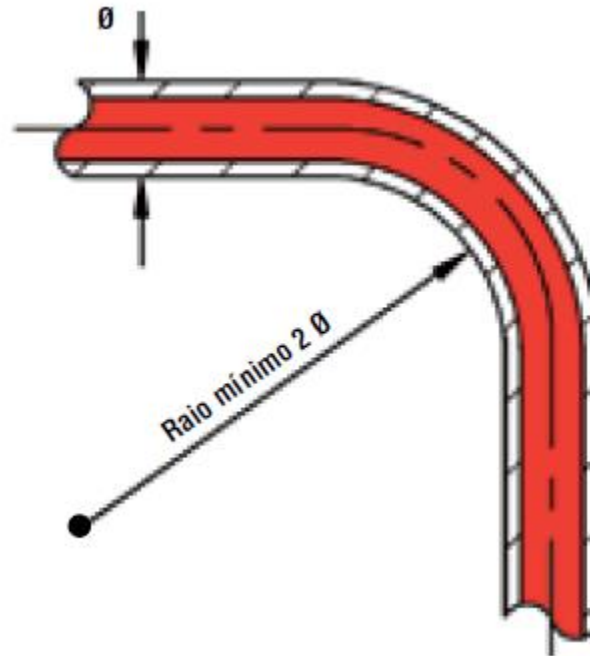
Sendo assim, as curvas devem ser feitas com o maior raio possível, para reduzir tais perdas.

- As curvas de 90° devem ser evitadas.



Distribuição de Ar Comprimido

A curva deve possuir na curvatura interior um raio de no mínimo duas vezes o diâmetro externo do tubo.



Distribuição de Ar Comprimido

DIÂMETRO

Distribuição de Ar Comprimido

A tolerância para a perda de pressão causada na rede de distribuição devido às perdas de carga distribuídas e localizadas é de 0,1 bar.

- Definida por fatores econômicos e técnicos.



Distribuição de Ar Comprimido

A tolerância para a perda de pressão causada na rede de distribuição devido às perdas de carga distribuídas e localizadas é de 0,1 bar.

- Definida por fatores econômicos e técnicos.

$$\left(\frac{p_1}{\rho} + \frac{V_1^2}{2} + gz_1 \right) - \left(\frac{p_2}{\rho} + \frac{V_2^2}{2} + gz_2 \right) = h_{l_T} = h_l + h_{l_m}$$

Distribuição de Ar Comprimido

Sabe-se que as perdas de carga distribuídas ao longo do comprimento da rede de distribuição são diretamente proporcionais ao comprimento e à velocidade do escoamento e inversamente proporcionais ao diâmetro dessas tubulações.

$$h_l = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2}$$

Distribuição de Ar Comprimido

As perdas de carga localizadas ao longo da rede de distribuição devido à curvas, válvulas estrangulamentos, etc., também são diretamente proporcionais à velocidade do escoamento e inversamente proporcionais ao diâmetro dessas tubulações.

$$h_{l_m} = f \frac{L_e}{D} \frac{V^2}{2}$$

Distribuição de Ar Comprimido

Como o comprimento é “amarrado” pelo layout que for definido e a velocidade é “amarrada” pela vazão requerida no sistema, o diâmetro é o elemento que pode ser variado de modo a reduzir tais perdas.



Distribuição de Ar Comprimido

Logo, o dimensionamento do diâmetro da rede deve-se levar em consideração:

- Vazão;
- Comprimento da rede;
- Queda de pressão admissível;
- Pressão de trabalho;
- Pontos de estrangulamento.



Distribuição de Ar Comprimido

INCLINAÇÃO

Distribuição de Ar Comprimido

Enquanto a temperatura de tubulação for maior ou igual à temperatura de saída do ar após os secadores, este sairá praticamente seco.

