

# MOTORES ELÉTRICOS

---

MÁQUINAS ELÉTRICAS  
INST. PABLO BOSCO

# Plaqueta de motor

 <b>ALTO Plus</b> RENDIMENTO NBR7094		
~ 3 100L		
MOTOR INDUCAO - GAICLA	HZ 60	CAT N
kW(cv)	3.7(5.0)	RPM 3500
FS 1.15	ISOL B $\Delta$ k	lp/in 9.0 IP55
220/380 V		13.0/7.53 A
REG S 1	MAX AMB	ALT m
		
		
 → 6206-ZZ → 6205-ZZ	A BASE DE LITIO	34.0 Kg
03202	 PNCCE REND.% = 87.5% COS $\varphi$ 0.85	

# DADOS DE PLAQUETA

REND.%= 87.5%

Rendimento

Como já vimos, todo processo de transformação não é perfeito.

<b>Weg</b> ALTO Plus RENDIMENTO NBR7094	
~ 3 100L	
MOTOR INVERSÃO - GABETA	HT 60 CAT N
kW(cv)	3.7(5.0) RPM 3500
FS 1.15	ISOL B Δ1 k   p/m 9.0 IP55
	220/380 V   13.0/7.53 A
REG S 1	MAX AMB ALI m
6206-22 A BASE DE LITIO	34.0 Kg
6205-22	
PNCEE	REND.%= 87.5%
INMETRO	COS φ 0.85 CE



Desenvolvimento Industrial

# DADOS DE PLAQUETA

REND.%= 87.5%

Dos 100% da energia elétrica recebida pelo motor, 87,5% são convertidos em energia mecânica.

weq		ALTO Plus		RENDIMENTO NBR7C94	
~	3	100L			
MOTOR INVERSÃO - GABELO	HT	60	CAT		N
kW(cv)	3.7(5.0)		RPM		3500
FS	1.15	ISOL B	Δ	k	9.0
220/380		V	13.0/7.53		A
REG	S 1	MAX AMB	ALT	m	
220 V		380 V			
L1 L2 L3		L1 L2 L3			
A BASE DE LITIO		34.0		Kg	
PNCEE		REND.%= 87.5%		CE	
COS φ		0.85			



Desenvolvimento Industrial

# DADOS DE PLAQUETA

REND.%= 87.5%

O rendimento é calculado pela seguinte equação:

$$\eta = \frac{P_s}{P_e} \times 100\%$$

$\eta$  - rendimento

$P_s$  - potência de saída

$P_e$  - potência de entrada

The image shows a detailed motor nameplate for a WEG Alto Plus motor. The nameplate includes the following information:

- Brand: WEG Alto Plus
- Model: NBR7C94
- Phase: 3
- Voltage: 100L
- Motor Inertia - GAKIA: 3.7(5.0) rpm 3500
- PS: 1.15
- ISOL B:  $\Delta$
- k: 9.0
- IP55
- REG: S 1
- MAX AMB: 13.0/7.53 A
- Terminal connections for 220 V and 380 V.
- Base: A BASE DE LITIO
- Weight: 34.0 kg
- Efficiency: REND.% = 87.5%
- Power Factor: COS  $\phi$  = 0.85
- CE mark



EXERCÍCIOS

1) Considere um motor com os seguintes dados de placa:

- 3 CV
- 220/380V
- f.s. 1,1
- 60Hz

Qual o rendimento desse motor, se quando ligado solicita da rede uma potência de 2480 W?

$$\text{Rend} = 89\%$$

2) Considere agora um motor com os seguintes dados de placa:

- 12 CV
- 380/440V
- f.s. 1,15
- 4 polos
- $\eta = 0,83$
- 1753 rpm
- 60Hz

Quanto de potencia esse motor solicita da rede, em plena carga?

$$P_e = 10.640,9 \text{ W}$$

# DADOS DE PLAQUETA

REND.%= 87.5%

Nos motores elétricos ao se transformar energia elétrica em energia mecânica, parte da energia elétrica não é convertida em energia mecânica, isso se deve as perdas.

