

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY VA O‘RTA MAXSUS TA’LIM VAZIRLIGI

ISLOM KARIMOV NOMIDAGI
TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI

YO‘NALISHGA KIRISH

fanidan amaliy mashg‘ulotlar

Toshkent–2017

UDK 658.26 (075.8)

Tuzuvchilar: Karimov R.Ch., Rafiqova G.R.

«5310200-Elektr energetikasi (tarmoqlar va yoʻnalishlar boʻyicha)» taʼlim yoʻnalishi talabalari uchun moʻljallangan. –Toshkent; ToshDTU, 2017. 80 b.

Ushbu uslubiy qoʻllanma «Yoʻnalishga kirish» fanining asosiy boʻlimlarini oʻz ichiga olgan holda, amaliy mashgʻulotlar jarayonida talabalar elektr texnikasining asosiy qonunlarini masalalar yordamida chuqurroq oʻrganadilar. Uslubiy qoʻllanma birinchi bosqich talabalarining boʻlgʻusi sohasi, yaʼni «Elektr energetika» yoʻnalishi bilan tanishtiradi hamda uning hozirgi jamiyatdagi oʻrni va ilmiy-texnika taraqqiyotiga taʼsirini oʻrgatadi.

Amaliy mashgʻulotlarning mavzulari «Elektr energetika» yoʻnalishi boʻyicha texnika oliy oʻquv yurtlari talabalari uchun tavsiya etiladi.

Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti Ilmiy-uslubiy kengashi qaroriga asosan nashr etishga tavsiya etilgan.

Taqrizchilar: Haydarov S.J. – ToshDTU «Elektr stansiyalari, tizimlari va tarmoqlari» kafedrası dotsenti, t.f.n.
Sattarov X.A. – TATU «Energiya taʼminlash tizimlari» kafedrası dotsenti, t.f.n.

Kirish

O‘zining mustaqil ijtimoiy-iqtisodiy rivojlanish yo‘lini tanlab olgan O‘zbekiston Respublikasi ta’lim sohasini ham sobit qadamlik bilan isloh qilib bormoqda. Ayniqsa, “Ta’lim to‘g‘risida”gi Qonun va “Kadrlar tayyorlash milliy dasturi” qabul qilingach, bu boradagi ishlar keng ko‘lamga erishdi. Ushbu hujjatlarning talablari asosida bilim va kasb-hunar egallashga bo‘lgan e’tibor kuchayib ketdi. Shu tufayli ta’lim-tarbiya tizimiga yangicha ilmiy-uslubiy yondashuvlar kirib kela boshladi. Bu yondashuvlar, o‘z navbatida, albatta o‘quv jarayonining turli tashkiliy va muayyan ijobiy o‘zgarishlarini sodir etadi. Asosan ularning ko‘pchiligi pedagogik texnologiyalar va pedagogik mahorat bilan uzviy bog‘liqdir.

Shuning uchun, zamonaviy pedagogik texnologiyalarni o‘quv jarayoniga kiritishda uning boshqaruvchisi bo‘lgan o‘qituvchigina ko‘zlangan maqsadga erishishning bosh kafolatchisi bo‘ladi. Agar shu nuqtayi nazardan kelib chiqib qaraydigan bo‘lsak, yangi pedagogik texnologiyalar va uning asosiy negizi bo‘lgan axborot-kommunikatsiya texnologiyalarini ta’lim tizimiga joriy etishda uning boshqaruvchisi bo‘lmish o‘qituvchining tayyorgarlik darajasini birinchi o‘ringa qo‘yish lozim. Shu sababli pedagogik jarayonlarning kun tartibidagi aksariyat dolzarb muammolarining ijobiy yoki maqsadga muvofiq tarzda hal qilinishi ko‘p jihatdan o‘qituvchining kasbiy salohiyati va pedagogik mahoratiga bog‘liqdir.

Yangi pedagogik va axborot texnologiyalarini o‘quv jarayoniga joriy etish ko‘lamini kengaytirish, bu yo‘nalishda ilg‘or tajribalarni tatbiq qilish, har bir fan bo‘yicha bu sohada aniq rejalarni tuzish va amalga oshirish, shuningdek, o‘quv-tarbiya jarayonida zamonaviy pedagogik va axborot texnologiyalarining keng joriy etilishiga erishish, ta’lim tizimini zarur axborot vositalari bilan yetarli darajada ta’minlash, ta’lim muassasalarini kommunikatsion tarmoqlarga bog‘lash kabi vazifalar muhim hisoblanadi.

Xullas, pedagogik texnologiya o‘qitish jarayonlarini optimal tashkil etishdir. O‘quv materiallarini tanlash, qayta ishlab o‘quvchi yoki talabalarning kuchiga, o‘zlashtirish xususiyatlariga moslab shakl va hajmini o‘zgartirish ham ta’lim texnologiyasiga daxldor.

O‘zbekiston energetikasi xalq xo‘jaligining asosiy sohasi bo‘lib, respub-likada iqtisodiy va texnika taraqqiyotining mustahkam poydevori hisoblanadi. Hozirda O‘zbekiston energetikasi respublika xalq xo‘jaligining energiyaga bo‘lgan ehtiyojlarini to‘la-to‘kis ta’minlab, qo‘shni mamlakatlarga ham eksport qilinmoqda.

1–amaliy mashg‘ulot. Kulon qonuni va unga doir masalalar

Mashg‘ulotning maqsadi: talabalarga Kulon qonuni va unga oid ma’lumotlarni berish, hamda bilim va ko‘nikmalarini masalalar yordamida shakllantirishdan iborat.

Mashg‘ulotning rejasi:

1. Nazariy qism.
2. Amaliy mashg‘ulotga doir namunaviy masalalar yechish.
3. Amaliy mashg‘ulotni bajarishga oid mustaqil variantlar.
4. Nazorat savollari.

Tayanch so‘zlar va iboralar: nuqtaviy zaryad, o‘tkazgich, ta’sir kuchi, muhit.

1. Nazariy qism

Sharl Ogyusten Kulon (1736-1806). U fransuz muhandisi va fizik, elektrostatik asoschilaridan biri hamda Parij fanlar akademiyasi a’zosi hisoblanadi.



Sharl Kulon fizika sohasida porloq ilmiy natijalarga erishdi. U o‘z ilmiy izlanishlari yo‘lida elektrostatika asosiy qonunlari, magnit qutblarini o‘zaro tortish qonunlari va elektr zaryadlar to‘g‘risida chuqur izlanishlar olib borib, Kulon qonunini kashf etgan.

Kulon qonuni. Bir xil zaryadlangan zarrachalar o‘zaro ta’sir natijasida bir-biridan itariladi, har xil zaryadlanganlari esa tortiladi.

Ikki nuqtaviy zaryadning o‘zaro ta’sir kuchi:

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}, \quad (1.1)$$

bunda, q_1, q_2 – nuqtaviy zaryadlar;

r – zaryadlar orasidagi masofa;

ϵ – muhitning nisbiy dielektrik singdiruvchanligi;

ϵ_0 – elektr doimiysi bo‘lib, uning “SI” sistemasidagi son qiymati quyidagiga tengdir:

$$\epsilon_0 = \frac{1}{4\pi \cdot 9 \cdot 10^9} \left[\frac{Kl^2}{N \cdot m^2} \right] = 8,85 \cdot 10^{-12} \left[\frac{Kl^2}{N \cdot m^2} \right] = 8,85 \cdot 10^{-12} \left[\frac{F}{m} \right]. \quad (1.2)$$

2. Amaliy mashg'ulotga doir namunaviy masalalar yechish

1.1-masala. Oraliq masofasi $0,1 \text{ m}$ bo'lgan ikkita parallel plastinkalar orasidagi kuchlanish 100 V ga teng. Plastinalar orasiga joylashtirilgan $q=10^{-8} \text{ Kl}$ zaryadli jismga qanday kuch ta'sir etadi? Agar plastinkalar orasidagi masofa ikki baravar oshirilsa, zaryadga qanday kuch ta'sir etishini toping.

Yechish. Elektr maydon kuchlanganligini hisoblaymiz:

$$E_1 = \frac{U}{d} = \frac{100}{0,1} = 1000 \text{ V/m.}$$

Zaryadga ta'sir qiladigan kuch:

$$F_1 = E_1 \cdot q = 1000 \cdot 10^{-8} = 10^{-5} \text{ N.}$$

Agar plastinalar orasidagi masofa ikki baravar oshirilsa, zaryadga ta'sir etuvchi kuch

$$F_2 = E_2 \cdot q = \frac{U}{2d} \cdot q = \frac{100}{2 \cdot 0,1} \cdot 10^{-8} = 500 \cdot 10^{-8} = 10^{-5} \text{ N}$$

ga teng bo'ladi.

1.2-masala. Elektr maydonga kiritilgan $q=30 \cdot 10^{-9} \text{ Kl}$ zaryadga $F=2,4 \cdot 10^{-5} \text{ N}$ kuch ta'sir etsa, berilgan nuqtadagi maydon kuchlanganligini aniqlang.

Yechish. Elektr maydon kuchlanganligi quyidagicha aniqlanadi:

$$E = \frac{F}{q} = \frac{2,4 \cdot 10^{-5}}{30 \cdot 10^{-9}} = 800 \text{ V/m.}$$

3. Amaliy mashg'ulotni bajarishga oid mustaqil variantlar

1.3-masala. Ikkita zaryadlangan jismlarning o'zaro tortish kuchi:

- a) ular orasidagi masofa ikki baravar ortsa;
- b) zaryadlardan bittasi uch baravar ortsa;
- c) ikkala zaryad ikki baravar ortsa, qanday o'zgaradi?

1.4-masala. Ma'lum masofadagi ikki zaryad vakuumda 10^{-4} N kuch bilan, suyuqlikda esa $5 \cdot 10^{-5} \text{ N}$ kuch bilan ta'sirlashadi. Suyuqlikni nisbiy dielektrik singdiruvchanligini aniqlang.

1.5-masala. Ikkita zaryadlangan jismlar orasidagi $r_q=0,1 \text{ mm}$ masofaga oshirildi. Agar ularning zaryadlari $q_1=q_2=5 \cdot 10^{-6} \text{ Kl}$ bo'lsa, ular orasidagi tortish kuchi qanchaga o'zgaradi? Nisbiy dielektrik singdiruvchanlik $\epsilon_r=5$ F/m .

1.6-masala. Og'irligi 10^{-3} kg bo'lgan zaryadlangan shar zaryad ishorasi bir xil bo'lgan jism tepasida $0,1 \text{ mm}$ masofada erkin osilib turibdi.

Agar sharning zaryadi jism zaryadidan 10 baravar kam bo'lsa, uning zaryadini toping.

1.7-masala. Ikkita bir xil ishorali, oraliq masofasi $0,1\text{ mm}$, birining zaryadi ikkinchisidan 4 baravar katta bo'lgan zoldirlar orasiga uchinchi zoldimi qanday masofada joylashtirilsa, u muvozanatda bo'ladi?

1.8-masala. Ikkita bir xil ishorali zaryadlangan sharlarni o'zaro ta'sir kuchi, ular orasidagi tortish kuchi bilan muvozanat holatidadir. Agar sharlarning og'irligi 10^{-3} kg dan bo'lsa, ularning zaryadini aniqlang.

1.9-masala. $2 \cdot 10^{-6}$ va $3 \cdot 10^{-6}\text{ Kl}$ zaryadlarning o'zaro ta'sir kuchi va ular orasidagi masofa $0,15; 0,25; 0,35\text{ mm}$ bo'lganida toping.

1.10-masala. Radiusi $0,1\text{ mm}$ bo'lgan sharning zaryadi $0,01\text{ Kl}$ ga teng. Sharning birlik sirtiga to'g'ri keladigan zaryadini toping.

1.11-masala. O'tkazgichning zanjiridan $t=10\text{ sekund}$ vaqt ichida $q=10\text{ Kl}$ zaryad oqib o'tmoqda. O'tkazgich zanjiridan oqayotgan I tokning miqdorini aniqlang.

1.12-masala. O'tkazgichning zanjiriga ulangan ampermetr $I=5\text{ A}$ ni ko'rsatmoqda. O'tkazgich zanjiridan $t=15\text{ sekund}$ vaqt ichida oqayotgan q zaryadning miqdorini aniqlang.

