

## “O`ZGARUVCHAN ELEKTR ZANJIRLARINI MAVZULARARO TAQQOSLASH METODI”

<https://doi.org/10.5281/zenodo.6346485>

**Sirojiddin Zaynobiddinov,**  
*Andijon davlat universiteti akademik*  
**To`lqinov Muhammad Ali Erkinjon Og`li.**  
*Namangan muhandislik-texnologiya instituti*  
**Xudayberdiyev Farxod Toxirjonovich**  
*Namangan muhandislik-texnologiya instituti*

**Annotatsiya:** *Ushbu maqolada “Uch fazali elektr zanjirlarini yulduz va uchburchak ulash” mavzusini fanlararo hamda sxemalarni bir- biriga bog`lagan holda o`xshash, bo`lgan tomonlari va qonuniyatlarini o`qitishning o`ziga xos xususiyatlari, ijobiy tomonlari talabalarda mavzu bo`yicha nazariy hamda amaliy bilim ko`nikmalarini shakllantirish masalalari yoritilgan.*

**Kalit so`zlar:** *Liniya va faza toklari, liniya va faza kuchlanishlari, uchburchak hamda yulduz ulashlar, o`lchov priborlari, neytral sim, tok manbai.*

Oliy ta`lim muassasalarida talabalarga Nazariy elektrotexnika fani tarkibida o`qitiladigan “Uch fazali elektr zanjirlarini yulduz va uchburchak ulash” mavzusi elektr mashinalari fani tarkibidagi “Uch fazali elektr mashinalarni yulduz hamda uchburchak ulash” mavzusi bilan uzviy bog`liq xisoblanib, elektr istemolchilarni yulduz hamda uchburchak usulida uchta qarshilik yordamida ulashni ko`rib chiqilgan.

Istemolchilar yulduz usulida ulanganda uch fazali tizim uch simli yoki to`rta simli bo`lishi mumkin. Bunday ulanish usulida elektr qarshiliklar yoki bir fazali elektr istemolchilar har bir liniya simi bilan neytral sim orasiga ulanadi. Istemolchilar bu usulda ulanganda liniya simlaridagi toklar manbaning mos fazalaridagi toklarga teng bo`ladi, yani:

$$I_L = I_f$$

Yulduz ulashda istemolchilarning faza qarshiliklarida  $I_A$ ,  $I_B$ , va  $I_C$  faza toklari paydo bo`lib, ularning qiymatlari mos ravishda  $Z_A$ ,  $Z_B$ ,  $Z_C$  larning qarshiliklarning miqdorlariga bevosita bog`liq boladi. Negaki umumiy hollarda faza qarshiliklari modullari va argumentlari jihatidan bir xil bo`lmasligi mumkin. U holda mos faza toklarining vektor qiymatlari quyidagicha bo`ladi.[1]

