

UCH FAZALI O'ZGARUVCHAN TOK ELEKTR ZANJIRLARI

Maxsudova Gulnora Xabibullayevna

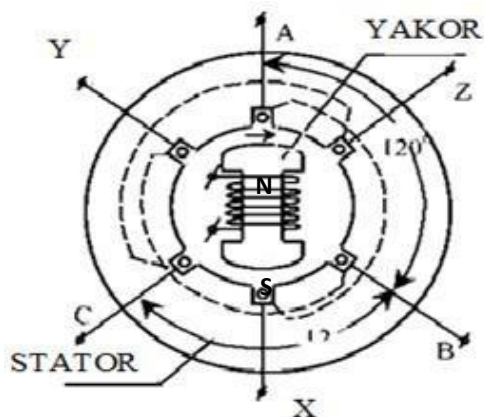
Farg'ona viloyati Marg'ilon shahar 2-son kasb-hunar maktabi maxsus fan o'qituvchisi

Annotatsiya: Uch fazali elektr ta'minoti tizimi - bu o'zgaruvchan tokning ko'p fazali tizimlarining alohida holatidir. Ushbu maqolada ana shu uch fazali o'zgaruvchan tok elektr zanjirlari haqida malumot berilgan.

Kalit so'zlar: Uch faza, o'zgaruvchan tok, elektr energiya, tarmoq, sistema, sinusoidal, boshlang'ich faza, e.yu.k., paz, generator, davr, tok, kuchlanish.

Iste'molchi manbadan uzoq masofada bo'lganda, elektr energiyasini uzatish uchun boshlang'ich fazalari turlicha, ammo chastota hamda amplitudalari bir xil bo'lgan bir nechta o'zgaruvchan e.yu.k. manbalarini yagona sistemaga birlashtirish ancha samarali bo'ladi.

Ko'p fazali sistemaning amalda eng ko'p tarqalgani sinusoidal o'zgaruvchan uch fazali tok sistemasidir. Uch fazali sistemaga asos qilib, uch fazali generator olingan(1-rasm).



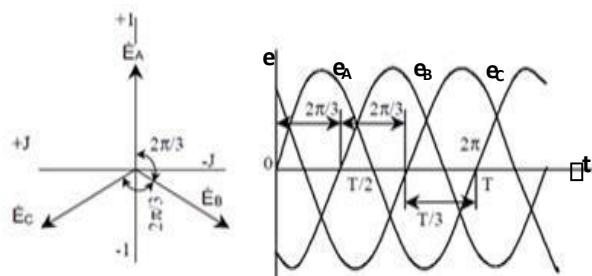
1-rasm. Uch fazali generator

Bu generator ichiga uchta bir fazali generator joylashtirilgan sinxron elektr mashinadir. Mashina pazlariga generatorning uchta chulg'ami (fazalari) - A, B va C joylashtirilgan qo'zg'almas silindrik statordan va ω burchak tezlik bilan aylanuvchi rotor (elektromagnit) dan iborat. Mashinaning ishlash prinsipini o'rganish qulay va ayon bo'lishi uchun generatorning har bir fazasi statorning diametral qarama-qarshi pazlariga joylashtirilgan bo'lib, bitta o'ram hosil qiluvchi juft simlar tarzida ko'rsatilgan. Statorning old tomonida har bir o'ram simlarining uchlari tegishlicha generator ayrim fazalarining boshlanish (A, B, C) va oxirgi (x,y,z) uchlarni tashkil etadi. Statorning orqa tomonida esa yarim o'ramlar tashqi simlarga ulangan (bu 1-rasmda punktir chiziq bilan ko'rsatilgan). Bunda ayrim fazalarning o'ramlari shunday joylashtirilganki, B fazaning o'ram tekisligi A fazaning o'ram tekisligiga nisbatan (soat strelkasi bo'yicha) 120° , C fazaning o'ram tekisligi esa B fazaning o'ram tekisligiga 0 nisbatan o'sha yo'nalishda 120° ga faza bo'ylab siljigan.