WEG		ALTO Plus		RENDIMENTO NBR7094	
~	3	100L			
MOTOR INVERSÃO - GABELO	HT	60	CAT		N
kW(cv)	3.7(5.0)		RPM		3500
FS	1.15	ISOL B	Δ	k	9.0
220/380		V	13.0/7.53		A
REG	S 1	MAX AMB	ALT		en
220 V		380 V			
L1 L2 L3		L1 L2 L3			
6206-2Z		A BASE DE LITIO		34.0 Kg	
6205-2Z					
PNCEE		REND.%= 87.5%		CE	
COS φ		0.85			



Desenvolvimento Industrial

# DADOS DE PLAQUETA

REND.%= 87.5%

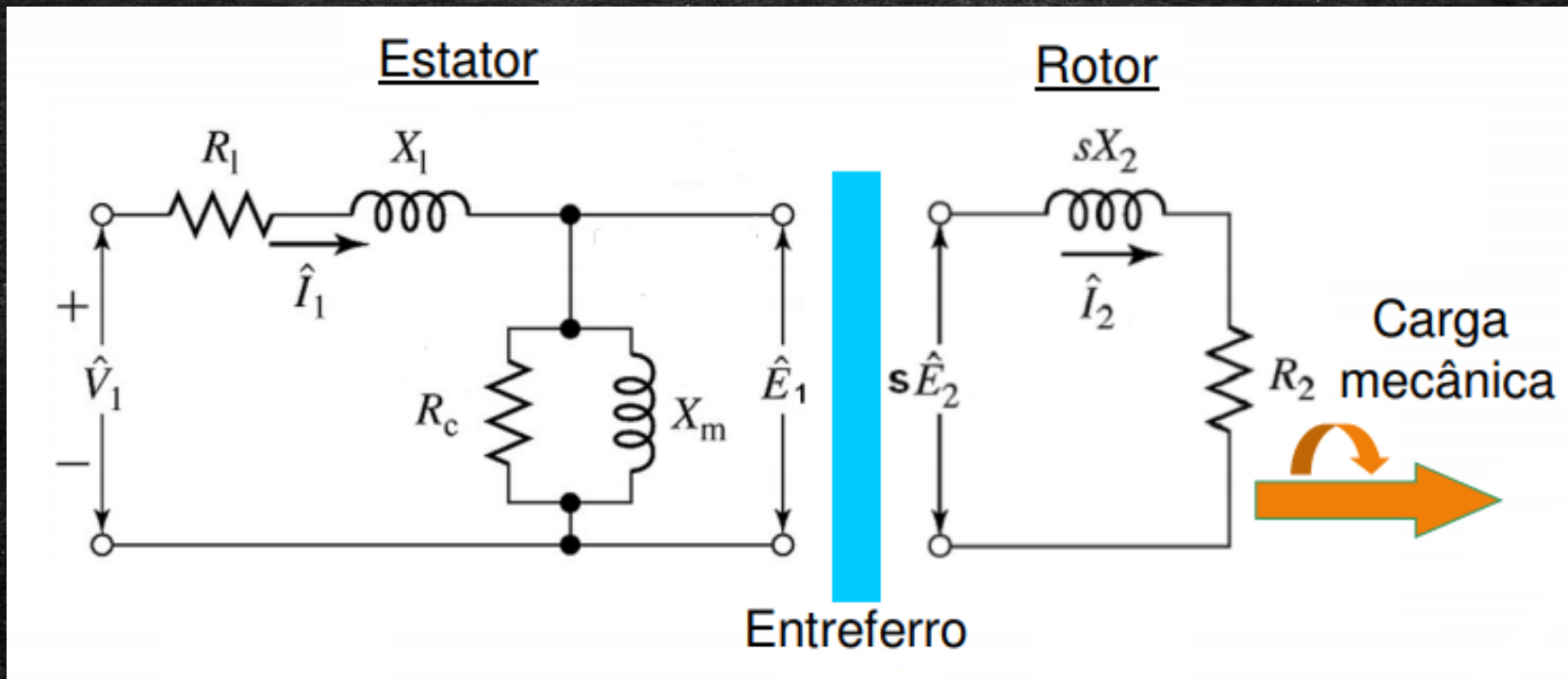
Como já mencionado 87,5% da energia elétrica é convertida em energia mecânica.