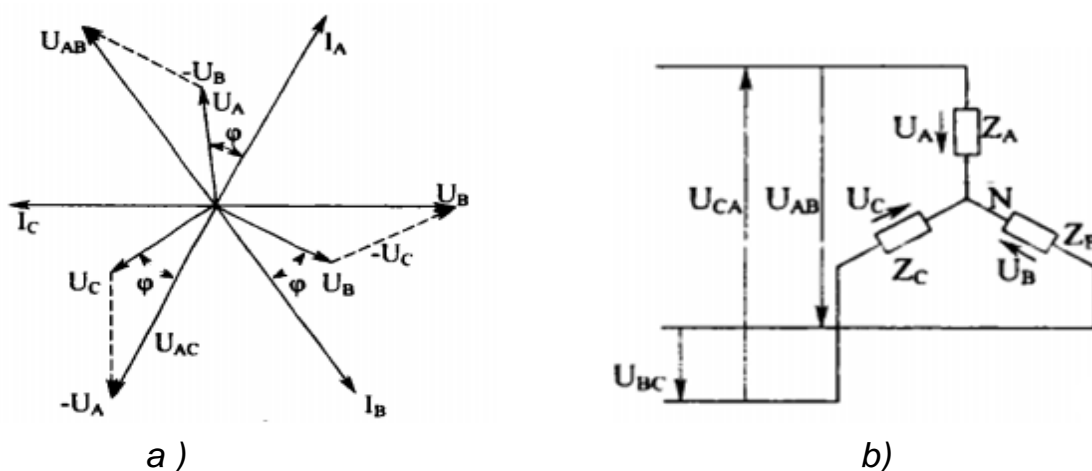


$$\vec{I}_A = \frac{\vec{U}_A}{Z_A} = \frac{U_f}{Z_A} * e^{-j\varphi_1} = I_A * e^{-j\varphi_A} \quad (1)$$

$$\vec{I}_B = \frac{\vec{U}_B}{Z_B} = I_B * e^{-j\left(\frac{2\pi}{3} + \varphi_B\right)} \quad (2)$$

$$\vec{I}_C = \frac{\vec{U}_C}{Z_C} = I_C * e^{-j\left(\frac{4\pi}{3} + \varphi_C\right)} \quad (3)$$

Bu toklarning yig`indisi esa neytral simdagi oqib o`tayotgan  $I_0$  tokni hosil qiladi. Fazalar bo`yicha yulduz ulangan simmetrik yuklama uchun tok va kuchlanishlarning vektor diagrammasi 1-a rasmda ko`rsatilgan. Vektor diagrammaga ko`ra nolinchi simdagi  $I_0$  tok vektorining yo`nalishi va moduli har bir fazadagi toklarning xarakteriga va miqdoriga bog`liq bo`ladi.



**1-rasm. Tok va kuchlanishlarning vektor diagrammasi**

Agarda har bir fazaga yuklangan qarshiliklar  $Z_A, Z_B, Z_C$  miqdor jihatdan bir hil bo`lmay, harakteri jihatidan bir xil bo`lsa, neytral qismdagi (o`tkazgichdagi) tokning moduli doimo eng katta lekin faza tokidan kichik bo`lishini ko`rish mumkin. Bu xususiyatdan amalda uch fazali tokni to`rt o`tkazgichli tarmoq bilan uzatishda eng ko`p foydalaniladi. Shuning uchun rangli metallarni tejash maqsadida neytral o`tkazgichning diametrini faza (liniya) o`tkazgichlariga nisbatan bir oz kichik qilib olish imkoni tug`iladi.

Agar yuklamalar fazalar bo`yicha bir biridan katta miqdorda farq qilsa, nazariy jihatdan neytral o`tkazgichdagi tokning miqdori o`zining eng katta qiymatiga chiqishi balki eng katta faza tokining miqdoridan ham ortib ketishi mumkin. Bunday yuqoridagi holat odatda aholi elektr istemolchilarini transformatorlarga bir xilda teng taqsimlanmaganidan kelib chiqadi va buning natijasida fazalar bo`yicha simmetriya buzilib qurilmalarning ishdan chiqishigabolib keladi. Fazalar bo`yicha yuklama

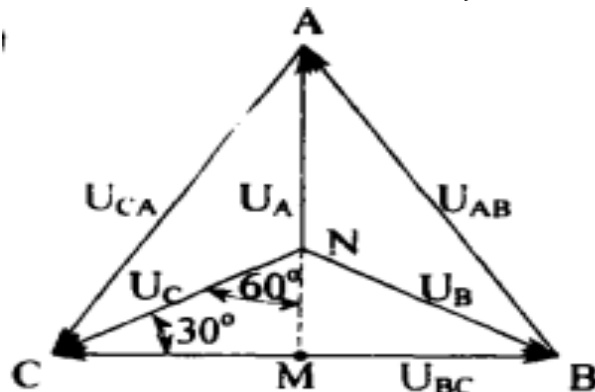
simmetrik bo`lganda ( $Z_A=Z_B=Z_C=Z_{yuk}$ ), faza toklari tok vektorlarining uch fazali simmetrik sistemasini tashkil etadi yani quyidagicha ko`rinishda bo`ladi.[2]