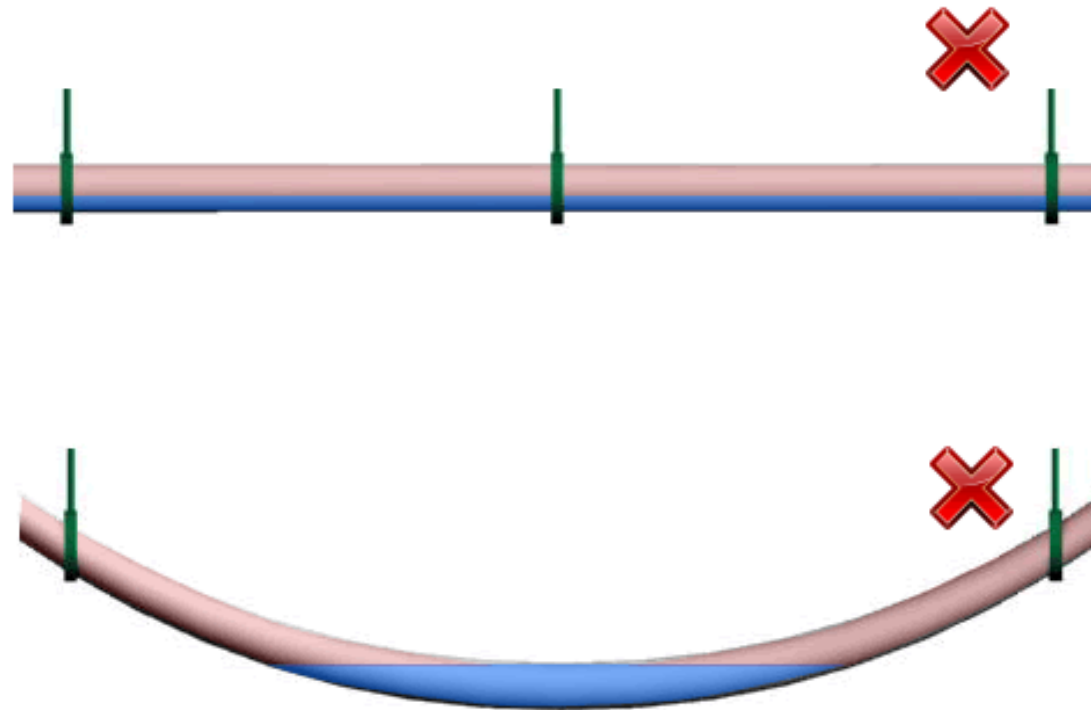
Entretanto, se a temperatura da tubulação baixar, haverá, embora raramente, precipitação de água.

Distribuição de Ar Comprimido

Por isso, as tubulações devem possuir uma determinada inclinação no sentido do escoamento de ar comprimido.

Isto serve para favorecer o recolhimento desta eventual condensação e das impurezas devido à formação de óxidos, levando-as para o ponto mais baixo.

Distribuição de Ar Comprimido



Distribuição de Ar Comprimido

Nos pontos mais baixos da tubulação são instalados drenos (purgadores) para que a drenagem seja feita, de modo a eliminar esses elementos para a atmosfera.

Distribuição de Ar Comprimido

O valor desta inclinação é de 0,5 a 2% em função do comprimento reto da tubulação onde for executada.

Se a rede é relativamente extensa, recomenda-se observar a colocação de mais de um dreno, distanciados aproximadamente 20 a 30 m um do outro, dependendo do material da rede.

Distribuição de Ar Comprimido

DRENAGEM DE UMIDADE

Distribuição de Ar Comprimido

Mesmo com todos os cuidados vistos anteriormente para eliminação do condensado, ainda pode existir uma umidade remanescente!

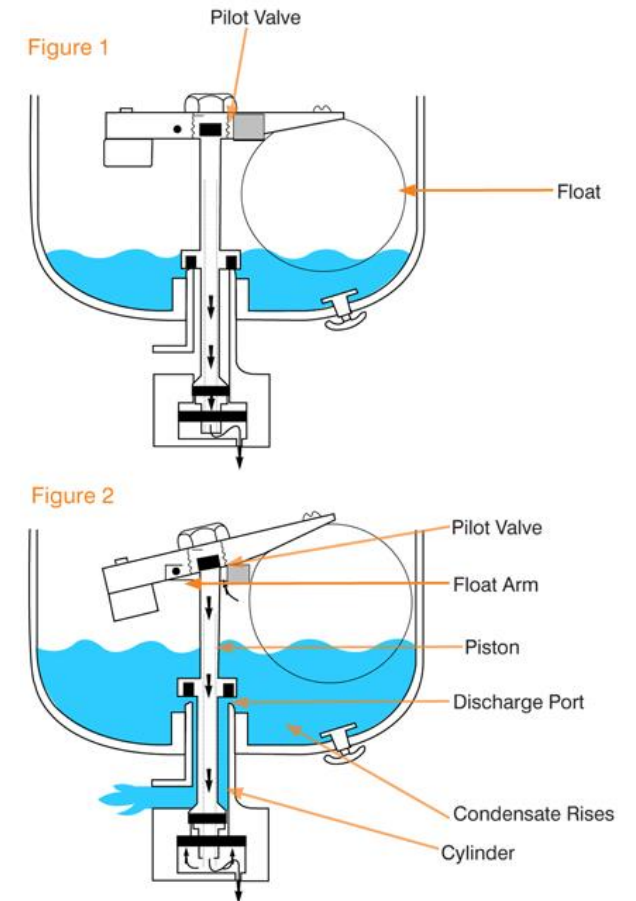
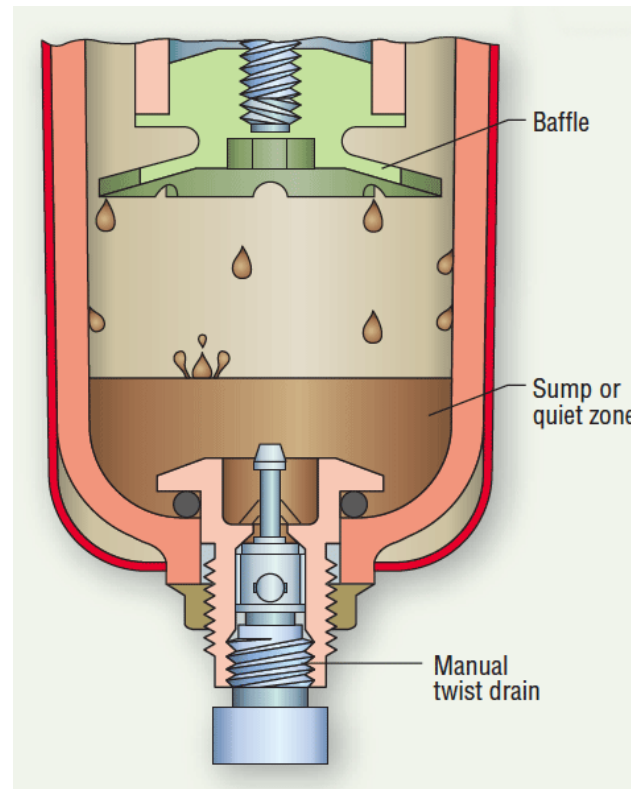
Distribuição de Ar Comprimido