1.13-masala. Fazoda joylashgan $q_1=10\text{ nKl}$ va $q_2=9\text{ nKl}$ zaryadlar $r=5\text{ sm}$ masofada joylashgan bo'lib, zaryadlarning o'zaro ta'sir kuchi F ni aniqlang.

1.14-masala. Fazoda joylashgan $q_1=20\text{ nKl}$ va $q_2=30\text{ nKl}$ zaryadlarning o'zaro ta'sir kuchi $F=5 \cdot 10^{-12}\text{ N}$ bo'lib, zaryadlar joylashgan r masofani aniqlang.

1.15-masala. Fazoda joylashgan $q_2=15\text{ nKl}$ va zaryadlar $r=3\text{ sm}$ masofada joylashgan hamda zaryadlarning o'zaro ta'sir kuchi $F=5,4 \cdot 10^{-8}\text{ N}$ ga teng bo'lib, fazoda joylashgan q_1 zaryad miqdorini aniqlang.

1.16-masala. Fazoda joylashgan $q_1=30\text{ nKl}$ va zaryadlar $r=1\text{ sm}$ masofada joylashgan hamda zaryadlarning o'zaro ta'sir kuchi $F=7,2 \cdot 10^{-10}\text{ N}$ ga teng bo'lib, fazoda joylashgan q_2 zaryad miqdorini aniqlang.

4. Nazorat savollari

1. Kulon qonuni nechanchi yilda kashf etilgan?
2. Ikki nuqtaviy zaryadning o'zaro ta'sir kuchini aniqlash formulasini keltiring.
3. Elektr zaryadning o'lchov birligi qanday?
4. Bir xil va har xil zaryadlangan zarrachalar o'zaro qanday ta'sir ko'rsatadi?
5. Nuqtaviy zaryadlarning o'lchov birligi qanday?

2–amaliy mashg‘ulot. Faradey qonuni. Elektr sig‘imining ishlashiga doir masalalar

Mashg‘ulotning maqsadi:

Talabalarga Faradey qonuni va elektr sig‘imining ishlashiga doir ma’lumotlarni berish hamda bilim va ko‘nikmalarini masalalar yordamida shakllantirishdan iborat.

Mashg‘ulotning rejasi:

1. Nazariy qism.
2. Amaliy mashg‘ulotga doir namunaviy masalalar yechish.
3. Amaliy mashg‘ulotni bajarishga oid mustaqil variantlar.
4. Nazorat savollari.

Tayanch so‘zlar va iboralar: kondensator batareyasi, algebraik yig‘indi, sig‘im, zaryad.

1. Nazariy qism

Maykl Faradey (1791-1867). Ingliz fizigi Maykl Faradey o‘ni kki yil davomida boshlang‘ich maktabni bitirdi. Yosh olim o‘z bilimini oshirishga harakat qildi va ilmiy izlanishlari yo‘lida tabiiy fanlar, ya’ni kimyo va fizika fanlari bilan shug‘ullandi. Dastlab u Angliya laboratoriyalarida o‘z ilmiy izlanishlari yo‘lida kimyoviy tajribalar bilan mustaqil shug‘ullandi.



Faradey elektr va magnit hodisalar o‘rtasidagi munosabatlarni tadqiq qildi hamda 1831-yil elektromagnit induksiya hodisasini kashf etdi.

Faradey, energiyaning saqlanish qonunini kashf qilishdan oldin, 1840-yilda tabiatda mavjud energiyani boshqa turdagi energiyaga o‘zgartirishni taklif etdi hamda elektr uzatish g‘oyasini kiritdi. Uning elektr va magnit maydonlari to‘g‘risidagi g‘oyalari fizikaning rivojlanish yo‘lida katta ta’sir ko‘rsatdi.

Kondensator. Sig‘im

Kondensator deb dielektrik bilan ajratilgan ikkita o‘tkazgich sistemasiga aytiladi, bundan tashqari ma’lum kattalikdagi elektr sig‘imini hosil qilish maqsadida yaratilgan elektrotexnik qurilma ham *kondensator* deb nomlanadi.

Ikki o'tkazgichning o'zaro elektr sig'imi ularning potentsiallar ayirmasini bir birlikka o'zgartirish uchun zarur bo'lgan zaryadga miqdor jihatdan teng bo'lgan fizik kattalikka tengdir:

$$C = \frac{q}{\varphi_1 - \varphi_2}, \quad (2.1)$$

bu yerda q – zaryad, (Kl);

$\varphi_1 - \varphi_2$ – potentsiallar farqi, ya'ni kuchlanish, (V).

Kondensatorlarning sig'imi turiga ko'ra, quyidagi formulalar bilan hisoblanadi:

a) *Yassi kondensatorning elektr sig'imi C plastinkaning yuzi S ga to'g'ri proporsional bo'lib, plastinkalar orasidagi masofa d ga teskari proporsionaldir, ya'ni:*

$$C = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon_r S}{d}, \quad (2.2)$$

bu yerda, S – bir plastinkaning yuzasi, (m^2);

d – plastinkalar orasidagi masofa, (m).

b) *Silindrik kondensatorning elektr sig'imi C silindrning balandligi l ga to'g'ri proporsional bo'lib, silindrning ichki r va tashqi radiuslari R ga nisbatiga teskari proporsionaldir, ya'ni:*

$$C = \frac{2\pi\varepsilon_0\varepsilon_r l}{\ln \frac{R}{r}}, \quad (2.3)$$

bu yerda, l – koaksial plastinkaning balandligi, (m);

r va R – mos ravishda silindrning ichki va tashqi radiuslari, (m).

c) *Sferik kondensatorning elektr sig'imi C sferaning ichki r va tashqi radiuslari R ning ko'paytmasiga to'g'ri proporsional bo'lib, sferaning tashqi R va ichki radiuslari r farqiga teskari proporsionaldir, ya'ni:*

$$C = \frac{4\pi\varepsilon_0\varepsilon_r rR}{R - r}, \quad (2.4)$$

bu yerda, r va R – mos ravishda sferaning ichki va tashqi radiuslari, (m).

Kondensator elektr maydonining energiyasi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$W_e = \frac{CU^2}{2} = \frac{1}{2} \cdot \frac{q^2}{C} = \frac{1}{2} q(\varphi_1 - \varphi_2), \quad (2.5)$$

bu yerda U – plastinalar orasidagi kuchlanish, (V).

2. Amaliy mashg'ulotga doir namunaviy masalalar yechish

2.1-masala. Yassi havo kondensatori qismlari $U=800\text{ V}$ li manbaga ulangan. Kondensator plastinkalari orasidagi masofa $d=5\text{ mm}$ bo'lsa, kondensator elektr maydoni kuchlanganligini va uning plastinka oralariga kiritilgan $q=1,5\cdot 10^{-7}\text{ Kl}$ zaryadga ta'sir qiladigan kuchni hisoblang. Agar kondensator plastinkasining yuzi $S=24\text{ sm}^2$ bo'lsa, kondensator sig'imini aniqlang.

Kondensator boshqa muhitga, masalan, paxta yog'iga tushirilsa, uning sig'imi qanday o'zgaradi?

Yechish. Yassi kondensator elektr maydonining kuchlanganligi:

$$E = \frac{U}{d} = \frac{800}{5 \cdot 10^{-3}} = 16 \cdot 10^4\text{ V/m.}$$

Birlik q zaryad kondensator elektr maydoniga joylashtirilsa, unga maydonning ta'sir kuchi quyidagicha bo'ladi:

$$F = Eq = 16 \cdot 10^4 \cdot 1,5 \cdot 10^{-7} = 0,024\text{ N.}$$

Yassi havo kondensatorining sig'imi:

$$C = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon_r S}{d} = \frac{8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 24 \cdot 10^{-4}}{0,5 \cdot 10^{-2}} = 4,25 \cdot 10^{-12} = 4,25\text{ pF.}$$

Kondensator plastinkalari orasiga boshqa dielektrik material joylashtirilsa, uning sig'imi havoga nisbatan materialning nisbiy dielektrik singdiruvchanligi ε_r marta ortadi, masalan spirt uchun $\varepsilon_r=33$.

Demak, sig'im:

$$C = \varepsilon_r C = 33 \cdot 4,25 = 140\text{ pF.}$$

Paxta yog'i uchun $\varepsilon_r=5$. Demak, sig'im:

$$C = \varepsilon_r C = 5 \cdot 4,25 = 21,25\text{ pF.}$$

2.2-masala. Sig'implari $C_1=0,5\text{ mkF}$ va $C_2=1,5\text{ mkF}$ li ikkita bir xil o'lchamli yassi kondensatorlar o'zaro ketma-ket birlashtirilib manbaga ulangan. Agar kondensatorlar qoplamalarining zaryadi $q=4,5\cdot 10^{-4}\text{ Kl}$ va kuchlanganlik $E=200\text{ V/sm}$ bo'lsa, umumiy (ekvivalent) sig'imni, manba kuchlanishi, kondensatorlardagi kuchlanishlarni va kondensator plastinkalari orasidagi masofani aniqlang. Ekvivalent kondensatorning elektr maydoni energiyasini hisoblang.

Yechish. Kondensatorlardagi kuchlanishlar:

$$U_1 = \frac{q}{C_1} = \frac{4,5 \cdot 10^{-4}}{0,5 \cdot 10^{-6}} = 900\text{ V,}$$

$$U_2 = \frac{q}{C_2} = \frac{4,5 \cdot 10^{-4}}{1,5 \cdot 10^{-6}} = 300\text{ V.}$$

Manba kuchlanishi:

$$U = U_1 + U_2 = 900 + 300 = 1200 \text{ V.}$$

Ekvivalent sig'imi:

$$C_{\text{экв}} = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2} = \frac{0,5 \cdot 1,5}{0,5 + 1,5} = 0,375 \text{ mkF.}$$

Ekvivalent sig'imni $C=q/U$ ifodadan foydalanib topish ham mumkin:

$$C = \frac{q}{U} = \frac{4,5 \cdot 10^{-4}}{1200} = 0,375 \cdot 10^{-6} = 0,375 \text{ mkF,}$$

$$d_2 = \frac{U_2}{E_2} = \frac{300}{200} = 1,5 \text{ sm.}$$

Kondensator plastinkalarining yuzalari bir xil bo'lgani uchun:

$$\frac{C_1}{C_2} = \frac{d_2}{d_1}.$$

Bundan birinchi kondensatorning plastinkalari orasidagi masofa

$$d_1 = \frac{C_2 d_2}{C_1} = \frac{1,5 \cdot 10^{-6} \cdot 0,15}{0,5 \cdot 10^{-6}} = 0,45 \text{ sm}$$

ga teng.

Elektr maydon energiyasi:

$$W_e = \frac{CU^2}{2} = \frac{0,375 \cdot 10^{-6} \cdot 1200^2}{2} = 0,29 \text{ J.}$$

3. Amaliy mashg'ulotni bajarishga oid mustaqil variantlar

2.3-masala. Sig'imi 1 mkF va plastinkalari orasidagi kuchlanish 50 V bo'lgan kondensator zaryadini toping.

2.4-masala. Plastinkalar yuzi 10^{-3} m^2 , plastinkalar orasidagi masofa $0,1 \text{ m}$ va dielektrik singdiruvchanligi $\epsilon_r=7$ bo'lgan kondensatorning sig'imini aniqlang.

2.5-masala. Yassi kondensatorning sig'imi:

- a) plastinkalar yuzi 3 marta ko'payganda;
- b) plastinkalar orasidagi masofa 4 marta kamayganda;
- s) plastinkalar yuzi 2 baravar va bir yo'la ular orasidagi masofa 3 marta kamayganda qanday o'zgaradi?

2.6-masala. Agar kondensator sig'imi $0,1 \text{ mkF}$, plastinkalar orasidagi masofa 2 mm va nisbiy dielektrik singdiruvchanlik $\epsilon_r=50$ bo'lsa, plastinka-larning yuzini aniqlang.

2.7-masala. Diametri $d=10 \text{ mm}$ bo'lgan sferik kondensatorning plastinkalari orasidagi masofa $0,05 \text{ mm}$, nisbiy dielektrik singdiruvchanlik $\epsilon_r=40$. Kondensator sig'imini toping.

