

Deci  $U_1 = U_r$ .

Pentru nodul B:  $\vec{I}_1 = \vec{I}_2 - \vec{I}_1$

deci

$$I_1 = \sqrt{I_1^2 + I_2^2 - 2I_1^2 \cos \frac{2\pi}{3}} = I_1 \sqrt{3}.$$

La montajul în triunghi tensiunea de linie este egală cu tensiunea pe fază ( $U_1 = U_r$ ), iar curentul de linie este egal cu curentul de fază înmulțit cu  $\sqrt{3}$ .

**5.6.2.c. Puterea curentului trifazat.** Puterea medie a sistemului trifazat este egală cu suma puterilor medii ale fiecărei faze, adică:

$$P = 3U_1 I_1 \cos \varphi.$$

Pentru montajul în stea rezultă:

$$P_Y = \sqrt{3} U_L I_L \cos \varphi$$

iar pentru montajul în triunghi

$$P_\Delta = \sqrt{3} U_L I_L \cos \varphi$$

adică, pentru sistemul trifazat:

$$P = \sqrt{3} U_L I_L \cos \varphi$$

independent de montajul generatorului.

Aceasta fiind puterea activă, asemănător cu curentul monofazat se definește și puterea aparentă

$$P_a = \sqrt{3} U_L I_L$$

ca și puterea reactivă:

$$P_r = \sqrt{3} U_L I_L \sin \varphi.$$

**5.6.3. Motare de curent alternativ.** Să considerăm trei bobine așezate în același plan formând un unghi de  $120^\circ$  între ele (fig. 5.56). Dacă aceste bobine sînt alimentate cu un curent trifazat, vom observa că acul magnetic fixat în centrul sistemului de bobine se rotește. Rezultă deci că cele trei bobine alimentate în curent trifazat generează un câmp magnetic rotitor (un câmp magnetic al cărui vector de inducție magnetică are modulul constant și care se rotește cu o viteză unghiulară  $\omega$  constantă).

Pentru a înțelege acest fenomen, să considerăm cîmpurile magnetice create de fiecare bobină. Cum cîmpul magnetic creat de fiecare bobină este proporțional cu curentul ce trece prin ea, rezultă că putem considera:

$$B_1 = C I_m \sin \omega t$$

$$B_2 = C I_m \sin \left[ \omega t + \frac{2\pi}{3} \right] \Rightarrow$$

$$B_3 = C I_m \sin \left[ \omega t + \frac{4\pi}{3} \right]$$

$$\Rightarrow \vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \vec{B}_3.$$

Fig. 5.56.

Pentru a calcula inducția cîmpului rezultat  $\vec{B}$  vom însuma proiecțiile de pe direcția  $Ox$  și respectiv  $Oy$  (fig. 5.56):

$$B_x = B_{1x} + B_{2x} + B_{3x} = B_1 - B_2 \cos \frac{\pi}{3} - B_3 \cos \frac{\pi}{3} =$$

$$= C I_m \left[ \sin \omega t - \frac{1}{2} \sin \left( \omega t + \frac{2\pi}{3} \right) - \frac{1}{2} \sin \left( \omega t + \frac{4\pi}{3} \right) \right] = \frac{3}{2} C I_m \sin \omega t.$$

$$B_y = 0 + B_2 \cos \frac{\pi}{6} - B_3 \cos \frac{\pi}{6} = \frac{\sqrt{3}}{2} C I_m \left[ \sin \left( \omega t + \frac{2\pi}{3} \right) - \sin \left( \omega t + \frac{4\pi}{3} \right) \right] = \frac{3}{2} C I_m \cos \omega t.$$

Cîmpul rezultat  $\vec{B}$  va avea ca modul:

$$B = \sqrt{B_x^2 + B_y^2} = \frac{3}{2} C I_m$$

și va face un unghi  $\alpha$  cu axa  $Ox$ :

$$\tg \alpha = \frac{B_y}{B_x} = \ctg \omega t$$

care va scădea cu creșterea timpului, adică vectorul  $\vec{B}$ , constant ca modul se rotește în sens orar cu viteză unghiulară  $\omega$ , egală cu pulsația curentului trifazat ce alimentează cele trei bobine. Deci acul magnetic se va roti cu o viteză unghiulară  $\omega$ .

