

Alternadors

Hem vist com un corrent elèctric té propietats magnètiques .Aquestes propietats depenen del tipus d'excitació magnètica

- del recorregut que segueix aquest corrent , rectilini ,espiral
- del nombre d'espises , Intensitat del corrent , longitud de la bobina
- del nucli de material ferromagnètic ficat al seu interior.

A continuació veurem el contrari , com a partir del magnetisme podem obtenir corrent elèctric i de quin tipus .

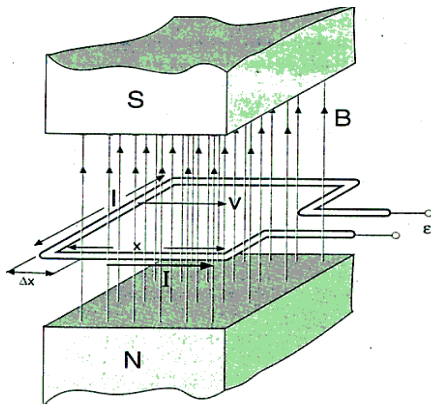
Experiència de Faraday : Una variació de flux magnètic a través d'un circuit tancat origina un corrent induït , més intens com més ràpides siguin les variacions .

$$\mathcal{E} = -\frac{d\phi}{dt}$$

Si ens fixem en l'expressió de $\phi = B S \cos(\vec{B}, \vec{S}) = B S \cos \varphi$, podem deduir que la variació de fluxe la podem obtenir de diferents maneres :

- variant B : Obrint o tancant el circuit inductor B
- variant S : movent l'espisa en direcció (perpendicular) i a una velocitat v
- variant φ : girant la bobina dintre del camp B

variant S :

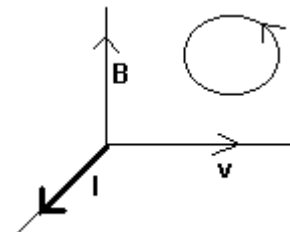


$$\Delta\phi = \phi_{final} - \phi_{inicial} = -B \cdot \Delta S = -B \cdot l \cdot \Delta x$$

$$\frac{\Delta\phi}{\Delta t} = -\frac{B \cdot l \cdot \Delta x}{\Delta t} = -B \cdot l \cdot v$$

Si volem determinar el sentit del corrent ho podem fer amb ajuda del següent producte vectorial

$$\vec{I} \propto \vec{v} \wedge \vec{B} ; \mathcal{E} = Blv \sin \varphi$$



Variant φ :

$$\mathcal{E} = -\frac{d\phi}{dt} = -\frac{d(BS \cos \varphi)}{dt} =$$

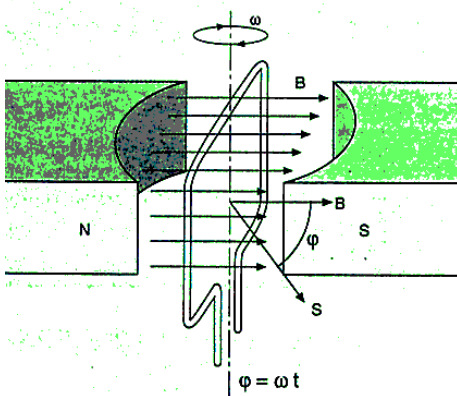
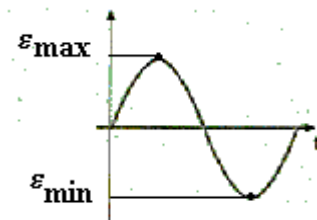
$$-\frac{BS \cdot d(\cos(\omega \cdot t))}{dt} =$$