Generatorning fazalarida faza chulg'amlarini rotor bilan aylanayotgan o'zgarimas (rotorni magnitlab turuvchi o'zgarimas tok hosil qiluvchi) magnit oqimni kesib o'tishi natijasida e.yu.k. hosil bo'ladi. Rotorning chulg'ami w ikkita kontakt halqa va grafit cho'tka yordamida tashqi o'zgarimas kuchlanish manbaiga ulanadi. Bunday konstruksiyali mashina har bir fazada elektromagnit miqdorining tebranishi bir xil chastota va amplituda bo'lishini ta'minlaydi, chunki rotorning to'la bir marta aylanishi ayrim fazalardagi e.yu.k. ning to'la siqqlik (sinusoida qonuni bo'yicha) o'zgarishi bir davr T ga teng vaqtda sodir bo'ladi. Ammo generatorning fazalaridagi (chulg'amlaridagi) e.yu.k. ning oniy miqdori rotorning fazaviy o'rni, biror chulg'am (o'ram) bilan ilashgan magnit oqimning yo'nalishi va miqdori bilan aniqlanadi. Agar rotorning fazaviy o'rniga A fazadagi e.yu.k.ning maksimumi to'g'ri kelsa, B fazada e.yu.k.ning xuddi shunday maksimumiga rotorning uchdan bir marta aylanishidan (yoki T/3 vaqtdan) keyin erishiladi (1-rasm).

Shunga o'xshash C fazada ham e.yu.k.ning maksimumi yana uchdan bir davr 2T/3 dan so'ng hosil bo'ladi. Shunday qilib, A,B,C fazalarda e.yu.k.ning o'zgarishi sinusoida qonuni bo'yicha sodir bo'lsa, ularni tasvirlovchi sinusoidalar ham vaqt bo'yicha T/3 qadar siljigan bo'ladi (2-rasm). Faza e.yu.k. larining vektorlari simvolik (kompleks) shaklda quyidagicha yoziladi:

$$\begin{matrix} \dot{E} \\ = E, & A & & B & & C \\ \text{Fazalardagi oniy e.yu.k.lar tegishlicha:} & & & & & \end{matrix} \quad \left(\quad \text{---} \quad \right) \quad \left(\quad \text{---} \quad \right)$$



2-rasm.

Uch fazali zanjirni tahlil qilishda ko'pincha A faza – birinchi faza, B faza – ikkinchi faza, C faza – uchinchi faza deb olinadi, u holda:

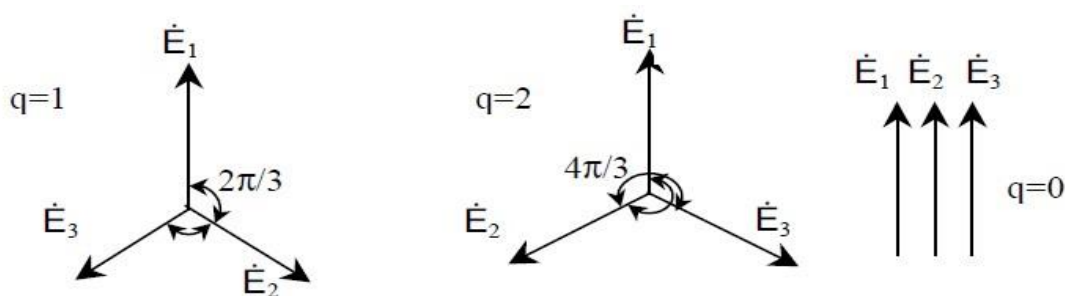
$$\begin{aligned} e_1 &= E_m \sin \omega t, \\ e_2 &= E_m \sin \left(\omega t - \frac{2\pi}{3} \right); \\ e_3 &= E_m \sin \left(\omega t - \frac{4\pi}{3} \right) \end{aligned}$$

yoki kompleks shaklda

$$\dot{E}_1 = E, \dot{E}_2 = E e^{j\frac{2\pi}{3}} \text{ va } \dot{E}_3 = E e^{-j\frac{2\pi}{3}}$$

bo'ladi (bunda va bundan keyin A, B, C fazalar tegishlicha 1, 2 va 3 raqamlar bilan belgilanadi).

