MURAKKAB ELEKTR ZANJIRLARNI KONTR USULIDA HISOBLASH

Raimov Xolbek Kadirovich - Guliston davlat pedagogika instituti o‘qituvchisi
Xayitboyeva Gulshoda Toir qizi - Guliston davlat pedagogika instituti talabasi
E-mail: physic_kholbek84@mail.ru

Annotatsiya. Ushbu maqola murakkab elektr zanjir hisoblashni Kontur toklar usuli foydalanib zanjir kattaliklarini hisoblashga qaratilgan. Mavzu bo‘yicha barcha formulalar nazariy hisoblangan bo‘lib, bu murakkab elektr zanjirlarni

Tayanch so‘ozlar*:* Elektr toki, kuchlanish, elektr zanjir, ulash simlari, tugun, tarmoq, kontur, Kirxgof qonunlari.

Kirxgofning I-qoidasi. Tugunga ulangan o‘tkazgichlar orqali kiruvchi va undan chiquvchi toklarning algebraik yig‘indisi nolga teng:

$$\sum i_k = 0 \qquad (1)$$

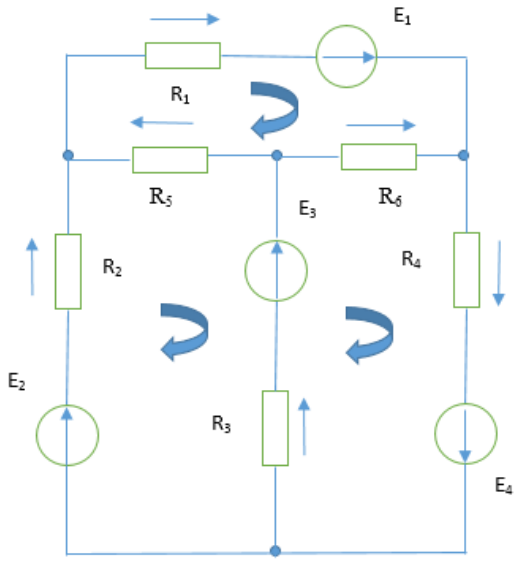
Kirxgofning II-qoidasi.Berk kontur tarmoqlaridagi kuchlanish tushuvlarining algebraik yig‘indisi, Konturdagi EYuKlarning algebraik yig‘ndisiga teng[1-4]:

$$\sum i_n r_n = \sum E_n \qquad (2)$$

Murakkab zanjirlar hisoblashda ba’zi tushunchalarni kiritamiz ya’ni: Elektr zanjir deb, elektr tokini hosil qiluvchi va uni oqib o‘tishini ta’minlash uchun berk yo‘l hosil qiladigan yig‘indisiga aytiladi.**Tarmoq** - elektr zanjirining ma’lum bir qismi bo‘lib, ketma-ket birlashtirilgan qarshiliklar (rezistorlar), energiya manbalari va hokazolardan iborat. **Tugun** - elektr zanjirining uchta va undan ortiq tarmoqlarining birlashgan joyi. **Kontur** zanjirining bir necha tarmoqlaridan iborat yopiq yo‘l.

Kontur toklar usuli

Bu usul berilgan zanjirni Kirxgogning ikkiinch qonuniga binoan tuzilgan tenglamalar bo‘yicha tahlil qilishga asoslangan. Kontur toklar usuli tugun nuqtalar ko‘p bo‘lgan murakkab elektr zanjirlarni hisoblashda samarali bo‘lib, u yordamida tenglamalar sistemai tuzilganida Kirxgofning I –qonuni bo‘yicha tuzilgan tenglamalardan farqli o‘laroq, umumiy yechilgan tenglamalarning soni avvalgi usulga qaraganda bittaga kamayadi. Buning uchun quyidagi zanjirni tahlil qilamiz (1- rasm):



1-rasm

Mazkur usul yordamida murakkab elektr zanjirning sxemasi (1-rasm) hisoblanganda uni avval mustaqil (I, II, va III) konturlarga ajratib, har bir konturda ixtiyoriy yo‘nalishga ega bo‘lgan kontur toklari deb ataladigan I_{K_1}, I_{K_2} va I_{K_3} toklar o‘tayabdi va bu toklar zanjirning qarshiliklarida kuchlanishning tushuvini hosil qiladi. Kontur toklarining yo‘nalishi mumkin qadar EYuK lar yo‘nalishiga mos qilib olinsa maqsadga muvofiq bo‘ladi[1-7]. Agar kontur toklarlarning qiymatlari aniqlansa, ular orqali barcha tarmoqlardagi toklarning haqiyqiy qiymatlarini aniqlash mumkin. Kontur toklari absalyut qiymati jihatidan mustaqil tarmoqlardagi toklarga teng bo‘lishi kerak. Agar mustaqil tarmoqdagi tokning yo‘nalishi kontur tokining yo‘nalishi bilan mos bo‘lsa, mustaqil tarmoqdagi tok “+” ishoraga, mos bo‘lmasa manfiy ishoraga ega bo‘ladi. Yondosh konturdagi tokning haqiyqiy qiymati va yo‘nalishi yondosh toklarining algebraik yig‘indisiga teng. Masalan 1-rasmdagi elektr zanjirining yondosh tarmoqlarining toklari[1-2]:

$$\begin{cases} I_3 = I_{K_3} - I_{K_2} \\ I_5 = I_{K_1} - I_{K_2} \\ I_6 = I_{K_3} - I_{K_1} \end{cases} \quad (3)$$

