PEA3399 – Conversão Eletromecânica de Energia

Prof. Daniel Ribeiro

2ª Lista de Exercícios

7.3 Um motor CC de 75 kW e 250 V ligado em derivação tem uma resistência de armadura de 45 mΩ e uma resistência de campo de 185 Ω. Quando está operando em 250 V, a sua velocidade a vazio é 1850 rpm.

a. O motor está operando sob carga com uma tensão de terminal de 250 V e uma corrente de terminal de 290 A. Calcule (i) a velocidade do motor em rpm, (ii) a potência de carga em kW e (iii) o conjugado de carga em N · m.

b. Assumindo que o conjugado de carga permanece constante em função da velocidade, com o valor calculado na parte (a), calcule (i) a velocidade do motor e (ii) a corrente de terminal se a tensão de terminal for reduzida a 200 V.

c. Repita a parte (b) se o conjugado de carga da parte (a) variar com o quadrado da velocidade.

(livro do Fitzgerald)

Obs.: "derivação" se refere a uma excitação independente, porém com alimentação de armadura e campo em paralelo, através de 1 única fonte.

7.11 Um motor em derivação de 35 kW e 250 V tem uma reação de armadura de 0,13 Ω e uma resistência de campo de 117 Ω. A vazio e na tensão nominal, a velocidade é 1975 rpm e a corrente de armadura é 7,4 A. A plena carga com a tensão nominal, a corrente de armadura é 152 A. Devido à reação de armadura, o fluxo é 8% menos do que seu valor a vazio. Qual é a velocidade a plena carga?

(livro do Fitzgerald)

7.13 Quando alimentado a partir de uma fonte CC de 300 V, um motor CC série opera a 1225 rpm com uma corrente de linha de 70 A. A resistência do circuito de armadura é 0,13 Ω e a resistência do campo em série é 0,09 Ω. Devido aos efeitos de saturação, o fluxo produzido por uma corrente de armadura de 25 A é de 54% do produzido por uma corrente de armadura de 70 A. Encontre a velocidade do motor quando a tensão de armadura é 300 V e a corrente de armadura é 25 A.

(livro do Fitzgerald)

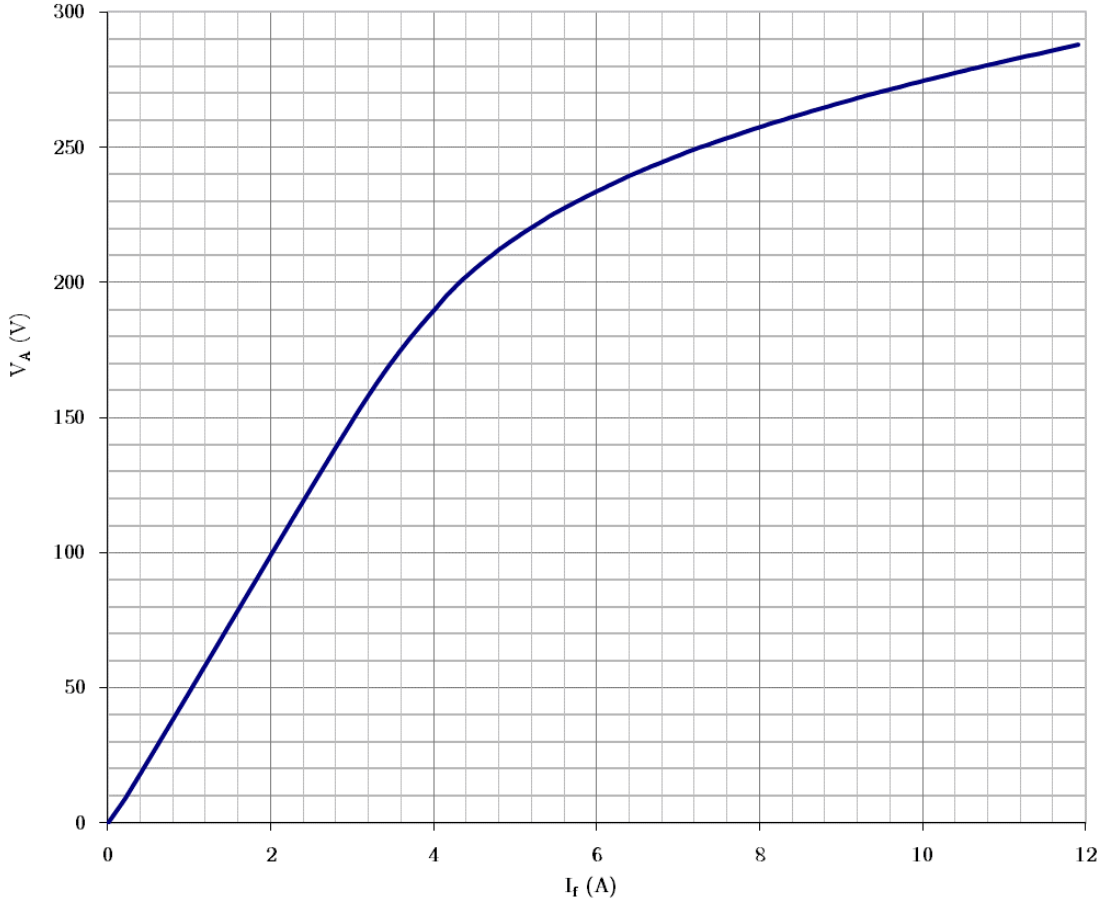
4. Os dados nominais de um motor CC são 100 HP / 240 V / 900-1800 RPM. Suponha que o fabricante tenha fornecido algumas curvas de desempenho da máquina. A excitação é do tipo independente.