Para que a drenagem eventual seja feita são utilizados os drenos (purgadores), de preferência do tipo automático.

- ▶ Os purgadores são pequenos aparelhos destinados a efetuar a drenagem dos contaminantes líquidos do sistema de ar comprimido para o meio-ambiente.

Unidade de Condicionamento de Ar

Eles podem ser manuais ou automáticos.



Unidade de Condicionamento de Ar

Eles podem ser manuais ou automáticos.



Unidade de Condicionamento de Ar

Eles podem ser manuais ou automáticos.



Unidade de Condicionamento de Ar

Purgadores geralmente estão presentes no resfriador posterior, filtros e secadores.

- Também são colocados na rede de distribuição de ar comprimido para drenar a água condensada.

Os pontos de drenagem devem se situar em todos os locais baixos da tubulação, fim de linha, onde houver elevação de linha, etc.

Distribuição de Ar Comprimido

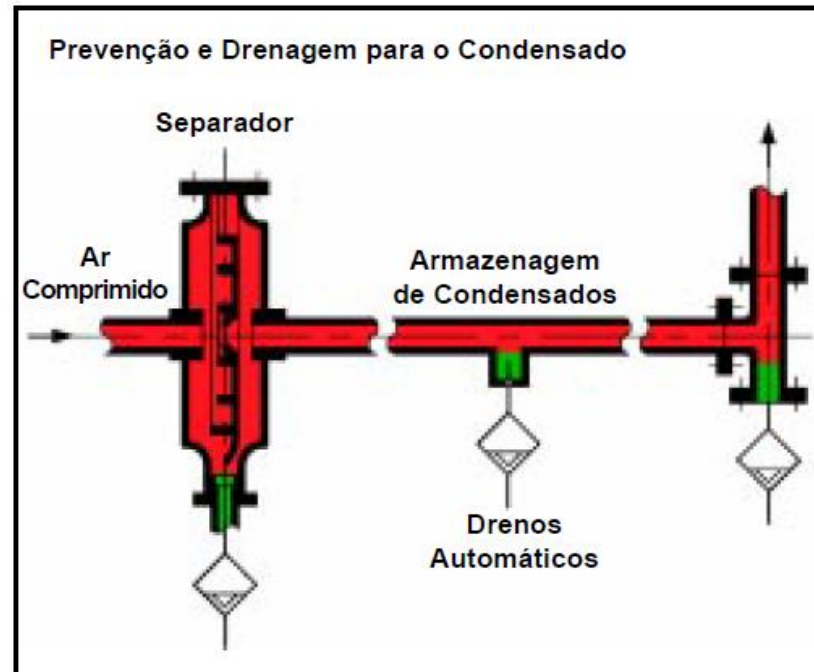


Distribuição de Ar Comprimido

Como já foi dito, restará no ar comprimido uma pequena quantidade de vapor de água em suspensão e os pontos de drenagem comuns não conseguirão provocar sua eliminação.

Distribuição de Ar Comprimido

Nestes pontos, para auxiliar a eficiência da drenagem, podem ser construídos bolsões, que retêm o condensado e o encaminham para o purgador.