Kontur toklari I_{K_1}, I_{K_2} va I_{K_3} toklarni aniqlash uchun har bir kontur alohida, Kirxgofning ikkinchi qonuniga asosan tenglama tuziladi. Tenglama tuzishda quyidagilarga rioya qilish kerak:

A. Konturlar uchun tenglamalar tuzishda konturni aylanib chiqishni kontur toklari yo‘nalishida olish.
B. Tenglamada tarmoq toklarining o‘rniga konturning barcha tarmoqlar uchun bir xil bo‘lgan kontur toklarini olish.
C. Yo‘nalishi kontur tokening yo‘nalishi bilan mos bo‘lgan EYuK larni “+” ishora bilan, yo‘nalishi mos bo‘lmagan EYuKlarni esa “-” ishora bilan yozish.

D. Yondosh tarmoqlardagi tokning yo'nalishi kontur tokening yo'nalishi bilan mos bo'lsa, yondosh tarmoqning qarshiligi "+" ishora bilan, aksincha bo'lsa "-" ishora bilan tenglamaga kiritiladi.

E. Sxemada nechta mustaqil kontur bo'lsa, shuncha tenglama tuzish kerak.

Shunday qilib, ko'rilayotgan elektr zanjir sxem uchun Kirxgofning ikkinchi qonuniga asosan quyidagi tenglamalar sistemasini tuzamiz:

$$\begin{cases} E_1 = (R_1 + R_5 + R_6)\cdot I_{K_1} - R_5 I_{K_2} - R_6 I_{K_3} \\ E_2 - E_3 = (R_2 + R_3 + R_5)\cdot I_{K_2} - R_5 I_{K_1} - R_3 I_{K_3} \\ E_3 + E_4 = (R_3 + R_4 + R_6)\cdot I_{K_3} - R_6 I_{K_1} - R_3 I_{K_2} \end{cases} \quad (4)$$

Quyidagi belgolashlarni kiritaylik:

$$\begin{cases} E_I = E_1 \\ E_{II} = E_2 - E_3 \\ E_{III} = E_3 + E_4 \end{cases} \quad (5)$$

$$\begin{cases} R_{11} = R_1 + R_5 + R_6 \\ R_{22} = R_2 + R_3 + R_5 \\ R_{33} = R_3 + R_4 + R_6 \end{cases} \quad (6)$$

$$\begin{cases} R_{12} = R_{21} = -R_5 \\ R_{13} = R_{31} = -R_6 \\ R_{23} = R_{32} = -R_3 \end{cases} \quad (7)$$

Ushbu belgilashlardan foydalanib (4) sistemani quyidagi ko'rinishda yoza olamiz:

$$\begin{cases} E_I = R_{11}\cdot I_{K_1} + R_{12} I_{K_2} + R_{13} I_{K_3} \\ E_{II} = R_{21} I_{K_1} + R_{22}\cdot I_{K_2} + R_{23} I_{K_3} \\ E_{III} = R_{31} I_{K_1} + R_{32} I_{K_2} + R_{33}\cdot I_{K_3} \end{cases} \quad (8)$$

Bu yerda E_I, E_{II} va E_{III} - tegishli konturlardagi EYuK larning algebraik yig'indisi;

R_{11}, R_{22} va R_{33} - tegishli konturdagi qarshiliklarning algebraik yig'indisi;

R_{12}, R_{21} va R_{13} hamda R_{31}, R_{23} va R_{32} - tegishli yondosh konturlar orasidagi yondosh tarmoqlar qarshiiklarining yig'indisi yoki konturlarning o'zaro qarshiligi.

(8) tenglamalar sistemasi, odatda aniqlovchilar usuli yordamida yechiladi. Agar u n ta mustaqil konturli elektr zanjir uchun $I_{K_1}, I_{K_2}, I_{K_3} ..., I_{K_n}$ kontur toklarini aniqlash kerak bo'lsa, n ta tenglama tuziladi, ya'ni

$$\begin{cases} E_1 = R_{11}\cdot I_{K_1} + R_{12}I_{K_2} + R_{13}I_{K_3} + ... + R_{1n}I_{K_n} \\ E_{II} = R_{21}I_{K_1} + R_{22}\cdot I_{K_2} + R_{23}I_{K_3} + ... + R_{2n}I_{K_n} \\ E_{III} = R_{31}I_{K_1} + R_{23}I_{K_2} + R_{33}\cdot I_{K_3} + ... + R_{3n}I_{K_n} \\ ..... \\ E_n = R_{n1}I_{K_1} + R_{n2}I_{K_2} + R_{n3}\cdot I_{K_3} + ... + R_{nn}I_{K_n} \end{cases} \quad (9)$$

