

Oitava aula de ME5330

Outubro de 2010

Vamos retomar a experiência realizada na bancada móvel e refletirmos sobre a energia necessária para o bombeamento.



Eletrobomba Síncrona de Circulação



Vamos iniciar com os valores lidos na bancada!



$Z_s - Z_e$ (m)	Q (l/h)	h (m)	I (A)	U (V)	$\cos\phi$	Nm (W)
-----------------	---------	-------	-------	-------	------------	--------

Essas foram as leituras feitas para cada posição da válvula agulha.



Vamos ampliar a nossa visão sobre os motores elétricos, abordando:



1. Conceito de motores elétrico.
2. Suas classificações básicas.
3. Seus conceitos básicos.



Motores elétricos

20/09/2010 - v6

São máquinas que transformam energia elétrica em energia mecânica.

primeira classificação

- motores de corrente contínua
- motores de corrente alternada
 - síncronos
 - assíncronos

síncronos

- funcionam com a velocidade fixa
- são de alto custo e utilizados para altas potências

assíncronos

a velocidade embora permaneça próxima a um determinado valor, apresenta pequena variação em função da carga a que o motor é submetido



são simples e robustos e de baixo custo

conceitos básicos

- potência mecânica ✓
- velocidade síncrona ✓
- características dos motores normalizados ✓
- potência aparente ✓
- potência ativa ✓
- potência reativa ✓
- fator de potência ✓
- potência total ✓
- rendimento do motor elétrico ✓
- consumo de energia nos motores elétricos ✓

A potência mecânica é a grandeza física que determina a quantidade de energia concedida por uma fonte a cada unidade de tempo



$$N_{\text{mec}} = \frac{\Delta E}{\Delta t} = \frac{\Delta(F \times s)}{\Delta t} = F \times v$$

$$v = \frac{2\pi nr}{60}$$

C = conjugado

$$C = F \times r$$

r = raio do rotor

$$N_{\text{mec}} = C \times \frac{2\pi}{60} \times n = F \times r \times \frac{2\pi}{60} \times n$$

Velocidade de rotação síncrona (n_s)



$$n_s = \frac{120 \times f}{p} \rightarrow [f] = \text{Hz}$$

p = número de pólos

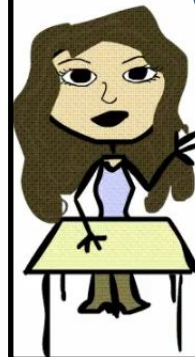
2 pólos = 3600 rpm

4 pólos = 1800 rpm

6 pólos = 1200 rpm

8 pólos = 900 rpm

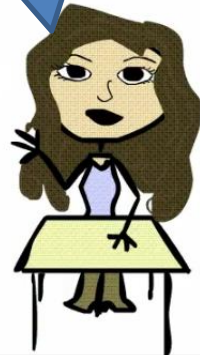
Isto porque o decreto número 4508 de 11 de dezembro de 2002 do Ministério de Minas e Energia estabelece que os motores elétricos devem ter uma frequência nominal igual a 60 Hz.



Geralmente os motores síncronos só são usados para potências > que 500CV

Nos motores assíncronos a velocidade de rotação não coincide exatamente com a velocidade de sincronismo.

Ela é menor?



Sim e ela é denominada de escorregamento (s), que geralmente é da ordem de 3 a 5%

$$n = n_s \times \left(1 - \frac{s}{100}\right)$$

A potência aparente é a potência instantânea desenvolvida por um dispositivo de dois terminais e é igual ao produto da diferença de potencial entre os terminais e a corrente que passa através do dispositivo.



Circuitos monofásico $\rightarrow N_{\text{apar.}} = V \times I$

Circuitos trifásicos $\rightarrow N_{\text{apar.}} = \sqrt{3} \times V \times I$

$$[N_{\text{apar}}] = \text{VA}$$

A potência ativa é a capacidade do circuito em produzir trabalho, ou seja, ela é a parte da potência aparente que realmente é transformada em energia.



Circuitos monofásico $\rightarrow N_a = VI \cos \phi$

Circuitos trifásicos $\rightarrow N_a = \sqrt{3} \times VI \cos \phi$

$[N_a] = \text{W} \rightarrow \phi = \text{ângulo de fase}$

Potência reativa é parte da potência aparente que é armazenada não realizando trabalho



Circuitos monofásico $\rightarrow N_R = VI \text{sen}\phi$

Circuitos trifásicos $\rightarrow N_R = \sqrt{3} \times VI \text{sen}\phi$

$[N_a] = VA_R \rightarrow \phi = \text{ângulo de fase}$

$$N_{\text{apar.}}^2 = N_a^2 + N_R^2$$

Fator de potência é um índice que indica quanto de energia total foi transformada em trabalho e quanto foi utilizada em magnetização. Ele mostra o grau de eficiência do uso dos sistemas elétricos.