$$\vec{I}_A = \frac{\vec{U}_A}{Z_{yuk}} = \frac{U_f}{Z_{yuk}} * e^{-j\varphi_1} = I_f * e^{-j\varphi_{yuk}} \quad (4)$$

$$\vec{I}_B = \frac{\vec{U}_B}{Z_{yuk}} = I_f * e^{-j\frac{2\pi}{3}-j\varphi_2} = I_f * e^{-j(\frac{2\pi}{3}+\varphi_{yuk})} \quad (5)$$

$$\vec{I}_C = \frac{\vec{U}_C}{Z_{yuk}} = I_f * e^{-j(\frac{4\pi}{3}+\varphi_{yuk})} \quad (6)$$

Uch fazali istemolchilar yulduz usulida ulanganda liniya kuchlanishi bilan faza kuchlanishi miqdor jihatdan  $\sqrt{3}$  ga farq qiladi. Bu farqni simmetrik tizimning quyidagi topografik diagrammasi orqali ko`rish mumkin. "CNM" to`g`ri burchakli uchburchakdan  $U_{BC} = \sqrt{3} * U_C$  ya`ni  $U_L = \sqrt{3} * U_f$  ni aniqlash mumkin.



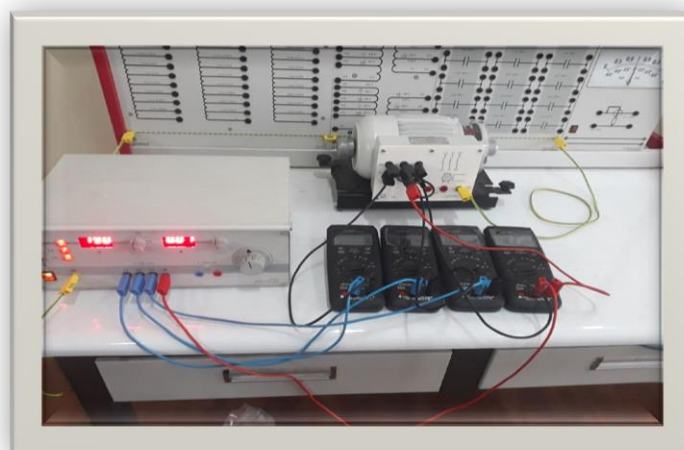
## 2-sxema. Liniya va faza kuchlanishlarini bir- biriga bog`liqligini keltirib chiqarish diagrammasi

Bu hol uchun qurilgan vektor diagrammada faza toklarining yig`indisi nolga teng bo`lib, neytral o`tkazgichdagi tok  $I_0$  bo`lmaydi. Bu esa ana shu uch fazali iste`molchilar guruhlarining elektr energiyasi bilan ta`minlashni faqat uch simli elektr uzatish liniyalari orqali bajarishga imkon beradi va uch simli sistemada bitta liniya simi tejaladi. Uch fazali simmetrik iste`molchilar guruhiga amalda keng tarqalgan uch fazali asinxron dvigatellarni, katta quvvatli (kuchli) transformatorlarni, elektr pechlarni, o`zgaruvchan tokni o`zgarmas tokka aylantiruvchi to`g`rilagichlarni va boshqalarni kiritiladi.

Talabalarga uch fazali zanjirni uchta qarshilik orqali hamda elektr dvigatelni yulduz usulida ulashni belgilangan stentda quyidagicha sxema orqali tushuntiriladi.