Tuzilgan n –tenglamalar sistemasi yordamida k – konturdagi I_K ni quyidagicha aniqlash mumkin:

(8) tenglamalar sistemasidan ko‘rinadiki, bu uch noma’lumli uchta chiziqli tenglamalar sistemasidan iboratdi, shuning uchun uning yechish usullsridan foydalanamiz. Bunda biz Kramers usulidan foydalanishimiz biz uchun qulaydir. Kramers usulida bosh determinani $\Delta \neq 0$ bo‘lishi bizni qanoatlantiradi, ya’ni[9-11]:

$$\Delta = \begin{vmatrix} R_{11} & R_{12} & R_{13} \\ R_{21} & R_{22} & R_{23} \\ R_{31} & R_{32} & R_{33} \end{vmatrix} = R_{11}R_{22}R_{33} + R_{21}R_{32}R_{13} + R_{12}R_{23}R_{31} - R_{13}R_{22}R_{31} - R_{21}R_{12}R_{33} - R_{11}R_{32}R_{23} \neq 0 \quad (10)$$

Bundan biz uchun topilishi zarur bo‘lgan zanjir kattaliklarini topa olamiz:

$$I_{K_1} = \frac{\Delta_{I_{K_1}}}{\Delta};\ I_{K_2} = \frac{\Delta_{I_{K_2}}}{\Delta};\ I_{K_3} = \frac{\Delta_{I_{K_3}}}{\Delta} \quad (11)$$

(11) tenglamalarning sur’atidagi kattaliklarni quyidagi formulalar yordamida topamiz:

$$\Delta_{I_{K_1}} = \begin{vmatrix} E_I & R_{12} & R_{13} \\ E_{II} & R_{22} & R_{23} \\ E_{III} & R_{32} & R_{33} \end{vmatrix} = E_I R_{22}R_{33} + E_{II}R_{32}R_{13} + E_{III}R_{12}R_{23} - E_{III}R_{13}R_{22} - E_I R_{32}R_{23} - E_{II}R_{12}R_{33} \quad (12)$$

$$\Delta_{I_{K_2}} = \begin{vmatrix} R_{11} & E_I & R_{13} \\ R_{21} & E_{II} & R_{23} \\ R_{31} & E_{III} & R_{33} \end{vmatrix} = E_{II}R_{11}R_{33} + E_I R_{23}R_{31} + E_{III}R_{21}R_{13} - E_{II}R_{31}R_{13} - E_{III}R_{23}R_{11} - E_I R_{21}R_{33} \quad (13)$$

$$\Delta_{I_{K_3}} = \begin{vmatrix} R_{11} & R_{12} & E_I \\ R_{21} & R_{22} & E_{II} \\ R_{31} & R_{32} & E_{III} \end{vmatrix} = E_{III}R_{11}R_{22} + E_I R_{32}R_{21} + E_{II}R_{12}R_{31} - E_I R_{31}R_{22} - E_{II}R_{32}R_{11} - E_{III}R_{12}R_{21} \quad (14)$$

Shu usul bilan zanjir kattaliklari topiladi. Agar elektr zanjirda mustaqil konturlar soni n ta bo‘lsa u holda, (9) tenglamalar sistemasiga o‘xshash tenglamalar sistemasi tuziladi va uning yechish usuli yuqoridagi tartibda amalga oshiriladi. Ammo bir jihatiga e'tiborli bo‘lishi kerak, ya'ni mustaqil konturlar sonoga mos toklar movjud bo‘lib bunda Kramers usulini qo‘llab bo‘lmaydi bu holda Gauss usulidan foydalanish maqsadga muvofiqdir [8-9].

Agar biror R_K qarshilik orqali faqat bitta I_K kontur toki o‘tsa, but ok shu tarmoqning haqiqiy toki hisoblanadi. Agar biror R_q qarshilikdan ikkta kontur tok o‘tsa, superpozitsiya prinsipga ko‘ra, haqiyqiy I_q tok o‘sha kontur toklarining algebraik yig‘indisiga teng.

Xulosa o‘rnida Kirxgof qoidalari asosida murakkab elektr zanjirlarni hisoblash ma'lum talablari mavjud bo‘lib, bu algoritmga amal qilib elektr zanjirdagi tok kuchi, kuchlanish hamda elektr yurituvchi kuch kabi asosiy kattaliklarni hisoblab toppish mumkin. Kontur toklar usulida ham Kirxgof qonunlaridan foydalanib tenglamalar tuzilib zanjir kattaliklari hisoblab topiladi. Hozirda o‘rganuvchilar uchun Murakkab zanjirlarni hisoblashning kontur toklar usulidan foydalanish natijalarni tez hisoblashga olib keladi, chunki bu usulda hisoblash umumiy tenglamalardan bitta kam tenglama tezish talab qilinadi.