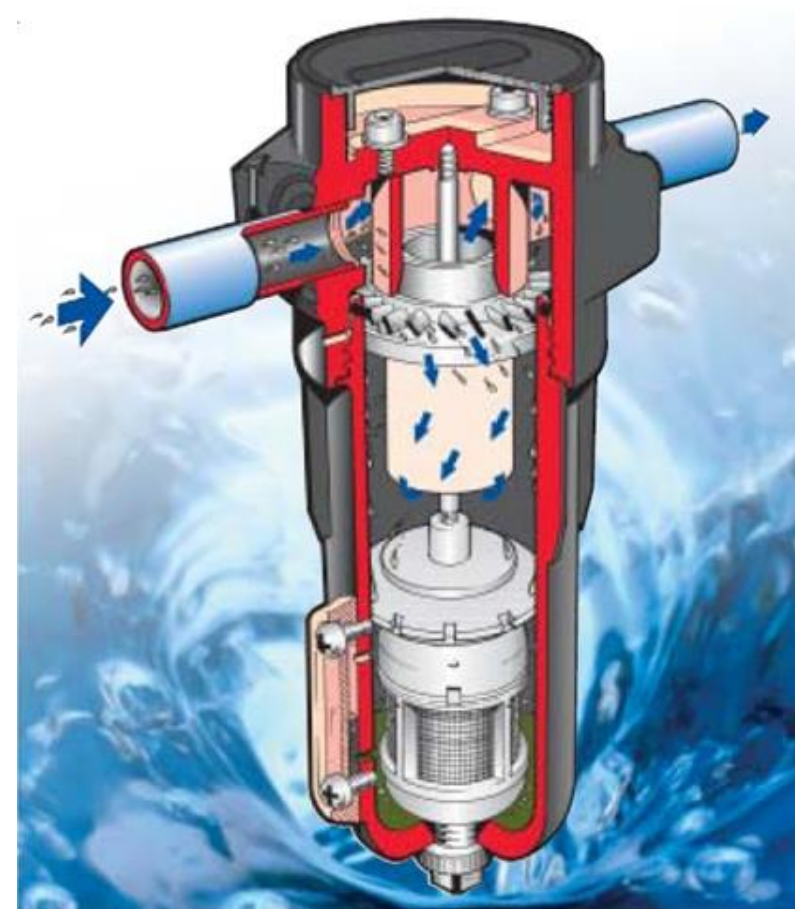
Distribuição de Ar Comprimido

Com este intuito, podem-se instalar filtros separadores de condensado, cujo princípio de funcionamento é simples:

- Obrigar o escoamento de ar comprimido a fazer mudanças de direção.

O ar muda facilmente, porém as gotículas de umidade chocam-se contra os defletores e neles aderem, formando gotas maiores, que escorrem para o dreno.

Distribuição de Ar Comprimido



Distribuição de Ar Comprimido



Distribuição de Ar Comprimido

TOMADAS DE AR

Distribuição de Ar Comprimido

As tomadas de ar devem ser sempre feitas pela parte superior da tubulação principal, para evitar os problemas de condensado.