**3- sxema. Uch fazali elektr zanjirlarni oddiy qarshiliklar orqali yulduz ulash sxemasi.**



**4-sxema .Uch fazali elektr mashinani yulduz ulash orqali ishga tushirish sxemasi.**

Uch fazali iste'molchilar uchburchak shaklida ulanganda, faza qarshiliklarning boshi va oxiri tegishlicha uch fazali manbadan kelayotgan liniya simlarining mos qismlariga qismlariga ulanadi. Manbani o'zgaruvchan tok generatori deb qarasaq, generator chulg'amlarini ulash usulidan qat'i nazar, iste'molchi tomonidan faqat liniya  $U_{AB}$ ,  $U_{BC}$  va  $U_{CA}$  kuchlanishlarining sistemasi hosil bo'ladi. Bu kuchlanishlar bir vaqtda uch fazali yuklamaning faza kuchlanishlari ham hisoblanadi. Agar Elektr yurituvchi kuch (E.YU.K.) va liniya simlarining qarshiliklari hisobga olinmas bo'lsa, yuklama qarshiliklari

( $Z_{AB} \neq Z_{BC} \neq Z_{CA} \neq 0$ ) ning istalgan qiymatida liniya (faza) kuchlanishlarining simmetriyasi saqlanadi. Uch fazali iste'molchilarning fazalari bo'yicha yuklama (qarshiliklarning) nosimmetrikligi generator ayrim fazalarining quvvat bo'yicha har xil yuklanishiga olib keladi. Iste'molchilarni uchburchak usulida ulashning yana bir afzalliglaridan biri shundaki, iste'molchi manbaga faqat uchta o'tkazgich orqali ulanishidir. E.YU.K lari quyidagicha

$$\vec{E}_A = E_{Am}, \quad \vec{E}_B = E_{Bm} * e^{-j\frac{2\pi}{3}}, \quad \vec{E}_C = E_{Cm} * e^{j\frac{2\pi}{3}} \quad (7)$$

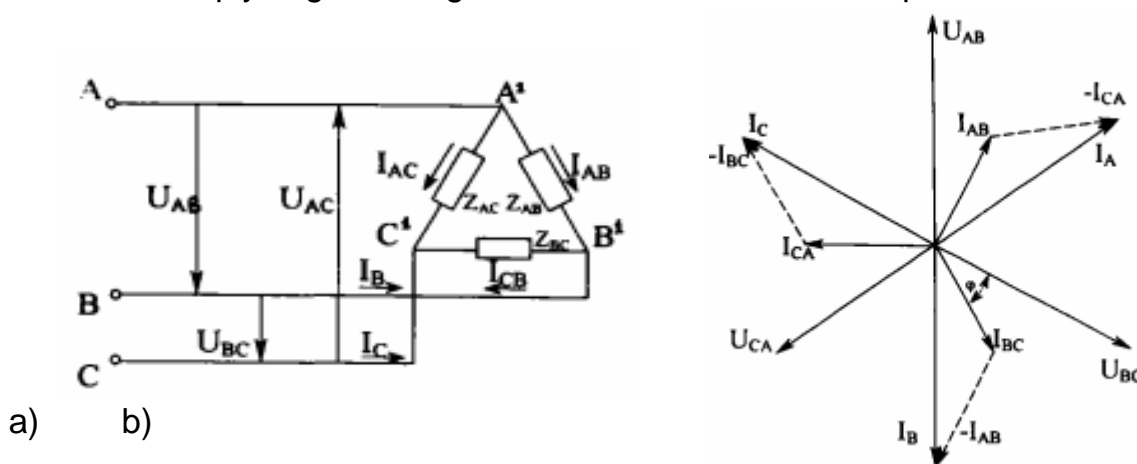
bo'lgan generatorning chulg'amini ulash usuli iste'molchilarning faza qarshiligi qanday nominal kuchlanishga mo'ljallanganligiga bog'liq bo'ladi. Agar  $U_L = G = \sqrt{3} * U_f$  bo'lsa, generatorning chulg'ami (fazalari) yulduz shaklida ulanadi.

Agar uch fazali iste'molchining faza kuchlanishi faza E.YU.K. ga teng, yani  $U_{fnom} = E_f$  bo'lsa, u holda generator fazalari uchburchak shaklida ulanadi.