Os 12,5% restante da energia elétrica são gastos na criação do campo eletromagnético, perdas elétricas e perdas magnéticas.

WEG		ALTO Plus		RENDIMENTO NBR7094	
~	3	100L			
MOTOR INVERSÃO - GAJOLA	HT	60	CAT		N
kW(cv)	3.7(5.0)		RPM		3500
FS	1.15	ISOL B	Δ	k	lp/m 9.0
220/380		V		13.0/7.53	
REG	S 1	MOT. AND		ALT	
220 V		380 V			
L1 L2 L3		L1 L2 L3			
6206-22		A BASE DE LITIO		34.0 Kg	
6205-22					
PNCEE		REND.% = 87.5%		CE	
COS φ = 0.85					

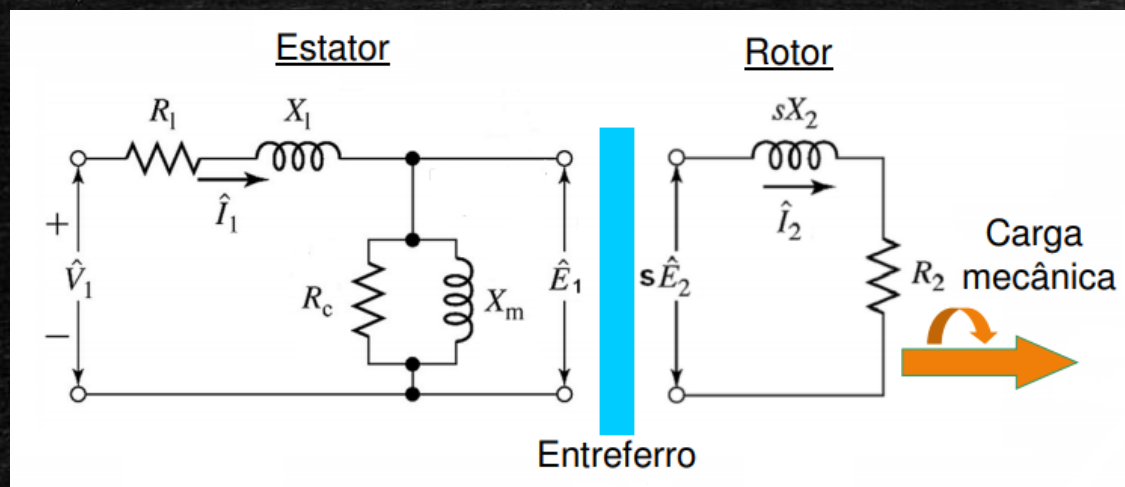


Para compreender as perdas no motor, basta analisar seu circuito equivalente:



As resistências representam as perdas elétricas e os indutores as perdas magnéticas.

Observe como o circuito equivalente de um motor é bem similar ao circuito do transformador. Isto ocorre porque o principio de funcionamento é basicamente o mesmo, logo as perdas são as mesmas.