$$-BS(-\omega \sin \omega \cdot t) = BS\omega \sin \omega \cdot t$$

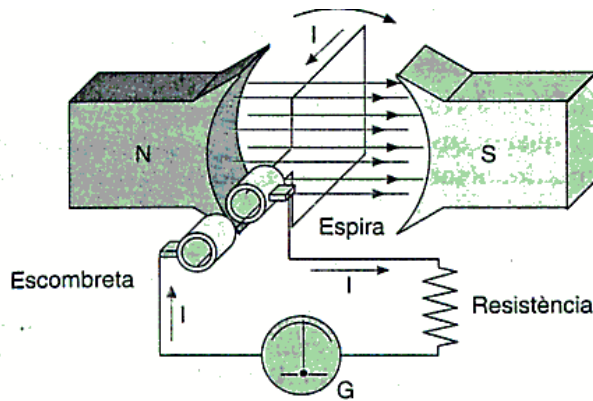
per N espises $NBS\omega \sin \omega \cdot t$

Llavors hem obtingut corrent sinusoidal de la forma :

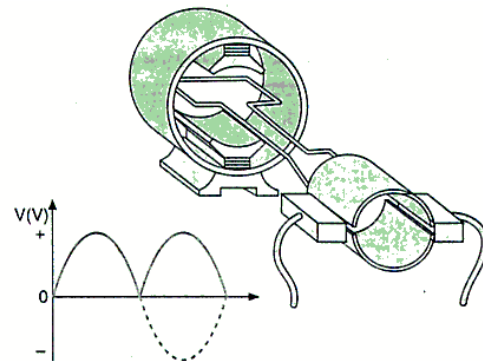
$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_{\max} \cdot \sin \omega \cdot t \text{ on } \mathcal{E}_{\max} = NBS\omega$$



El circuit que correspon a un generador altern monofàsic és el següent : alternador



Si el que volem es obtenir corrent continu , ho farem a partir : dinamo

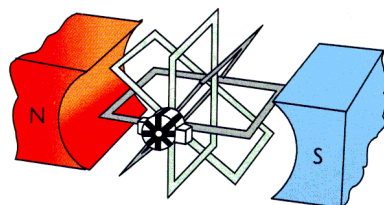


Si augmentem el nombre d'espores tindrem el següent :

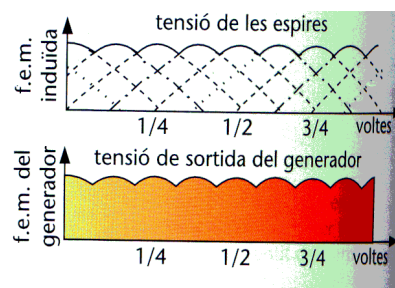
- generador de c.a . : augmentarà l'amplitud del senyal sinusoïdal

- dinamo : augmentarà la freqüència del corrent rectificat .

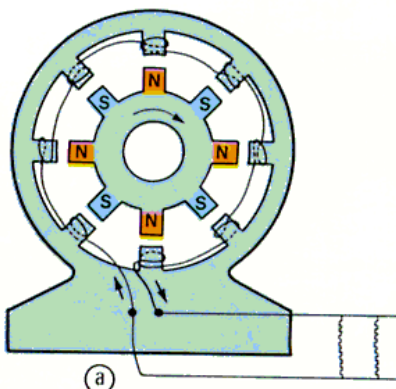
Motor CC



INDUÏT AMB QUATRE ESPIRES



Alternador monofàsic . El que interessa és el moviment relatiu entre inductor i induït , per això hem convertit el rotor en inductor (circuit de baixa potència) i l'estator en induït (circuit de gran potència) i així millorem el rendiment . Aquest fet no es possible en les dinamos , ja que l'induí solament pot ser el rotor que està lligat al col.lector .



