

**Esercizio 1**

Sia dato il motore in corrente continua eccitazione indipendente i cui dati principali sono i seguenti:

$$P_n = 100 \text{ kW}$$

$$V_n = 500 \text{ V}$$

$$R_{a\%} = 2.5\%$$

$$n_n = 3000 \text{ r.p.m.}$$

$$V_{ecc,n} = 500 \text{ V}$$

$$I_{ecc,n} = 1 \text{ A}$$

$$C_{att} = B \omega_r, B = 0 \text{ N m s (trascurare gli attriti)}$$

Questo motore muove un generatore sincrono i cui dati sono i seguenti:

$$S_n = 80 \text{ kVA}$$

$$\cos \varphi_n = 1$$

$$V_n = 400 \text{ V Y}$$

$$X_{s\%} = 185\%$$

$$f_n = 50 \text{ Hz}, p = 2$$

$$V_{ecc,n} = 500 \text{ V}$$

$$I_{ecc,n} = 1 \text{ A}$$

Trascurare gli attriti e la resistenza di statore

Il generatore sincrono alimenta un carico che assorbe, alimentato a 400V-50 Hz, 30 kW a  $\cos \varphi = 0.7$ .

Si determinino:

1. la tensione di eccitazione della macchina sincrona
2. la tensione di armatura della macchina a corrente continua (che funziona con eccitazione nominale)
3. il rendimento globale del sistema.

## Soluzione esercizio 1

Il generatore sincrono rappresenta il carico meccanico del motore a corrente continua. E' quindi necessario prima di tutto risolvere il problema del generatore.

Dai dati di targa si possono determinare i parametri del circuito equivalente di macchina. In particolare si ha:

$$I_n = \frac{S_n}{\sqrt{3}V_n} = 115.5 A$$

$$X_s = \frac{X_{s\%}}{100} \frac{V_n}{\sqrt{3}I_n} = 3.7 \Omega$$

Il carico assorbe una corrente di 61.8 A a  $\cos\varphi = 0.7$ .

Facendo la convenzione del generatore sulla macchina l'equazione di macchina si scrive:

$$\bar{E} = \bar{V} + r_s \bar{I} + jX_s \bar{I} \quad (1)$$

La (1), particolarizzata in condizioni nominali e nelle condizioni di carico previste dal testo dell'esercizio, permette di ottenere:

$$\bar{E}_n = 230 + j427.2 = 485.3 e^{j1.07}$$

$$\bar{E} = 393.3 + j160.1 = 424.6 e^{j0.386}$$

La tensione di eccitazione da dare alla macchina sincrona è quindi immediatamente determinata come:

$$V_{ecc} = \frac{E}{E_n} V_{ecc,n} = 437.5 V$$

Per determinare la coppia motrice necessaria in ingresso alla macchina bisogna calcolare la potenza meccanica assorbita e dividerla per la velocità, nota, della macchina sincrona. D'altra parte, avendo trascurato sia le perdite per attrito e ventilazione che le perdite sugli avvolgimenti di statore la potenza in ingresso è uguale alla potenza di uscita e quindi pari a 30 kW, da cui la coppia necessaria all'albero risulta:

$$C_m = \frac{P_m}{\omega} = 191 Nm$$

Per il motore a corrente continua, dai dati del testo dell'esercizio si ha:

$$\omega_n = n_n \frac{2\pi}{60} = 314.1 \text{ rad/s}$$

$$I_n = \frac{P_n}{V_n(1 - R_{a\%})} = 205.1 \text{ A}$$

$$R_a = \frac{R_{a\%} V_n}{100 I_n} = 60.9 \text{ m}\Omega$$

$$E_n = V_n - R_a I_n = 487.5 \text{ V}$$

$$C_n = \frac{P_n}{\omega_n} = 318.4 \text{ Nm}$$

$$k\phi_n = \frac{C_n}{I_n} = 1.55$$

La macchina a corrente continua deve sviluppare 191 Nm a 157.1 rad/s. La tensione di eccitazione è fissata al valore per cui si può scrivere:

$$E_m = k\phi_n \omega_m = 243.5 \text{ V}$$

$$I_m = \frac{C_m}{k\phi_n} = 123.2 \text{ A}$$

$$V_m = E_m + R_a I_m = 251 \text{ V}$$

Il rendimento è dato dalla potenza di uscita fornita al carico elettrico (nota) diviso per la potenza di ingresso che è somma di quella assorbita dal motore in continua e delle potenze necessarie per le due eccitazioni delle macchine. Si ha:

$$\eta = \frac{P_u}{P_i} = \frac{P_{LOAD}}{V_m I_m + V_{ecc,m} I_{ecc,m} + V_{ecc,g} I_{ecc,g}} = 0.94$$