

Uma máquina síncrona de potência nominal 250 kVA, tensão nominal 440 V (linha), de oito polos, foi submetida a um ensaio de vazio e a um ensaio de curto circuito, ambos a 900 rpm. Com excitação igual a 20 A, a tensão em aberto valia 550 V (linha) e no ensaio em curto, com esta mesma corrente de excitação, a corrente de armadura valia 317,5 A. Ambos os ensaios foram realizados a 900 rpm. Pergunta-se:

- Qual deve ser a corrente de excitação e qual a velocidade de rotação para que se conecte esta máquina a um barramento infinito de 440 V(Linha) e frequência 60Hz?
- Sem que se atue na turbina deste gerador, aumentou-se a corrente de excitação em 20% em relação ao item anterior. Qual o valor da corrente de armadura? O fluxo de reação de armadura é magnetizante ou desmagnetizante nestas condições?
- Atua-se na turbina com torque igual a 2650 Nm e faz-se a corrente de excitação do item 50 % superior a do item a). Qual o valor da corrente de armadura nesta condições? Qual o valor da Potência Ativa e Reativa?
- Qual o valor da corrente de excitação que torna a corrente de armadura mínima, mantido o conjugado aplicado do item anterior?
- Qual a menor corrente de excitação que permite a operação da máquina com o torque do item c)? Nestas condições qual a natureza da corrente emitida?

a) $i_{exc}=16 \text{ A}$ e $f = pn$ logo $n=15\text{rps}$ ou 900 rpm

b) $i_{exc} = 1,2 * 16 \text{ A} = 19,2 \text{ A} \implies E_0 = 550 * (19,2)/20 = 528 \text{ V (linha)}$ ou 304,8V (fase)

$X_s = 550/317,3/\sqrt{3} = 1 \text{ ohm}$

$E = V + jX_s I \implies 304,8 = 440/\sqrt{3} + j \times 1 \times I \implies I = 50,8 \angle -90^\circ$

Fluxo Desmagnetizante, ver diagrama de fasores.

c) $V = 440/\sqrt{3} = 254$ e $E = 1,5 * 550/\sqrt{3} = 476,3 \text{ V}$

$C\Omega_s = 2,65 \times 10^3 \times 2\pi \times 900/60 = 249,7 \times 10^3 \text{ W}$

$P = 3 V E \sin(\delta) / X_s = 3 \times 254 \times 476,3 \sin(\delta) \implies \sin(\delta) = 0,689 \implies 0,689 = \delta = 43,47^\circ$

$E/\delta = V + jX_s I \implies I = 340,28 \angle -15,61$ $\phi = 15,61$

$P = 3VI \cos(\phi) = 249,7 \text{ kW}$

$Q = 3VI \sin(\phi) = 69,8 \text{ KVAR}$

d) $E = V + j X_s I \implies$ Para $I_{min} \implies$ fase entre V e I deve ser nula

$P = 3 V I \cos(\phi) = 3 \times 254 \times I_{min} \times 1 \implies I_{min} = 249,7 \text{ kW} / 3 / 254 = 327,76 \text{ A}$

Nestas condições

$E = \sqrt{V^2 + (X_s I_{min})^2} = 414,65 \text{ V} \implies i_{exc} = 20 \times 414,65 / 550 / \sqrt{3} = 26,11 \text{ A}$

e) Para obtenção da menor corrente de excitação então δ deve valer 90° .

$P = 3 V E \sin(\delta) / X_s = 3 V E \sin(90) / 1 = 249,7 \text{ kW} \implies E = 327,69 \text{ V}$

$i_{exc} = 20 \times 327,69 / 550 / \sqrt{3} = 6,88 \text{ A}$

Um motor síncrono de pólos lisos possui seis pólos, está ligado em estrela e apresenta potência nominal igual a 20kVA. Realizou-se o ensaio em vazio da máquina e nestas condições a tensão entre os terminais é igual a 440 V, quando o rotor da máquina gira a 1200 rpm e a corrente de campo é ajustada em 5 A. Realizou-se o ensaio em curto-circuito trifásico da máquina nestas condições a corrente de linha vale entre os terminais é igual a 12.7A, quando o rotor da máquina gira a 1200 rpm e a corrente de campo é ajustada em 5 A. O circuito magnético da máquina pode ser considerado linear.