Ko'p fazali simmetrik sistema e.y.u.k. (kuchlanish, toklar) vektorlari sistemasidan iborat bo'lib, har bir keyingi vektor oldingisidan $\frac{2\pi}{m} \cdot q$ burchakka orqada qoladi (m – fazalar soni; $q=0,1,2,3,\dots,m$). Shu nuqtayi nazardan uch fazali simmetrik sistemani, ayrim faza elektr miqdorlari vektorlarining o'zaro joylashuviga ko'ra, uch xil ketma-ketlikdagi sistemaga ajratish mumkin. Boshqacha aytganda, fazalarning almashinish tartibi q ning qiymatiga bog'liq. Masalan, $q=1$ bo'lganda, fazalardagi e.y.u.k. lar maksimumdan quyidagi tartib nomerlari bo'yicha o'tadi (1,2,3; 1,2,3 va h.k.) (3-a rasm), $q=2$ bo'lganda, teskari tartibda boradi (1, 3, 2; 1, 3, 2 va h.k.) (3-b rasm) va nihoyat, $q=3$ bo'lganda (yoki $q=0$ da) faza e.y.u.k.larining vektorlari mos tushadi (3-v rasm). Bu vektorlarning simmetrik sistemasi tegishli "to'g'ri, teskari va nol ketma-ketlikdagi sistemalar" deb ataladi.



a) b) v)

5-rasm.

a)

b)

v)

3-rasm

a) to'g'ri ketma-ketlik uchun: $q=1$

$$\dot{E}_1 = E, \dot{E}_2 = a^2 \cdot E \text{ va } \dot{E}_3 = a \cdot E$$

b) teskari ketma-ketlik uchun: $q=2$

$$\dot{E}_1 = E, \dot{E}_2 = a \cdot E \text{ va } \dot{E}_3 = a^2 \cdot E,$$

bunda: $a = e^{j2\pi/3}$, $a^2 = e^{j4\pi/3}$, $a^3 = e^{j2\pi} = 1$, $a^4 = a = e^{j2\pi/3}$ va h.k. Shu ma'noda: $a + a^2 + a^3 = 0$ yoki $1 + a + a^2 = 0$.

Shunday qilib, vektorlarni a ga ko'paytirish, uni soat strelkasi yo'nalishida $2\pi/3$ burchakka burish degan ma'noni bildiradi; a^2 ga ko'paytirish esa, uni o'sha yon'alistda $4\pi/3$ burchak yoki teskari yo'nalishda ($-2\pi/3$) burchakka burish demakdir.

Xuddi shunga o'xshash amalni har qanday boshqa (kuchlanish, tok va h.k.) vektorlarning uch fazali simmetrik sistemasi bilan ham bajarish mumkin.

Uch fazali sistemada generatorlarni va iste'molchilarni ulash usuli iste'molchi fazasining nominal kuchlanish qiymati, ya'ni energiya iste'molchisining normal ish rejimini ta'minlovchi kuchlanish bilan aniqlanadi. 4-a rasmda nol simli "yulduz-yulduz" usulida ulash ko'rsatilgan. Bunda uch fazali generatorning har bir fazasi iste'molchining faza qarshiligi bilan bevosita bog'lanishda bo'ladi. Generator chulg'amlari yulduz shaklida ulanganda uning boshlang'ich qismlari (A, B va C) tegishli 1-, 2- va 3-liniya simlariga ulanadi. Oxirgi (x,y,z) qismlarini esa yagona 0 tugunga, shuningdek, yerga ulash mumkin. Bu hol faza e.y.u.k. larining miqdorlari uch fazali iste'molchining faza qismlaridagi

kuchlanishga (yoki ulash simlarining qarshiligini hisobga olish kerak bo'lganda) taxminan teng deyish mumkin bo'lgan hol uchun yaroqlidir. Agar ulash (liniya va neytral) simlarining qarshiligi nolga teng deb hisoblansa, u holda yuklama qarshiliklaridagi faza kuchlanishlarining effektiv qiymatlari U_1 , U_2 va U_3 tegishli fazalar e.yu.k.larining E_1 , E_2 va E_3 effektiv qiymatlariga teng. Bu kompleks shaklda quyidagicha yoziladi:

$$\begin{aligned} \dot{U}_1 &= \dot{E}_1 = E_\Phi, \\ \dot{U}_2 &= \dot{E}_2 = E_\Phi e^{-j\frac{2\pi}{3}}, \\ \dot{U}_3 &= \dot{E}_3 = E_\Phi e^{j\frac{2\pi}{3}} \end{aligned}$$

Shunday qilib, generator va iste'molchining neytral nuqtalari (neytrallari): 0 va 0' ni yagona tugunga ulash uch fazali iste'molchida kuchlanishning fazalari bo'yicha simmetrik taqsimlanishini ta'minlaydi, ya'ni

$$\dot{U}_1 = \dot{U}_2 = \dot{U}_3 = \dot{U}_\Phi$$

bu yerda $\dot{U}_\Phi = E_\Phi$.