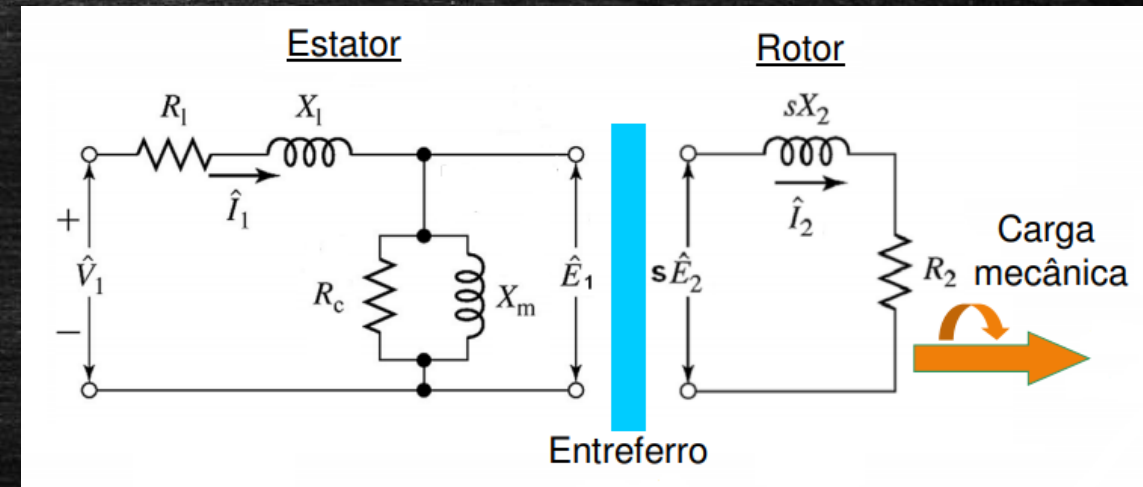


$R_1$  e  $R_2$  - resistência nos enrolamentos.

$X_1$  e  $X_2$  - dispersão do fluxo eletromagnético.

$R_c$  - resistência no núcleo do estator (corrente parasita).

$X_m$  - magnetização no núcleo do estator.



# DADOS DE PLAQUETA

REND.%= 87.5%

Além das perdas elétrica e magnética, os motores apresentam mais duas perdas:

- ✓ Perdas mecânicas
- ✓ Perdas suplementares



# DADOS DE PLAQUETA

REND.%= 87.5%

Perdas mecânicas estão relacionadas a atrito e ventilação.

Perdas por atrito são geradas pelos rolamentos dos mancais;

Perdas por ventilação estão relacionadas a ventoinha.



# DADOS DE PLAQUETA

REND.%= 87.5%

Perdas suplementares são perdas não classificadas,  
difíceis de se determinar.

Essas perdas representam 1% das perdas totais.



# DADOS DE PLAQUETA

REND.%= 87.5%

Por convenção as perdas suplementares são obtidas conforme a potência do motor:

Potência nominal do motor		Perda suplementar Porcentagem da potência de saída nominal
0,75 - 90 kW	1 - 125 cv	1,8
91 - 375 kW	126 - 500 cv	1,5
376 - 1 839 kW	501 - 2 499 cv	1,2
1 840 kW e acima	2 500 cv e acima	0,9

