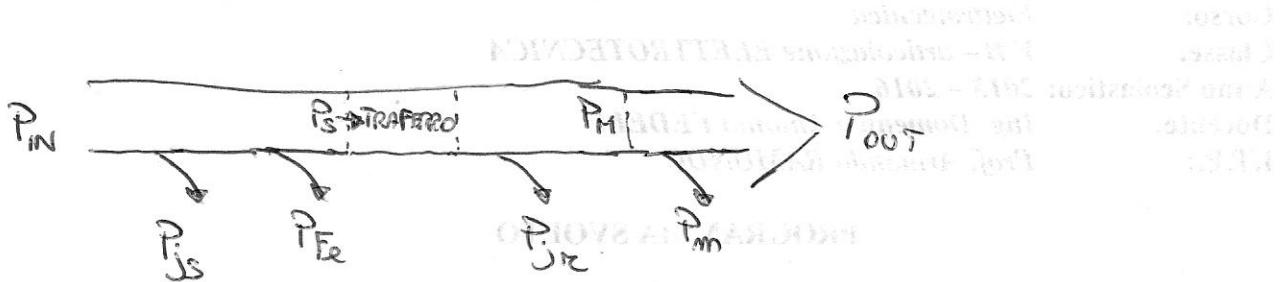


SOLUZIONE

(1)

Si costruisce per maggiore chiarezza il diagramma di flusso delle potenze in un motore.



Dalla prova a vuoto si possono ricavare le perdite nel circuito magnetico, le perdite meccaniche per attrito e ventilazione e le perdite nel rame a vuoto, ossia:

$$P_0 = P_{Fe} + P_m + P_0$$

Inoltre, la misura dello R a 15°C vale $R_{m(15)} = 0,15 \Omega$ che non può essere considerata uguale al valore della R nel funzionamento del motore a carico nominale.

Nel funzionamento a pieno carico infatti, si ipotizza una temperatura di lavoro del motore di 75°C per cui, è necessario ricalcolare il valore della R .

$$R_{m(75)} = R_{m(15)} \cdot \frac{235 + 75}{235 + 15} = 0,15 \cdot \frac{310}{250} = 0,186 \Omega$$

Per il calcolo delle perdite nel rame a vuoto si ipotizza che la R tra i nastri sia effettivamente quella misurata a 15°C , essendo tale prova fatta all'inizio delle misure.

$$P_{j_0} = \frac{3}{2} R_m(15) \cdot I_0^2 = \frac{3}{2} \cdot 0,15 \cdot 15^2 = 50,63 \text{ W}$$

(2)

Determinando ora P_0 queste perdite, si ottiene:

$$P_0 - P_{j_0} = P_m + P_{Fe} \Rightarrow P_m + P_{Fe} = 1500 - 50,63 = 1449,37 \text{ W}$$

Per la seconda prova a vuoto a tensione ridotta è necessaria

per separare le perdite meccaniche per attrito e ventilazione (P_m) dalle perdite nel ferro magnetico (P_{Fe}), a condizione che la velocità resti pressoché costante tra le 2 prove.

Poiché le perdite nel ferro dipendono dal quadrato della tensione \Rightarrow

$$P_m + P_{Fe} = P_m + KV^2 \quad e \quad (P_m + P_{Fe})' = P_m + KV'^2$$

dove V' si intende la prova a tensione ridotta.

Risolvendo il sistema:

$$K = \frac{(P_m + P_{Fe}) - (P_m + P_{Fe})'}{V^2 - V'^2} \Rightarrow P_{Fe}' = KV^2$$

Analogamente al caso precedente, si calcolano le perdite nel vuoto alla tensione ridotta:

$$P_{j_0}' = \frac{3}{2} R_m(15) \cdot I_0'^2 = \frac{3}{2} \cdot 0,15 \cdot 8^2 = 14,4 \text{ W}$$

$$P_0' - P_{j_0}' = (P_m + P_{Fe})' \Rightarrow (P_m + P_{Fe})' = 1560 - 14,4 = 1545,6 \text{ W}$$

$$K = \frac{1449,37 - 1545,6}{400^2 - 300^2} = 4,33 \cdot 10^{-3}$$

(3)

$$P_{Fe} = KV^2 = 4,33 \cdot 10^{-3} \cdot 400^2 = 692,3 \text{ W}$$

quindi per differenza $P_m = P_o - P_{Fe} = 1500 - 50,63 - 692,3$

$$= 756,57 \text{ W}$$

Si può quindi calcolare la potenza meccanica come somma tra la potenza nominale resa sull'asse del motore e le perdite meccaniche P_m

$$P_H = P_N + P_m = 40.000 + 756,57 = 40.756,57 \text{ W}$$

Sapendo che $P_H = P_s (1-s)$ dove P_s è la potenza sincrona cioè la potenza che dallo statorre viene trasmessa al rotore \Rightarrow