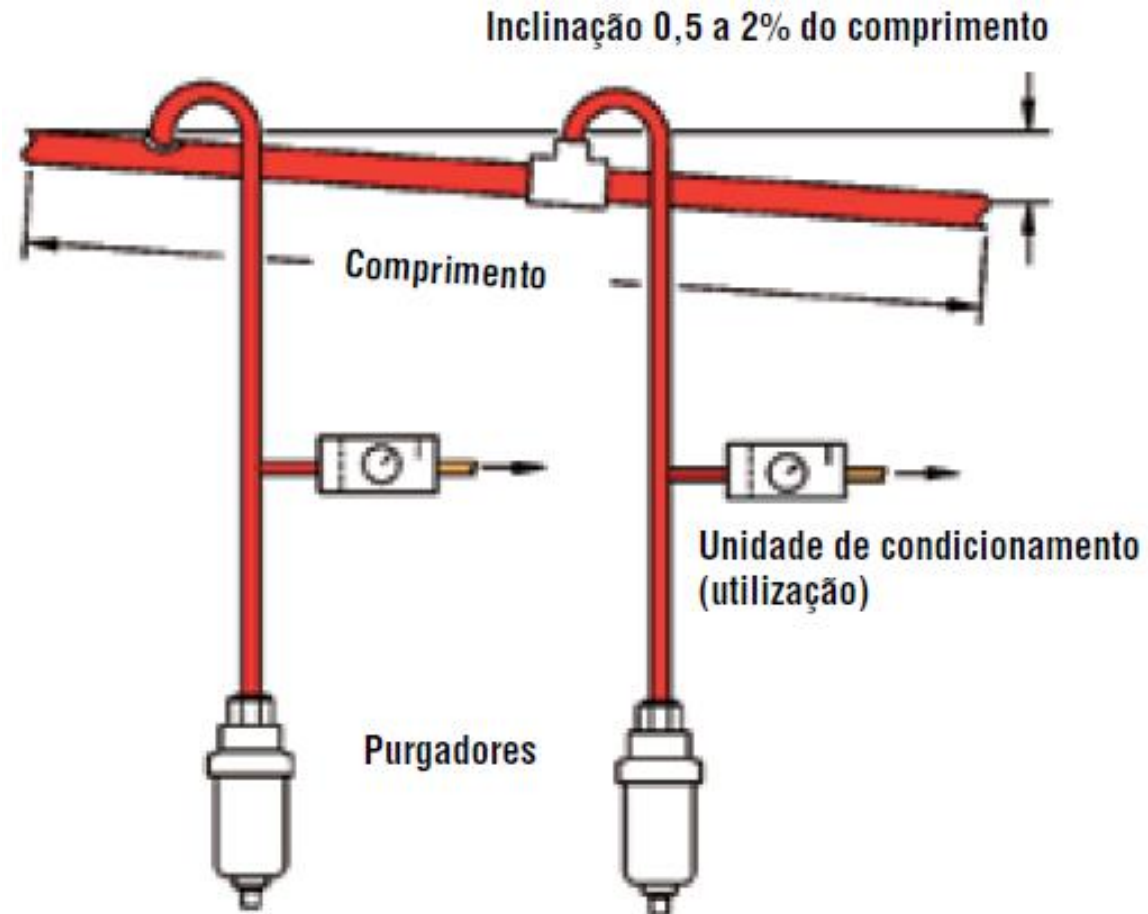


Distribuição de Ar Comprimido

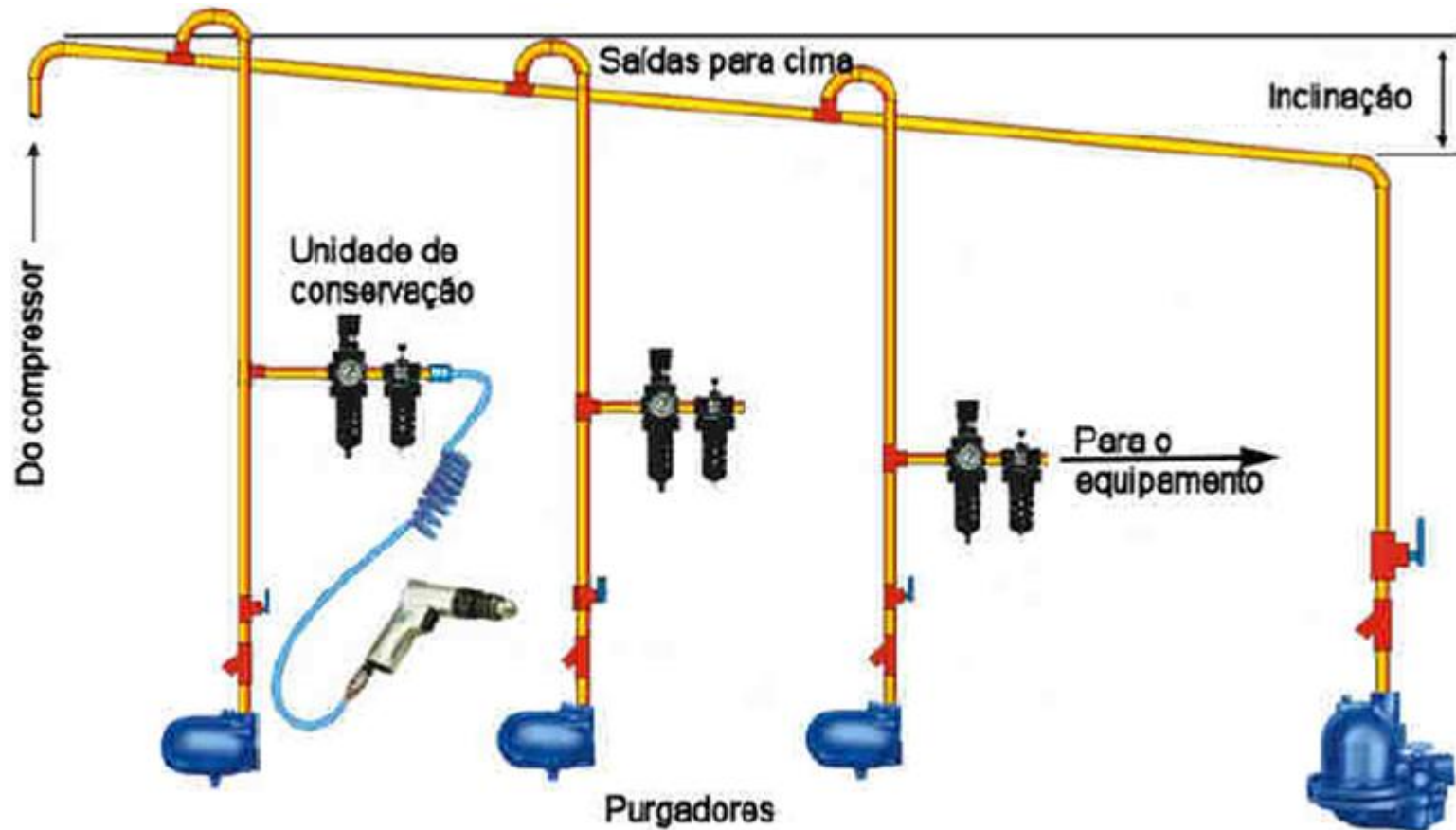
No terminal, deve-se colocar um pequeno purgador e a utilização deve ser feita um pouco mais acima.