Obs.: as perdas em vazio do motor CC foram informadas com o valor de 2570 W.

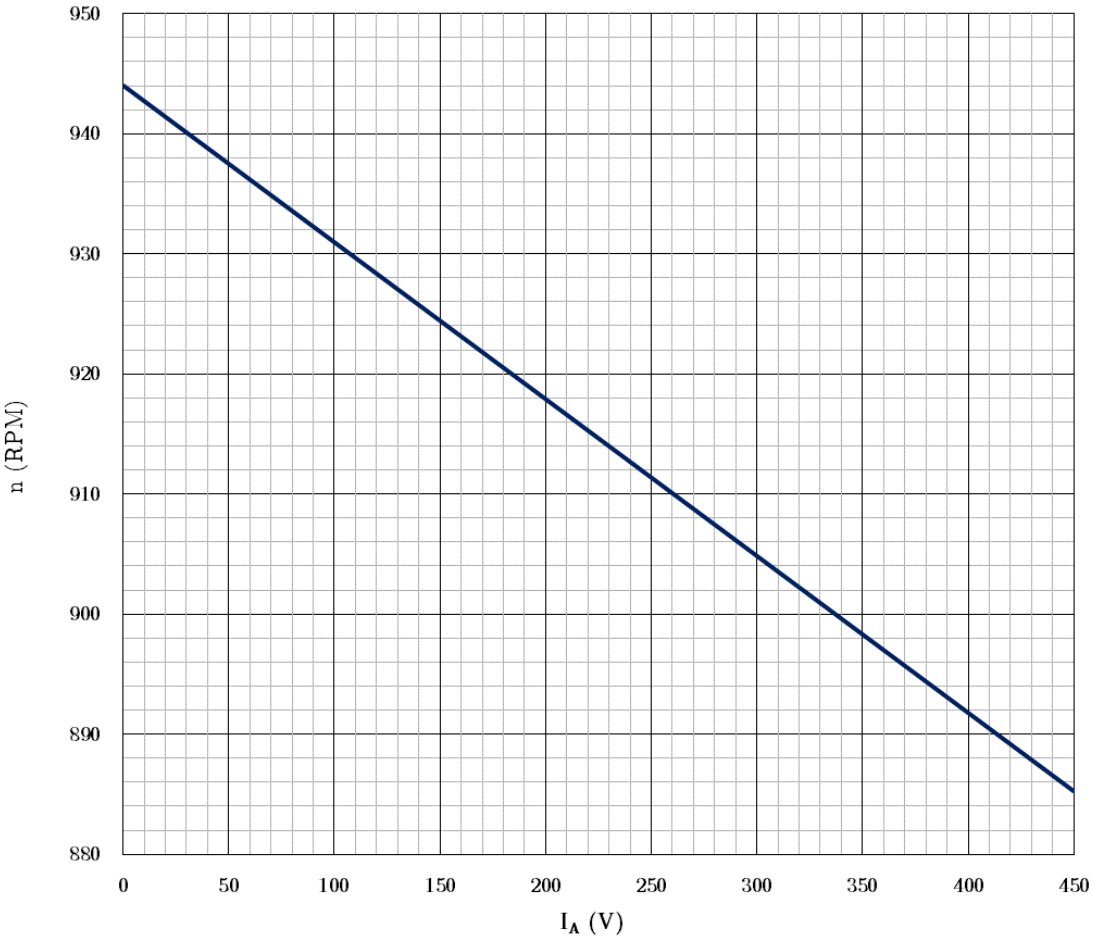
Considerando apenas os dados nominais e as curvas, calcule para o motor CC:

