

Màquines elèctriques

Sitio: [Cursos IOC - Batxillerat](#)

Imprimido por: Invitado

Curso: Tecnologia industrial (autoformació IOC)

Día: lunes, 31 de enero de 2022, 00:57

Libro: Màquines elèctriques

Tabla de contenidos

1. Tipus

2. Màquines elèctriques rotatives

2.1. Generadors

2.2. Motors

3. Potència de les màquines elèctriques

4. Màquines elèctriques estàtiques: Transformadors



1. Tipus

Definim com a màquina elèctrica el conjunt de mecanismes i dispositius capaços de produir, transformar o aprofitar l'energia elèctrica.

Distingim 3 tipus de màquines elèctriques:

Generadors: són els encarregats de transformar l'energia mecànica de rotació que reben de diferents formes en energia elèctrica de corrent continu o altern.

Motors: transformen l'energia elèctrica que reben en energia mecànica de rotació.

Transformadors: Aquests varien les característiques de l'energia elèctrica, normalment la tensió i la intensitat.



2. Màquines elèctriques rotatives

Dins aquesta categoria trobem generadors i motors



2.1. Generadors

Són màquines que transformen l'energia mecànica de rotació en energia elèctrica contínua o alterna. Les dinamos generen corrent continu (CC) i els alternadors generen corrent altern (CA). Actualment les dinamos es fan servir molt poc.

Dinamo (generador de CC)

És una màquina elèctrica que transforma l'energia mecànica en elèctrica, generant un corrent polsant, que en la pràctica es considera continu. La tensió que genera depèn de la velocitat de rotació, per la qual cosa necessita una regulació.

Les dinamos tenen un rotor amb bobines (induït) i un estator també amb bobines (inductor), que es poden connectar de diferent formes:

- Excitació independent: no hi ha cap connexió entre l'inductor i l'induït. El circuit d'excitació de l'inductor està directament alimentat per la font exterior.
- Excitació en sèrie: l'inductor i l'induït estan connectats en sèrie.
- Excitació en derivació: l'inductor i l'induït estan connectats en paral·lel.
- Excitació mixta sèrie paral·lel.



La força electromotriu que genera una dinamo és calcula amb la fórmula:

$$\varepsilon = \frac{N \cdot p \cdot \Phi \cdot n}{60 \cdot a}$$

ε = És la força electromotriu que es genera en volts.

Φ = Flux en Wb (Weber)

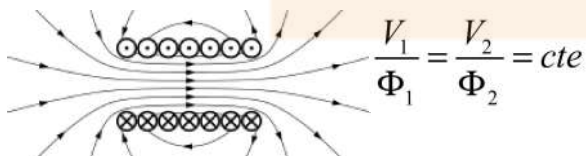
N = Nombre de conductors actius, cada espira en té dos

n = Freqüència de rotació en min^{-1}

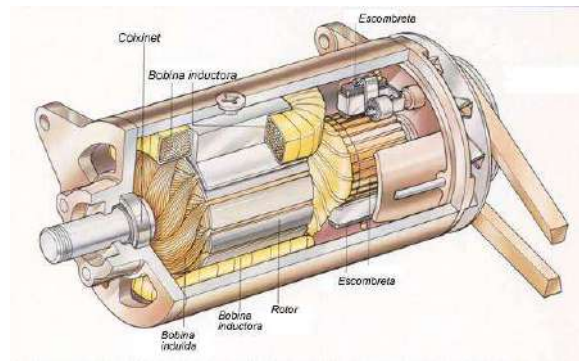
p = Nombre de parells de pols de l'inductor

a = Nombre de parells de branques per circuit.

De la fórmula anterior es pot deduir que en les màquines de corrent continu el flux magnètic que reben és proporcional a la tensió que generen, així es compleix que:



El flux magnètic, representat per la lletra grega Φ , és una mesura de la quantitat de magnetisme. Al Sistema Internacional d'Unitats es mesura en Weber, i la unitat de la densitat de flux magnètic és el weber / metre quadrat, anomenada Tesla.



Dinamo o generador de CC (La mateixa màquina també pot servir com a motor)

Exercici d'exemple

El bobinatge de l'induït d'una dinamo tetrapolar està format amb 200 espires unides formant 4 branques en paral·lel. Si el flux magnètic que hi ha a cada pol és de 0,2 Wb. Determineu la força electromotriu generada a 250 min^{-1} .

