ELEKTROTEXNIKADA KOMPLEKS SONLAR: O'ZGARUVCHAN TOK ZANJIRLARINI HISOBLASHNING ENG OSON YO'LI

Qurbonov Shuhrat Zarifovich
Qarshi Davlat Texnika Universiteti mustaqil izlanuvchisi
Xushvaqtova Kumushbibi Anvar qizi
Qarshi davlat texnika universiteti 1-kurs talabasi

Annotatsiya: O‘zgaruvchan tok zanjirlarini hisoblash ko‘pincha murakkab trigonometrik formulalarni talab qiladi. Mazkur maqola ushbu jarayonni kompleks sonlar yordamida qanday qilib osonlashtirish mumkinligini ko‘rsatib beradi. Unda vektor diagrammalaridan kompleks ifodalarga o‘tish, aktiv va reaktiv qarshiliklarni yagona kompleks shaklda yozish hamda Kirxgof qonunlarini o‘zgaruvchan tok uchun qo‘llash algoritmlari sodda tilda tushuntirilgan. Maqola talabalar va elektrotexnika sohasidagi mutaxassislar uchun amaliy qo‘llanma vazifasini o‘taydi.

Kalit so‘zlar: elektrotexnika, kompleks sonlar, hisoblash usullari, o‘zgaruvchan tok, reaktiv qarshilik, faza siljishi.

Kirish

Elektrotexnika olamiga qadam qo‘ygan har bir talaba o‘zgarmas tok zanjirlarini (DC) hisoblashni tezda o‘rganib oladi. Chunki u yerda hamma narsa oddiy: qarshilik bor, kuchlanish bor va mashhur Om qonuni (I = U / R) mavjud. Biroq, o‘zgaruvchan tok (AC) zanjirlariga o‘tganda, vaziyat tubdan o‘zgaradi.

O‘zgaruvchan tokda tok va kuchlanish vaqt o‘tishi bilan sinus qonuniyati bo‘yicha tebranadi. Zanjirga g‘altak yoki kondensator ulanganda, ular orasida faza siljishi

(birining ikkinchisidan kechikishi yoki o‘zib ketishi) yuzaga keladi. Buni oddiy sonlar bilan hisoblab bo‘lmaydi. Bu yerda bizga yordamga matematikadagi eng qiziqarli soha — **kompleks sonlar** keladi.

1. Nima uchun kompleks sonlar kerak?

O‘zgaruvchan tok zanjiridagi sinusoidal kattalikni quyidagicha yozish mumkin:

$$u(t) = U_m \cdot sin(\omega t + \varphi)$$

Agar bizda shunday ikkita kuchlanish bo‘lsa va ularni qo‘shish kerak bo‘lsa, murakkab trigonometrik formulalarni yechishimizga to‘g‘ri keladi. Kompleks sonlar esa bu "to‘lqinlar"ni tekislikdagi **vektorlar** (yo‘naltirilgan kesmalar) ko‘rinishida tasvirlashga imkon beradi. Vektorlar bilan ishlash esa sinuslar bilan ishlashdan o‘n barobar osonroq.

2. Asosiy formulalar va tushunchalar

Kompleks son elektrotexnikada odatda $A = a + jb$ shaklida yoziladi. Bu yerda j — mavhum birlik ($j = \sqrt{\{-1\}}$). Elektrotexnikada i harfi tokni anglatgani uchun, chalkashmaslik maqsadida j harfidan foydalaniladi.

Kompleks impedans (To‘la qarshilik):

O‘zgaruvchan tok zanjirida faqatgina aktiv qarshilik (R) emas, balki reaktiv qarshiliklar (g‘altak X_L va kondensator X_C) ham bo‘ladi. Ularning barchasini bitta kompleks son bilan ifodalash mumkin:

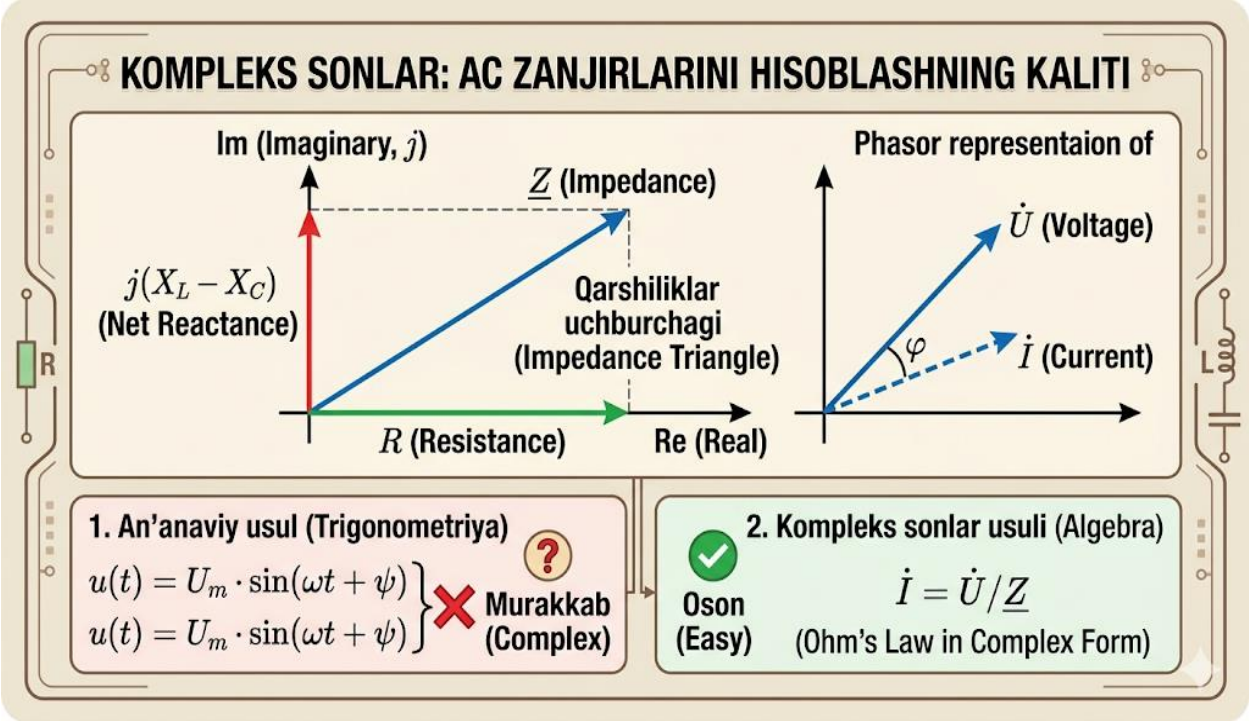
$$\{Z\} = R + j(X_L - X_C)$$

Bu yerda: R — haqiqiy qism (aktiv qarshilik);

- $j(X_L - X_C)$ — mavhum qism (reaktiv qarshilik).

Om qonunining kompleks shakli:

Kompleks sonlar yordamida o‘zgaruvchan tok uchun Om qonuni xuddi o‘zgarmas tokdagidek ko‘rinishga keladi: I = U\Z



1-rasm. O‘zgaruvchan tok zanjiri parametrlarining kompleks tekislikdagi tasviri. Ushbu chizmada o‘zgaruvchan tok zanjirlarini hisoblashda ishlatiladigan asosiy tushunchalar vizual tarzda jamlangan. Chizma uchta muhim qismdan iborat:

1. Qarshiliklar uchburchagi (Impedance Triangle):

Chizmaning chap tomonida kompleks tekislik tasvirlangan. Unda zanjirning to‘la qarshiligi (Z) ko‘k rangli vektor shaklida ko‘rsatilgan.

- **Gorizontal o‘q (Re):** Aktiv qarshilik (R) — bu energiya isrof bo‘ladigan qism.

- **Vertikal o‘q (Im, j):** Reaktiv qarshiliklar farqi ($X_L - X_C$). Bu qism energiya almashinuvi uchun javob beradi.
- Ushbu ikki qiymat birlashib, zanjirning **to‘la impedansini** (Z) hosil qiladi.

2. Vektor diagrammasi (Phasor representation):

O‘ng tomonda kuchlanish (U) va tok (I) vektorlari tasvirlangan. Ularning orasidagi burchak (φ) **faza siljishi** deb ataladi. Kompleks sonlar aynan shu burchakni va vektorlar uzunligini oddiy raqamlar orqali ifodalash imkonini beradi.

3. Taqqoslash: Trigonometriya vs Algebra:

Chizmaning pastki qismida nima uchun bu usul "eng oson yo‘l" ekanligi isbotlangan:

- **Murakkab yo‘l:** Sinusli funksiyalar va differensial tenglamalar bilan ishlash (bu juda ko‘p vaqt va chalkashlikka olib keladi).
- **Oson (Kompleks) yo‘l:** Oddiy algebraik bo‘lish amali — I =U / Z. Bu yerda biz o‘zgarmas tok qonuniyatlaridan o‘zgaruvchan tok uchun foydalanamiz.

> **Xulosa:** Chizmadan ko‘rinib turibdiki, kompleks sonlar yordamida biz tebranuvchi to‘lqinlarni harakatsiz vektorlarga aylantiramiz va murakkab hisob-kitoblarni oddiy arifmetikaga keltiramiz.

3. Kompleks sonlarning turli shakllari (Hisoblash uchun qulaylik)

Elektrotexnikada kompleks sonlar ikki xil shaklda ishlatiladi va har birining o‘z vazifasi bor:

- **Algebraik shakl (A = a + jb):** Bu shakl zanjirdagi qarshiliklarni (aktiv va

reaktiv) **qo‘shish va ayirish** uchun juda qulay.