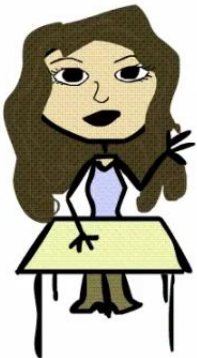


$$\cos \phi = \frac{N_a}{N_{\text{apar}}} \rightarrow \text{ex : } \cos \phi = 0,80$$

$\therefore 80\% \Rightarrow$ transformada em trabalho

$20\% \Rightarrow$ transformada em magnetização

Valores baixos de fator de potência evidenciam um mau aproveitamento e representam uma sobrecarga para todo o sistema elétrico.

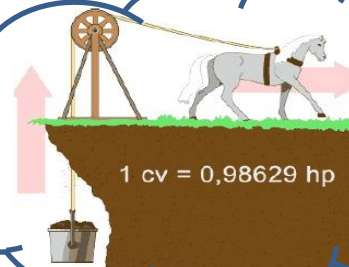


Agora entendo porque o Artigo número 64 da Resolução ANEEL número 456 de 29 de novembro de 2000 estabelece que o fator de potência deve permanecer igual ou superior a 0,92 .

Calcular	Corrente contínua	Corrente alternada	
		monofásica	trifásica
Potência efetiva no eixo do motor em kW	$N_B = \frac{V \times I \times \eta_m}{1000}$	$N_B = \frac{V \times I \times \eta_m \times \cos \phi}{1000}$	$N_B = \frac{\sqrt{3} \times V \times I \times \eta_m \times \cos \phi}{1000}$
Potência fornecida em kW	$N_m = \frac{V \times I}{1000}$	$N_m = \frac{V \times I \times \cos \phi}{1000}$	$N_m = \frac{\sqrt{3} \times V \times I \times \cos \phi}{1000}$
Corrente absorvida a plena carga, ampères (no eixo do motor)	$I = \frac{N_B \times 1000}{V \times \eta_m}$	$I = \frac{N_B \times 1000}{V \times \cos \phi \times \eta_m}$	$I = \frac{N_B \times 1000}{\sqrt{3} \times V \times \cos \phi \times \eta_m}$

EXPRESSÕES ELÉTRICAS

$$\eta_{\text{global}} = \frac{N}{N_m}$$



Exercício 1: Qual a potência mecânica necessária para acionar uma polia de raio igual a 0,5 m a uma rotação de 1750 rpm, com uma força de 30 kgf?



Resposta: 36,7 CV

Exercício 2: Determine o percentual de escorregamento de um motor de 4 pólos com rotação nominal de 1750 rpm, alimentado por uma frequência de 60 Hz.



Resposta: 2,8%

Exercício 3: Determine as potências aparente, ativa e reativa para um motor trifásico alimentado a uma tensão de 440V, corrente de 46,5 A e fator de potência de 0,7.



Respostas:
 $N_{\text{apar}} = 35,4 \text{ KVA}$
 $N_a = 24,8 \text{ kW}$
 $N_R = 25,3 \text{ KVA}_R$

Exercício 4: Para alimentar uma carga de 25kW com fator de potência igual a 0,70, são necessários 35,7 kVA. Determinar para a mesma carga de 25 kW, mas com fator de potência igual a 0,92, a potência aparente e a diferença de porcentual no fornecimento de potência.

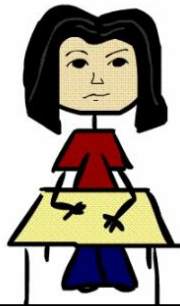


Respostas:
 $N_{\text{apar}} = 27,2 \text{ KVA}$
 $\Delta N = 23,8\%$

Já mencionamos uma das maneiras para se selecionar o motor elétrico



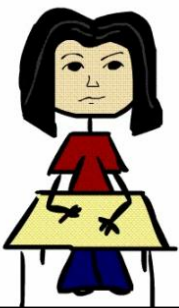
Aquela que adotávamos o rendimento do motor igual a 90% e calculávamos a potência nominal de referência.



Isso mesmo!



Só existe essa maneira para sua especificação?



Existem outras maneiras para a escolha dos motores, uma outra maneira será mencionada no próximo slide.