Diu que és tetrapolar, que vol dir que té 4 pols:

$$p = \frac{4 \text{ pols}}{2} = 2 \text{ parells de pols}$$

Com que són 4 branques, seran 2 parells de branques:

$$a = 2$$

$$N = 200 \text{ espires} \cdot \frac{2 \text{ conductors}}{\text{espira}} = 400 \text{ conductors}$$

Finalment:

$$\varepsilon = \frac{N \cdot p \cdot \Phi \cdot n}{60 \cdot a} = \frac{400 \cdot 2 \cdot 0,2 \cdot 250}{60 \cdot 2} = 333,34 \text{ V}$$

Alternadors (generador de CA)

L'alternador és un generador de corrent altern. Els generadors industrials solen ser trifàsics, i normalment són màquines síncrones que han de girar a una velocitat determinada denominada velocitat de sincronisme.

La velocitat de rotació de les màquines síncrones serà:

$$n = \frac{60f}{p}$$

n = velocitat de sincronisme

f = freqüència de la fem induïda (habitualment $f=50 \text{ Hz}$)

p = parells de pols de l'induït

La força electromotriu que generen els alternadors en el seu funcionament normal es pot calcular amb la fórmula:

$$\varepsilon = K \cdot 4,44 \cdot N \cdot f \cdot \Phi$$

ε = fem en volts

K = constant que ve donada, depèn de les característiques constructives

N = nombre d'espires per cada fase

Φ = Flux magnètic que rep per pol en Wb

f = Freqüència en Hz (50Hz a Europa)



Conjunt alternador turbina d'una central hidroelèctrica



Alternador en fase de muntatge

Exercici d'exemple

Un alternador trifàsic hexapolar disposa de $N = 250$ espires en sèrie per a cada fase. K val $0,95$. El flux que té cada pol és $\Phi = 0,2$ Wb i l'alternador està girant a 1000 min^{-1} . Determineu:

a) la freqüència

$$n = \frac{60 \cdot f}{p}$$

$$f = \frac{n \cdot p}{60} = \frac{1000 \cdot 3}{60} = 50 \text{ Hz}$$

b) la fem que genera cada fase

$$\varepsilon = K \cdot 4,44 \cdot N \cdot f \cdot \Phi = 0,95 \cdot 4,44 \cdot 250 \cdot 50 \cdot 0,2 = 10545 \text{ V}$$

2.2. Motors

Es farà una classificació molt breu però precisa dels principals tipus de motors elèctrics, donada la gran importància que tenen actualment.

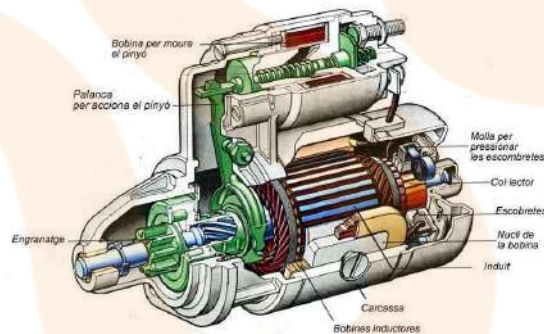
Motors de corrent continu

Els motors de corrent continu s'utilitzen per a màquines petites, per exemple tots els vehicles fan servir aquests tipus de motors per diferents tasques: eixuga parabrises, pujar i baixar vidres, motors calefacció, etc.

Aquests petits motors elèctrics tenen l'estator format per imants permanents en comptes de bobines.



En canvi, si calen motors més potents cal que l'estator estigui bobinat. A continuació podeu veure el motor de corrent continu típic per posar els motors dels vehicles en funcionament, és el motor d'engedada:



El sentit de gir depèn de com es fa la connexió del positiu i negatiu. Per invertir el sentit de gir només cal invertir el sentit del corrent aplicat.

Força contraelectromotriu

Quan un motor de CC gira, actua també com a generador, per tant, crea una tensió que s'oposa a la d'alimentació que rep, aquesta tensió s'anomena força contraelectromotriu (\mathcal{E}'), i és proporcional a la velocitat de rotació:

$$\mathcal{E}' = K \cdot n$$

Parell d'un motor de CC

$$M = K \cdot \varphi \cdot I$$

M: parell en Nm

K: constant que depèn de les característiques de la màquina

φ : flux de cada pol en Wb

I: intensitat que passa per l'induït en A

Intensitat absorbida per un motor de CC

La intensitat que absorbeix un motor de CC es calcula aplicant la llei ohm generalitzada $\sum V = \sum I \cdot R$, que en aquest cas quedarà:

$$I_{ab} = \frac{V_L - \varepsilon' - 2}{R_t}$$

- I_{ab} , intensitat absorbida
- V_L , tensió de línia en volts
- ε' , fcm en volts
- 2 vols (sempre es posa que es perden dos vols pel contacte de les escobretes)
- R_t resistència del conjunt del motor elèctric, que dependrà de com estigui la bobina inductora (excitació) amb respecta la induïda.