2.8-masala. Agar yassi kondensator plastinkalarining yuzi 10^{-2} m^2 , plastinalar orasidagi masofa $0,05 \text{ mm}$, sig'imi esa $0,1 \text{ mkF}$ bo'lsa, izolyasiyaning nisbiy dielektrik singdiruvchanligini toping.

2.9-masala. Yassi kondensator plastinkalari yuzini 10^{-2} m^2 ga orttirilganda uning sig'imi 3 marta ortdi. Plastinkalarning dastlabki yuzini toping.

2.10-masala. Silindrik kondensatorning balandligi 9 mm . Ichki va tashqi silindrlarning diametri $5-7 \text{ mm}$ va $8-10 \text{ mm}$ atrofida o'zgarsa, nisbiy dielektrik singdiruvchanlik $\epsilon_r=10$ bo'lsa, kondensator sig'imi qaysi oraliqda o'zgaradi?

2.11-masala. Balandligi 9 mm , sig'imi $10; 20; 50 \text{ mkF}$ bo'lgan silindrik kondensatorning ichki va tashqi silindr diametrlarining nisbatini toping. Nisbiy dielektrik singdiruvchanlik $\epsilon_r=10$.

2.12-masala. Sferik kondensatorning ichki va tashqi sferalarining diametrlari mos ravishda $6-8 \text{ mm}$ va $9-11 \text{ mm}$ ga o'zgardi. Agar nisbiy dielektrik singdiruvchanlik $\epsilon_r=45$ bo'lsa, kondensator sig'implari qaysi oraliqda o'zgaradi?

2.13-masala. Sferik kondensatorning sig'imi $5; 7,5; 10 \text{ pF}$, tashqi diametri mm , nisbiy dielektrik singdiruvchanlik $\epsilon_r=45$ bo'lsa, ichki sferaning diametrini toping.

2.14-masala. Sig'imi 10 mkF , plastinkalar orasidagi kuchlanish 100 V bo'lgan kondensator elektr maydonining energiyasini aniqlang.

2.15-masala. Plastinkalar orasidagi kuchlanish 100 V bo'lgan kondensator elektr maydonining energiyasi 5 mJ . Kuchlanishi $250; 500; 750 \text{ V}$ bo'lgan shu kondensator elektr maydonining energiyasini toping.

2.16-masala. Sig'imi 1 mkF bo'lgan kondensator yig'ish uchun, yuzasi $1 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$ bo'lgan nechta plastinka olish kerak? Dielektrik sifatida nisbiy dielektrik singdiruvchanligi $\epsilon_r=50$ va qalinligi $0,05 \text{ mm}$ bo'lgan lakotkan olingan.

2.17-masala. Agar o'zgaruvchan kondensatorning plastinkalari orasidagi kuchlanish 100 V va plastinkalari o'zaro bir-birini 100% ga qoplaganda maydon energiyasi $0,1 \text{ J}$ bo'lsa, plastinkalar bir-birini 30% ga qoplaganda kondensator sig'imi qancha bo'ladi?

2.18-masala. O'zgaruvchan kondensatorning o'qi qo'l yordamida $\omega=2,6 \text{ radius/sekund}$ burchak chastotasi bilan buralyapti. Agar harakatlanuvchi va qo'zg'almas plastinkalar radiuslari 30 mm va ular orasidagi masofa $0,1 \text{ mm}$ bo'lsa, 1 sek davomida kondensator sig'imi qanchaga o'zgaradi?

2.19-masala. Silindrik kondensator yasash uchun eni bir xil b'lgan

20 mm metal folga va polietilen plyonkadan foydalanilgan. Agar polietilen plyonkaning qalinligi 0,1 mm bo'lsa, sig'imi 2 pF bo'lgan kondensator yasash uchun qanday uzunlikdagi plyonka va folga olish kerak?

4. Nazorat savollari

1. Kondensator deb qanday tizimga aytiladi?
2. Sig'imning o'lchov birligini ayting.
3. Yassi kondensatorning elektr sig'imi qanday kattaliklarga bog'liq?
4. Silindrik kondensatorning elektr sig'imi qanday kattaliklarga bog'liq?
5. Sferik kondensatorning elektr sig'imi qanday kattaliklarga bog'liq?

3–amaliy mashg'ulot. Kondensatorlarning parallel va ketma-ket ulanishlari hamda ularga doir masalalar

Mashg'ulotning maqsadi:

Talabalarga kondensatorlarning parallel va ketma-ket ulanishlariga doir ma'lumotlarni berish hamda bilim va ko'nikmalarini masalalar yordamida shakllantirishdan iborat.

Mashg'ulotning rejasi:

1. Nazariy qism.
2. Amaliy mashg'ulotga doir namunaviy masalalar yechish.
3. Amaliy mashg'ulotni bajarishga oid mustaqil variantlar.
4. Nazorat savollari.

Tayanch so'zlar va iboralar: kondensator batareyasi, algebraik yig'indi, sig'im, zaryad.

1. Nazariy qism

O'zaro parallel ulangan kondensatorlar batareyasining elektr sig'imi C_{nap} kondensatorlar sig'implari $C_1, C_2, \dots, C_n$ ning algebraik yig'indisiga teng:

$$C_{par} = C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n. \quad (3.1)$$

O‘zaro ketma-ket ulangan kondensatorlar batareyasi elektr sig‘imining teskari ifodasi $\frac{1}{C_{k.k}}$ kondensatorlar sig‘imlari teskari ifodasi $\frac{1}{C_1}, \frac{1}{C_2}, \frac{1}{C_3}, \dots, \frac{1}{C_n}$ ning algebraik yig‘indisiga tengdir:

$$\frac{1}{C_{k.k}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots + \frac{1}{C_m}. \quad (3.2)$$

2. Amaliy mashg‘ulotga doir namunaviy masalalar yechish

3.1-masala. $U_1=20$ V potentsiallar farqigacha zaryadlangan kondensator $C_2=33$ mkF sig‘imli $U_2=4$ V potentsiallar farqigacha zaryadlangan boshqa kondensator bilan parallel ulangan. Agar kondensatorlar ulanganidan keyin ularning qoplamalaridagi kuchlanish $U=2$ V bo‘lsa, birinchi kondensatorning sig‘imini C_1 toping. Kondensatorlar o‘zaro har xil ishorali zaryadlangan qoplamalar bilan ulangan.

Yechish. Turli ishorali zaryadlangan qoplamalar bilan ulangan kondensatorlar batareyasidagi umumiy zaryad $q=CU$ har bir kondensatorning $q_1=C_1U_1$ va $q_2=C_2U_2$ zaryadlar farqiga teng. Bunda $C_{ekv}=C_1+C_2$ ulanganidan keyingi ekvivalent sig‘im.

Shunday qilib, agar $q_1>q_2$ bo‘lsa, $(C_1+C_2) \cdot U = C_1U_1 - C_2U_2$ va agar $q_2>q_1$ bo‘lsa, $(C_1+C_2) \cdot U = C_2U_2 - C_1U_1$ bo‘ladi. Bu tenglamalarni yechib, birinchi va ikkinchi hollar uchun mos ravishda quyidagi ifodalarni olamiz:

$$C_1 = C_2 \cdot \frac{U_2 + U_1}{U_1 - U}; \quad C_1 = C_2 \cdot \frac{U_2 - U_1}{U_1 + U}. \quad (3.3)$$

Berilgan qiymatlar o‘rniga qo‘yib hisoblansa, quyidagi natija kelib chiqadi:

$$C_1 = C_2 \cdot \frac{U_2 + U_1}{U_1 - U} = 33 \cdot \frac{4 + 2}{20 - 2} = 11 \text{ mkF}$$

yoki

$$C_1 = C_2 \cdot \frac{U_2 - U_1}{U_1 + U} = 33 \cdot \frac{4 - 2}{20 + 2} = 3 \text{ mkF}.$$

Javob: Kondensatorlar zaryadlarining nisbatiga qarab birinchi kondensatorning elektr sig‘imi $C_1=11$ mkF yoki $C_1=3$ mkF bo‘ladi.

3. Amaliy mashg‘ulotni bajarishga oid mustaqil variantlar

3.2-masala. Sig‘imlari $C_1=10$ mkF va $C_2=15$ mkF ikki kondensator o‘zaro ketma-ket ulansa, ekvivalent sig‘im qancha bo‘ladi?

3.3-masala. Agar ikkita ketma-ket ulangan kondensatorlarning sig'imi $C=1,2 \text{ mkF}$ bo'lib, bunda bir kondensator $C_1=3 \text{ mkF}$ bo'lsa, ikkinchi kondensatorning sig'imini aniqlang.

3.4-masala. Elektr sig'implari $C_1=2 \text{ mkF}$, $C_2=3 \text{ mkF}$, $C_3=4 \text{ mkF}$ bo'lgan uchta kondensator ketma-ket ulansa, umumiy sig'im qancha bo'ladi?

3.5-masala. Sig'implari $C_1=11 \text{ mkF}$ va $C_2=14 \text{ mkF}$ ikki kondensator o'zaro ketma-ket ulansa, ekvivalent sig'im qancha bo'ladi?

3.6-masala. Agar ikkita ketma-ket ulangan kondensatorlarning sig'imi $C=1,3 \text{ mkF}$ bo'lib, bunda bir kondensator $C_1=3,1 \text{ mkF}$ bo'lsa, ikkinchi kondensatorning sig'imini aniqlang.

3.7-masala. Elektr sig'implari $C_1=3 \text{ mkF}$, $C_2=4 \text{ mkF}$, $C_3=5 \text{ mkF}$ bo'lgan uchta kondensator ketma-ket ulansa, umumiy sig'im qancha bo'ladi?

3.8-masala. Sig'implari $C_1=9 \text{ mkF}$ va $C_2=16 \text{ mkF}$ ikki kondensator o'zaro ketma-ket ulansa, ekvivalent sig'im qancha bo'ladi?

3.9-masala. Agar ikkita ketma-ket ulangan kondensatorlarning sig'imi $C=1,1 \text{ mkF}$ bo'lib, bunda bir kondensator $C_1=2,9 \text{ mkF}$ bo'lsa, ikkinchi kondensatorning sig'imini aniqlang.

3.10-masala. Elektr sig'implari $C_1=4 \text{ mkF}$, $C_2=3 \text{ mkF}$, $C_3=6 \text{ mkF}$ bo'lgan uchta kondensator ketma-ket ulansa, umumiy sig'im qancha bo'ladi?

3.11-masala. Sig'implari $C_1=8 \text{ mkF}$ va $C_2=17 \text{ mkF}$ ikki kondensator o'zaro ketma-ket ulansa, ekvivalent sig'im qancha bo'ladi?

3.12-masala. Agar ikkita ketma-ket ulangan kondensatorlarning sig'imi $C=1,0 \text{ mkF}$ bo'lib, bunda bir kondensator $C_1=3,2 \text{ mkF}$ bo'lsa, ikkinchi kondensatorning sig'imini aniqlang.

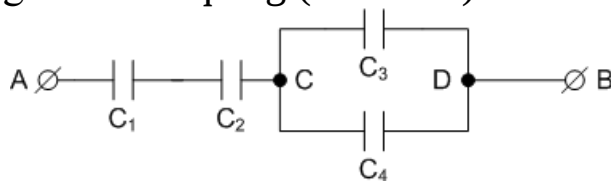
3.13-masala. Elektr sig'implari $C_1=5 \text{ mkF}$, $C_2=6 \text{ mkF}$, $C_3=10 \text{ mkF}$ bo'lgan uchta kondensator ketma-ket ulansa, umumiy sig'im qancha bo'ladi?

3.14-masala. Sig'implari $C_1=30 \text{ mkF}$ va $C_2=15 \text{ mkF}$ ikki kondensator o'zaro ketma-ket ulansa, ekvivalent sig'im qancha bo'ladi?

3.15-masala. Agar ikkita ketma-ket ulangan kondensatorlarning sig'imi $C=1,7 \text{ mkF}$ bo'lib, bunda bir kondensator $C_1=3,5 \text{ mkF}$ bo'lsa, ikkinchi kondensatorning sig'imini aniqlang.