- Determine o valor da reatância síncrona quando a máquina gira a 1200 rpm
- Sem que exista carga mecânica acoplada ao eixo, o atrito dos mancais faz com que a máquina consuma uma potência de 80 W a 1200 rpm. Qual o valor da corrente absorvida, com a tensão aplicada 440 V (de linha) e a corrente de campo 5 A.
- Admita que uma carga que oferece conjugado mecânico igual a 50N.m seja conectada ao eixo da máquina, que a corrente de campo valha 10 A e que a rotação da máquina seja igual a 1200 rpm. Qual o novo valor de corrente absorvida pela máquina? Calcule os valores de potência ativa, reativa e aparente.
- Qual o valor da corrente de excitação para que a corrente de armadura seja mínima quando o motor aciona a carga que oferece conjugado mecânico igual a 50N.m?
- Qual o valor da corrente de excitação mínima para que o motor acione a carga que oferece conjugado mecânico igual a 100N.m?

a) $X_s = E_o / I_{cc} = 440 / \sqrt{3} / 12.7 = 20 \Omega$

b) $P = 80 \text{ W}$

$I_{\text{campo}} = 5 \text{ A}$ e $n=1200 \text{ rpm}$ então $E_o = 440 / \sqrt{3} \text{ V}$

A tensão aplicada (fase) é igual a $V = 440 / \sqrt{3} \text{ V}$

$P = 3 \frac{VE}{X_s} \sin(\delta)$ então $\delta = 0,47^\circ$ $V = E + jX_s I$ logo: $\frac{440}{\sqrt{3}} |_{0.47} = \frac{440}{\sqrt{3}} + j20I$ então: $I = 0.104 |_{0.22}$

c) $\Omega = 2\pi \frac{f}{p} = 125,66 \text{ rad/s}$ $C = 50 \text{ N.m}$ logo $P_{\text{mec}} = 6283 \text{ W}$

Como há perdas por atrito $P = P_{\text{mec}} + 80 = 6363 \text{ W}$

$I_{\text{campo}} = 10 \text{ A}$ e $n=1200 \text{ rpm}$ então $E_o = (10/5) \times 440 / \sqrt{3} \text{ V}$

A tensão aplicada (fase) é igual a $V = 440 / \sqrt{3} \text{ V}$

$P = 3 \frac{VE}{X_s} \sin(\delta)$ logo $\delta = 19,19^\circ$

$V = E + jX_s I$ logo: $\frac{440}{\sqrt{3}} |_{19} = 508 + j20I$

$I = 14.04 |_{72.70}$ (corrente adiantada) $\phi = 19,19 - 72,70 = -53,51$ (ângulo entre V e I)

$P = \sqrt{3} V_L I_L \cos \phi = 6363 \text{ W}$

$Q = \sqrt{3} V_L I_L \sin \phi = -8601 \text{ VAR}$

$P_{\text{ap}} = 6363 - j8601 \text{ VA}$

d) Se $C=50 \text{ N.m}$ então $P=6363 \text{ W}$ Para corrente mínima de armadura, deve-se ter fator de potência unitário. Então V e I possuem a mesma fase, que será adotada igual a zero.

$V_{\text{fase}} = 254 \text{ V}$ $P = 3 V_{\text{fase}} I_{\text{fase}} \cos(\phi)$ então $I_{\text{fase}} = \frac{6363}{3 \times 254} = 8,35 \text{ A}$ $V = E + jX_s I$ $254 = E + j20 \times 8.35$

$E = 304 |_{-33.3241} \text{ V}$ Logo $I_{\text{campo}} = \frac{304}{254} \times 5 = 5.98 \text{ A}$

e) Para que a corrente de campo seja mínima, então a defasagem entre E e V deve ser máxima. No caso igual a 90°.

$P = 3 \frac{VE}{X_s} \sin(\delta)$ logo $E = \frac{(P X_s)}{3V \sin(90)} = \frac{6363 \times 20}{3 \times 254 \times 1} = 167 \text{ V}$ $I_{\text{campo}} = 167 \times 5 / 254 = 3,28 \text{ A}$

$V = E + jX_s I$

$254 |_{90} = 167 + j20I$

$I = 15.20 |_{33.32}$ (corrente atrasada)