Si estan en sèrie $R_t = R_{induït} + R_{excitació}$

I si estan en paral·lel caldrà sumar les inverses. $\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_{induït}} + \frac{1}{R_{excitació}}$

Veiem com es calculen les intensitats, potències i parell en un motor de corrent continua sobre l'exemple següent.

Exercici d'exemple

Un motor de corrent continu (CC) té l'excitació en sèrie i la resistència total val $R = 1 \text{ ohm}$ i si està girant una velocitat de 1250 min^{-1} genera una força contraelectromotriu (fcm) de 180 volts. Si es connecta a una tensió de 220 V, determineu:

a) Intensitat absorbida

$$I_{ab} = \frac{V_L - \varepsilon' - 4}{R} = \frac{220 - 180 - 4}{1} = 36 \text{ A}$$

b) Potència absorbida

Per un motor bifàsic serà, la següent (recordeu que per un motor trifàsic caldria multiplicar per arrel de tres).

$$P_{ab} = V \cdot I = 220 \cdot 36 = 7920 \text{ W}$$

c) Potència interna

És la potència que queda al motor i que es transforma en energia mecànica a l'exterior.

$$P_{int} = \varepsilon' \cdot I = 180 \cdot 36 = 6480 \text{ W}$$

d) Suposant que les pèrdues mecàniques són de 300 W determineu la potència útil i el rendiment.

$$P_{útil} = P_{int} - P_{pèrdues} = 6480 - 300 = 6180 \text{ W}$$

$$\eta = \frac{P_{útil}}{P_{ab}} = \frac{6180}{7920} = 0,78 \rightarrow \eta = 78\%$$

e) Parell generat pel motor

1r passem la velocitat a rad/s

$$1250 \text{ min}^{-1} = 1250 \frac{\text{rev}}{\text{min}} \cdot \frac{2 \cdot \pi}{1 \text{ rev}} \cdot \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} = 130,89 \text{ rad/s}$$

Recordeu la fórmula $P = M \cdot \omega$

$$M = \frac{P}{\omega} = \frac{6480}{130,89} = 49,5 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Motors síncrons

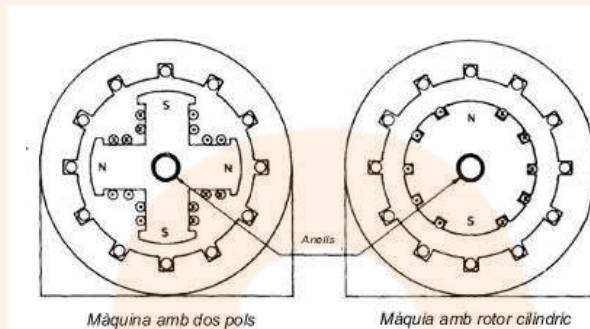
La seva velocitat de rotació és constant i ve determinada per la freqüència de la tensió de la xarxa a que estigui connectat i pel nombre de parells de pols del motor, aquesta velocitat de rotació és la velocitat de sincronia.

Són màquines que poden servir com a motors o com a alternadors. Giren a la velocitat síncrona donada per la fórmula:

$$n = \frac{60f}{p}$$

- p = parells de pols
- f = freqüència del corrent, normalment 50 Hz.

Són motors que en principi costen de començar a fer girar fins que no agafen la velocitat síncrona, ja que tenen molt poc parell d'arrencada. Són per usos molt limitats donat que són cars. Es fan servir per màquines-eina (torns, fresadores, etc.) i automatismes de posicionament.

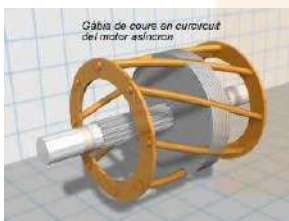


Motors asíncrons o d'inducció

Són els motors més utilitzats amb diferència. Fonamenten el seu funcionament en l'acció que exerceix el camp magnètic giratori de l'estator sobre els corrents que indueix sobre el rotor. Normalment s'anomenen motors d'inducció, i la seva velocitat de rotació és lleugerament inferior a la síncrona.

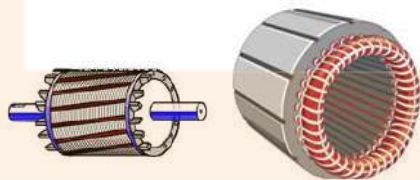
El fet que el rotor giri més lent que el camp magnètic és el que dona el parell perquè el motor giri. Si girés a la velocitat de sincronisme, no hi hauria variació del camp magnètic sobre el rotor i no hi hauria corrent induïda per la qual cosa tampoc hi hauria parell que l'impulsés a moure's.