Si augmentem el nombre de parells de pols :

-augmentarem la freqüència de la mateixa manera

- $f = \frac{v_s \cdot P}{60}$ on v_s : velocitat del rotor en voltes per segon

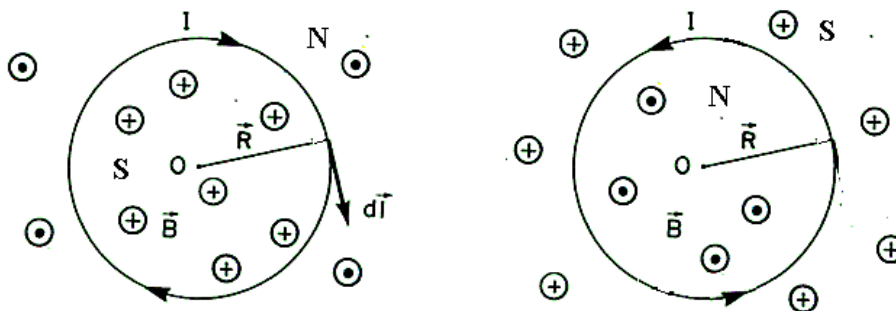
- com hem dit abans si augmentem el nombre d'espores a l'estator augmentarem el valor màxim superior de la f.e.m generada .



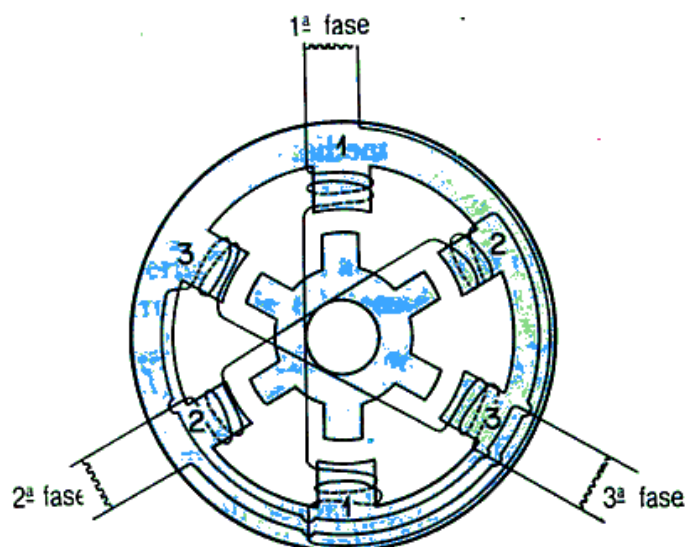
Com realitzar el bobinatge : (alternador monofàssic) .Bobinatge Continu

Per obtenir una successió de pols Nord i Sud al rotor (electroimants) invertirem el sentint d'arrollament dels electroimants . D'aquesta manera segons Maxwell canviarem alternativament la polaritat del iman. De la mateixa manera ho farem a l'estator amb un bobinatge en sèrie , així es com si girès davant de varios parells de pols , fet que permetrà augmentar la freq. Xarxa . Aquesta freq. també es pot modificar variant la velocitat de gir del rotor .

Regla de Maxwell



Alternador Trifàsic : Bobinatges Independents





Exercicis

1. Una bobina circular de 10 cm de diàmetre formada per 126 espises gira al voltant d'un diàmetre, en un camp magnètic uniforme d'1 T. Calcula la velocitat de rotació de la bobina en rpm perquè el valor màxim de la fem induïda sigui $\epsilon_{\max} = 311,12$ V

2. Calcula la fem generada en un conductor de 10 m de longitud situat en un camp magnètic de $B = 2$ T, si es mou a una velocitat de 2 m/s amb una direcció:

- Perpendicular a les línies d'inducció
- Que forma 30° respecte les línies d'inducció

3. Calcula la velocitat amb què gira el rotor d'un alternador de 30 pols, si genera un CA de 50 Hz.

4. Calcula el flux que engendra cada pol d'un alternador hexapolar trifàsic que disposa de 210 espises sèrie per fase, si genera una FEM per fase de 10000 V a 50 Hz i el coeficient del debanat és $K = 0,96$.