Antes de ir para a máquina, o ar passa através da unidade de conservação.

Distribuição de Ar Comprimido



Distribuição de Ar Comprimido



Distribuição de Ar Comprimido

MATERIAIS

Distribuição de Ar Comprimido

Com relação aos materiais da tubulação, se dá preferência aos resistentes à oxidação, como aço galvanizado, aço inoxidável, alumínio, cobre e plástico de engenharia.

Distribuição de Ar Comprimido

Uma evolução bastante rápida aconteceu com relação aos materiais utilizados para as tubulações secundárias.



Distribuição de Ar Comprimido

O tubo de cobre, até bem pouco tempo, era um dos mais usados.

Atualmente ele é utilizado apenas em instalações mais específicas, nas quais se necessita de montagens rígidas e se tem temperaturas e a pressões elevadas.

Distribuição de Ar Comprimido



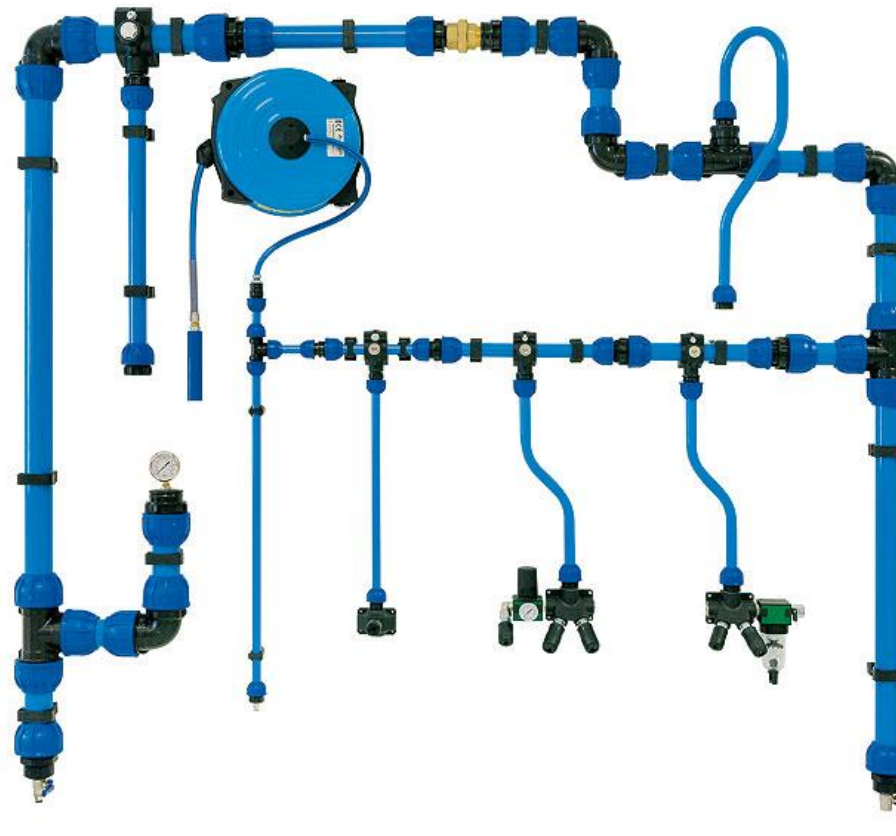
Distribuição de Ar Comprimido

Hoje são utilizados tubos sintéticos, os quais apresentam elevada resistência mecânica, grande flexibilidade e baixa condutividade térmica.

