

Tema di: ELETTRTECNICA

(Testo valevole per i corsi di ordinamento e per i corsi sperimentali del Progetto "Sirio" - Elettrotecnica)

Una macchina in corrente continua, funzionante da dinamo con eccitazione indipendente, viene mantenuta in rotazione da un motore asincrono trifase a 4 poli e con gli avvolgimenti statorici collegati a stella.

Sul motore, avente le seguenti caratteristiche:

tensione nominale = 380 V corrente nominale = 22 A rapporto di trasformazione = 1,3

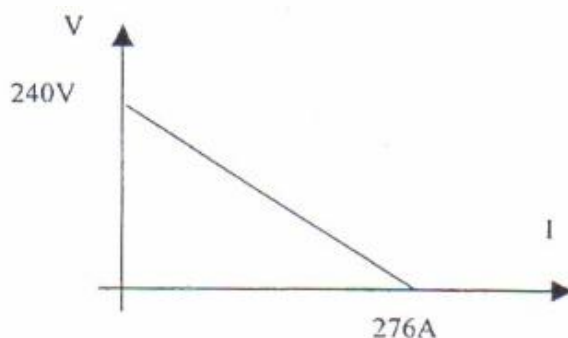
sono state eseguite 2 prove a vuoto, con tensioni di alimentazione diverse, che hanno dato i seguenti risultati:

$V_1 = 380 \text{ V}$	potenza assorbita = 590 W	$\cos\phi_0 = 0,21$
$V'_1 = 340 \text{ V}$	potenza assorbita = 525 W	corrente assorbita = 3,88 A

mentre la resistenza misurata tra 2 morsetti statorici vale 0,28 Ω .

Il candidato, fatte eventuali ipotesi aggiuntive, calcoli separatamente le perdite nel ferro e quelle meccaniche. Considerando che il motore lavora a pieno carico con un rendimento dell'89% determini:

- la corrente nelle fasi del rotore,
- la velocità di rotazione e la resistenza delle fasi del rotore,
- la potenza meccanica trasmessa,
- la coppia meccanica e quella di attrito,
- la tensione, la corrente erogata dalla dinamo e la potenza fornita al carico considerando che la dinamo stessa presenta la seguente caratteristica esterna teorica (trascurando la reazione d'indotto):



Il candidato illustri infine le conseguenze di una diminuzione del 20% della corrente erogata dalla dinamo.

SVOLGIMENTO

Calcolo delle perdite:

$$P_o = P_{fe} + P_m + P_{st}$$

Dove: P_o = perdite a vuoto, P_{fe} = perdite nel ferro, P_{st} = perdite nel rame statoriche a vuoto, P_m = perdite meccaniche

Calcolo della corrente a vuoto:

$$I_o = 590 / (1.73 * 380 * 0.21) = 4.26 \text{ A}$$

I_o = corrente a vuoto

Quindi si ha:

$$P_{st} = 3 * (0.28/2) * I_o^2 = 7.65 \text{ W}$$

$$P_{st}' = 3 * (0.28/2) * I_o'^2 = 6.3 \text{ W}$$

$$P_{fe}' : P_{fe} = 340^2 : 380^2$$

$$P_{fe}' = 0.8 P_{fe}$$

$$1. P_{fe} + P_m + 7.65 = 590$$

$$2. P_{fe}' + P_m + 6.3 = 525$$

Dalla 1 e dalla 2 si ricavano le **$P_m = 271.7 \text{ W}$** e **$P_{fe} = 318.3 \text{ W}$**

Si ipotizza per il m.a.t. un $\cos \varphi_n = 0.85$.