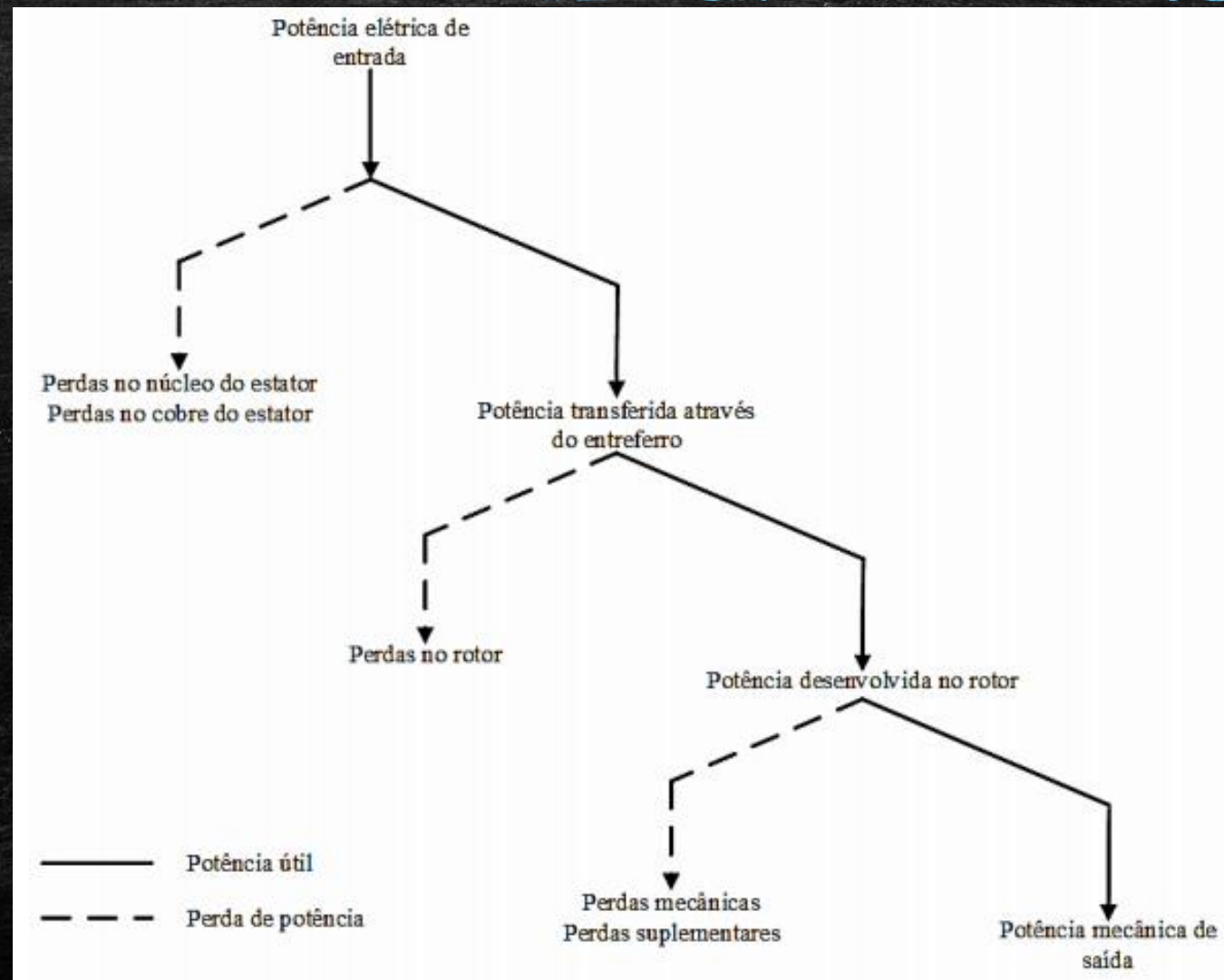
# DADOS DE PLAQUETA

REND.%= 87.5%

Dessa forma podemos concluir a potência de saída (potência nominal) do motor é:

$$P_s = P_e - \text{Perdas}$$

# Diagrama de fluxo de potência



EXERCÍCIOS

1) Um motor de 15 CV, 220/380V, 60Hz, 1160 rpm quando em operação apresenta as seguintes perdas:

- 1308 W de perdas elétricas
- 815 W de perdas mecânicas
- 133 W de perdas suplementares

Quanto de potência esse motor solicita da rede quando operando em plena carga?

Qual o rendimento do motor?

$$P_e = 13.296 \text{ W}; \text{ Rend} = 83\%$$

# DADOS DE PLAQUETA

COS  $\varphi$  0.85

Fator de Potência ou Cosseno  $\varphi$

<b>weq</b> ALTO Plus RENDIMENTO NBR7C94	
~ 3 100L	
MOTOR INEQUIVO - GABELA	HT 60 CAT N
kW(cv)	3.7(5.0) RPM 3500
FS 1.15	ISOL B $\Delta$ 1 k $\mu$ /m 9.0 IP55
	220/380 V 13.0/7.53 A
REG S 1	MAX AMB ALI m
220 V	380 V
6206-22 A BASE DE LITIO	34.0 Kg
6205-22	
PNCEE REND.% = 87.5% COS $\varphi$ 0.85	CE



# DADOS DE PLAQUETA

$\cos \varphi$  0.85

Como já estudado, o fator de potência é gerado por cargas indutivas ou capacitivas.

São oriundos das potências que criam campo eletromagnético, mas que não realizam trabalho.



# DADOS DE PLAQUETA

$\cos \varphi$  0.85

Não há como o motor não gerar fator de potência, pois é necessário que haja magnetização nos enrolamentos do estator. Com isso ele gera incômodos na rede.



# DADOS DE PLAQUETA

$\cos \varphi$  0.85

O fator de potência tem como resultado um aumento da corrente devido ao excesso de energia reativa, levando a aquecimento dos condutores, queda de tensão, sobrecarga em equipamentos.