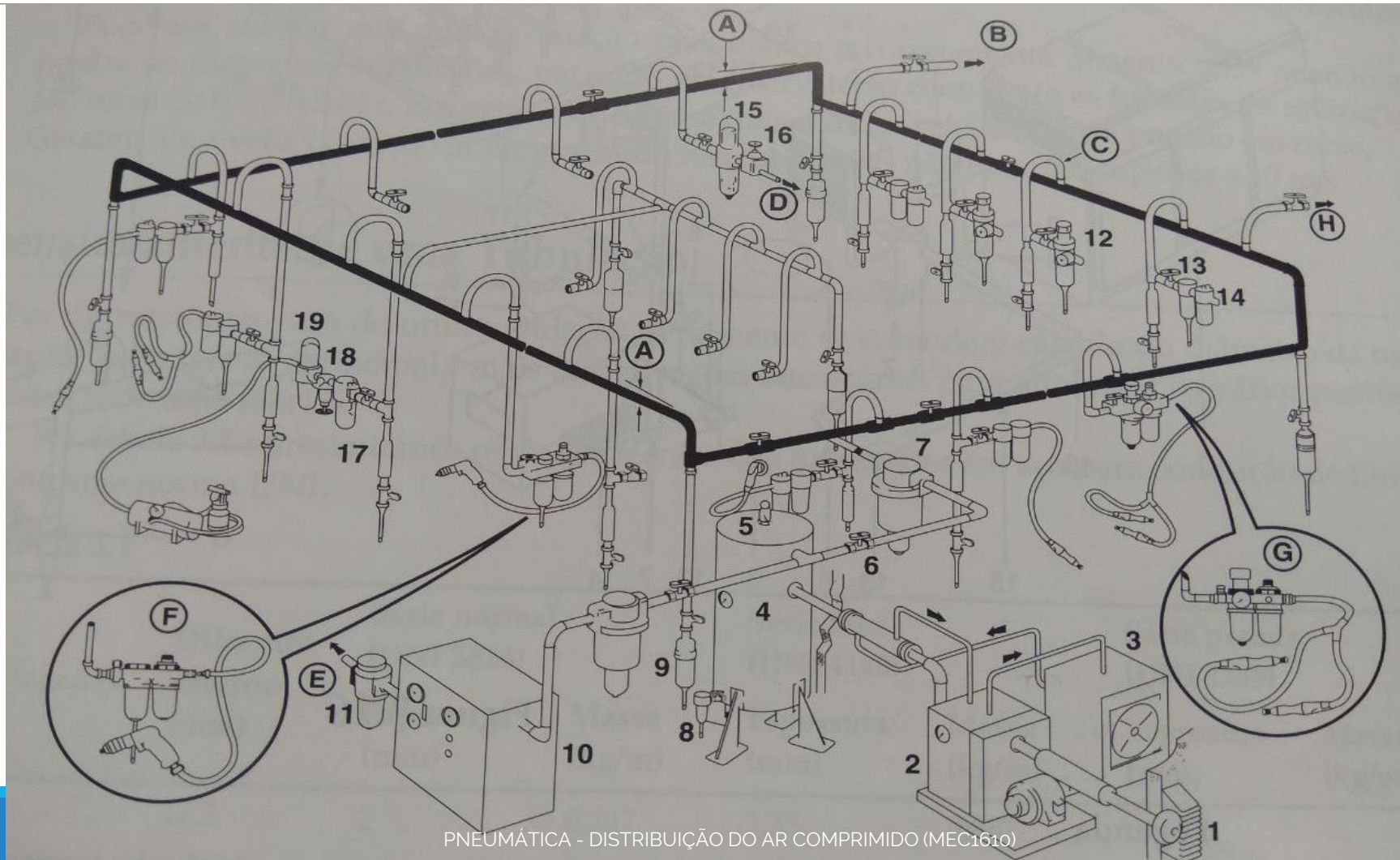
São usados tubos de polietileno, poliuretano e de nylon.