Folosind principiul descris, se poate realiza motorul sincron al cărui rotor va fi alimentat de la o sursă de curent continuu din exterior iar bobinele statorului vor fi alimentate cu un curent trifazat. Rotorul va fi pus în mișcare de forța electromagnetică de interacție dintre cîmpul magnetic rotitor creat de stator și curentul ce trece prin înfășurările rotorului. Pentru ca motorul sincron să funcționeze este necesară o sincronizare riguroasă între frecvența de rotație a rotorului și frecvența cîmpului magnetic rotitor. Această sincronizare se realizează în general atunci cînd solicitarea mecanică a rotorului nu depășește o anumită limită. Motorul sincron prezintă și inconvenientul că el nu pornește din repaus, trebuind să fie adus la viteză de sincronizare printr-un alt mijloc. Din aceste motive cele mai folosite motoare de curent alternativ sînt motoarele asincrone.

Spre deosebire de motorul sincron, în motorul asincron rotorul nu mai este alimentat de la o sursă de curent continuu din exterior și deci frecvența lui de rotație va fi mai mică decît frecvența cîmpului rotitor. Rotorul este confecționat din două coroane metalice, paralele între ele, unite prin conductori groși.

În timpul rotației, cîmpul magnetic rezultat  $\vec{B}$  taie conductorii rotorului dînd naștere la o variație de flux care va induce în rotor curent. Între acești curenti induși și cîmpul rotitor apare o forță electromagnetică care antrenează rotorul în sensul de rotație al cîmpului magnetic rotitor. Frecvența rotorului nu poate fi egală cu frecvența cîmpului rotitor (dacă ar fi egale nu ar mai exista variație de flux). Dacă frecvența rotorului crește, viteză de rotație a fluxului (care depinde de diferența dintre frecvența de rotație a cîmpului și rotorului) scade, scăzînd deci și intensitatea curentului indus în

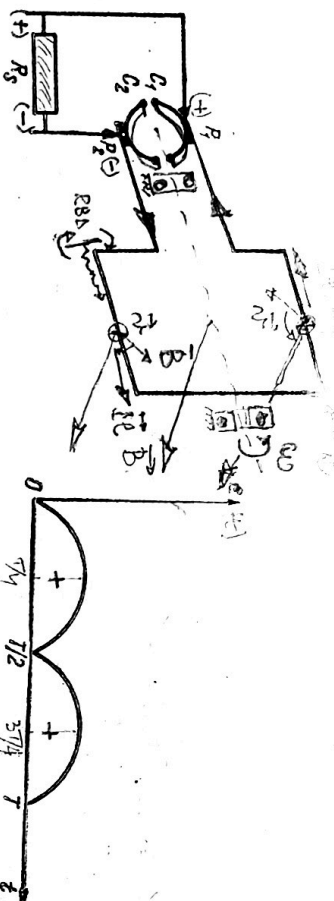


Fig. 5.57.

Fig. 5.58.

rotor. În acest fel scade forța electromagnetă care rotește rotorul și deci scade frecvența rotorului. Aceasta scade duce la creșterea diferenței dintre frecvențele de rotație și deci din nou la o creștere a vitezei de variație a fluxului etc.

Rezultă că se realizează o astfel de funcționare pentru care frecvența rotorului rămâne constantă. Motorul asincron are o construcție simplă și poate porni din repaus.

**5.6.4) Generatorul de curent continuu.** După cum am văzut, într-o spirală care se rotește într-un câmp magnetic constant se induce o tensiune electrolmotore alternativă. Dacă cele două capete ale spiralei sînt legate la cîte un inel, pe care apasă cîte o perie, pusă în legătură cu un circuit exterior, prin acesta va circula un curent alternativ. Dacă cele două inele sînt înlocuite prin două seminele  $C_1, C_2$  (fig. 5.57), în circuitul exterior se obține un curent continuu pulsant (fig. 5.58) în timp ce în spirală are naștere un curent alternativ.

În generatorul de curent continuu statorul joacă rol de inductor, el fiind format din una sau mai multe perechi de poli. Poli sînt formați din electro-magneți alimentați cu un curent de excitație. Excitația inductorului poate fi independentă (curentul de excitație e dat de o sursă de curent continuu exterioară) sau proprie (autoexcitație), cînd curentul de excitație e dat chiar de generatorul însuși.