Els motor asíncron monofàsic i trifàsic són els motors industrials més habituals. La seva estructura és robusta i senzilla, no tenen col·lector i s'adapten molt bé a les variacions brusques de càrrega mantenint pràcticament constant la seva velocitat de rotació. Com es pot veure, l'induït és molt senzill, no té bobines visibles i no té escombretes. Ens tracta d'un rotor en gàbia d'esquirol, això significa que les bobines induïdes estan en el propi conjunt formant un circuit elèctric en curtcircuit.



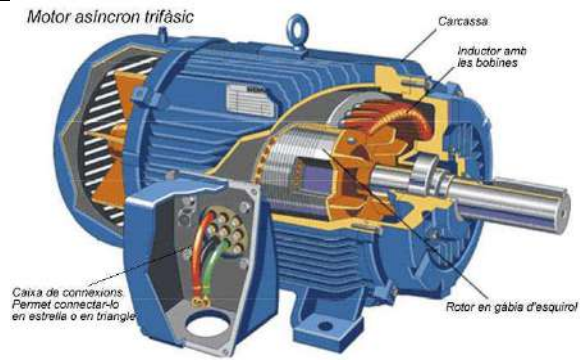
Circuit elèctric

inductor



rotor

estator amb el bobinat



Esquema seccionat d'un motor en gàbia esquirol



3. Potència de les màquines elèctriques

Potència absorbida o consumida: És la potència activa que se subministra a la màquina per al seu funcionament normal $P_{\text{subministrada}}$.

En sistemes bifàsics: $P = V \cdot I \cdot \cos(\phi)$

En sistemes trifàsics: $P = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos(\phi)$

Potència perduda: La potència perduda pot ser en forma de calor, magnètica i per pèrdues mecàniques. La determinarà el rendiment de la màquina.

Potència útil: És la que dóna la màquina al sistema al qual està unida $P_{\text{útil}}$ per a fer el treball.

- En un generador és la que subministra a la xarxa elèctrica
- En un motor és la que proporciona al seu eix

Potència nominal: És la màxima potència útil que pot proporcionar la màquina, i figura obligatòriament a la seva placa de característiques.

Type	C6N32-3 A-E-G-Z-H008		
Model	A96122355P10850		
n	50 Hz	P2	5.50 kW
n1	2919 min	I1	58.5 A
D	30 mm	H	44.1 mm
Pmax	16/120 bar°C		
	CCR		
Serial No.	0003		
	Made in Denmark		

$$\eta = \frac{P_{\text{útil}}}{P_{\text{subministrada}}}$$

$$P_{\text{perduda}} = P_{\text{subministrada}} - P_{\text{útil}}$$

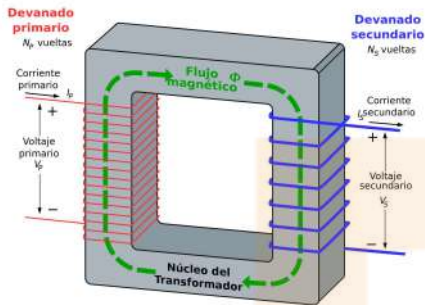
Com sempre el rendiment és la relació entre el que es dóna a la màquina ($P_{\text{subministrada}}$) i el que s'obté d'ella ($P_{\text{útil}}$). I les pèrdues és la resta entre el que hi posem ($P_{\text{subministrada}}$) i el que s'obté ($P_{\text{útil}}$).

Finalment, si cal calcular la potència útil a partir del parell es fa servir la fórmula general vàlida per a qualsevol màquina rotativa:

$$P = M \cdot \omega$$

4. Màquines elèctriques estàtiques: Transformadors

Els transformadors són màquines estàtiques que permeten variar el voltatge i la intensitat del corrent altern, mantenint la freqüència.



Estructura d'un transformador

Estan formats per un circuit primari bobinat que rep el corrent a transformar, un circuit secundari bobinat per on surt el corrent transformat, i un nucli magnètic que els uneix. La relació de transformació depèn del nombre d'espines dels dos circuits, i es calcula:

$$r_t = \frac{N_p}{N_s}$$

I com que les fems són proporcionals al nombre d'espines, ja que per a cada circuit:

$$\epsilon_x = 4,44 \Phi_{m\grave{a}x} f N_x$$

també es compleix que:

$$r_t = \frac{\epsilon_p}{\epsilon_s}$$

A la vegada, la ϵ és proporcional a la tensió, i per la llei d'Ohm inversament proporcional a la intensitat, i per tant al final podem dir que:

$$r_t = \frac{N_p}{N_s} = \frac{\epsilon_p}{\epsilon_s} = \frac{V_p}{V_s} = \frac{I_s}{I_p}$$