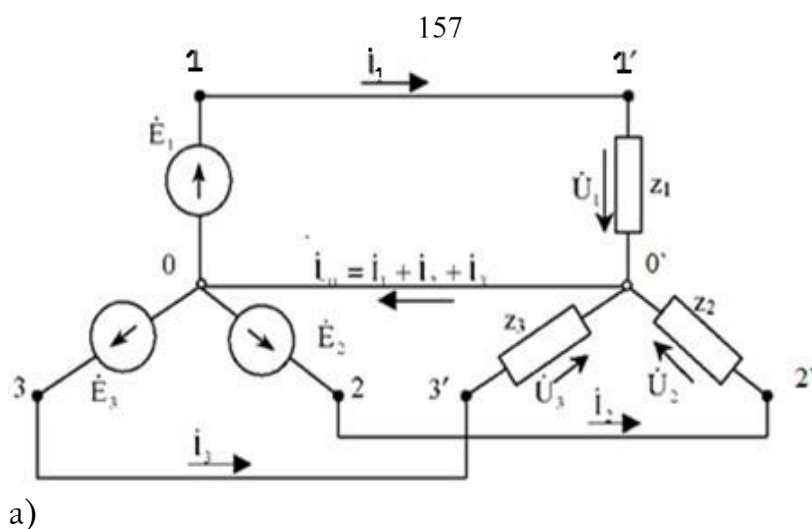
1', 2' va 3' tugunlarning har biri bilan iste'molchining 0' neytrali orasida sodir bo'lgan (4-a rasm) \dot{U}_1 , \dot{U}_2 va \dot{U}_3 faza kuchlanishlaridan tashqari, yana 1', 2' va 3' tugunlaridan istagan ikkitasining orasida hosil bo'luvchi (4-b rasm) \dot{U}_{12} , \dot{U}_{23} va \dot{U}_{31} liniya kuchlanishlari sodir bo'ladi. Liniya kuchlanishlari faza kuchlanishlarining ayirmasi hisoblangani uchun, faza kuchlanishlaridan o'zlarining miqdorlari va yo'nalishi jihatidan farq qiladi.

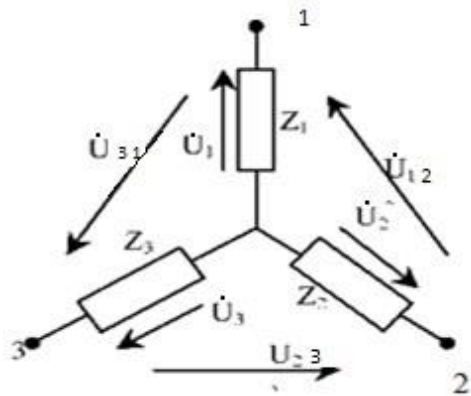
Faza kuchlanishlarining (\dot{U}_1 , \dot{U}_2 va \dot{U}_3) vektorlari 4-a rasmda ko'rsatilgani bo'yicha 1', 2' va 3' tugunlardan shartli "nol kuchlanishli" (sistemaning 0 nuqtasi yerga ulanganda) 0' nuqtaga ulangan bo'ladi. Agar \dot{U}_{12} , \dot{U}_{23} va \dot{U}_{31} liniya kuchlanishlarining vektorlarini tegishli 1' dan 2' ga, 2' dan 3' ga va 3' dan 1' ga yo'nalgan deb qabul qilsak, u holda quyidagiga ega bo'lamiz:

$$\dot{U}_{12} = \dot{U}_1 - \dot{U}_2 = U_\Phi(1 - a^2) = \sqrt{3}U_\Phi \left(\frac{\sqrt{3}}{2} + j\frac{1}{2} \right) = U_L e^{j\frac{\pi}{6}}$$

$$\dot{U}_{23} = \dot{U}_2 - \dot{U}_3 = U_\Phi(a^2 - a) = -j\sqrt{3}U_\Phi = U_L e^{j\frac{\pi}{2}}$$

$$\dot{U}_{31} = \dot{U}_3 - \dot{U}_1 = U_\Phi(a - 1) = \sqrt{3}U_\Phi \left(\frac{\sqrt{3}}{2} + j\frac{1}{2} \right) = U_L e^{j\frac{5\pi}{6}}$$





b)
4-rasm.