3.16-masala. Elektr sig'implari $C_1=12 \text{ mkF}$, $C_2=13 \text{ mkF}$, $C_3=14 \text{ mkF}$ bo'lgan uchta kondensator ketma-ket ulansa, umumiy sig'im qancha bo'ladi?

3.17-masala. Elektr zanjiriga ulangan kondensator batareyalarining sig'imi $S_1=2 \text{ mkF}$; $S_2=0,5 \text{ mkF}$; $S_3=1 \text{ mkF}$ va $S_4=3,2 \text{ mkF}$ ga teng bo'lib, ularning umumiy sig'imini aniqlang (3.1-rasm).

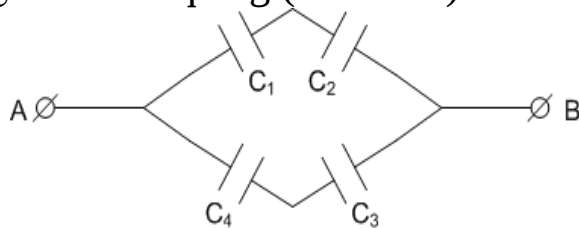


3.1-rasm

3.18-masala. Elektr zanjiriga ulangan kondensator batareyalarining sig'imi $S_1=2,1 \text{ mkF}$; $S_2=2,5 \text{ mkF}$; $S_3=1 \text{ mkF}$ va $S_4=3,7 \text{ mkF}$ ga teng bo'lib, ularning umumiy sig'imini aniqlang (3.1-rasm).

3.19-masala. Elektr zanjiriga ulangan kondensator batareyalarining sig'imi $S_1=2,9 \text{ mkF}$; $S_2=1,5 \text{ mkF}$; $S_3=1,1 \text{ mkF}$ va $S_4=3,8 \text{ mkF}$ ga teng bo'lib, ularning umumiy sig'imini aniqlang (3.1-rasm).

3.20-masala. Elektr zanjiriga ulangan kondensator batareyalarining sig'imi $S_1=5 \text{ mkF}$; $S_2=7 \text{ mkF}$; $S_3=8 \text{ mkF}$ va $S_4=1 \text{ mkF}$ ga teng bo'lib, ularning umumiy sig'imini aniqlang (3.2-rasm).



3.2-rasm

3.21-masala. Elektr zanjiriga ulangan kondensator batareyalarining sig'imi $S_1=15 \text{ mkF}$; $S_2=17 \text{ mkF}$; $S_3=18 \text{ mkF}$ va $S_4=11 \text{ mkF}$ ga teng bo'lib, ularning umumiy sig'imini aniqlang (3.2-rasm).

3.22-masala. Elektr zanjiriga ulangan kondensator batareyalarining sig'imi $S_1=25 \text{ mkF}$; $S_2=27 \text{ mkF}$; $S_3=28 \text{ mkF}$ va $S_4=21 \text{ mkF}$ ga teng bo'lib, ularning umumiy sig'imini aniqlang (3.2-rasm).

4. Nazorat savollari

1. O'zaro parallel ulangan kondensatorlar batareyasi elektr sig'imining miqdori qanday aniqlanadi?

2. O'zaro ketma-ket ulangan kondensatorlar batareyasi elektr sig'imini aniqlash formulasini keltiring.

3. O'zaro parallel ulangan kondensatorlar batareyasining kuchlanish qiymati qanday bo'ladi?

4. O'zaro ketma-ket ulangan kondensatorlar batareyaning elektr sig'imini qanday o'zgartiradi?

4–amaliy mashg‘ulot. Elektr zanjirining bir qismi uchun Om qonuni va unga oid masalalar

Mashg‘ulotning maqsadi: talabalarga elektr zanjirining bir qismi uchun Om qonuni va unga oid ma’lumotlarni berish hamda bilim va ko‘nikmalarini masalalar yordamida shakllantirishdan iborat.

Mashg‘ulotning rejasi:

1. Nazariy qism.
2. Amaliy mashg‘ulotga doir namunaviy masalalar yechish.
3. Amaliy mashg‘ulotni bajarishga oid mustaqil variantlar.
4. Nazorat savollari.

Tayanch so‘zlar va iboralar: o‘tkazgich, elektr zanjiri, tok kuchi, kuchlanish, qarshilik.

1. Nazariy qism

Georg Simon Om (1787–1854). Nemis fizigi Georg Simon Om Bavariya Fanlar akademiyasining a’zosi (1845) va Berlin jurnalistlar a’zosi bo‘lgan hamda London qirollik jamiyatining hurmatli xalqaro a’zosi hisoblangan (1842).



Om qonuni – elektr zanjiri, tok kuchi va elektr zanjiri orasidagi o‘zaro bog‘liqlik, kuchlanish va qarshilik kabi bog‘lanishlardan iborat. Kristall optikasi va akustiklar ustida ilmiy ishlar olib borilgan hamda buning nomini elektrotexnikada elektr qarshiligi deb atalib, o‘lchov birligi olim nomi bilan Om deb yuritilgan.

Zanjirning bir qismi uchun Om qonuni. Zanjirdan o‘tayotgan tok kuchi uning uchlaridagi kuchlanishga to‘g‘ri, qarshiligiga teskari proporsionaldir, ya’ni:

$$I = \frac{U}{R}; \quad R = \frac{U}{I}; \quad U = IR \quad (4.1)$$

bunda $U = (\varphi_1 - \varphi_2)$ – o‘tkazgichning qisqichidagi potentsiallar ayirmasi yoki kuchlanish, (V);

R – o‘tkazgichning qarshiligi, (Om).

2. Amaliy mashg'ulotga doir namunaviy masalalar yechish

4.1-masala. Ko'ndalang kesim yuzasi $S=150 \text{ mm}^2$ bo'lgan alyuminiy simdan tortilgan o'zgarmas elektr uzatish liniyasining uzunligi $l=120 \text{ km}$. Agar uzatilayotgan tok kuchi $I=160 \text{ A}$ bo'lsa, liniyaning kuchlanish tushuvi ΔU nimaga teng bo'ladi? Bu yerda sim materialining solishtirma qarshiligi $\rho = 2,8 \cdot 10^{-8} \text{ Om} \cdot \text{m}$ ga teng.

Yechish. Liniyadagi kuchlanish tushuvi Ohm qonuniga binoan $\Delta U = IR$ bo'lib, bunda o'tkazgichning qarshiligi $R = \rho \frac{l_{um}}{S}$ bo'lganligi uchun:

$$\Delta U = IR = I\rho \frac{l_{um}}{S} = 160 \cdot 2,8 \cdot 10^{-8} \cdot \frac{2,4 \cdot 10^5}{1,5 \cdot 10^{-4}} = \frac{16 \cdot 28 \cdot 24}{1,5} = 7168 \text{ V}.$$

4.2-masala. Xonada 220 V kuchlanishli elektr zanjiriga uzgich yordamida bitta cho'g'lanma lampochka ulangan. Uzgich qo'shilganda zanjirdagi tok $I=0,91 \text{ A}$ bo'ladi. Bu lampochkaning qarshiligi va quvvatini hisoblang.

Yechish. Zanjirning bir qismi uchun Ohm qonuniga ko'ra tok $I = \frac{U}{R}$ ga teng, bundan $R = \frac{U}{I}$ ni topish mumkin. Qarshilikni topish formulasiga ko'ra:

$$R = \frac{U}{I} = \frac{220}{0,91} = 241,76 \text{ Om}.$$

Lampochkaning quvvati esa:

$$R=UI=220 \cdot 0,91=200,2 \text{ Vt} \approx 200 \text{ Vt}.$$

Lampochkani zanjirga ulanish sxemasini o'zingiz chizing va parameter-larini yozing.

3. Amaliy mashg'ulotni bajarishga oid mustaqil variantlar

4.3-masala. Ko'ndalang kesim yuzasi $S=120 \text{ mm}^2$ bo'lgan alyuminiy simdan tortilgan o'zgarmas elektr uzatish liniyasining uzunligi $l=120 \text{ km}$. Agar uzatilayotgan tok kuchi $I=160 \text{ A}$ bo'lsa, liniyaning kuchlanish tushuvi ΔU nimaga teng bo'ladi? Bu yerda sim materialining solishtirma qarshiligi $\rho = 2,8 \cdot 10^{-8} \text{ Om} \cdot \text{m}$ ga teng.

4.4-masala. Xonada 220 V kuchlanishli elektr zanjiriga uzgich yordamida bitta cho'g'lanma lampochka ulangan. Uzgich qo'shilganda zanjirdagi tok $I=0,61 \text{ A}$ bo'ladi. Bu lampochkaning qarshiligi va quvvatini hisoblang.

4.5-masala. Ko'ndalang kesim yuzasi $S=75 \text{ mm}^2$ bo'lgan alyuminiy simdan tortilgan o'zgarmas elektr uzatish liniyasining uzunligi $l=120 \text{ km}$.

Agar uzatilayotgan tok kuchi $I=160\text{ A}$ bo'lsa, liniyaning kuchlanish tushuvi ΔU nimaga teng bo'ladi? Bu yerda sim materialining solishtirma qarshiligi $\rho = 2,8 \cdot 10^{-8}\text{ Om} \cdot \text{m}$ ga teng.

4.6-masala. Xonada 220 V kuchlanishli elektr zanjiriga uzgich yordamida bitta cho'g'lanma lampochka ulangan. Uzgich qo'shilganda zanjirdagi tok $I=0,71\text{ A}$ bo'ladi. Bu lampochkaning qarshiligi va quvvatini hisoblang.

4.7-masala. Ko'ndalang kesim yuzasi $S=50\text{ mm}^2$ bo'lgan alyuminiy simdan tortilgan o'zgarmas elektr uzatish liniyasining uzunligi $l=120\text{ km}$. Agar uzatilayotgan tok kuchi $I=160\text{ A}$ bo'lsa, liniyaning kuchlanish tushuvi ΔU nimaga teng bo'ladi? Bu yerda sim materialining solishtirma qarshiligi $\rho = 2,8 \cdot 10^{-8}\text{ Om} \cdot \text{m}$ ga teng.

4.8-masala. Xonada 220 V kuchlanishli elektr zanjiriga uzgich yordamida bitta cho'g'lanma lampochka ulangan. Uzgich qo'shilganda zanjirdagi tok $I=0,81\text{ A}$ bo'ladi. Bu lampochkaning qarshiligi va quvvatini hisoblang.

4.9-masala. Ko'ndalang kesim yuzasi $S=25\text{ mm}^2$ bo'lgan alyuminiy simdan tortilgan o'zgarmas elektr uzatish liniyasining uzunligi $l=120\text{ km}$. Agar o'zatilayotgan tokning kuchi $I=160\text{ A}$ bo'lsa, liniyaning kuchlanish tushuvi ΔU nimaga teng bo'ladi? Bu yerda sim materialining solishtirma qarshiligi $\rho = 2,8 \cdot 10^{-8}\text{ Om} \cdot \text{m}$ ga teng.

4.10-masala. Xonada 220 V kuchlanishli elektr zanjiriga uzgich yordamida bitta cho'g'lanma lampochka ulangan. Uzgich qo'shilganda zanjir-dagi tok $I=0,9\text{ A}$ bo'ladi. Bu lampochkaning qarshiligi va quvvatini hisoblang.

4.11-masala. Ko'ndalang kesim yuzasi $S=16\text{ mm}^2$ bo'lgan alyuminiy simdan tortilgan o'zgarmas elektr uzatish liniyasining uzunligi $l=120\text{ km}$. Agar o'zatilayotgan tokning kuchi $I=160\text{ A}$ bo'lsa, liniyaning kuchlanish tushuvi ΔU nimaga teng bo'ladi? Bu yerda sim materialining solishtirma qarshiligi $\rho = 2,8 \cdot 10^{-8}\text{ Om} \cdot \text{m}$ ga teng.

4.12-masala. Xonada 220 V kuchlanishli elektr zanjiriga uzgich yordamida bitta cho'g'lanma lampochka ulangan. Uzgich qo'shilganda zanjir-dagi tok $I=1,9\text{ A}$ bo'ladi. Bu lampochkaning qarshiligi va quvvatini hisoblang.

