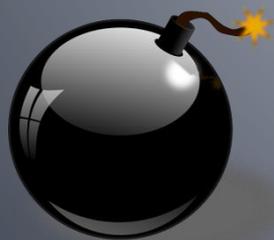


Bombas

Por Guilherme Augusto Teixeira



Cálculo da altura manométrica

- Para cada vazão, é possível obter uma altura manométrica, utilizando a famosa equação de energia:

$$\frac{V_e^2}{2g} + \frac{P_e}{\gamma} + Z_e + H = \frac{V_s^2}{2g} + \frac{P_s}{\gamma} + Z_s$$

- Nesse caso, o volume de controle começa na entrada e termina na saída da bomba. A altura manométrica é o H.

Cálculo da altura manométrica

- Considerando:
 - Diâmetro de entrada igual ao de saída = pode-se cancelar a carga cinética dos dois lados
 - A entrada e a saída estão na mesma altura = pode-se cancelar a carga potencial gravitacional
- Dessa maneira, a equação fica simplificada dessa maneira:

$$H = \frac{P_s}{\gamma} - \frac{P_e}{\gamma} = \Delta p$$

Cálculo da Potência Hidráulica

- A potência hidráulica é a taxa de energia RECEBIDA pelo escoamento quando o mesmo passa pela bomba.
- Nota, não estamos falando da potência da bomba (que tem a fórmula relacionada ao rendimento). Estamos falando da energia que o escoamento recebe MESMO!

Cálculo da Potência Hidráulica

- Mas então, como devo calculá-la afinal?
Simples, basta seguir a fórmula abaixo:

$$Pot = \gamma * H * Q$$

- Veja que a potência depende da vazão, ou seja, para cada vazão teremos uma potência diferente. (Assim dá de fazer um gráfico)
- A altura manométrica foi calculada no passo anterior.
- O peso específico É O DA ÁGUA!!!!!!

Pot. elétrica → Pot. Hidráulica

- O outro passo é determinar a quantidade de energia de cada etapa. Essa parte o pessoal se confunde muito.
- Para facilitar, vamos tentar imaginar a trajetória da energia, lembrando que há perdas em cada passagem.



REDE ELÉTRICA



MOTOR



BOMBA



TUBULAÇÃO

Pot. Elétrica → Pot. Hidráulica

- Então o que acontece? Há rede elétrica dispõe uma certa energia. O motor consegue absorver parte dessa energia apenas.
- Em seguida, o motor impulsiona a bomba com parte da energia que ele absorveu (o restante é convertido em calor)
- Por fim, parte da energia que impulsionou a bomba é dada ao escoamento.
- Agora vamos ver passo a passo.

Cálculo da Potência disponível

- A potência disponível é aquela fornecida pela rede elétrica
- Vale se lembrar de Física III (nããã) agora e da consequência da Primeira Lei de Ohm para calcular essa potência:

$$P_d = U * i$$

- Onde U é a tensão na rede e i é a corrente elétrica

Cálculo da potência absorvida

- Como foi citado, o motor absorve parte da energia disponível, baseado em um rendimento elétrico.
- Esse rendimento é descrito por um fator de potência do motor ($\cos \varphi$)
- Então a potência absorvida será a potência disponível multiplicada por esse rendimento:

$$P_a = U * i * \cos \varphi$$

Cálculo da potência útil

- Nem toda a potência absorvida pelo motor será “útil”, isto é, será cedida à bomba
- Então essa potência também terá que ser calculada. A potência que a bomba recebe
- Da mesma maneira que antes, será a potência fornecida pelo motor multiplicada pelo rendimento desse motor:

$$P_u = U * i * \cos \varphi * \eta_e$$

Rendimento hidráulico

- O rendimento hidráulico (não confundir com o rendimento do motor) é o quanto de energia da bomba conseguiu ser aproveitado pelo escoamento
- Dessa maneira, pode-se simplificar o cálculo do rendimento da seguinte maneira:

$$P_h = P_u * \eta_h$$

- Já calculamos a potência hidráulica e a útil. Então, é só dividir uma pela outra.

Associação de bombas – ΔH

- As medições de vazão e pressão referem-se a cada bomba
- Logo, para a associação em série:
 - Vazão resultante = vazão da B1 = vazão da B2
 - Perda resultante = perda da B1 + perda da B2
- Para a associação em paralelo
 - Vazão resultante = vazão da B1 + vazão da B2
 - Perda resultante = perda da B1 = Perda da B2
 - Nesse caso, fazer a média dos dois valores medidos

Associação de bombas – ΔH

- Na associação em série, sempre a medição de um dos vacuômetros resultará em zero
- Isso se dá porque o vacuômetro só lê pressão negativa e a segunda bomba recebe uma carga de pressão da primeira (isto é, uma pressão positiva)
- Para efeitos de cálculo, a pressão de entrada da segunda bomba, em mca, será considerada igual à de saída da primeira.

Associação de bombas – Pot.

- Para calcular a potência na associação de bombas, basta somar as potências DISPONÍVEIS de cada uma, isto é, da rede elétrica.
- Isso vale tanto para a associação em série, quanto em paralelo.
- Quem quiser, veja a dedução a seguir. Se não, pode pular para o último slide

Associação em série

- Sabemos que, em um circuito em série:

$$U = U_1 + U_2 \quad i = i_1 = i_2$$

- Assim, deduzindo:

$$P = U * i \quad U = \frac{P}{i} \quad U = U_1 + U_2 \quad U = \frac{P}{i} = \frac{P_1}{i_1} + \frac{P_2}{i_2}$$

- Como a corrente é cte, pode-se simplificar:

$$P = P_1 + P_2 = P_d$$

Associação em paralelo

- Sabemos que, em um circuito em paralelo:

$$U = U_1 = U_2$$

$$i = i_1 + i_2$$

- Assim, deduzindo:

$$P = U * i \quad i = \frac{P}{U} \quad i = i_1 + i_2 \quad i = \frac{P}{U} = \frac{P_1}{U_1} + \frac{P_2}{U_2}$$

- Como a ddp é constante, pode-se simplificar:

$$P = P_1 + P_2 = P_d$$

Ponto de trabalho

- O ponto de trabalho é o local de cruzamento entre a curva do sistema e da bomba
- Caso não haja um ponto de trabalho, a bomba não é indicada para recalcar as alturas necessárias do sistema
- Nesse caso, busca-se a realização de uma associação
- Associação em série permite maiores alturas e a em paralelo maiores vazões