a. A indutância mútua entre armadura e campo, linearizando no ponto nominal
b. A resistência de armadura equivalente do motor CC (armadura + interpolos + escovas)
c. A corrente de campo para o gráfico 2
d. A corrente nominal do motor CC
e. A corrente de campo quando são demandados 17 HP no eixo em 1800 RPM, com tensão nominal (perceba que o ponto de magnetização mudou!)

Saturação a vazio do motor CC a 900 RPM



Regulação da velocidade em função da carga no motor CC

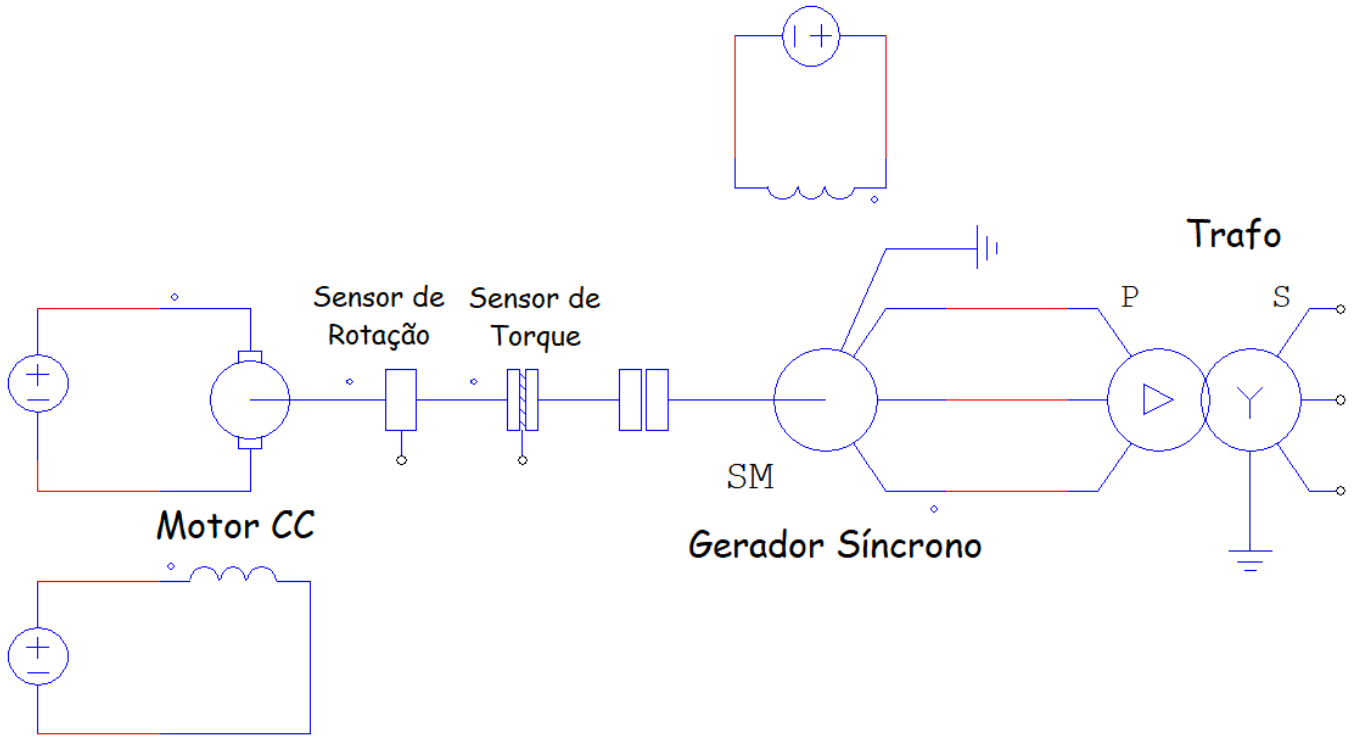


5.11 Uma máquina síncrona trifásica de dois polos, 50 Hz, 825 kVA e 2300 V tem uma reatância síncrona de 7,47 Ω e atinge a tensão nominal de terminal a vazio com uma corrente de campo de 147 A.

a. Calcule a indutância mútua armadura-campo.

b. A máquina deve operar como motor alimentando uma carga de 700 kW na sua tensão nominal de terminal. Calcule a tensão interna E_{af} e a respectiva corrente de campo se o motor estiver operando com um fator de potência unitário.

6. Um grupo conversor de frequência rotativo é formado por um motor de corrente contínua e um gerador síncrono trifásico acoplados diretamente, conforme o esquema a seguir. Tal conjunto é utilizado para testar transformadores.



O fabricante do conversor forneceu curvas de testes em fábrica para cada uma das máquinas. Com relação ao gerador síncrono, seguem as curvas:

1. *Vazio e curto-circuito do gerador síncrono a 900 RPM*
2. *Perdas em vazio e em curto-circuito do gerador síncrono a 900 RPM*