4.13-masala. Ko'ndalang kesim yuzasi $S=10\text{ mm}^2$ bo'lgan alyuminiy simdan tortilgan o'zgarmas elektr uzatish liniyasining uzunligi $l=120\text{ km}$. Agar o'zatilayotgan tokning kuchi $I=160\text{ A}$ bo'lsa, liniyaning kuchlanish tushuvi ΔU nimaga teng bo'ladi? Bu yerda sim materialining solishtirma qarshiligi $\rho = 2,8 \cdot 10^{-8}\text{ Om} \cdot \text{m}$ ga teng.

4.14-masala. Xonada 220 V kuchlanishli elektr zanjiriga uzgich yordamida bitta cho‘g‘lanma lampochka ulangan. Uzgich qo‘shilganda zanjir-dagi tok $I=2,9$ A bo‘ladi. Bu lampochkaning qarshiligi va quvvatini hisoblang.

4. Nazorat savollari

1. Zanjirning bir qismi uchun Om qonuni keltiring.
2. Tok kuchi qarshilikka qanday bog‘liq?
3. Tok kuchining o‘lchov birligi qanday?
4. Zanjirdagi tokning qiymatini kamaytirish uchun nima qilish kerak?

5–amaliy mashg‘ulot. Butun zanjir uchun Om qonuni. Oddiy elektr zanjirlarni hisoblash

Mashg‘ulotning maqsadi:

Talabalarga butun zanjir uchun Om qonuni va unga oid ma’lumotlarni berish hamda bilim va ko‘nikmalarini masalalar yordamida shakllantirishdan iborat.

Mashg‘ulotning rejasi:

1. Nazariy qism.
2. Amaliy mashg‘ulotga doir namunaviy masalalar yechish.
3. Amaliy mashg‘ulotni bajarishga oid mustaqil variantlar.
4. Nazorat savollari.

Tayanch so‘zlar va iboralar: o‘tkazgich, elektr zanjir, tok kuchi, kuchlanish, qarshilik.

1. Nazariy qism

Butun zanjir uchun Om qonuni. Zanjirdan o‘tayotgan tok kuchi I manbaning EYuK ga to‘g‘ri proporsional bo‘lib, zanjirning umumiy qarshiligiga teskari proporsionaldir:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}, \quad (5.1)$$

bunda r – manbaning ichki qarshiligi (Om);

R – manbaning tashqi qarshiligi (Om).

2. Amaliy mashg'ulotga doir namunaviy masalalar yechish

5.1-masala. Elektr zanjirining EYuK $E=220$ V, manbaning ichki qarshiligi $r=0,5$ Om va manbaga ulangan tashqi qarshilik $R=21,5$ Om dan iborat. Zanjirdagi I tok kuchining qiymatini aniqlang.

Yechish. Butun zanjir uchun Om qonuni bo'yicha zanjirdagi tok kuchi:

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r} = \frac{220}{0,5 + 21,5} = 10 \text{ A.}$$

Kuchlanishning ichki tushuvi:

$$U_0 = I \cdot r = 10 \cdot 0,5 = 5 \text{ V.}$$

Tok manba qisqichlaridagi yoki tashqi kuchlanish

$$U = I \cdot R = 10 \cdot 21,5 = 215 \text{ V}$$

yoki quyidagi formula bo'yicha

$$U = E - U_0 = 220 - 5 = 215 \text{ V}$$

ga teng.

5.2-masala. Manbaning kuchlanishi 120 V, zanjirdagi tok kuchi $I=5$ A, manbaning ichki qarshiligi $r=2$ Om ga teng. Manbaga ulangan tashqi qarshilik R va EYuK toping.

Yechish. Manbaga ulangan tashqi qarshilik:

$$R = \frac{U}{I} = \frac{120}{5} = 24 \text{ Om.}$$

Manbaning elektr yurituvchi kuchi

$$E = I \cdot (r + R) = 5 \cdot (2 + 24) = 130 \text{ V}$$

ga teng.

5.3-masala. Ichki qarshiligi $r=0,5$ Om bo'lgan tok manbaiga $R=2,5$ Om li tashqi qarshilik ulanganda tok manbai qisqichlardagi kuchlanish $U=6$ V gacha pasaygan. Zanjirdan o'tayotgan tok kuchi I , manbaning ichidagi kuchlanish tushishi U_r , manbaning EYuK ε , tashqi zanjirda ajralgan N quvvat, manbaining to'la N_0 quvvati va qurilmaning FIK η ni toping.

Yechish. Om qonuniga asosan zanjirning bir qismidan o'tayotgan tok kuchi:

$$I = \frac{U}{r} = \frac{6}{2,5} = 2,4 \text{ A.}$$

Manba ichidagi kuchlanish tushuvi:

$$U_r = I \cdot r = 2,4 \cdot 0,5 = 1,2 \text{ V.}$$

Manbaning EYuKi tashqi va ichki qarshiliklardagi kuchlanish tushuvilarining yig'indisiga tengdir:

$$\varepsilon = U - U_r = 6 + 1,2 = 7,2 \text{ V.}$$

Tashqi qarshilikka ajralgan quvvat:

$$N = IU = 2,4 \cdot 6 = 14,4 \text{ Vt.}$$

Manbaning to'la quvvati esa:

$$N_0 = I\varepsilon = 2,4 \cdot 7,2 = 17,28 \text{ Vt.}$$

Qurilmaning FIK tashqi zanjirda ajralgan quvvat N ni manbaning to'la quvvati N_0 ga bo'lgan nisbatiga tengdir:

$$\eta = \frac{N}{N_0} = \frac{14,4}{17,28} = 0,83 = 83\%.$$

3. Amaliy mashg'ulotni bajarishga oid mustaqil variantlar

5.4-masala. Elektr yurituvchi kuchi 24 V bo'lgan elektr energiya manbaiga qarshiligi 100 Ω bo'lgan lampochka ulangan. Agar yopiq zanjirdagi tok kuchi $I=0,2 \text{ A}$ bo'lsa, manbaning ichki qarshiligini toping va elektr zanjirining sxemasini chizing.

5.5-masala. Ichki qarshiligi 10 Ω va elektr yurituvchi kuchi 127 V bo'lgan elektr energiya manbaiga lampochka ulangan. Agar yopiq zanjirdagi tok $I=1,27 \text{ A}$ bo'lsa, zanjirning tashqi qarshiligi va quvvatini toping. Zanjirning elektr sxemasini chizing va parametrlarini yozing.

5.6-masala. Ichki qarshiligi 30 Ω va elektr yurituvchi kuchi 60 V bo'lgan elektr energiya manbaiga quvvati 60 Vt bo'lgan qarshilik ulangan. Agar yopiq zanjirdagi tok $I=0,6 \text{ A}$ bo'lsa, tashqi qarshilikning qiymati va kuchlanishini toping. Zanjirning elektr sxemasini chizing va parametrlarini yozing.

5.7-masala. Elektr zanjirining tok kuchi $I=5 \text{ A}$, manbaning ichki qarshiligi $r=2 \Omega$, manbaga ulangan tashqi qarshilik $R=10 \Omega$ dan iborat bolganida, elektr zanjirining EYuK ε ni hisoblang.

5.8-masala. Elektr zanjirining EYuK $\varepsilon=10 \text{ V}$, tok kuchi $I=8 \text{ A}$, manbaning ichki qarshiligi $r=3 \Omega$ bo'lganida, manbaga ulangan tashqi qarshilik R ni toping.

5.9-masala. Elektr zanjirining EYuK $\varepsilon=15 \text{ V}$, tok kuchi $I=4 \text{ A}$, manbaga ulangan tashqi qarshilik $R=15 \Omega$ bo'lganida, manbaning ichki qarshiligi r ni toping.

5.10-masala. Elektr zanjirining EYuK $\varepsilon=20 \text{ V}$, manbaning ichki qarshiligi $r=0,5 \Omega$, manbaga ulangan tashqi qarshilik $R=8 \Omega$ bo'lganida, elektr zanjirining tok kuchini I toping.

5.11-masala. Elektr zanjirining EYuK $\varepsilon=25$ V, tok kuchi $I=5$ A, manbaga ulangan tashqi qarshilik $R=2$ Om bo'lganida, manbaning ichki qarshiligi r ni toping.

5.12-masala. Elektr zanjirining EYuK $\varepsilon=80$ V, tok kuchi $I=10$ A, manbaning ichki qarshiligi $r=1$ Om bo'lganida, manbaga ulangan tashqi qarshilik R ni toping.

5.13-masala. Elektr zanjirining tok kuchi $I=15$ A, manbaning ichki qarshiligi $r=3$ Om, manbaga ulangan tashqi qarshilik $R=8$ Om dan iborat bo'lganida, elektr zanjirining EYuK ε ni hisoblang.

5.14-masala. Elektr zanjirining EYuK $\varepsilon=40$ V, manbaning ichki qarshiligi $r=35$ Om, manbaga ulangan tashqi qarshilik $R=15$ Om bo'lganida, elektr zanjirining tok kuchini I toping.

5.15-masala. Elektr zanjirining EYuK $\varepsilon=60$ V, tok kuchi $I=5$ A, manbaga ulangan tashqi qarshilik $R=20$ Om bo'lganida, manbaning ichki qarshiligi r ni toping.

5.16-masala. Elektr zanjirining EYuK $\varepsilon=12$ V, tok kuchi $I=5$ A, manbaning ichki qarshiligi $r=10$ Om bo'lganida, manbaga ulangan tashqi qarshilik R ni toping.

5.17-masala. Elektr zanjirining tok kuchi $I=10$ A, manbaning ichki qarshiligi $r=13$ Om, manbaga ulangan tashqi qarshilik $R=10$ Om dan iborat bo'lganida, elektr zanjirining EYuK ε ni hisoblang.

5.18-masala. Elektr zanjirining EYuK $\varepsilon=50$ V, manbaning ichki qarshiligi $r=35$ Om, manbaga ulangan tashqi qarshilik $R=25$ Om bo'lganida, elektr zanjirining tok kuchini I toping.

5.19-masala. Elektr zanjirining EYuK $\varepsilon=220$ V, tok kuchi $I=5$ A, manbaga ulangan tashqi qarshilik $R=20$ Om bo'lganida, manbaning ichki qarshiligi r ni toping.

4. Nazorat savollari

1. Butun zanjir uchun Om qonuniga ta'rif bering.
2. Manbadan o'tayotgan tok kuchi zanjirning umumiy qarshiligiga qanday bog'liq?
3. Tashqi qarshilik qanday belgilanadi?
4. Zanjirning umumiy qarshiligini aniqlash formulasini keltiring.
5. EYuK zanjirdagi tokning miqdoriga qanday bog'liq va uning o'lchov birligi?

6–amaliy mashg‘ulot. O‘zgarmas tok zanjirlarida elektr toki va unga doir masalalar

Mashg‘ulotning maqsadi:

Talabalarga o‘zgarmas tok zanjirlarida elektr tokiga oid ma’lumotlarni berish, hamda bilim va ko‘nikmalarini masalalar yordamida shakllantirishdan iborat.

Mashg‘ulotning rejasi:

1. Nazariy qism.
2. Amaliy mashg‘ulotga doir namunaviy masalalar yechish.
3. Amaliy mashg‘ulotni bajarishga oid mustaqil variantlar.
4. Nazorat savollari.

Tayanch so‘zlar va iboralar: zaryad, zaryad miqdori, kontur, zanjir, tok kuchining zichligi.

1. Nazariy qism

Amper Andre Mari (1775-1836). Fransuz fizigi va elektrodinamika asoschilaridan biri Amper Andre Mari Parij Fanlar akademiyasi (1814), Sankt-Peterburg Fanlar akademiyasi (1834) va boshqa ko‘plab mamlakatlar Fanlar akademiyasi a’zosi bo‘lgan.



U asosiy ilmiy izlanishlarini fizika yo‘nalishi bo‘yicha olib borgan. 1820-yili elektr toklarining o‘zaro ta’siri qonunini (Amper qonuni) yaratdi. Bu qonunga asosan elektr toklarning o‘zaro ta’siridan hosil bo‘ladigan elektromagnit (mexanik) kuchining qiymati aniqlanadi, uning yo‘nalishi esa Amper qoidasi (chap qo‘l qoidasi) deb nomlangan qoida bo‘yicha topiladi.