Uchburchak usulda ulangan elektr istemolchilarda ham quyidagicha kuchlanishlarning vektorlari xosil bo'ladi.

$$\vec{U}_A = U_L = U_f, \quad \vec{U}_B = U_f * e^{-j\frac{2\pi}{3}}, \quad \vec{U}_C = U_f * e^{j\frac{2\pi}{3}} \quad (8)$$

Bu vektorlar quyidagicha teng tomonli uchburchakni xosil qiladi.



**5-sxema. Uchburchak sxema uchun tok va kuchlanishlarning vektor diagrammasi**

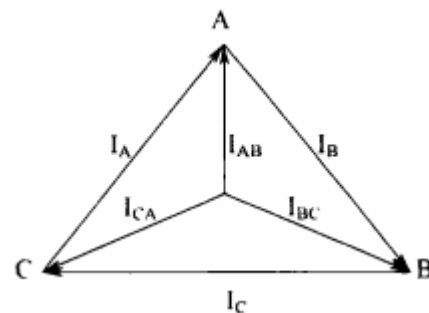
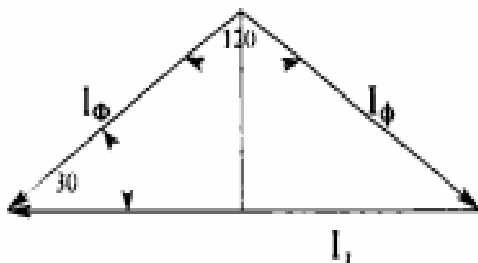
Zanjirning ulanish sxemasiga ko`ra, iste`molchilarning  $\vec{I}_{AB}, \vec{I}_{BC}, \vec{I}_{CA}$  faza toklari Kirxgofning birinchi qonuniga ko`ra, liniya simlaridagi  $\vec{I}_A, \vec{I}_B, \vec{I}_C$  liniya toklari bilan quyidagicha bog`langan bo`ladi. [3]

$$\vec{I}_A = \vec{I}_{AB} - \vec{I}_{CA}, \quad \vec{I}_B = \vec{I}_{BC} - \vec{I}_{AB}, \quad \vec{I}_C = \vec{I}_{CA} - \vec{I}_{BC} \quad (9)$$

Demak,. Liniya toklarining vektorlari unga muvofiq faza toklari vektorlarining ayirmasiga teng ekan.

Uch fazali zanjirlarni uchburchak ulanganda liniya va faza kuchlanishlari o`zaro teng bo`lib, liniya va faza toklari o`zaro bir biridan  $\sqrt{3}$  qiymatga farq qilib, bu farqni quyidagicha ko`rishimiz mumkin.

Agar faza yuklamalarini bir xil deb olsak, bunda faza va liniya simlari uch fazali simmetrik tizimni xosil qiladi. 6-sxemada ko`rsatilgan vektor diagrammadan liniya va faza toklarini o`zaro munosabatini topish mumkin.



**6-sxema. Liniya va faza kuchlanishlarini bir- biriga bog`liqligini keltirib chiqarish diagrammasi**

$$\frac{1}{2} * I_L = I_f * \cos 30^0 = I_f * \frac{\sqrt{3}}{2}; \quad \text{bundan } I_L = I_f * \sqrt{3} \text{ kelib chiqadi}$$

Uch fazali sistema fazalari bo`yicha nosimmetrik yuklama holatida bo`lsa,  $Z_{AB} \neq Z_{BC} \neq Z_{CA}$  faza toklari bir biridan miqdorlari va fazalari jihatidan farq qiladi hamda har bir faza uchun alohida aniqlanadi.

$$\vec{I}_{AB} = \frac{\vec{U}_{AB}}{Z_{AB}}, \quad \vec{I}_{BC} = \frac{\vec{U}_{BC}}{Z_{BC}} \text{ va } \vec{I}_{CA} = \frac{\vec{U}_{CA}}{Z_{CA}}; \quad (10)$$