Os dados nominais do gerador: 250 kVA / 550 V (Y) / 60-120 Hz

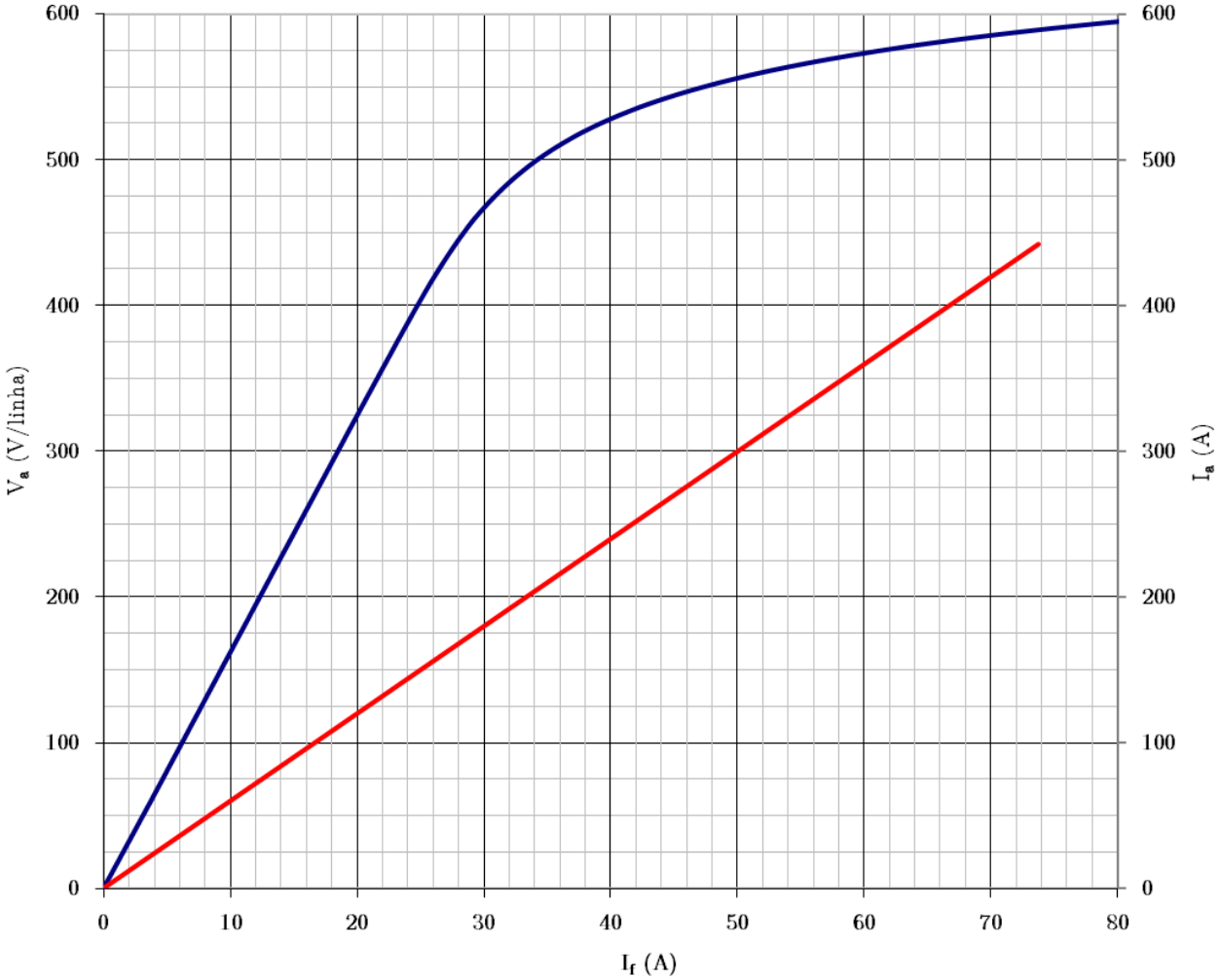
a. Qual o número de polos do gerador?