Elektr toki – bu tashqi elektr maydon ta’sirida o‘tkazgichlardagi erkin elektronlar yoki ionlarning tartiblangan harakatidir.

Tok kuchi – bu o‘tkazgichning ko‘ndalang kesimidan vaqt birligi ichida o‘tayotgan zaryadga miqdor jihatidan teng bo‘lgan fizik kattalikdir:

$$I = \frac{q}{t}, \quad (6.1)$$

bunda q – o‘tkazgichdan t vaqtda o‘tgan zaryad miqdori, (Kl);

I – tok kuchi, (A);

t – vaqt, (sekund).

Tok kuchining o'lchov birligi *amper* deb qabul qilingan va amaliyotda toklarning quyidagi o'lchov birliklari qo'llaniladi:

- kiloamper (ming amper), *kA* deb belgilanadi;
- milliamper (amporning mingdan bir ulushi), *mA* deb belgilanadi;
- mikroamper (amporning milliondan bir ulushi), *mkA* deb belgilanadi;

Tok kuchining zichligi – bu o'tazgichning bir birlik ko'ndalang kesimidan o'tuvchi tok kuchiga miqdor jihatdan teng bo'ladigan fizik kattalikdir:

$$j = \frac{I}{S}. \quad (6.2)$$

2. Amaliy mashg'ulotga doir namunaviy masalalar yechish

6.1-masala. O'tkazgichning zanjiriga ulangan ampermetr $I=2 \text{ A}$ ni ko'rsatmoqda. Qancha vaqt ichida o'tkazgichdan $q=20 \text{ Kl}$ miqdoridagi zaryad oqib o'tadi?

Yechish. Masalaning berilishiga asoslangan holda hamda tok kuchi formulasi bo'yicha o'tkazgichdan o'tayotgan zaryadning o'tish vaqtini quyidagicha aniqlaymiz, ya'ni $I = \frac{q}{t}$ dan $t = \frac{q}{I}$ ni keltirib chiqaramiz.

Bunda

$$t = \frac{q}{I} = \frac{20}{2} = 10 \text{ sek}$$

ga teng.

3. Amaliy mashg'ulotni bajarishga oid mustaqil variantlar

6.2-masala. $t=10 \text{ sek}$ vaqt ichida o'tkazgichdan $q=10 \text{ Kl}$ miqdorda zaryad oqib o'tganda, o'tkazgichning zanjiriga ulangan ampermetrning ko'rsatgichini aniqlang.

6.3-masala. O'tkazgichdan $I=5 \text{ A}$ miqdorida tok oqib o'tmoqda. Tokning o'tish vaqti $t=15 \text{ sek}$ bo'lganida, o'tkazgichning q zaryad miqdorini aniqlang.

6.4-masala. O'tkazgichdan $q=40 \text{ Kl}$ miqdoridagi zaryad $t=20 \text{ sek}$ vaqt ichida oqib o'tsa, o'tkazgichning zanjiriga ulangan ampermetr qiymatini aniqlang.

6.5-masala. O'tkazgichning zanjiriga ulangan ampermetr $I=3 \text{ A}$ ni ko'rsatmoqda. Qancha vaqt ichida o'tkazgichdan $q=30 \text{ Kl}$ miqdoridagi zaryad oqib o'tadi?

6.6-masala. O'tkazgichning zanjiriga ulangan ampermetr $I=5\text{ A}$ ni ko'rsatmoqda. Qancha vaqt ichida o'tkazgichdan $q=20\text{ Kl}$ miqdoridagi zaryad oqib o'tadi?

6.7-masala. $t=60\text{ sek}$ vaqt ichida o'tkazgichdan $q=60\text{ Kl}$ miqdorda zaryad oqib o'tganda, o'tkazgichning zanjiriga ulangan ampermetrning ko'rsatgichini aniqlang.

6.8-masala. O'tkazgichdan $I=5\text{ A}$ miqdorida tok oqib o'tmoqda. Tokning o'tish vaqti $t=25\text{ sek}$ bo'lganida, o'tkazgichning q zaryad miqdorini aniqlang.

6.9-masala. O'tkazgichdan $q=80\text{ Kl}$ miqdoridagi zaryad $t=40\text{ sek}$ vaqt ichida oqib o'tsa, o'tkazgichning zanjiriga ulangan ampermetr qiymatini aniqlang.

6.10-masala. O'tkazgichning zanjiriga ulangan ampermetr $I=5\text{ A}$ ni ko'rsatmoqda. Qancha vaqt ichida o'tkazgichdan $q=90\text{ Kl}$ miqdoridagi zaryad oqib o'tadi?

6.11-masala. O'tkazgichning zanjiriga ulangan ampermetr $I=20\text{ A}$ ni ko'rsatmoqda. Qancha vaqt ichida o'tkazgichdan $q=200\text{ Kl}$ miqdoridagi zaryad oqib o'tadi?

6.12-masala. $t=50\text{ sek}$ vaqt ichida o'tkazgichdan $q=100\text{ Kl}$ miqdorda zaryad oqib o'tganda, o'tkazgichning zanjiriga ulangan ampermetrning ko'rsatgichini aniqlang.

6.13-masala. O'tkazgichdan $I=5\text{ A}$ miqdorida tok oqib o'tmoqda. Tokning o'tish vaqti $t=25\text{ sek}$ bo'lganida, o'tkazgichning q zaryad miqdorini aniqlang.

6.14-masala. O'tkazgichdan $q=400\text{ Kl}$ miqdoridagi zaryad $t=40\text{ sek}$ vaqt ichida oqib o'tsa, o'tkazgichning zanjiriga ulangan ampermetr qiymatini aniqlang.

6.15-masala. O'tkazgichning zanjiriga ulangan ampermetr $I=5\text{ A}$ ni ko'rsatmoqda. Qancha vaqt ichida o'tkazgichdan $q=30\text{ Kl}$ miqdoridagi zaryad oqib o'tadi?

4. Nazorat savollari

1. Elektr tokiga ta'rif bering.
2. Tok kuchi nimaga miqdor jihatdan teng kattalik?
3. O'tkazgichdan t vaqtda o'tgan zaryad miqdori, tok kuchining birliklari qanday ifodalanadi?
4. Tok kuchining zichligi deb nimaga aytiladi?

7–amaliy mashg‘ulot. O‘zgarmas tok zanjirlarida kuchlanish va unga doir masalalar

Mashg‘ulotning maqsadi:

Talabalarga o‘zgarmas tok zanjirlarida kuchlanish va unga oid ma’lumotlarni berish hamda bilim va ko‘nikmalarini masalalar yordamida shakllantirishdan iborat.

Mashg‘ulotning rejasi:

1. Nazariy qism.
2. Amaliy mashg‘ulotga doir namunaviy masalalar yechish.
3. Amaliy mashg‘ulotni bajarishga oid mustaqil variantlar.
4. Nazorat savollari.

Tayanch so‘zlar va iboralar: kuchlanish, o‘tkazgich, tok manbasi, elektr zanjiri, EYuK.

1. Nazariy qism

Aleksandro Volta (1745-1827). Italiyalik fizik Aleksandro Voltaga notiqlik qobiliyati bor bo‘lib tabiiy fanlarga qiziqishi baland edi. Uning



ilmiy izlanishlari elektr, kimyo va fiziologiyaga bag‘ishlangan bo‘lib, elektrotexnika yo‘nalishida (elektrofor, elektrometr, kondensator, elektroskop va h.k.) bir qancha ixtirolarni amalga oshirdi. Aleksandro Volta o‘z kashfiyotlari yo‘lida 1776-yilda yonuvchi gaz, ya’ni metan gazni kashf qildi. Shu bilan birga, energetika sohasida kuchlanishni, ya’ni potentsiallar farqini kashf qildi hamda kuchlanishning o‘lchov birligi olim nomi bilan Volt atalib boshlangan.

U Parij Fanlar akademiyasi a’zosi bo‘lgan.

Kuchlanish. O‘tkazgich uchidagi potentsiallar ayirmasi *kuchlanish* deyiladi va U harfi bilan belgilanadi.

Kuchlanishning o‘lchov birligi Volt deb qabul qilingan. Amaliyotda kuchlanishning quyidagi o‘lchov birliklari qo‘llaniladi:

- kilovolt (ming volt), kV deb belgilanadi;
- millivolt (voltning mingdan bir ulushi), mV deb belgilanadi;
- mikrovolt (voltning milliondan bir ulushi), mkV deb belgilanadi.

2. Amaliy mashg'ulotga doir namunaviy masalalar yechish

7.1-masala. Qanotlarining qulochi $l=50 \text{ m}$ bo'lgan reaktiv samolyot gorizontol holatda $v=900 \text{ km/soat}$ tezlik bilan uchayotganda samolyot qanotlarining uchlarida hosil bo'ladigan potentsiallar ayirmasi U ni toping. Yerning magnit maydoni induksiyasining vertikal tashkil etuvchisi $B=5 \cdot 10^{-5} \text{ Tl}$.

Yechish. Faradey qonuniga asosan, induksion EYuK magnit induksiya oqimining o'zgarishi tezligining teskari ishorali ifodasiga teng:

$$\mathcal{E}_i = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t},$$

bunda $\Delta \Phi$ – samomolyot qanotining Δt vaqt ichida kesib o'tgan kuch chiziqlariga teng.

$$\Delta \Phi = B \Delta S = Blv \Delta t$$

Samolyot qanotlari uchlarida hosil bo'lgan potentsiallar ayirmasi u uning qanotlarida hosil bo'ladigan induksiya EYuK ga teng, ya'ni:

$$U = |\mathcal{E}_i| = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{Blv \Delta t}{\Delta t} = Blv = 5 \cdot 10^{-5} \cdot 50 \cdot 250 = 0,625.$$

3. Amaliy mashg'ulotni bajarishga oid mustaqil variantlar

7.2-masala. Qanotlarining qulochi $l=80 \text{ m}$ bo'lgan samoliyot gorizontol holatda $v=600 \text{ km/soat}$ tezlik bilan uchayotganida samoliyot qanotlarining uchlarida hosil bo'ladigan potentsiallar ayirmasi U ni toping. Yerning magnit maydoni induksiyasining vertikal tashkil etuvchisi $B=5 \cdot 10^{-5} \text{ Tl}$.

7.3-masala. Ko'ndalang kesim yuzasi $S=120 \text{ mm}^2$ bo'lgan alyuminiy simdan tortilgan o'zgarmas elektr uzatish liniyasining uzunligi $l=150 \text{ km}$. Agar uzatilayotgan tok kuchi $I=150 \text{ A}$ bo'lsa, liniyaning kuchlanish tushuvi ΔU nimaga teng bo'ladi?

Sim materialining solishtirma qarshiligi $\rho = 2,6 \cdot 10^{-8} \text{ Om} \cdot \text{m}$.

7.4-masala. Ko'ndalang kesim yuzasi $S=150 \text{ mm}^2$ bo'lgan alyuminiy simdan tortilgan o'zgarmas elektr uzatish liniyasining uzunligi $l=120 \text{ km}$. Agar o'zatilayotgan tok kuchi $I=160 \text{ A}$ bo'lsa, liniyaning kuchlanish tushuvi ΔU nimaga teng bo'ladi?

Sim materialining solishtirma qarshiligi $\rho = 2,8 \cdot 10^{-8} \text{ Om} \cdot \text{m}$.

7.5-masala. O'tkazgichning kesim yuzasi $S=0,8 \text{ mm}^2$, uzunligi $l=50 \text{ m}$, solishtirma qarshiligi $\rho=1,5 \cdot 10^{-8} \text{ Om} \cdot \text{m}$, o'tkazgichdan oqayotgan tok kuchi $I=5 \text{ A}$ bo'lganida, o'tkazgichning kuchlanishi U ni aniqlang.

7.6-masala. Havo liniyasining kesim yuzasi $S=0,7 \text{ mm}^2$, uzunligi $l=60 \text{ m}$, simning solishtirma qarshiligi $\rho=1,5 \cdot 10^{-8} \text{ Om} \cdot \text{m}$, simdan oqayotgan tok kuchi $I=5 \text{ A}$ bo'lganida, havo liniyasining kuchlanishi U ni aniqlang.