Distribuição de Ar Comprimido



Montagem dos equipamentos

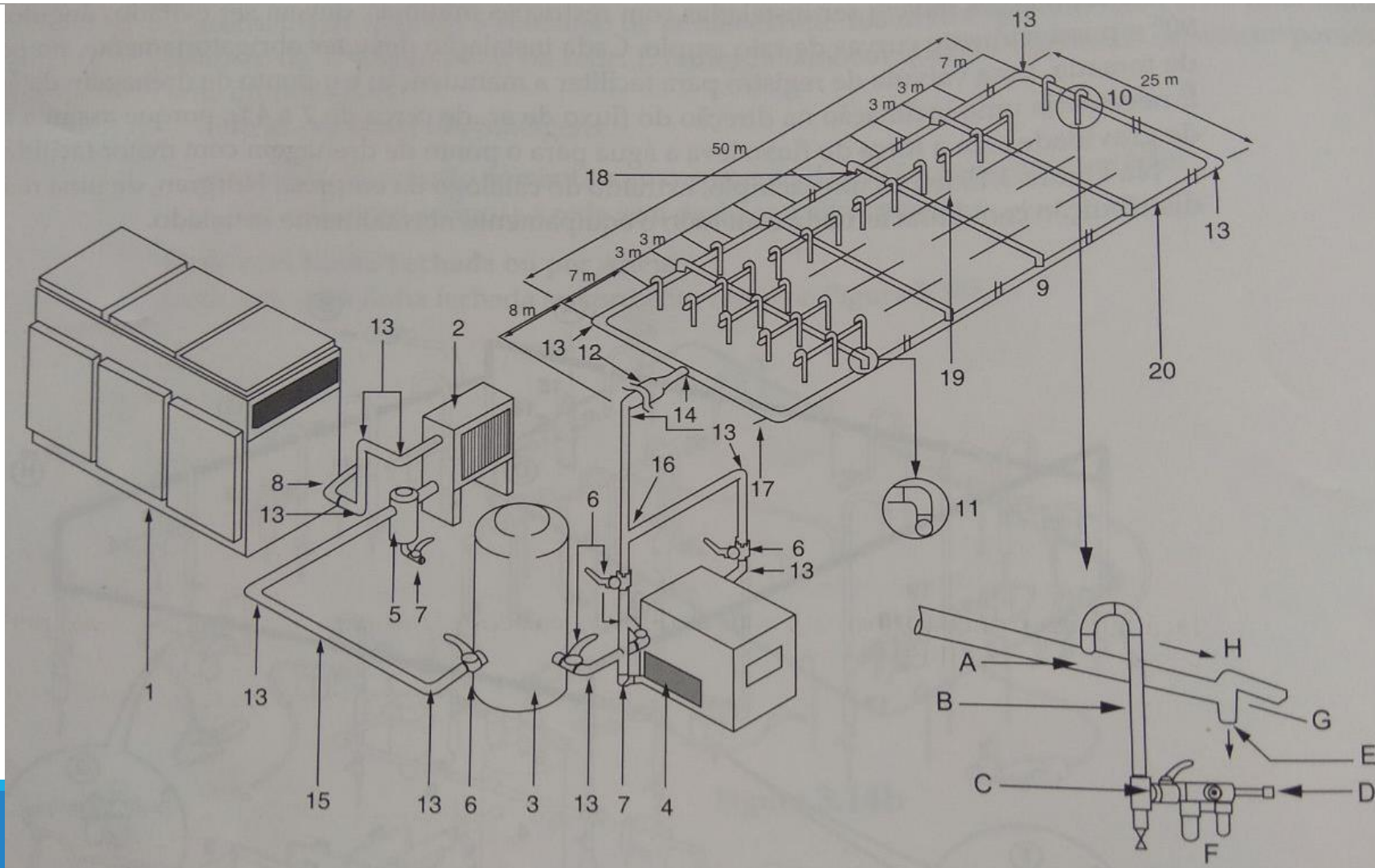


Montagem dos equipamentos

Legenda

- | | |
|--|-------------------------------------|
| 1. Filtro de aspiração | 10. Secador |
| 2. Compressor | 11. Purgador com dreno automático |
| 3. Resfriador | 12. Filtro com regulador de pressão |
| 4. Reservatório | 13. Filtro com purgador |
| 5. Válvula de segurança | 14. Lubrificador |
| 6. Válvula de registro | 15. Purgador com dreno automático |
| 7. Filtro de linha principal | 16. Redutor de pressão |
| 8. Purgador automático no reservatório | |
| 9. Purgador automático de condensados | |
-
- A. Tubulação inclinada no sentido do fluxo de 0,5 a 2%
 - B. Outras máquinas
 - C. Curva de 180° de raio longo rosqueada
 - D. Banco teste manômetros
 - E. Ar umidificado para controle processo
 - F. Grupo Lubrifil
 - G. Grupo de filtro redutor e lubrificador
 - H. Tubulação para futuras expansões

Montagem dos equipamentos



Montagem dos equipamentos

Legenda

- | | |
|---|-----------------------------------|
| 1. Compressor | 16. Linha tronco |
| 2. Resfriador | 17. Linha tronco |
| 3. Reservatório | 18. Linha ramal |
| 4. Secador | 19. Linha derivada |
| 5. Purgador de condensados | 20. Linha ramal |
| 6. Válvula de registro | A. Linha de alimentação |
| 7. Válvula de drenagem | B. Linha ramal |
| 8. Válvula de registro de saída do compressor | C. Válvula de registro |
| 9. Tê fluxo pelo ramal | D. Mangueira rosqueada |
| 10. Curva de 180° de raio longo rosqueada | E. Ponto de drenagem |
| 11. 90° Cotovelo comum | F. Grupo Lubrifil |
| 12. Redução | G. Tubulação inclinada no sentido |
| 13. Curva | do fluxo de 0,5% a 2% |
| 14. Tê fluxo em linha tronco | H. Curva de raio longo 180° |
| 15. Tubulação de exaustão do ar | |