Calcula la tensió als borns de l'alternador quan funciona en buit si està connectat:

- en estrella
- en triangle

Si la freqüència dels corrents generats és de 60 Hz calcula:

- la velocitat del rotor
- El flux que engendra cada pol

5. Un alternador trifàsic hexapolar disposa de 210 espises sèrie per fase, el coeficient del debanat és $K = 0,96$ i el flux de cada pol és 111,72 mWb. Si el rotor gira a 1000 rpm calcula:

- La Fem generada en cada fase i la seva freqüència.
- La tensió als borns de l'alternador quan funciona en buit, segons si els bobinatges estan connectats en estrella o triangle.

6. Un alternador trifàsic octopolar gira a 750 rpm, el seu bobinatge induït té 200 espises sèrie per fase i cada pol ens dona un flux de 5,16 mWb. Si $K = 0,96$, calcula:

- EL valor de la fem generada per fase
- La velocitat a que haurà de girar el rotor perquè $f = 60$ Hz

7. Un alternador trifàsic hexapolar a 50 Hz té 72 ranures a l'induït, amb 25 conductors per ranura. El factor equivalent al conjunt K_d i K_e és 0,90. El flux per pol és de 35 mWb. Calcula:

- la fem induïda en cada fase
- la tensió de línia en buit connectant-se els debanatges en estrella
- la tensió de línia en buit connectant-se els debanatges en triangle.

8. Un alternador trifàsic té 250 espires per fase i està connectat en estrella ; el flux útil per pol és de 0,18 Wb.El rotor és hexapolar i gira a 1000 rpm .El factor equivalent al conjunt K_d i K_i és 0,96 .Quina tensió de línia es genera?

9. Un alternador té les següents característiques nominals següents : connectat en estrella, 100 kVA , 12 kV , 750 rpm. En els assaigs s'han obtingut els resultats següents :- assaig de resistència en corrent continu : tensió entre fases de 4 V i intensitat per fase de 6,5 A.

-assaig en curtcircuit : a 750 rpm , la intensitat d'excitació és de 10 A i la intensitat de línia equivalent a la intensitat nominal.

-assaig en buit : a 750 rpm , la intensitat d'excitació és de 10 A i la tensió de línia en buit , de 400 V.Determina la impedància síncrona i la reactància per fase .

10.Un alternador trifàsic , amb l'induït connectat en estrella ,subministra una potència de 8000 kW amb una tensió de línia de 20 kV i una intensitat de línia de 320 A. La reactància per fase és 1Ω . Calcula :

- a) potència aparent
- b) factor de potència de la càrrega
- c) fem generada per fase

Pràctica

Com que el moviment és relatiu, en aquesta pràctica la interacció l'hem assolit girant un parell d'ímants permanents (amb polaritat oposada) inductors del $B_{\text{magnètic}}$ (de neomidi) al voltant de tres electro-ímants els quals registraran la variació de flux magnètic $\Delta\phi$ en forma de corrent elèctric que visualitzarem amb tres leds i analitzarem amb l'oscil·loscopi .

Foto



Hem de recordar la diferència i relació entre V_{Eficax} , V_{instan} i $\mathcal{E}_{\text{max}}$

Valor instantani : $\mathcal{E} = \mathcal{E}_{\text{max}} \cdot \sin \omega \cdot t$. Solament ho podrem registrar amb un oscil·loscopi

Valor Eficax : Valor que mesura un voltímetre

Valor Maxim instantani : $\mathcal{E}_{\text{max}} = NBS\omega$

Relació : $V_{\text{eficax}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{max}}}{\sqrt{2}}$

