

Corso di Macchine elettriche - A.A. 20124-2015
Prova scritta del 16 gennaio 2015

Esercizio numerico

Un generatore sincrono trifase, collegato a triangolo, ha i seguenti dati di targa e parametri:

Potenza nominale: $A_n = 700 \text{ kVA}$

Tensione nominale: $V_n = 6000 \text{ V}$, 50 Hz, 2 poli

Reattanza sincrona (per fase): $X_s = 285,4 \ \Omega$

La resistenza d'armatura è ritenuta trascurabile per i calcoli seguenti.

La macchina a regime eroga la sua potenza nominale, alla tensione nominale, ad un carico elettrico con un fattore di potenza pari a $\cos\phi = 0.8$ in ritardo.

1a. Calcolare la velocità del motore primo

1b. Calcolare il valore della tensione indotta E alle condizioni di regime nominale indicate.

La macchina descritta in precedenza, alimentata da rete alla tensione nominale, viene utilizzata come motore e compensatore sincrono, alimentando un carico meccanico e con un'eccitazione tale che la corrente assorbita è pari a metà del valore nominale con fattore di potenza 0,7 in anticipo.

1c. Calcolare la tensione indotta E in questa condizione di funzionamento

1d. Calcolare potenza attiva e reattiva (capacitiva) assorbite in questa condizione di funzionamento.

Domande di teoria

Si risponda a scelta a due dei seguenti quesiti.

2a. Si illustri un metodo di calcolo delle induttanze elettriche (auto e mutue) di una macchina elettrica rotante, a struttura isotropa, con due avvolgimenti distinti e in quadratura sullo statore e un avvolgimento sul rotore.

2b. Si descrivano lo scopo e le procedure per eseguire le trasformazioni delle equazioni elettriche di una macchina elettrica in diversi sistemi di riferimento.

2c. Si descriva la funzione della corrente di campo (eccitazione) in una macchina sincrona e in particolare come deve essere variata per modificare il fattore di potenza della macchina rispetto alla rete di potenza infinita cui la macchina è collegata.

2d. Si definiscano le principali curve caratteristiche della macchina sincrona (Caratteristica a vuoto, di corto circuito, curve a V)

Soluzione

Problema 2

1a. Velocità di sincronismo per una macchina a (pp)=1: $n = \frac{n_0}{(pp)} = \frac{3000}{1} = 3000 \text{ giri / min} = 314 \text{ rad / s}$

1b. Si assume \bar{V} come tensione di riferimento (di fase). Per il collegamento a triangolo:

$$|\bar{V}_f| = |\bar{V}_n| = 6000V \quad \angle V_f = 0^\circ$$

Condizioni di carico nominale:

$$A_n = 3V_{fn}I_{fn} \Rightarrow I_{fn} = \frac{700 \cdot 10^3}{3 \cdot 6000} = 38,9 A$$

$$\cos \phi = 0,8 \Rightarrow \phi = -36,87^\circ \Rightarrow \bar{I} = -38,9 \angle -36,87$$

(si utilizza la convenzione degli utilizzatori, pertanto la corrente ha segno negativo)

$$\begin{aligned} \bar{E}_f &= \bar{V} - jX_s \bar{I} = (\text{conv.motori}) \\ &= 6000 + j285,4 \cdot 38,9 \angle -36,87^\circ = \\ &= 6000 + j285,4(31,12 - j23,34) = 6000 + 6661 + j8882 \\ &= 12661 + j8882 = 15466 \angle 35,1^\circ V = \bar{E} \end{aligned}$$

2a. Nel funzionamento da motore si definisce la corrente assorbita (segno quindi positivo):

$$I_f = 0,5 I_{fn} = 0,5 \cdot 38,9 = 19,45 A$$

$$\cos \phi = 0,7 \Rightarrow \phi = 45,57^\circ \Rightarrow \bar{I} = 19,45 \angle 45,57$$

$$\begin{aligned} \bar{E}_f &= \bar{V} - jX_s \bar{I} = (\text{conv.motori}) \\ &= 6000 - j285,4 \cdot 19,45 \angle 45,57^\circ = \\ &= 6000 - j285,4(13,62 + j13,89) = 6000 + 3964 - j3887 \\ &= 9964 - j3887 = 10695 \angle -21,3^\circ V = \bar{E} \end{aligned}$$

2b. Potenza attiva assorbita (positiva perché funzionamento da motore):

$$P = 3V_f I_f \cos \phi = 3 \cdot 6000 \cdot 19,45 \cdot 0,7 = 245 \text{ kW}$$

Potenza reattiva capacitativa assorbita (positiva perché funzionamento da compensatore, ovvero da capacità):

$$Q = 3V_f I_f \sin \phi = 3 \cdot 6000 \cdot 19,45 \cdot 0,714 = 249,97 \text{ kVAR}$$