7.7-masala. Kabel liniyasining kesim yuzasi $S=0,9 \text{ mm}^2$, uzunligi $l=60 \text{ m}$, liniyaning solishtirma qarshiligi $\rho=1,8 \cdot 10^{-8} \text{ Om} \cdot \text{m}$, liniyadan oqayotgan tok kuchi $I=4 \text{ A}$ bo'lganida, kabel liniyasining kuchlanishi U ni aniqlang.

7.8-masala. Qanotlarining qulochi $l=100 \text{ m}$ bo'lgan samoliyot gorizontol holatda $v=600 \text{ km/soat}$ tezlik bilan uchayotganida samoliyot qanotlarining uchlarida hosil bo'ladigan potentsiallar ayirmasi U ni toping. Yerning magnit maydoni induktsiyasining vertikal tashkil etuvchisi $B=5 \cdot 10^{-5} \text{ Tl}$.

7.9-masala. Ko'ndalang kesim yuzasi $S=75 \text{ mm}^2$ bo'lgan alyuminiy simdan tortilgan o'zgarmas elektr uzatish liniyasining uzunligi $l=100 \text{ km}$. Agar uzatilayotgan tok kuchi $I=150 \text{ A}$ bo'lsa, liniyaning kuchlanish tushuvi ΔU nimaga teng bo'ladi?

Sim materialining solishtirma qarshiligi $\rho=2,6 \cdot 10^{-8} \text{ Om} \cdot \text{m}$.

7.10-masala. Ko'ndalang kesim yuzasi $S=120 \text{ mm}^2$ bo'lgan alyuminiy simdan tortilgan o'zgarmas elektr uzatish liniyasining uzunligi $l=100 \text{ km}$. Agar o'zatilayotgan tok kuchi $I=100 \text{ A}$ bo'lsa, liniyaning kuchlanish tushuvi ΔU nimaga teng bo'ladi?

Sim materialining solishtirma qarshiligi $\rho=2,8 \cdot 10^{-8} \text{ Om} \cdot \text{m}$.

7.11-masala. O'tkazgichning kesim yuzasi $S=0,75 \text{ mm}^2$, uzunligi $l=50 \text{ m}$, solishtirma qarshiligi $\rho=1,5 \cdot 10^{-8} \text{ Om} \cdot \text{m}$, o'tkazgichdan oqayotgan tok kuchi $I=5 \text{ A}$ bo'lganida, o'tkazgichning kuchlanishi U ni aniqlang.

7.12-masala. Havo liniyasining kesim yuzasi $S=0,7 \text{ mm}^2$, uzunligi $l=60 \text{ m}$, simning solishtirma qarshiligi $\rho=1,5 \cdot 10^{-8} \text{ Om} \cdot \text{m}$, simdan oqayotgan tok kuchi $I=5 \text{ A}$ bo'lganida, havo liniyasining kuchlanishi U ni aniqlang.

7.13-masala. Kabel liniyasining kesim yuzasi $S=0,91 \text{ mm}^2$, uzunligi $l=90 \text{ m}$, liniyaning solishtirma qarshiligi $\rho=1,8 \cdot 10^{-8} \text{ Om} \cdot \text{m}$, liniyadan oqayotgan tok kuchi $I=5 \text{ A}$ bo'lganida, kabel liniyasining kuchlanishi U ni aniqlang.

4. Nazorat savollari

1. Kuchlanishga ta'rif bering va o'lchov birligini ayting.
2. Liniyaning kuchlanish tushuvi ΔU nimaga teng bo'ladi?
3. Kabel liniyasining kuchlanishi qanday aniqlanadi?

8–amaliy mashg‘ulot. Elektr o‘tkazgichlar va ularga oid masalalar

Mashg‘ulotning maqsadi:

Talabalarga elektr o‘tkazgichlar va ularga oid ma’lumotlarni berish hamda bilim va ko‘nikmalarini masalalar yordamida shakllantirishdan iborat.

Mashg‘ulotning rejasi:

1. Nazariy qism.
2. Amaliy mashg‘ulotga doir namunaviy masalalar yechish.
3. Amaliy mashg‘ulotni bajarishga oid mustaqil variantlar.
4. Nazorat savollari.

Tayanch so‘zlar va iboralar: o‘tkazgich, qarshilik, solishtirma qarshilik, o‘tkazgichning uzunligi, o‘tkazgichning kesim yuzasi.

1. Nazariy qism

O‘tkazgichning qarshiligi. Silindr shaklidagi o‘tkazgichning qarshiligi R o‘tkazgichning uzunligi l ga to‘g‘ri proporsional bo‘lib, ko‘ndalang kesim yuzasi S ga teskari proporsionaldir:

$$R = \rho \frac{l}{S}, \quad (8.1)$$

bunda ρ – o‘tkazgichning solishtirma qarshiligi bo‘lib, uning son qiymati kattaliklar jadvalida berilgan bo‘ladi, $Om \cdot m$;

l – o‘tkazgichning uzunligi, m ;

S – o‘tkazgichning ko‘ndalang kesim yuzasi, m^2 .

2. Amaliy mashg‘ulotga doir namunaviy masalalar yechish

8.1-masala. O‘tkazgichning uzunligi $l=500 \text{ m}$, kesim yuzasi $S=150 \text{ mm}^2$, solishtirma qarshiligi $\rho=1,7 \cdot 10^{-8} \text{ Om} \cdot m$ bo‘lganida, o‘tkazgichning qarshiligi R ni aniqlang.

Yechish: Keltirilgan masalani hisoblashdan oldin, berilgan qiymatlarni bir xil birlikka keltirish kerak, ya’ni $S=150 \text{ mm}^2=150 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$.

O‘tkazgichlar qarshiligini aniqlash formulasidan kelib chiqqan holda:

$$R = \rho \frac{l}{S} = 1,7 \cdot 10^{-8} \cdot \frac{500}{150 \cdot 10^{-6}} = 0,06 \text{ Om}.$$

3. Amaliy mashg'ulotni bajarishga oid mustaqil variantlar

8.4-masala. O'tkazgichning uzunligi $l=300\text{ m}$, qarshiligi $R=15\text{ Om}$, solishtirma qarshiligi $\rho=2,8\cdot 10^{-8}\text{ Om}\cdot\text{m}$ bo'lganida, o'tkazgichning kesim yuzasi S ni aniqlang.

8.5-masala. O'tkazgichning qarshiligi $R=10\text{ Om}$, kesim yuzasi $S=100\text{ mm}^2$, solishtirma qarshiligi $\rho=1,7\cdot 10^{-8}\text{ Om}\cdot\text{m}$ bo'lganida, o'tkazgichning uzunligi l ni aniqlang.

8.6-masala. Havo liniyasining uzunligi $l=15\text{ km}$, liniya simining kesim yuzasi $S=150\text{ mm}^2$, simning solishtirma qarshiligi $\rho=1,7\cdot 10^{-8}\text{ Om}\cdot\text{m}$ bo'lganida, havo liniyasi simining qarshiligi R ni aniqlang.

8.7-masala. Havo liniyasi simining qarshiligi $R=15\text{ Om}$, liniya simining kesim yuzasi $S=150\text{ mm}^2$, simning solishtirma qarshiligi $\rho=2,8\cdot 10^{-8}\text{ Om}\cdot\text{m}$ bo'lganida, havo liniyasini uzunligi l ni aniqlang.

8.8-masala. Havo liniyasining uzunligi $l=17\text{ km}$, liniya simining qarshiligi $R=10\text{ Om}$, simning solishtirma qarshiligi $\rho=1,7\cdot 10^{-8}\text{ Om}\cdot\text{m}$ bo'lganida, liniya simining kesim yuzasi S ni aniqlang.

8.9-masala. Kabel liniyasining uzunligi $l=1\text{ km}$, liniya simining kesim yuzasi $S=150\text{ mm}^2$, simning solishtirma qarshiligi $\rho=1,7\cdot 10^{-8}\text{ Om}\cdot\text{m}$ bo'lganida, kabel liniyasi simining qarshiligi R ni aniqlang.

8.10-masala. Kabel liniyasi simining qarshiligi $R=15\text{ Om}$, liniya simining kesim yuzasi $S=150\text{ mm}^2$, simning solishtirma qarshiligi $\rho=2,8\cdot 10^{-8}\text{ Om}\cdot\text{m}$ bo'lganida, kabel liniyasini uzunligi l ni aniqlang.

8.11-masala. Kabel liniyasining uzunligi $l=1,5\text{ km}$, liniya simining qarshiligini $R=10\text{ Om}$, simning solishtirma qarshiligi $\rho=1,7\cdot 10^{-8}\text{ Om}\cdot\text{m}$ bo'lganida, liniya simining kesim yuzasi S ni aniqlang.

8.12-masala. O'tkazgichning kesim yuzasi $S=0,8\text{ mm}^2$, uzunligi $l=50\text{ m}$, solishtirma qarshiligi $\rho=1,5\cdot 10^{-8}\text{ Om}\cdot\text{m}$, o'tkazgichdan oqayotgan tok kuchi $I=5\text{ A}$ bo'lganida, o'tkazgichning kuchlanishi U ni aniqlang.

8.13-masala. O'tkazgichning kesim yuzasi $S=10\text{ mm}^2$, uzunligi $l=100\text{ m}$, solishtirma qarshiligi $\rho=1,7\cdot 10^{-8}\text{ Om}\cdot\text{m}$ va o'tkazgichning kuchlanishi $U=10\text{ V}$ bo'lganida, o'tkazgichdan oqayotgan tok kuchi I ni aniqlang.

8.14-masala. O'tkazgichning kesim yuzasi $S=50\text{ mm}^2$, oqayotgan tok kuchi $I=5\text{ A}$, solishtirma qarshiligi $\rho=2,8\cdot 10^{-8}\text{ Om}\cdot\text{m}$ va o'tkazgichning kuchlanishi $U=15\text{ V}$ bo'lganida, o'tkazgichning uzunligi l ni aniqlang.

8.15-masala. O'tkazgichning uzunligi $l=70\text{ m}$, oqayotgan tok kuchi $I=3\text{ A}$, solishtirma qarshiligi $\rho=2,5\cdot 10^{-8}\text{ Om}\cdot\text{m}$ va o'tkazgichning kuchlanishi $U=8\text{ V}$ bo'lganida, o'tkazgichning kesim yuzasi S ni aniqlang.

8.16-masala. Havo liniyasining kesim yuzasi $S=0,8 \text{ mm}^2$, uzunligi $l=50 \text{ m}$, simning solishtirma qarshiligi $\rho=1,5 \cdot 10^{-8} \text{ Om}\cdot\text{m}$, simdan oqayotgan tok kuchi $I=5 \text{ A}$ bo'lganida, havo liniyasining kuchlanishi U ni aniqlang.

8.17-masala. Havo liniyasi simining kesim yuzasi $S=10 \text{ mm}^2$, uzunligi $l=100 \text{ m}$, simning solishtirma qarshiligi $\rho=1,7 \cdot 10^{-8} \text{ Om}\cdot\text{m}$ va kuchlanishi $U=10 \text{ V}$ bo'lganida, havo liniyasidan oqayotgan tok kuchi I ni aniqlang.

8.18-masala. Havo liniyasi simining kesim yuzasi $S=50 \text{ mm}^2$, oqayotgan tok kuchi $I=5 \text{ A}$, simning solishtirma qarshiligi $\rho=2,8 \cdot 10^{-8} \text{ Om}\cdot\text{m}$ va kuchlanishi $U=15 \text{ V}$ bo'lganida, havo liniyasining uzunligi l ni aniqlang.

8.19-masala. Kabel liniyasining kesim yuzasi $S=10 \text{ mm}^2$, uzunligi $l=100 \text{ m}$, liniyaning solishtirma qarshiligi $\rho=1,7 \cdot 10^{-8} \text{ Om}\cdot\text{m}$ va kuchlanishi $U=10 \text{ V}$ bo'lganida, kabel liniyasidan oqayotgan tok kuchi I ni aniqlang.

8.21-masala. Kabel liniyasining uzunligi $l=900 \text{ m}$, oqayotgan tok kuchi $I=3 \text{ A}$, liniyaning solishtirma qarshiligi $\rho=2,8 \cdot 10^{-8} \text{ Om}\cdot\text{m}$ va kuchlanishi $U=24 \text{ V}$ bo'lganida, kabel liniyasining kesim yuzasi S ni aniqlang.