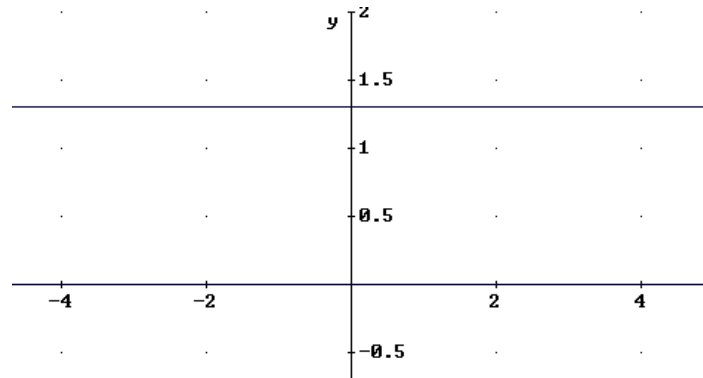
Un altre factor rellevant en el disseny d'un alternador és el nombre de fases associades al corrent que genera . La configuració trifàsica és la més indicada :

- La potència instantània en una connexió trifàsica es constant i per tant força estable .Serà la superposició o suma de la potència associada a cada fase .

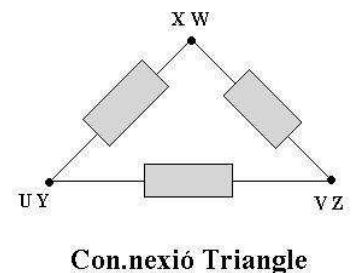
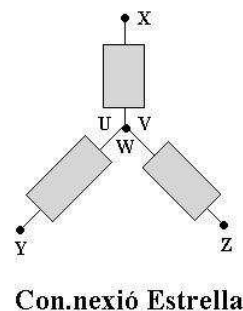
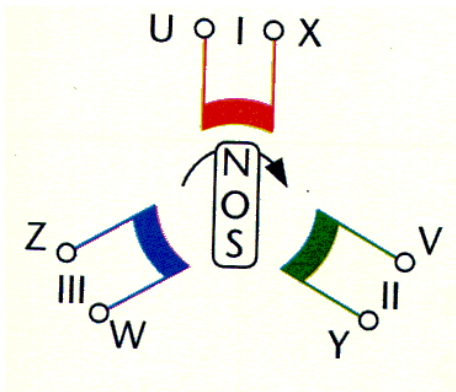
$P_{\text{trifàsic}} (\text{instantània}) = P_{\text{activa}} = \sqrt{3} V \cdot I \cdot \cos \varphi$ Demostració en el capítol de trifàsic.

$$\sin(\omega t) \cdot \sin(\omega t - \varphi) + \sin(\omega t - \frac{2\pi}{3}) \cdot \sin(\omega t - \frac{2\pi}{3} - \varphi) + \sin(\omega t - \frac{4\pi}{3}) \cdot \sin(\omega t - \frac{4\pi}{3} - \varphi)$$

$$\varphi = 30^\circ = \pi / 6$$



- Flexibilitat en la connexió de línia si escollim la configuració estrella en el generador .
Observació :



$$\begin{aligned} V_{F1} &= V_{XU} & V_{F2} &= V_{YV} & V_{F3} &= V_{ZW} \\ V_{L1} &= V_{XY} & V_{L2} &= V_{YZ} & V_{L3} &= V_{XZ} \end{aligned}$$

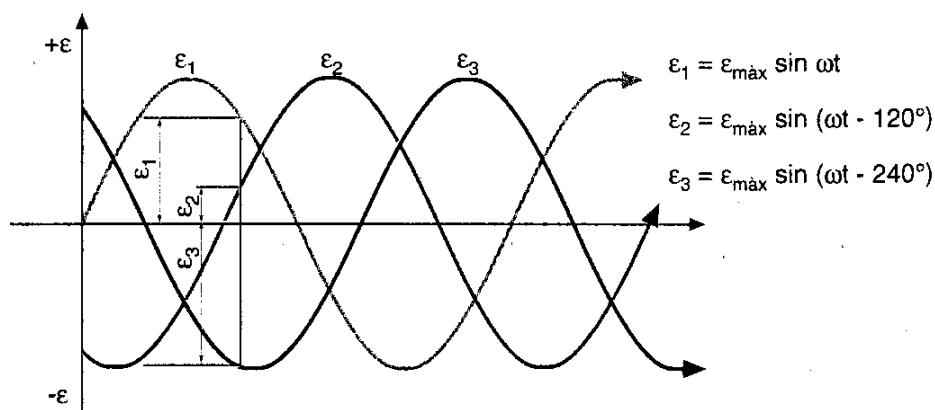
$$\begin{aligned} V_{LE} &= \sqrt{3} V_F & V_{LT} &= V_F \\ I_{LE} &= I_F & I_{LT} &= \sqrt{3} I_F \end{aligned}$$