WEG		ALTO Plus		RENDIMENTO NBR7094	
~	3	100L			
MOTOR INVERSÃO - GABELO	HT	60	CAT		N
kW(cv)	3.7(5.0)		RPM		3500
FS	1.15	ISOL B	$\Delta$	k	lp/m 9.0
		220/380	V	13.0/7.53 A	
REG	S 1	MAX AMB		ALT	es
220 V		380 V			
L1 L2 L3		L1 L2 L3			
A BASE DE LITIO		34.0		Kg	
PNCEE		REND.% = 87.5%		CE	
COS $\varphi$ 0.85					



# DADOS DE PLAQUETA

COS  $\varphi$  0.85

Por legislação o fator de potência deve ser corrigido:

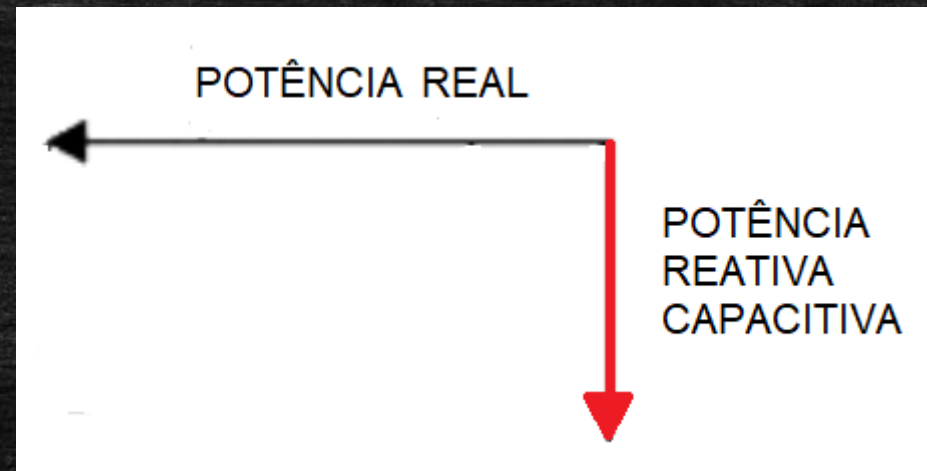
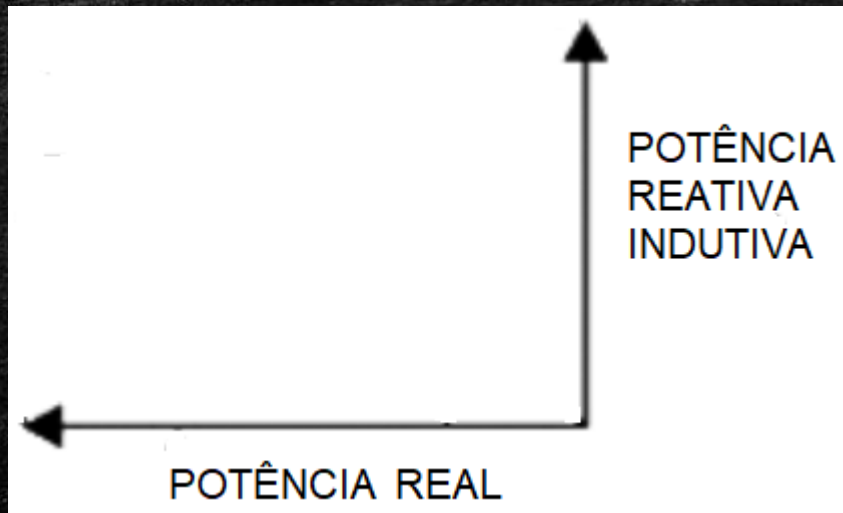
- ✓ 0,92 - para consumidores atendidos abaixo de 69kV;
- ✓ 0,95 - para consumidores atendidos por 69kV ou mais.