$$P_s = \frac{P_H}{1-s}$$

Lo scorrimento è dato dalla relazione

$$s = \frac{n_1 - n_2}{n_1}$$

La velocità del campo magnetico rotante per il motore a 4 poli è dato dalla seguente relazione:

$$n_1 = \frac{60 f}{P} = \frac{60 \cdot 50}{2} = 1500 \text{ giri/min} \quad (P = \text{coppie polari})$$

essendo $n_2 = 1434 \text{ giri/min} \Rightarrow s = \frac{n_1 - n_2}{n_1} = \frac{1500 - 1434}{1500} = 0,044$

$$s\% = 4\% \quad P_s = \frac{P_H}{1-s} = \frac{40.756,57}{1-0,044} = 42.632,4 \text{ W}$$

Si calcolano a questo punto le perdite negli avvolgimenti di statorre a regime

(4)

$$P_{js} = \frac{3}{2} R_m(75) I_N^2 = \frac{3}{2} \cdot 0,186 \cdot 75^2 = 1569,38 \text{ W}$$

Si calcolano adesso le perdite addizionali P_{add} stimate un'area di 0,5% della Potenza totale assorbita. Essendo

$$P_1 = P_{js} + P_{Fe} + P_S + P_{add}$$

trascurando P_{add} nell'eqazione a fissioni

$$P_{add} = \cancel{0,5\%}(P_1) = \frac{0,5}{100} (P_{js} + P_{Fe} + P_S) = 0,005 (1569,38 + 692,8 + 42.632,4) \\ | \\ = 224,47 \text{ W}$$

quindi la potenza totale assorbita dalla rete vale:

$$P_1 = P_{js} + P_{Fe} + P_S + P_{add} = 1569,38 + 692,8 + 42.632,4 + 224,47$$

$$\simeq 45.119 \text{ W} \Rightarrow \cos \varphi = \frac{P_1}{\sqrt{3} V_N I_N} = \frac{45.119}{\sqrt{3} 400 \cdot 75} = 0,87$$

La coppia si dà dalla relazione

D'Utile

$$C_m = \frac{P_{out}}{W_z} = \frac{P_N}{W_z} = \frac{40.000}{2\pi \frac{m}{2}} = \frac{40.000}{2\pi \cdot 1436} \cdot 60 = 266,37 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Il rendimento si calcola del rapporto tra la potenza utile resa sull'asse e la potenza totale assorbita dalla rete

$$\eta = \frac{P_u}{P_a} = \frac{P_{out}}{P_1} = \frac{P_N}{P_1} = \frac{40.000}{45.119} = 0,89 \Rightarrow \eta \% = 89\%$$

Per limitare la corrente di spunto all'avviamento, si può procedere con l'avviamento del motore a tensione ridotta.

Tenendo conto che la coppia dipende dal quadrato della tensione e che la corrente all'avviamento è direttamente proporzionale alla corrente, diminuendo la tensione, si riduce la corrente.

La coppia deve assumere un valore sufficiente a vincere la coppia resistente di 100 Nm quindi:

$$\frac{V_N^2}{V_r^2} = \frac{c_m}{c_m'} \Rightarrow \frac{400^2}{V_r^2} = \frac{266,37}{100} \Rightarrow$$

$$V_r = 400 \sqrt{\frac{100}{266,37}} = 245 V$$

Una tensione superiore a 245 V (Per esempio 250 V) è in grado di avviare il motore sviluppando una coppia di poco superiore ai 100 N.m. La riduzione della tensione si può effettuare per esempio con la ternera Pilot.

SECONDA PARTE (2 QUESITI)

N.2) Per sollevare una massa di 350 kg il motore deve sviluppare una forza $F = m \cdot g$ tale da vincere la forza di gravità.

Poiché la velocità richiesta è di $v = 0,6 \text{ m/s}$ la potenza necessaria è data dalla relazione

$$P = F \cdot V = m \cdot g \cdot v = 350 \cdot 9,8 \cdot 0,6 = 2058 \text{ W}$$

L'impianto di sollevamento può essere dimensionato per una potenza $P = 2,5 \text{ kW}$

N.4) Il parallelo con la rete di un alternatore dove ⑥
rispettare i seguenti passi:

1. Si avvia il generatore e si attende che raggiunga la velocità massima per erogare la tensione e la frequenza di rete;
2. prima di chiudere l'interruttore di parallelo con la rete è necessario che la terna di tensioni del generatore sia in fase con quella di rete. Tale operazione viene controllata dal sinermostopio che verifica un perfetto allineamento tra le tensioni;
3. Quando le tensioni sono in fase, si chiude l'interruttore di parallelo con la rete;
4. L'alternatore può quindi iniziare gradualmente a versare potenza sulla rete presente.

28/06/2016 