

Capitolo 4

PROPULSIONE ELETTRICA

SOLUZIONE ESERCIZI PROPOSTI (Vedi testo pag. 127 ÷ 128)

ESERCIZIO 1

Con i dati del problema, motore in corrente continua, calcolo la **forza elettromotrice**:

$$F_{e.m.} = V - R i = 130 - 0,8 \cdot 25 = 110 \text{ V}$$

Calcolo la velocità angolare del motore:

$$\omega = \frac{2 \pi n}{60} = \frac{2 \pi \cdot 1200}{60} = 125,66 \text{ rad/s}$$

Calcolo la costante di tensione:

$$K_E = \frac{F_{e.m.}}{\omega} = \frac{110}{125,66} = 0,875 \text{ Vs/rad}$$

Quindi posso calcolare la **coppia**, sapendo che:

$$C = 25 K_E = 25 \cdot 0,875 = 21,88 \text{ Nm}$$

ESERCIZIO 2

Con i dati del problema, motore in corrente continua, calcolo la **forza elettromotrice**:

$$F_{e.m.} = V - R i = 60 - 0,1 \cdot 10 = 59 \text{ V}$$

Calcolo la velocità angolare del motore:

$$\omega = \frac{2 \pi n}{60} = \frac{2 \pi \cdot 1000}{60} = 104,7 \text{ rad/s}$$

Calcolo la **potenza assorbita**:

$$W_a = V i = 60 \cdot 10 = 600 \text{ W}$$

Calcolo la potenza di eccitazione:

$$W_e = R i^2 = 0,1 \cdot 10^2 = 10 \text{ W}$$

Conoscendo la potenza persa per le perdite meccaniche, posso ora calcolare la **potenza motrice = potenza utile**:

$$W_u = W_a - W_e - W_p = 600 - 10 - 100 = 490 \text{ W}$$

Calcolo il **rendimento** del motore elettrico:

$$\eta = \frac{W_u}{W_a} = \frac{490}{600} = 0,816$$

Calcolo ora la **coppia motrice**:

$$W_u = C \omega \quad \rightarrow \quad C = \frac{W_u}{\omega} = \frac{490}{104,7} = 4,68 \text{ Nm}$$

ESERCIZIO 3

Con i dati del problema, motore in corrente continua, calcolo la velocità angolare:

$$\omega_0 = \frac{2 \pi n_0}{60} = \frac{2 \pi 1200}{60} = 125,6 \text{ rad/s}$$

Posso quindi calcolare la **tensione di alimentazione**:

$$V = K_E \omega_0 = 0,93 \cdot 125,6 = 116,8 \text{ V}$$

La corrispondente **coppia di spunto** risulta:

$$C_s = K_E \frac{V}{R} = 0,93 \frac{116,8}{2,5} = 43,4 \text{ Nm}$$

ESERCIZIO 4

Con i dati del problema, motore in corrente continua, calcolo la costante del motore:

$$H = \frac{R}{K_E^2} = \frac{2,5}{0,93^2} = 2,89 \text{ rad/Nms}$$

Calcolo la velocità angolare a vuoto:

$$\omega_0 = \frac{2 \pi n_0}{60} = \frac{2 \pi 1000}{60} = 104,6 \text{ rad/s}$$

Calcolo la velocità angolare:

$$\omega = \omega_0 - H C = 104,6 - 2,89 \cdot 5 = 90,15 \text{ rad/s}$$

Quindi la **velocità di rotazione** del motore risulta:

$$n = \frac{60 \omega}{2 \pi} = \frac{60 \cdot 90,15}{2 \pi} = 860,8 \text{ g/min}$$

ESERCIZIO 5

Con i dati del problema, motore in corrente continua, calcolo la **tensione di alimentazione**:

$$V = \omega_0 K_E = 125,5 \cdot 0,82 = 103 \text{ V}$$

Calcolo la **costante del motore**:

$$H = \frac{R}{K_E^2} = \frac{0,43}{0,82^2} = 0,64 \text{ rad/Nms}$$

Calcolo la velocità angolare:

$$\omega = \frac{2 \pi n}{60} = \frac{2 \pi 1000}{60} = 104,7 \text{ rad/s}$$

Quindi ora posso determinare la **coppia**:

$$\omega = \omega_0 - H C \quad \rightarrow \quad C = \frac{\omega_0 - \omega}{H} = \frac{125,6 - 104,7}{0,64} = 32,6 \text{ Nm}$$