Yuqoridagi formulalarga ko'ra, \dot{U}_{12} , \dot{U}_{23} va \dot{U}_{31} liniya kuchlanishlarining miqdorlari o'zaro teng, shuningdek, \dot{U}_{12} , \dot{U}_{23} va \dot{U}_{31} , U_{12} , U_{23} va U_{31} vektorlari ham o'zaro $2\pi/3$ burchakka siljigan. Keltirilgan nisbatlarga binoan, uch fazali kuchlanishlarning simmetrik sistemasida liniya kuchlanishi faza kuchlanishidan $\sqrt{3}$ marta katta, ya'ni $U_L = \sqrt{3}U_\phi$.

Shunga o'xshash munosabatlarni generatorning e.y.u.k. vektorlari uchun ham yozish mumkin:

$$\dot{E}_{12} = \sqrt{3}E_\phi e^{j\frac{\pi}{6}} = E_L e^{j\frac{\pi}{6}}, \quad \dot{E}_{31} = E_L e^{j\frac{5\pi}{6}},$$

\dot{U}_1 , \dot{U}_2 va \dot{U}_3 vektorlarining haqiqiy yo'nalishlariga ko'ra, 4-b rasmda qabul qilingan kuchlanishlarning shartli belgilanishi juda qulay deb hisoblash mumkin. Bu esa 4-a rasmda ko'rsatilgan vektorlarning o'zaro joylashuvini buzmaydi.

Faza kuchlanishlarining ta'rifidan iste'molchining faza qarshiliklarida \dot{I}_1, \dot{I}_2 va \dot{I}_3 faza toklari hosil bo'lib, ularning qiymatlari Z_1, Z_2 va Z_3 qarshiliklarning miqdorlariga bog'liq. Umumiy holda faza qarshiliklari modullari va argumentlari jihatidan bir xil bo'lmasligi mumkin. Unda bu toklarning vektorlari quyidagicha bo'ladi:

$$\dot{I}_1 = \frac{\dot{U}_1}{Z_1} = \frac{U_\phi}{Z_1} e^{-j\varphi_1} = I_1 e^{-j\varphi_1}$$

$$\dot{I}_2 = \frac{\dot{U}_2}{Z_2} = I_2 e^{-j\frac{2\pi}{3} - j\varphi_2} = I_2 e^{-j(\frac{2\pi}{3} + \varphi_2)}$$

$$\dot{I}_3 = \frac{\dot{U}_3}{Z_3} = I_3 e^{-j(\frac{4\pi}{3} + \varphi_3)}$$

Bu toklarning yig'indisi esa neytral simda 0' nuqtadan 0 nuqtaga oqib o'tayotgan I_0 tokni hosil qiladi, uning vektori esa $\dot{I}_0 = \dot{I}_1 + \dot{I}_2 + \dot{I}_3$ bo'ladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. A. Karimov. Nazariy elektrotexnika. I qism. – Toshkent, 2003.
2. M.Ibadullaev. Nazariy elektrotexnika asoslari (masala va mashqlar to'plami). – Toshkent: "Ozbekiston" nashriyoti, 2015.

3. S.F.Amirov, M.S.Yoqubov, N.F.Jabborov Elektrotexnikaning nazariy asoslari. I-III qism. – Toshkent. “Ozbekiston” nashriyoti, 2007.
4. Л.Р.Нейман, К.С.Демирчян. Теоретические основы электротехники. – Москва, 2006.
5. Г.И.Атабеков. Теоретические основы электротехники. Москва, 1998.
6. Г.В.Зевеке, О.А.Ионкин, А.В.Нетушил, С.В.Страхов. Основы теории цепей. – Москва, 2003.