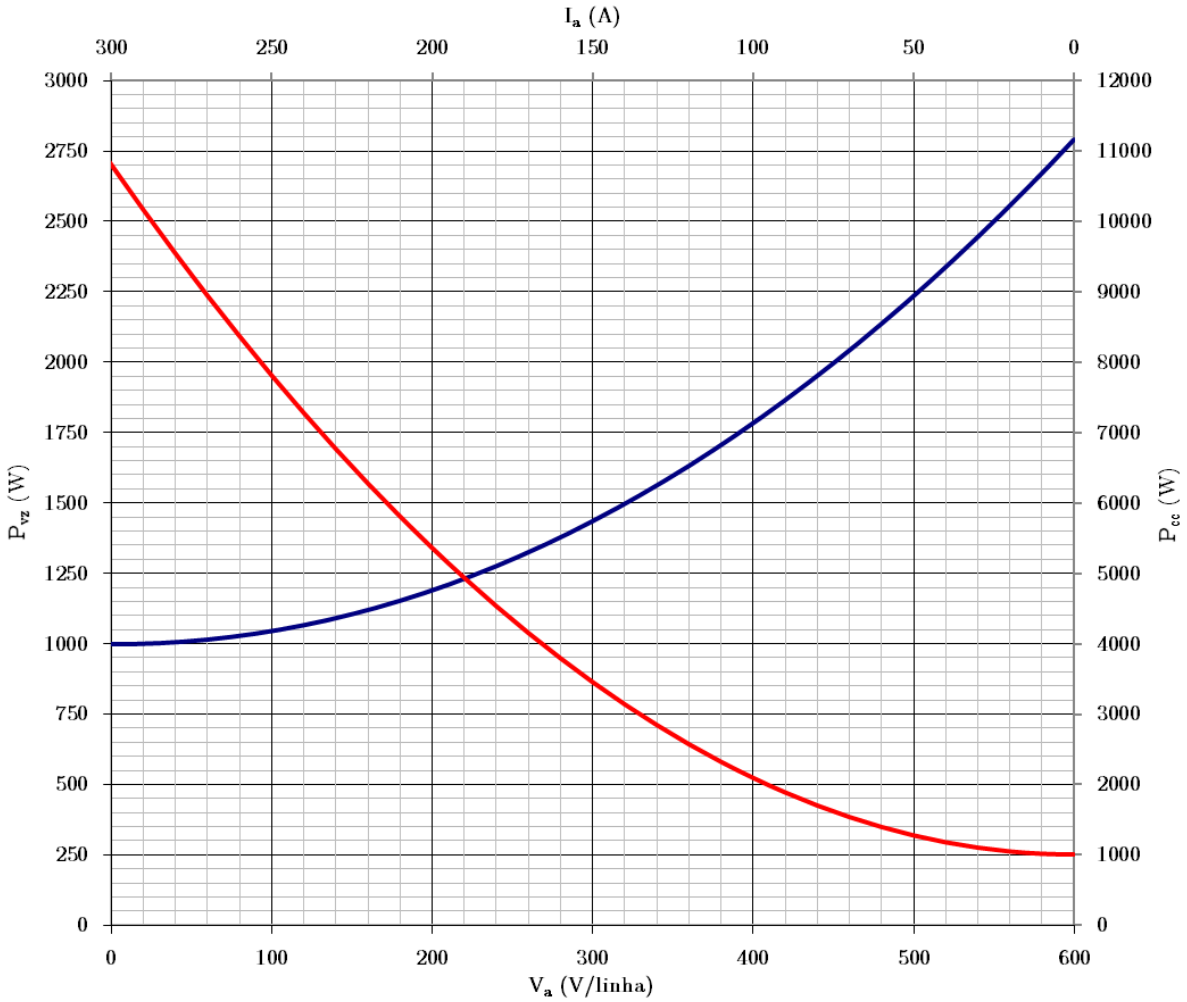
b. Calcule a reatância síncrona em pu

c. No ponto nominal, quanto valem as perdas segregadas (atrito, núcleo, Joule+adicionais)?

d. Com o conjunto operando em certa carga, ou seja, testando um transformador em curto-circuito a 60 Hz, sabe-se que o trafo demanda 200 kVA / fp 0,24 ind / 550 V. Para tal situação, calcule a corrente de excitação do gerador

e. Ainda para a situação do item anterior, quanto valerão potência e torque no eixo? E o rendimento?


600
500
400
300
200
100
0
V_a (V/linha)
I_a (A)
0
10
20
30
40
50
60
70
80
I_f (A)


I_a (A)
300
250
200
150
100
50
0
3000
2750
2500
2250
2000
1750
1500
1250
1000
750
500
250
0
P_{vz} (W)
P_{cc} (W)
12000
11000
10000
9000
8000
7000
6000
5000
4000
3000
2000
1000
0
0
100
200
300
400
500
600
V_a (V/linha)

7. Uma máquina síncrona trifásica de 6,8 kVA, 240 V (Y), 240 Hz, 16 polos salientes, quando operando como gerador a vazio, absorve 1,4 A no campo para gerar tensão nominal nos terminais.