ESERCIZIO 6

Con i dati del problema, motore in corrente continua, calcolo la **velocità angolare a vuoto**:

$$V = \omega_0 K_E \quad \rightarrow \quad \omega_0 = \frac{V}{K_E} = \frac{60}{0,55} = 109 \text{ rad/s}$$

Calcolo la **costante del motore**:

$$H = \frac{R}{K_E^2} = \frac{0,92}{0,55^2} = 3,04 \text{ rad/Nms}$$

Calcolo la **corrente di spunto**:

$$i_s = \frac{V}{R} = \frac{60}{0,92} = 65 \text{ A}$$

Calcolo la **coppia di spunto**:

$$C_s = K_E i_s = 0,55 \cdot 65 = 36 \text{ Nm}$$

Se vogliamo che il motore abbia a regime una velocità angolare $\omega = 109 \text{ rad/s}$, otteniamo:

$$\omega_0 = \omega + H C = 109 + 3,04 \cdot 2 = 115,08 \text{ rad/s}$$

Quindi la **tensione** risulta:

$$V = \omega_0 K_E = 115,08 \cdot 0,55 = 63,3 \text{ V}$$

ESERCIZIO 7

Con i dati del problema, motore in corrente continua, calcolo la velocità angolare a vuoto:

$$\omega_0 = \frac{2 \pi n_0}{60} = \frac{2 \pi \cdot 500}{60} = 52,3 \text{ rad/s}$$

Calcolo la costante di tensione:

$$V = \omega_0 K_E \quad \rightarrow \quad K_E = \frac{V}{\omega_0} = \frac{100}{52,3} = 1,9 \text{ Vs/rad}$$

Posso ora calcolare la **resistenza**:

$$C_s = K_E i_s = K_E \frac{V}{R} \quad \rightarrow \quad R = K_E \frac{V}{C_s} = 1,9 \frac{100}{500} = 0,38 \Omega$$

ESERCIZIO 8

Con i dati del problema, motore in corrente continua, sapendo che:

$$F_{e.m.} = V - R i \quad \rightarrow \quad V = \omega K_E + R \frac{C}{K_E}$$

Da cui posso ricavare la velocità angolare:

$$\omega = \frac{V}{K_E} - \frac{R C}{K_E^2} = \frac{80}{1,9} - \frac{0,38 \cdot 200}{1,9^2} = 21 \text{ rad/s}$$

Quindi ora posso calcolare la **velocità di rotazione** del motore:

$$n = \frac{60 \omega}{2 \pi} = \frac{60 \cdot 21}{2 \pi} = 200 \text{ g/min}$$

FORMULARIO ESSENZIALE PROPULSIONE ELETTRICA

Definizioni	Formule
<p>Motore in corrente continua (DC):</p> <p>Forza elettro motrice [V]</p> <p>Conoscendo la velocità angolare (ω) del motore, posso ricavare la costante di tensione (K_E) espressa in [Vs/rad]</p> <p>Costante del motore (H) espressa in [rad/Nms]</p> <p>Coppia (C) fornita dal motore elettrico espressa in [Nm]</p> <p>Per quanto riguarda la potenza, espressa in Watt, conoscendo la potenza assorbita $W_a = V i$, la potenza di eccitazione $W_e = R i^2$ e la potenza persa per attrito W_p, possiamo calcolare la potenza utile (motrice)</p> <p>Conoscendo la velocità angolare a vuoto (ω_0) la costante del motore (H) e la coppia (C), possiamo ricavare la velocità angolare del motore elettrico espressa in [rad/s]</p> <p>Rendimento del motore elettrico</p>	$F_{e.m.} = V - R i$ $K_E = \frac{F_{e.m.}}{\omega}$ $H = \frac{R}{K_E^2}$ $C = K_E$ $W_u = W_a - W_e - W_p$ $\omega = \omega_0 - H C$ $\eta = \frac{W_u}{W_a}$