# DADOS DE PLAQUETA

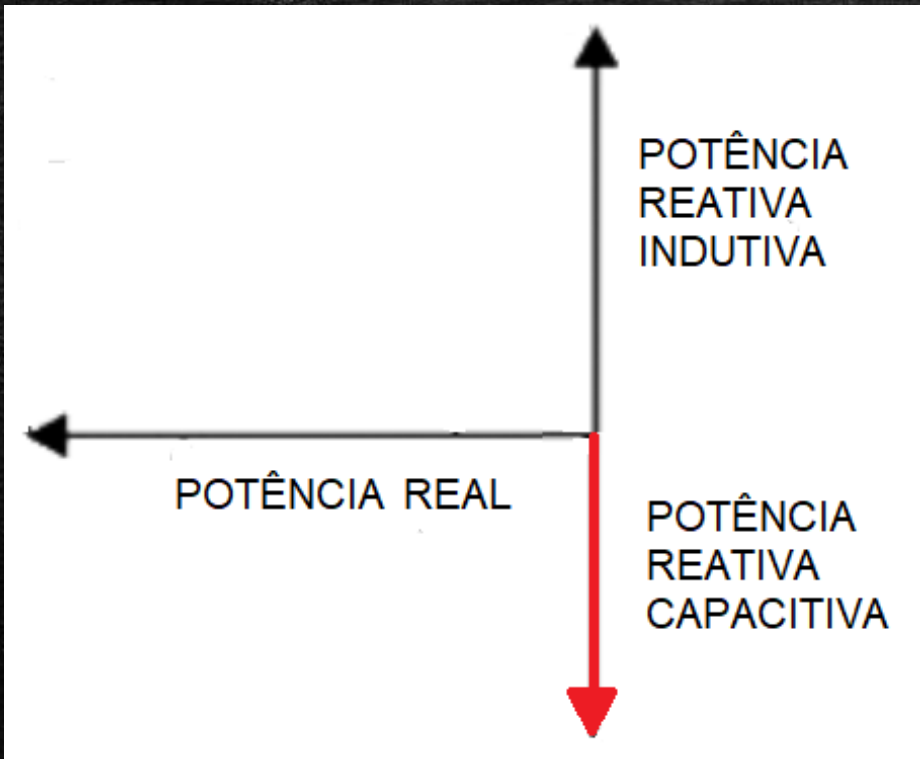
$\cos \varphi$  0.85

A correção do fator de potência é feita como o emprego de banco de capacitores.

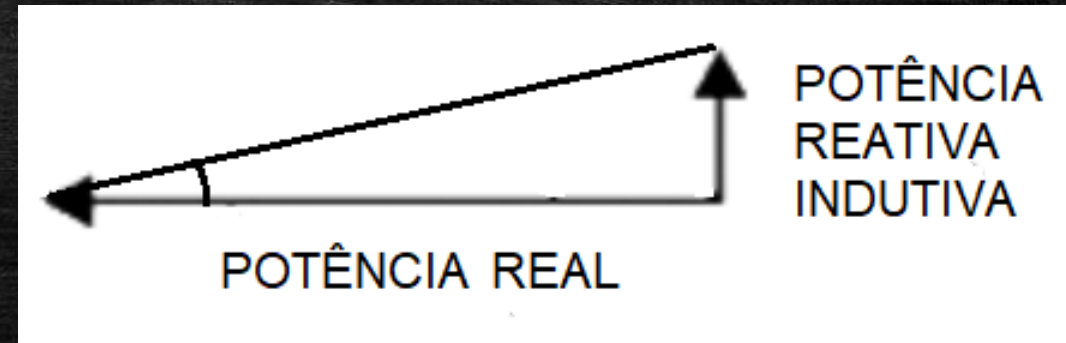


# DADOS DE PLAQUETA

$\cos \varphi$  0.85



Soma de vetores



Baixo fator de potência



Desenvolvimento Industrial

# DADOS DE PLAQUETA

$\cos \varphi$  0.85

Para se calcular o banco de capacitores se aplica a seguinte equação (método analítico):

$$P_c = P_{at} \times (tg \psi_1 - tg \psi_2)$$

$P_c$  – potência do banco de capacitor – KVAR

$P_{at}$  – potência nominal do motor – KW

$\psi_1$  – ângulo do fator de potência original

$\psi_2$  – ângulo do fator de potência desejado

# DADOS DE PLAQUETA

COS  $\varphi$  0.85

Exemplo:

Vamos corrigir o fator de potência do nosso motor para 0,92:

$$P_c = P_{at} \times (tg \psi_1 - tg \psi_2)$$

a potência do motor em kW é 3,7

$$P_c = 3,7 \times (tg \psi_1 - tg \psi_2)$$



# DADOS DE PLAQUETA

$\cos \varphi$  0.85

$\psi_1$  e  $\psi_2$  são ângulos do fator de potência original e do desejado, para acharmos os ângulos temos que fazer  $\cos^{-1}$

$$\cos \varphi \text{ do motor } 0,85 \quad \cos^{-1} 0,85 = 31,7$$

$$\cos \varphi \text{ desejado } 0,92 \quad \cos^{-1} 0,92 = 23,0$$

# DADOS DE PLAQUETA

$\cos \varphi$  0.85

$$P_c = 3,7 \times (\operatorname{tg} \psi_1 - \operatorname{tg} \psi_2)$$

$$P_c = 3,7 \times (\operatorname{tg} 31,7 - \operatorname{tg} 23)$$



$$P_c = 3,7 \times (0,61 - 0,42)$$

$$P_c = 3,7 \times 0,19$$

$$P_c = 0,7 \text{ KVAR}$$

# DADOS DE PLAQUETA

$\cos \varphi$  0.85

Família de Produto <sup>(1)</sup>		Série <sup>(2)</sup>	Características Técnicas			
			Potência <sup>(3)</sup>	Tensão Nominal	Tipo de Ligação	Capacidade de Curto Circuito Máxima <sup>(4)</sup>
	Linha UCW Unidade Capacitiva Monofásica	A	0,83 [kvar]	380...480 [V]	-	10 [kA]
		B	0,83...6,67 [kvar]	220...480 [V]	-	10 [kA]
		C	7,5...10,0 [kvar]	380...480 [V]	-	10 [kA]
	Linha UCWT Unidade Capacitiva Trifásica	D	0,5...5,0 [kvar]	220...480 [V]	$\Delta$ (Triângulo)	10 [kA]
		E	7,5...25,0 [kvar]	220...480 [V]	$\Delta$ (Triângulo)	10 [kA]



Desenvolvimento Industrial

# DADOS DE PLAQUETA

$\cos \varphi$  0.85



## Linha de Produtos

Potências UCWT - 60 Hz <sup>(1)</sup> * <sup>(4)</sup>							
Tensão (V)	Potência Reativa (kvar)	Série <sup>(2)</sup>	Referência	Corrente Nominal (A)	Contator <sup>(3)</sup>	Fusível gL/gG (A) <sup>(3)</sup>	Cabo (mm <sup>2</sup> ) <sup>(3)</sup>
220	0,50	D	UCWT0,5V25 L10	1,3	CWMC25-10-30	2	1,5
	0,75	D	UCWT0,75V25 L10	2,0	CWMC25-10-30	4	1,5
	1,00	D	UCWT1V25 L10	2,6	CWMC25-10-30	4	1,5
	1,50	D	UCWT1,5V25 L10	3,9	CWMC25-10-30	6	1,5
	2,00	D	UCWT2V25 L10	5,2	CWMC25-10-30	10	1,5



Desenvolvimento Industrial

EXERCÍCIOS

1) Projeto um banco de capacitores, ou seja, calcule a potência do banco para corrigir o f.p. gerado pelo motor da placa ao lado para um f.p de 0,92.

		ALTO <i>Plus</i> RENDIMENTO		CE	
~ 380		04/04		NBR7094 GM37030	
MOTOR INDUCAO - GAIOLA		INDUCTION MOTOR-SQUIRREL CAGE		Hz	60
kW(HP-cv)		1.1(1.5)		RPM	1700
FS	1.15	ISOL	F Δ†	K	Ip/In 7.0
SF					IP55
220/380		V		4.32/2.50 A	
REG DUTY S1		MAX AMB 40°C		ALT 1000 m	
REND.%= 81.5		cosφ= 0.82		SFA	
<p>220 V Δ</p>			<p>380 V Y</p>		
→ 6204-ZZ → 6203-ZZ		POLYREX EM-ESSO		Kg	
020809479				NBR7094	
REGULAMENTO - RESP/004-MOT RENDIMENTO E FATOR DE POTENCIA APROVADOS PELO INMETRO					

$$P_e = 13.296 \text{ W}; \text{ Rend} = 83\%$$