- *Misol:* $Z_{umumiy} = Z_1 + Z_2$

- **Ko‘rsatkichli shakl** ($\boldsymbol{A = A \cdot e^{j\varphi}}$): Bu shakl tok va kuchlanishlarni **ko‘paytirish va bo‘lish** uchun ishlatiladi.
  - *Misol:* $I = \frac{Ue^{j\varphi}}{Ze^{j\varphi}} = \frac{U}{Z}e^{j(\varphi-\varphi)}$

4. Amaliy misol: Ketma-ket ulangan zanjir

Tasavvur qiling, bizda aktiv qarshilik (R) va g‘altak (L) ketma-ket ulangan. Ularning to‘la qarshiligini topish uchun shunchaki arifmetik qo‘shish yetarli emas. Kompleks usulda bu quyidagicha ko‘rinadi:

1. G‘altakning reaktiv qarshiligi hisoblanadi: X_L = ωL
2. Kompleks impedans yoziladi: $\underline{Z} = R + jX_L
3. Zanjirdagi tokning kompleks amplitudasi aniqlanadi: $\{I\} = \frac{U}{R+jX_L}$

Ushbu qisqa bosqichlar orqali biz murakkab differensial tenglamalarni chetlab o‘tib, aniq natijaga ega bo‘lamiz[7].

5. Kompleks usulning afzalliklari (Xulosa o‘rnida)

Nima uchun talabalar bu usulni mukammal egallashi shart?

- **Vaqtni tejash:** Sinus va kosinuslar bilan bir soat davom etadigan hisob-kitob kompleks sonlar yordamida 5-10 daqiqada hal bo‘ladi.
- **Xatoliklarni kamaytirish:** Vektor diagrammalari bilan ishlash jarayonni vizual nazorat qilish imkonini beradi.
- **Kelajak muhandisligi:** Zamonaviy kompyuter dasturlari (Matlab, Multisim,

PSpice) elektr zanjirlarini aynan mana shu kompleks algoritmlar asosida hisoblaydi.

XULOSA

Xulosa o‘rnida aytish mumkinki, kompleks sonlar elektrotexnika fanining "alfabiti" hisoblanadi. Bir qarashda mavhum va tushunarsiz tuyulgan j mavhum birligi aslida o‘zgaruvchan tok zanjirlaridagi murakkab fizik jarayonlarni oddiy algebraik tilga o‘girib beruvchi tarjimondir.

Ushbu usulni o‘zlashtirish orqali talaba va yosh muhandislar quyidagi natijalarga erishadilar:

1. **Matematik yengillik:** Sinusoidal kattaliklar ustida bajariladigan og‘ir trigonometrik amallar o‘rnini oddiy va tushunarli algebraik hisob-kitoblar egallaydi.
2. **Mantiqiy izchillik:** O‘zgarmas tok uchun amal qiluvchi Om va Kirxgof qonunlarini hech qanday o‘zgarishsiz o‘zgaruvchan tok zanjirlariga ham tatbiq etish imkoniyati paydo bo‘ladi.
3. **Kasbiy mahorat:** Kompleks sonlar usulini bilish — zamonaviy energetika tizimlari, elektronika va avtomatika sohalaridagi murakkab masalalarni yechish uchun poydevor yaratadi.

Shunday qilib, kompleks sonlar muhandislik masalalarini qiyinlashtiruvchi to‘siq emas, balki hisob-kitoblarni osonlashtiruvchi, vaqtni tejovchi va aniqlikni ta’minlovchi eng samarali vositadir. Ushbu usulni mukammal egallash bo‘lajak muhandis uchun nafaqat o‘quv dasturini o‘zlashtirishda, balki kelajakdagi amaliy faoliyatida ham eng katta muvaffaqiyat kaliti bo‘lib xizmat qiladi. Xulosa o‘rnida shuni aytish mumkinki STEAM fanlarining metodologik aspekti deyilganda, nazariy

bilimlarni shu vaqtning o‘zida amaliyyotga yo‘naltirishga qaratilgan ta’limni turli metod, usul, vosita va shakllarini qo‘llash tushuniladi[7].

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Ayupov Sh.A., Omirov B.A., Xudoyberdiyev A.X., Haydarov F.H. **Algebra va sonlar nazariyasi.** – Toshkent: O‘zbekiston Milliy universiteti nashriyoti, 2019.
2. Abdullayev B., Alimov A.A., Abduraimov E.X., Xalmanov D.X. **Elektrotexnika va elektronika** – Toshkent, 2022.
3. M.Turdiyev **Elektrotexnika va elektronika asoslari** – Toshkent, 2014.
4. A.Mirisayev **Elektrotexnika va elektronika** – Toshkent, 2022.
5. X.K.Aripov., A.M.Abdullayev **Elektrotexnika va sxemotexnika** – 2017.
6. Primov T.I., Qurbonov S.Z. Matematik modellarni tuzishda variatsion tamoillar. “Academic Research in Educational Sciences”. 2021, Volume 2,
7. *Shuhrat Qurbonov* OLIY TALIMDA MUSTAQIL TA’LIM OLISHNING TURLI USULLARI VA ULARNING TASNIFLARI O‘ZBEKISTON MILLIY UNIVERSITETI XABARLARI, 2023, [1/8/1] 134-136 betlar