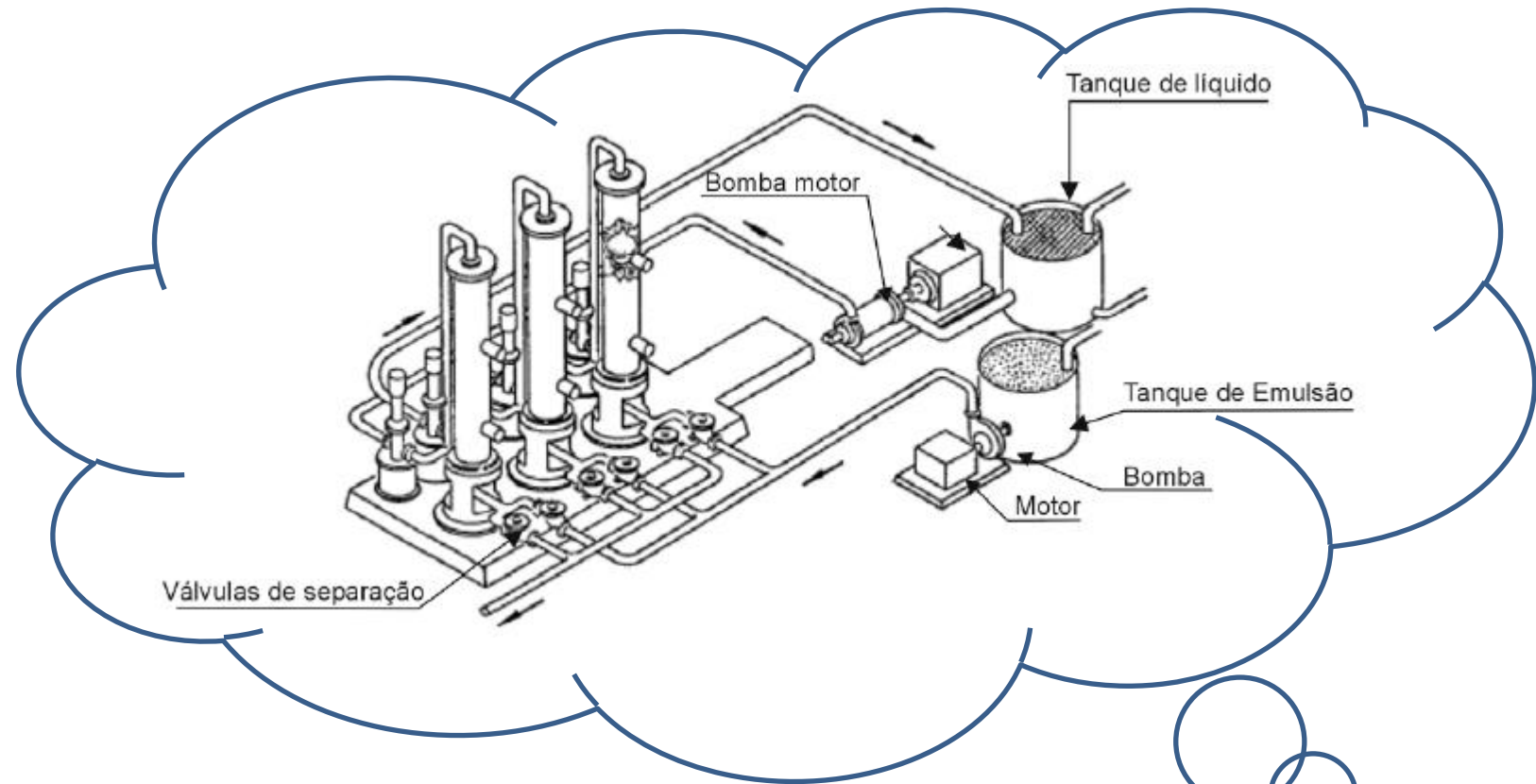
O motor que aciona a bomba deverá trabalhar sempre com uma folga ou margem de segurança a qual evitará que o mesmo venha, por uma razão qualquer, operar com sobrecarga. Portanto, recomenda-se que a potência necessária ao funcionamento da bomba (N_B) seja acrescida de uma folga, conforme especificação a seguir (para motores elétricos):

Potência exigida pela Bomba (N_B)	Margem de segurança recomendada (%)
até 2 cv	50%
de 2 a 5 cv	30%
de 5 a 10 cv	20%
de 10 a 20 cv	15%
acima de 20 cv	10%

Para motores a óleo diesel recomenda-se uma margem de segurança de 25% e a gasolina, de 50% independente da potência calculada.

A TABELA ACIMA PODE SER LIDA NA PÁGINA 69 DO LIVRO BOMBAS E INSTALAÇÕES DE BOMBEAMENTO ESCRITO POR A. J. MACINTYRE E EDITADO PELA LTC EM 2008.





PENSANDO EM UM NOVO EXERCÍCIO ...