a. Qual rotação nominal da máquina em RPM?
b. Calcule a reatância síncrona de eixo direto em pu, sabendo que com a mesma excitação citada acima, 13 A circularam na armadura no ensaio de curto-circuito como gerador
c. Assumindo uma reatância síncrona de eixo em quadratura igual a 2/3 da reatância de eixo direto, estime a corrente de campo para valores nominais de tensão e corrente de armadura com fp 0,92 indutivo nos quadrantes (i) gerador e (ii) motor
d. Na situação do item anterior, compare as potências de relutância para os dois quadrantes (despreze as perdas)

8. Considere o motor com os dados nominais abaixo:

Data sheet for three-phase Squirrel-Cage-Motors SIMOTICS

Motor type : 1CV2287C **SIMOTICS DP - 280 M - IM B3 - 6p**

Client order no.	Item-No.	Offer no.
Order no.	Consignment no.	Project
Remarks		

Electrical data

Inverter Duty Only VPWM SINAMICS S120

U [V]	Δ / Y	f [Hz]	P [kW]	I [A]	n [1/min]	M [Nm]	M_{Brake} [Nm]	M_{max} [Nm]	Nom. Eff. [%] 4/4 load	Power factor 4/4 load	Operating mode	IE-CL
690	Δ	50	90.00	99.13	988	870	2870.0	2207.7	94.0	0.81	S9	
690	Δ	50	99.00	108.99	985	960				0.81	S3 – 60%	
690	Δ	50	112.00	124.64	982	1089				0.82	S3 – 40%	
690	Δ	50	130.00	144.93	980	1267				0.82	S3 – 25%	
IM B3 / IM 1001		FS 280 M			630 kg	IP55	IEC/EN 60034					
Environmental conditions : -20 °C - +40 °C / 1000 m												

a. Quantos polos tem o motor? Justifique.
b. Quanto valem o escorregamento e o rendimento nominais para o regime de trabalho S3 – 40%?
c. Sendo $R_1 = 0{,}24\ \Omega$/fase, estime o valor das perdas no núcleo somadas às rotacionais
d. Você conseguiria estimar as reatâncias de dispersão do estator e do rotor (referida)?

9. Um motor de indução trifásico, dados nominais 100 kW / 460 V (Y) / 60 Hz / 4 polos, é ensaiado a vazio e com rotor bloqueado. Os valores a seguir são de linha (tensões, correntes) e trifásicos (perdas):

Vazio: 459 V – 34,1 A – 1,25 kW / Rotor Bloq.: 455 V / 725 A / 147 kW

Resistência ôhmica entre 2 terminais: 60,6 mΩ

a. Calcule os parâmetros do circuito equivalente
b. Estime o torque de partida
c. Você conseguiria estimar o ponto nominal do motor (rotação, corrente, fator de potência, rendimento)?

Respostas:

7.3 a. (i) 1754 RPM (ii) 68,41 kW (iii) 372,5 N.m b. (i) 1698 RPM (ii) 361,6 A (360,5 + 1,081) c. (i) 1706 RPM (ii) 342,2 A (341,1 + 1,081)

7.11 1984,8 RPM

7.13 2347 RPM

4. a. 0,392 H b. 33,5 mΩ c. 6,19 A d. 337,4 A e. 2,37 A

5.11 a. 0,0407 H (lig. Y) b. 1867 V/fase (3234 V/linha) – 206,7 Aexc

6. a. 8 polos b. 0,926 pu c. 1000 / 1500 / 7500 W (respectivamente) d. 82,0 A e. 55,3 kW / 586,8 N.m / 86,8%

7. a. 1800 RPM b. 1,258 pu c. (i) 2,64 A (ii) 1,77 A d. 1173 W (ger) e 1337 W (mot)

8. a. 6 polos b. 1,8% e 91,7% c. 4337 W d. 1,16 Ω/fase

9. a. $R_1 = 0{,}0303$ $R_2' \simeq 0{,}0659$ $X_1 \approx X_2' \simeq 0{,}177$ $X_m \simeq 7{,}586$ $R_c \simeq 176{,}6$ [Ω/fase] b. 536,9 N.m c. 1734,9 RPM / 146,2 A / 0,917 ind / 93,6%