Si escollim directament les tensions de línia , tindrem 380 V trifàsics idonis per una indústria . Si punxem una fase a partir de la línia trifàsica a 380V aquestos Volts quedaran dividits per $\sqrt{3}$ és a dir 220 V .

Observacions .

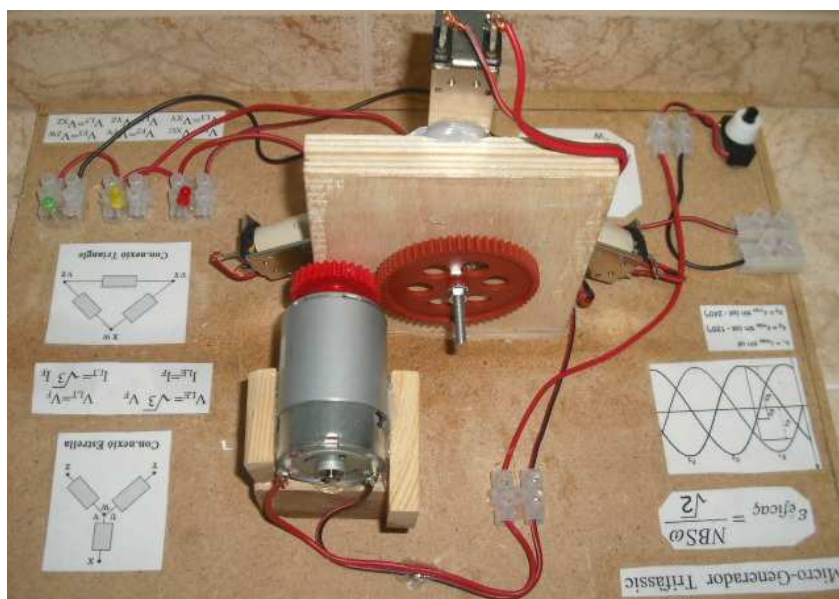
1.Si analitzem la forma de l'ona elèctrica obtinguda a l'oscil.loscopi podrem comprovar dos ones per dalt i dos per sota de manera repetitiva encara que teòricament hauriem de tenir una per dalt i l'altra per sota com prescriu la funció sinus . Creiem que aquesta incongruència es per que els imants són massa petits . Si aconseguirem uns imants semicirculars de polaritat contraposada i radi aproximat a la circumferència que descriuen al voltant dels electro-imants la forma de l'ona obtinguda es correspondria exactament amb la prescrita .

2.Si l'oscil.loscopi tingués l'opció d'analitzar tres entrades a l'hora podríem obtenir una superposició semblant a la següent si els imants fossin semicirculars .



A la pràctica hem pogut comprovar el desfassament però de 120° entre dos fases i amb dues ones que s'ajusten a la descripció anterior .

3.L'element motriu en aquesta maqueta està constituït per un motor i dos engranatges associats en format de reductora .





En el contexte energètic real trobarem que aquest element motriu serà una turbina , la qual serà arrossegada en les

- centrals tèrmiques pel vapor d'aigua que és després de cremar el combustible utilitzat : gas , fuel , biomassa
- centrals nuclears pel vapor d'aigua que s'obté a partir de l'energia alliberada al reaccionar químicament urani ,plutoni
- centrals eòliques i hidràuliques la mateixa turbina és arrossegada a través d'un sistema d'engranatges per la força del vent o de l'aigua .