În funcție de excitația proprie folosită, se înțelșește generatorul cu excitație în serie, în paralel sau mixtă (fig. 5.59).

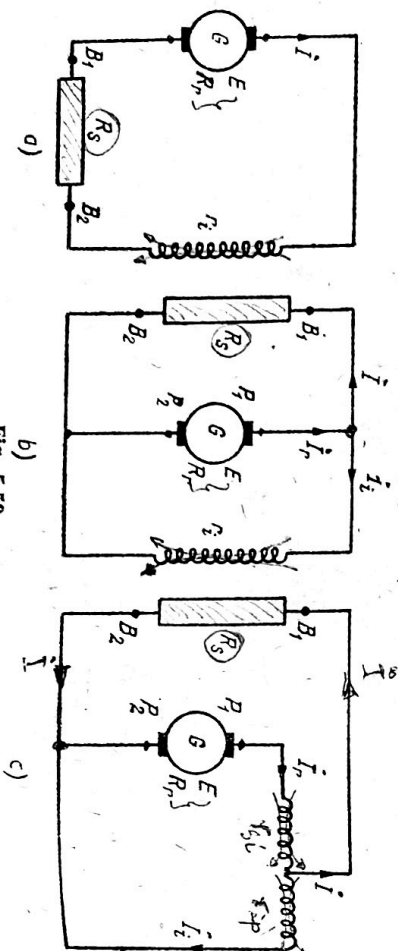


Fig. 5.59.

Rotorul din motorul poate fi înțelșit și este pus în mișcare de un motor exterior. Tensiunea electromotore  $E$  produsă de un dinam este proporțională cu numărul de spire  $N$  ale rotorului, cu fluxul magnetic  $\Phi$  produs de inductor și cu numărul de rotații pe secundă  $v$  ale rotorului

$$E = KN\Phi v$$

sau considerînd  $\Phi$  aproximativ proporțional cu  $I_p$ ,  $E \approx KI_p v$  unde  $K'$  este un coeficient care depinde de construcția mașinii.

Conform figurii 5.59, a, tensiunea la bornele și respectiv perile generatorului serie sînt date de:

$$U_{B,B_s} = E - (R_r + R_g)I \quad U_{P,P_s} = E - R_r I$$

iar randamentul electric și respectiv industrial sînt:

$$\eta_e = \frac{U_{B_s}}{E}; \quad \eta_i = \frac{U_{B_s}}{P}$$

Pentru generatorul cu excitație în derivație (sunt) (fig. 5.59, b):

$$U_{B,B_s} = E - I_r \cdot r = I_r i_i = U_{P,P_s}; \quad I_r = I + I_p$$

$$\eta_e = \frac{U_{B_s}}{E \cdot I_r}; \quad \eta_i = \frac{U_{B_s}}{P}$$

**5.6.5) Motorul de curent continuu.** Dacă rotorul unui dinam se decuplează de motorul ce îl învîrte, iar la bornele  $B_1, B_2$  se aplică o tensiune continuă ( $U_{B,B_s}$ ) din exterior, prin conductoarele rotorului va circula un curent al cărui câmp magnetic va interacționa cu câmpul magnetic inductor dînd naștere la un cuplu de forțe ce va pune în mișcare de rotație rotorul. Aceasta mașină electrică funcționează deci ca motor de curent continuu. Datorită rotirii rotorului în câmpul magnetic inductor, în conductoarele rotorului apare o tensiune indusă contra electromotore ( $E_c$ ) astfel încît, pentru motorul cu excitație în serie se obține:

$$U_{B,B_s} = E_c + R_r I_r$$

Pentru motorul cu excitație în paralel:

$$U_{B,B_s} = (E_c + R_r I_r) = r_i i_i; \quad i = I_r + I_p$$

Deoarece la pornirea motorului de curent continuu, tensiunea contraelectromotore  $E_c$  este nulă,  $I_p$  este o valoare mult mai mare decît valoarea de regim. Pentru a evita deteriorarea înfășurării rotorului, se leagă în serie cu el un reostat de pornire de rezistență  $R_p$  astfel încît la pornire (fiind introdus în circuit tot reostatul)

$$I_p = \frac{U_{B,B_s}}{R_r + R_p}$$

iar în regim normal (reostatul fiind scos)

$$I = \frac{U_{B,B_s} - E_c}{R_r}$$