Agar istemolchining har bir fazasining qarshiligi bir hil bolsa,  $Z_{yuk} = Z_{yuk} * e^{j\varphi_{yuk}}$  faza toklari o`zaro teng bo`ladi ya`ni:

$$\vec{I}_{AB} = \vec{I}_{BC} = \vec{I}_{CA} \quad (11)$$

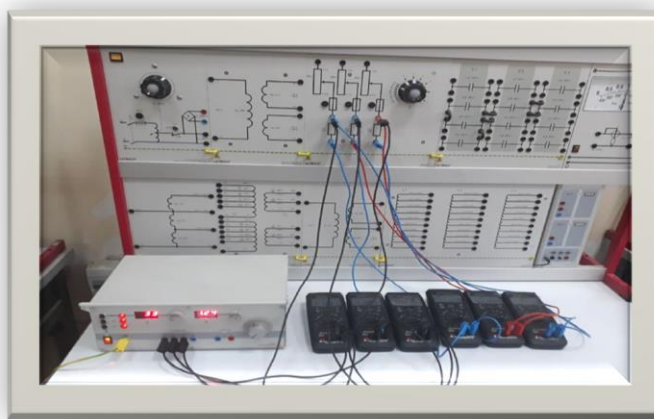
Bu yuqoridagi faza toklarining vektorlari esa o`z navbatida simmetrik tizimni tashkil etadi.

$$\vec{I}_{AB} = I_f * e^{-j\varphi_{yuk}}; \quad \vec{I}_{BC} = I_f * e^{-j(\varphi_{yuk} + \frac{2\pi}{3})}; \quad \vec{I}_{CA} = I_f * e^{-j(\varphi_{yuk} - \frac{2\pi}{3})} \quad (12)$$



Bunga ko`ra, yuklama simmetrik bo`lganda, liniya simlaridagi toklar miqdor jihatdan o`zaro teng bo`lib, ularning vektorlari faza bo`yicha bir-biriga nisbatan  $2\pi/3$  burchakka siljishini, hamda liniya tokining miqdori faza tokidan  $\sqrt{3}$  marta katta:  $I_L = \sqrt{3} * I_f$ , ammo shu bilan bir vaqtda  $U_L=U_f$  bo`lishini ko`rishimiz mumkin.

Talabalarga uch fazali elektr zanjirni uchta qarshilik orqali hamda elektr dvigatelni uchburchak usulida ulashni belgilangan stentda quyidagicha sxema orqali tushuntiriladi.



**7- sxema. Uch fazali elektr zanjirlarni oddiy qarshiliklar orqali uchburchak ulash sxemasi.**



**8-sxema. Uch fazali elektr mashinani uchburchak ulash orqali ishga tushirish sxemasi.**

Uch fazali elektr mashinalarini elektr tarmog`iga yulduz va uchburchak holda ulanish jarayonlarini ko`rib chiqsak. Bunday tur elektr mashinalarni yulduz hamda

uchburchak ulanishlarida tok va kuchlanishlarning o'zgarishiga yuqorida ko'rilgan hamda keltirilgan formulalar va sxemalar tegishli xisoblanadi.

Uch fazali elektr mashinalarni ishga tushurish paytida ishga tushirish tokining qiymati elektr tarmog'i quvvati bilan chegaralangandan yuqori bo'lmashligi talab etiladi. Aks holda kuchlanishning tushuvi katta qiymatga ega bo'lib, natijada bu elektr tarmog'iga ulanib ishlab turgan boshqa elektr mashinalarning to'xtab qolishiga olib kelishi ham mumkin bo'ladi. Bunga yo'l qo'ymaslik uchun katta quvvatli elektr mashinalarni ishga tushirishda ishga tushirish tokini kamaytirish uchun statorga beriluvchi kuchlanishni pasaytirish talab etiladi. Elektr mashinalarni ishga tushurish tokini kamaytirish quyidagi usullar orqali amalga oshirilishi mumkin:

- a) Silliq ishga tushurish orqali (Elektr mashinani kuchlanishini asta sekin belgilangan qiymatigacha ortirib borish orqali);
- b) reaktor, avtotransformator yoki aktiv qarshilik orqali ishga tushirish;
- c) Yulduzdan uchburchakka almashtirib ulash bilan ishga tushirish:

Elektr mashinalarni elektr tarmog'iga bevosita ulab ishga tushirish eng keng tarqalgan usullardan hisoblanadi. Bu usulda ishga tushiriluvchi elektr mashina statoriga ulanuvchi ampermetrni nominal tokning  $5 \div 7$  karrasiga tanlanadi. Stator chulg'amiga beriluvchi kuchlanishni pasaytirib, ishga tushirish toki kamaytirilganda elektr mashinaning aylantiruvchi momenti kuchlanishning kvadratiga proporsional ravishda kamayadi. Bunday usullardan faqat elektr mashinani salt ishlash rejimida yoki kichik yuklanishlar bilan ishga tushirishda foydalaniladi.[4]

Normal ish rejimida elektr mashina uchburchak sxemasida ulanib, kichik yuklanish bilan ishga tushirilishga mo'ljallangan bo'lsa, u holda bunday elektr mashina statorini yulduz sxemasida ulab ishga tushirish mumkin bo'ladi. Ishga tushirish jarayoni tugagach, elektr mashina statori uchburchak sxemasiga o'tkaziladi. Bunday usulda elektr mashinalarni ishga tushirishda liniya va faza toklari orasidagi bog'lanishlar quyidagicha bo'lishini ko'rishimiz mumkin.

Yulduz sxemasida liniya toki faza tokiga tengligidan ishga tushirilgan elektr mashina chulg'amidan o'tayotgan tok quyidagicha bo'ladi.

$$I_L^Y = I_f^Y = \frac{U_f}{Z} = \frac{U_L}{\sqrt{3} * Z} \quad (13)$$

Uchburchak sxemasida liniya toki bilan faza toki orasida  $\sqrt{3}$  bo'lganli sababli ishga tushirilayotgan elektr mashina chulg'amidan o'tayotgan tok quyidagicha bo'ladi.

$$I_L^A = \sqrt{3} * I_f^A = \sqrt{3} \frac{U_f}{Z} = \sqrt{3} \frac{U_L}{Z} \quad (14)$$





Demak yuqoridagi formulalardan ko`rinib turibdiki yulduz sxemasida elektr mashinani ishga tushirish, uchburchak sxemasida ishga tushirishdan  $\sqrt{3}$  marta kichik bo`ladi. Shuning uchun elektr mashinalarni ishga tushirishni yulduz ulangan sxemadan uchburchak ulangan sxemaga o`tkazish orqali amalga oshiriladi.

Uch fazali elektr zanjirlari mavzusini fanlararo bog`lab o`qitishda dars jarayonida quyidagicha metodlardan foydalanishimiz mumkin.

### **“Zanjir” metodi**

Ushbu metod mantiqiy ketma-ketlikga asoslangan bo`lib, berilayotgan savollar oddiydan murakkabga borgani sari berilayotgan savollar bir – birini to`ldiradi. Buning natijasida muammoli vaziyatlar sodir bo`ladi. Bularning barchasi o`quvchilarni mustaqil fikrlashga o`rgatadi hamda dars jarayonida qaytar aloqa o`rnatiladi va buning natijasida talabalarni mavzuni o`zlashtirish ko`rsatkichi ortadi. Provardida bu metodni dars jarayonida qo`llash orqali hamfikrlik asosida dostona munosabatlar qaror topadi.[5]