Effettuando la differenza vettoriale della corrente nominale ($I_n = 22 \text{ A}$) e quella a vuoto I_o si ottiene la corrente primaria I_1' (i $\cos \varphi$ e i $\sin \varphi$ sono noti o ricavabili dalle formule trigonometriche inverse), per cui si ha:

$$I_1' = 19.32 \text{ A}$$

$$I_2 = \text{corrente fasi rotoriche} = I_1' * \text{rapporto di trasformazione (K=1.3)} = 25.12 \text{ A}$$

Dato che:

$$P_t = P_n - P_{fe} - P_{stat}$$

dove le potenze sono rispettivamente la potenza trasmessa, la potenza nominale, le perdite nel ferro, le perdite nel rame statorico.

$$P_n = 1.73 * 380 * 22 * 0.85 = 12.3 \text{ kW}$$

$$P_{stat} = 3 * (0.28/2) * (22)^2 = 203.28 \text{ W}$$

Si ricava:

$$P_t = 11.78 \text{ kW}$$

Siccome è valida anche la seguente: $P_t = P_r + P_m + P_{jr}$ si ricava: $P_{jr} = P_t - P_r - P_m = 561.3 \text{ W}$

$$P_r = \text{potenza resa} = P_n * 0.89 = 10.947 \text{ kW}$$

$$\text{Dalla formula: } s = P_{jr} / P_t = 0.048$$

$$\text{Essendo } s = (n_0 - n) / n_0 \text{ si ricava: } \mathbf{n = 1428 \text{ giri/min}}$$

*Dove n_0 ($n_0 = 60 * 50 / 2 = 1500$ giri/min) ed n sono rispettivamente il numero di giri al minuto del campo magnetico rotante e del rotore del motore.*

$$\mathbf{R_2 = resistenza rotorica = (P_t * s) / (3I_2)^2 = 296.5 \text{ m}\Omega}$$

$$\mathbf{P_M = potenza meccanica = P_t - P_{jr} = 11780 - 561.3 = 11.22 \text{ kW}}$$

$$\mathbf{C_m = coppia meccanica = P_M / \omega = P_M * 60 / (2 * 3.14 * n) = 75.06 \text{ Nm}}$$

$$C_r = \text{Coppia resa} = P_r / \omega = 12500 / 152.4 = 71.88 \text{ Nm}$$

$$\mathbf{C_a = coppia attrito = 60 * P_m / (2 * 3.14 * n_0) = 1.73 \text{ Nm}}$$

Per la dinamo si suppone un rendimento $\eta = 0.84$

quindi **la potenza elettrica sviluppata $P_{el} = 0.84 * P_r = 9.19 \text{ kW}$** dato che P_r è quella resa dal m.a.t.

Si ipotizza una resistenza di carico della dinamo $R = 20 \Omega$

$$P_{el} = R * I^2 \text{ allora } \mathbf{la corrente erogata dalla dinamo sarà } \mathbf{I = 21 \text{ A}}$$

Considerando il diagramma tensione - corrente della dinamo si ricava il coefficiente angolare della retta che sarà $m = -240 / 276 = -0.81$, quindi l'equazione della retta rappresentata nella traccia è:

$$V = -0.87 * I + 240.$$

Dato che la corrente erogata dalla dinamo è $I = 21 \text{ A}$ sostituendo nell'equazione della retta si ottiene:

$$\mathbf{V = -0.87 * 21 + 240 = 221.7 \text{ V}} \text{ che è la tensione a cui lavora la dinamo.}$$

Se la corrente si riduce del 20% diventa 16.8 A e la tensione, sempre sostituendo nell'equazione, diventerà: $V = 225.7 \text{ V}$; quindi avrà un incremento del 1.87%. L'effetto complessivo è una riduzione di potenza erogata dalla dinamo e conseguente minore potenza richiesta al motore che assorbirà dalla linea una corrente inferiore. Questa riduzione di corrente comporterà una variazione, in diminuzione, dello scorrimento del motore. Volendo mantenere la tensione della

dinamo costante si deve intervenire sulla eccitazione della dinamo. Diminuendo la corrente di eccitazione la caratteristica esterna, rappresentata, si abbassa mantenendo la tensione ai morsetti costante. Per variare la corrente di eccitazione della dinamo si agisce sul reostato di campo aumentando opportunamente la resistenza. La potenza assorbita dal motore nella nuova condizione di carico risulta data dal rapporto tra la potenza elettrica della dinamo e il prodotto dei due rendimenti: $P_{ass} = P_{el} / \eta_{mot} * \eta_{din}$. Ne risulta una corrente assorbita dal motore inferiore dato che la tensione di rete è costante.

SCHEMA ELETTRICO DINAMO-MOTORE ASINCRONO