### **“Solishtirish” metodi**

Bu solishtirish metodini dars jarayoniga qo`llash o`tilayotgan mavzuni fan tarkibiga kirgan yoki unga yaqin va bog`liqlik tomonlari bo`lgan fan bilan bog`lash orqali o`rgatish imkonini beradi. Solishtirish metodi orqali talabalarga mavzuni o`rgatish ancha samarali xisoblanib, boshqa mavzu va unga yaqin bo`lgan fanlardagi malumotlarga tayangan xolda o`qitish, bilim va ko`nikmalarni shakllantirish imkonini beradi. [6] Solishtirish metodni qo`llash orqali talabalar avvalgi bilimlarini mustahkamlab olishlari bu metodning afzallik tomonlaridan biri hisoblanadi. Solishtirish metodini ushbu maqolada uch fazali elektr zanjirlarini uchburchak va yulduz ulash bo`yicha quyidagi 3-4 va 7-8 sxemalardan foydalanib, bir–biriga bog`liqligini ko`rsatgan holda talabalarga dars jarayonini tashkil qilish mumkin.

**Xulosa:** Ushbu maqolada uch fazali elektr zanjirlarini yulduz va uchburchak ulash mavzusini elektr mashinalarni uchburchak hamda yulduz ulash mavzusi bo`yicha fanlararo bog`lab o`qitish, uchburchak va yulduz ulanishlardagi asosiy qonuniyatlar, vektor diagrammalar, dars jarayonida qo`llash mumkin bo`lgan metodlar hamda ikki usulda ulanishlari maxsus stand yordamida yig`ilgan va ko`rib chiqilgan bolib, mavzuni shu ketma ketlikda o`qitishni amalga oshirish natijasida talabalarni o`zlashtirish ko`rsatkichini oshirish ko`zda tutulgan.



## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. A. Xonboboyev, N. Xalilov. “Umumiy elektrotexnika va elektronika asoslari” Darslik. T.: O`zbekiston nashriyoti 2000 y
2. A.S.Karimov, M.Ibadullayev, B.Abdullayev. “Elektrotexnikaning nazariy asoslari” Darslik. T.: Fan va texnologiya nashriyoti 2017 y.
3. S.F.Amirov, M.S.Yoqubov, N.G`Jabborov “Elektrotexnikaning nazariy asoslari” o`quv qo`llanma. Toshkent 2007 y.
4. J.S.Salimov, N.B.Pirmatov. “Elektr mashinalari” Darslik. O`zbekiston faylasuflari milliy jamiyati nashriyoti 2011 y.
5. H.T.Omonov, N.X.Xo`jayev, S.A.Madyarova, E.U.Eshchonov. “Pedagogik texnologiyalar va pedagogik mahorat” T.: Iqtisod-moliya 2009 y.
6. Z.D Rasulova “Texnologiya fanini o`qitishda innovatsion pedagogik texnologiyalar” O`quv – metodik majmua 2020 y.
7. Kuchkarov B., Mamatkarimov O., Abdulkhayev A. (2020). ICECAE IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 614 012027 “Influence of the ultrasonic irradiation on characteristic of the structures metal-glass-semiconductor”, Paper ID 116.
8. Qo`chqarov B.X., Nishonov A., Qo`chqarov X.O. (2020). Scientific bulletin of Namangan State University, “The effect of tunneling current on the speed surface generation of charge carriers”, 1(7), 3-6.
9. Vlasov, S.I, Nazirov, D.N, Kuchkarov B.K., Bobokhujayev, K.U., (2014). Influence of all-round compression on formation of the mobile charge in lead-borosilicate glass structure. “Uzbekiston Fizika Jurnal”, 3(16), 231-233.
10. Kuchkarov, B. K., Mamatkarimov, O.O., (2019). Influence of ultrasonic action on the rate of charge formation of the inversion layer in metal-glass-semiconductor structures. “Vestnik KRAUNC. Fiziko-Matematicheskie Nauki”, 4(29), 125-134.
11. Vlasov S.I., Ovsyannikov A.V., Ismailov B.K., Kuchkarov B.H. (2012). Effect of pressure on the properties of Al-SiO<sub>2</sub>-n-Si<Ni> structures. “Semiconductor Physics Quantum Electronics & Optoelectronics”, 2(15), 166-169.