8.22-masala. Havo liniyasining uzunligi $l=770 \text{ m}$, oqayotgan tok kuchi $I=8 \text{ A}$, simning solishtirma qarshiligi $\rho=2,5 \cdot 10^{-8} \text{ Om}\cdot\text{m}$ va kuchlanishi $U=42 \text{ V}$ bo'lganida, havo liniyasi simining kesim yuzasi S ni aniqlang.

8.23-masala. Kabel liniyasining kesim yuzasi $S=0,65 \text{ mm}^2$, uzunligi $l=500 \text{ m}$, liniyaning solishtirma qarshiligi $\rho=2,8 \cdot 10^{-8} \text{ Om}\cdot\text{m}$, liniyadan oqayotgan tok kuchi $I=5 \text{ A}$ bo'lganida, kabel liniyasining kuchlanishi U ni aniqlang.

8.24-masala. Kabel liniyasining uzunligi $l=70 \text{ m}$, oqayotgan tok kuchi $I=3 \text{ A}$, liniyaning solishtirma qarshiligi $\rho=2,5 \cdot 10^{-8} \text{ Om}\cdot\text{m}$ va kuchlanishi $U=8 \text{ V}$ bo'lganida, kabel liniyasining kesim yuzasi S ni aniqlang.

8.25-masala. Havo liniyasining uzunligi $l=70 \text{ m}$, oqayotgan tok kuchi $I=3 \text{ A}$, simning solishtirma qarshiligi $\rho=2,5 \cdot 10^{-8} \text{ Om}\cdot\text{m}$ va kuchlanishi $U=8 \text{ V}$ bo'lganida, havo liniyasi simining kesim yuzasi S ni aniqlang.

8.26-masala. Kabel liniyasining kesim yuzasi $S=0,8 \text{ mm}^2$, uzunligi $l=50 \text{ m}$, liniyaning solishtirma qarshiligi $\rho=1,5 \cdot 10^{-8} \text{ Om}\cdot\text{m}$, liniyadan oqayotgan tok kuchi $I=5 \text{ A}$ bo'lganida, kabel liniyasining kuchlanishi U ni aniqlang.

8.27-masala. Kabel liniyasining uzunligi $l=720\text{ m}$, oqayotgan tok kuchi $I=4\text{ A}$, liniyaning solishtirma qarshiligi $\rho=2,1\cdot 10^{-8}\text{ Om}\cdot\text{m}$ va kuchlanishi $U=24\text{ V}$ bo'lganida, kabel liniyasining kesim yuzasi S ni aniqlang.

8.28-masala. Havo liniyasining uzunligi $l=600\text{ m}$, oqayotgan tok kuchi $I=6\text{ A}$, simning solishtirma qarshiligi $\rho=2,8\cdot 10^{-8}\text{ Om}\cdot\text{m}$ va kuchlanishi $U=42\text{ V}$ bo'lganida, havo liniyasi simining kesim yuzasi S ni aniqlang.

8.29-masala. Kabel liniyasining kesim yuzasi $S=0,88\text{ mm}^2$, uzunligi $l=650\text{ m}$, liniyaning solishtirma qarshiligi $\rho=2,5\cdot 10^{-8}\text{ Om}\cdot\text{m}$, liniyadan oqayotgan tok kuchi $I=5\text{ A}$ bo'lganida, kabel liniyasining kuchlanishi U ni aniqlang.

4. Nazorat savollari

1. Silindr shaklidagi o'tkazgichning qarshiligi R qanday kattaliklarga bog'liq?
2. Qarshilikning o'lchov birligini ayting.
3. Havo liniyasi simining kesim yuzasi S qanday aniqlanadi?
4. Kabel liniyasining uzunligi l qanday aniqlanadi?
5. Havo liniyasining uzunligi l qanday aniqlanadi?
6. Kabel liniyasining kesim yuzasi S qanday aniqlanadi?

9–amaliy mashg'ulot. Qarshiliklarning parallel va ketma-ket ulanishlari, hamda ularga oid masalalar

Mashg'ulotning maqsadi:

Talabalarga qarshiliklarining parallel va ketma-ket ulanishlariga oid ma'lumotlarni berish hamda bilim va ko'nikmalarini masalalar yordamida shakllantirishdan iborat.

Mashg'ulotning rejasi:

1. Nazariy qism.
2. Amaliy mashg'ulotga doir namunaviy masalalar yechish.
3. Amaliy mashg'ulotni bajarishga oid mustaqil variantlar.
4. Nazorat savollari.

Tayanch so'zlar va iboralar: o'tkazgich, qarshilik, solishtirma qarshilik, o'tkazgichning uzunligi, o'tkazgichning kesim yuzasi.

1. Nazariy qism

O'tkazgichlarning ulanish usullari

Ketma-ket ulash. O'zaro ketma-ket ulangan o'tkazgichlarning umumiy qarshiligi $R_{k.k}$ barcha o'tkazgichlar qarshiliklari $R_1, R_2, R_3, \dots, R_n$ ning algebraik yig'indisiga teng:

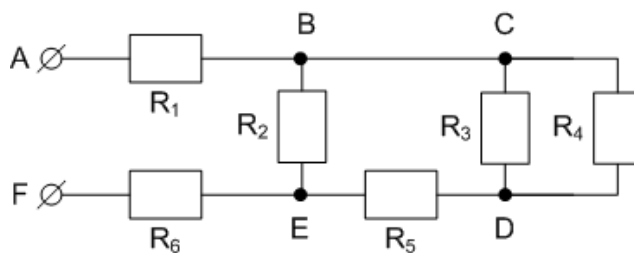
$$R_{k.k} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n. \quad (9.1)$$

Parallel ulash. O'zaro parallel ulangan o'tkazgichlarning umumiy qarshiligi $\frac{1}{R_{par}}$ barcha o'tkazgichlar qarshiliklari $\frac{1}{R_1}, \frac{1}{R_2}, \frac{1}{R_3}, \dots, \frac{1}{R_n}$ ning algebraik yig'indisiga teng:

$$\frac{1}{R_{par}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}. \quad (9.2)$$

2. Amaliy mashg'ulotga doir namunaviy masalalar yechish

9.1-masala. Elektr zanjiriga keltirilgan $R_1=2 \text{ Om}$; $R_2=0,5 \text{ Om}$; $R_3=1 \text{ Om}$; $R_4=3 \text{ Om}$; $R_5=4 \text{ Om}$ va $R_6=5 \text{ Om}$ li qarshiliklarning miqdoriga qarab, elektr zanjiri sxemasining ekvivalent qarshiligi (R_{ekv}) aniqlansin (9.1-rasm).



9.1-rasm

Yechish. Avvalo masalaning berilgan qiymatlari hamda qarshiliklarning ketma-ket va parallel ulanish usullari asosida keltirilgan sxemasini soddalashtirish kerak.

Buning uchun qarshiliklarning parallel ulash usuli asosida elektr zanjirining hisoblanayotgan qism qarshiligini R_7 deb belgilaymiz, ya'ni:

$$R_7 = \frac{R_3 \cdot R_4}{R_3 + R_4} = \frac{1 \cdot 3}{1 + 3} = \frac{3}{4} = 0,75 \text{ Om}.$$

So'ngra qarshiliklarning ketma-ket ulash usuli asosida elektr zanjirining hisoblanayotgan qism qarshiligini R_8 deb belgilaymiz:

$$R_8 = R_5 + R_7 = 4 + 0,75 = 4,75 \text{ Om}.$$

Qarshiliklarning parallel ulash usuli asosida elektr zanjirining hisoblanayotgan qism qarshiligini R_9 deb belgilaymiz:

$$R_9 = \frac{R_2 \cdot R_8}{R_2 + R_8} = \frac{0,5 \cdot 4,75}{0,5 + 4,75} = \frac{2,375}{5,25} = 0,45 \text{ Om}.$$

Umumiy holatda qarshiliklarning ketma-ket ulash usuli asosida, elektr zanjirining ekvivalent qarshiligini R_{ekv} hisoblaymiz:

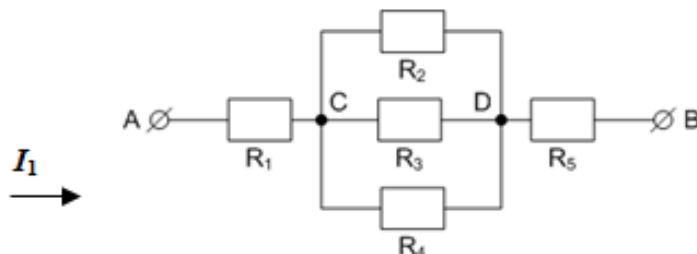
$$R_{ekv} = R_1 + R_9 + R_6 = 2 + 0,45 + 5 = 7,45 \text{ Om}$$

3. Amaliy mashg'ulotni bajarishga oid mustaqil variantlar

9.2-masala. Elektr zanjiriga keltirilgan $R_1=3 \text{ Om}$; $R_2=7 \text{ Om}$; $R_3=6 \text{ Om}$; $R_4=2 \text{ Om}$; $R_5=5 \text{ Om}$ va $R_6=1,5 \text{ Om}$ li qarshiliklarning miqdoriga qarab, elektr zanjiri sxemasining ekvivalent qarshiligi (R_{ekv}) ni aniqlang (9.1-rasm).

9.3-masala. Elektr zanjiriga keltirilgan $R_1=2,7 \text{ Om}$; $R_2=1,3 \text{ Om}$; $R_3=8,7 \text{ Om}$; $R_4=9,1 \text{ Om}$ va $R_5=10 \text{ Om}$ li qarshiliklarning miqdoriga qarab, elektr zanjiri sxemasining ekvivalent qarshiligi (R_{ekv}) ni aniqlang (9.1-rasm).

9.4-masala. Elektr zanjiriga ulangan $R_1=8 \text{ Om}$; $R_2=6 \text{ Om}$; $R_3=5 \text{ Om}$; $R_4=4 \text{ Om}$ va $R_5=3 \text{ Om}$ li qarshiliklardan $I_1=5 \text{ A}$ tok oqib o'tmoqda. Elektr zanjirining CD tugunlari orasidagi U_{CD} kuchlanishini aniqlang (9.2-rasm).



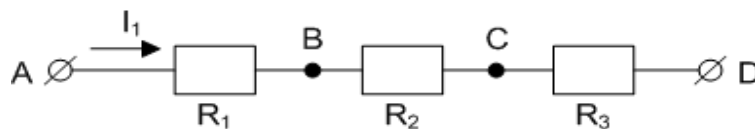
9.2-rasm

9.5-masala. Elektr zanjiriga ulangan $R_1=1,5 \text{ Om}$; $R_2=0,3 \text{ Om}$; $R_3=0,5 \text{ Om}$; $R_4=0,9 \text{ Om}$ va $R_5=1 \text{ Om}$ li qarshiliklardan $I_1=3 \text{ A}$ tok oqib o'tmoqda. Elektr zanjirining AB tugunlari orasidagi U_{AB} kuchlanishini aniqlang (9.2-rasm).

9.6-masala. Elektr zanjiriga ulangan $R_5=6,7 \text{ Om}$ li qarshilikdan $I_1=2 \text{ A}$ tok oqib o'tmoqda. Elektr zanjirining DB tugunlari orasidagi U_{DB} kuchlanishini aniqlang (9.2-rasm).

9.7-masala. Elektr zanjiriga keltirilgan $R_1=3 \text{ Om}$; $R_2=7 \text{ Om}$; $R_3=2,5 \text{ Om}$; $R_4=1,5 \text{ Om}$ va $R_5=6 \text{ Om}$ li qarshiliklarning miqdoriga qarab, elektr zanjiri sxemasining ekvivalent qarshiligi (R_{ekv}) ni aniqlang (9.2-rasm).

9.8-masala. Keltirilgan elektr zanjirida $R_1=6\text{ Om}$; $R_2=5\text{ Om}$ va $R_3=2\text{ Om}$ li qarshiliklardan $I_1=5\text{ A}$ tok oqib o'tmoqda. Elektr zanjirining AD tugunlari orasidagi U_{AD} kuchlanishini aniqlang (9.3-rasm).



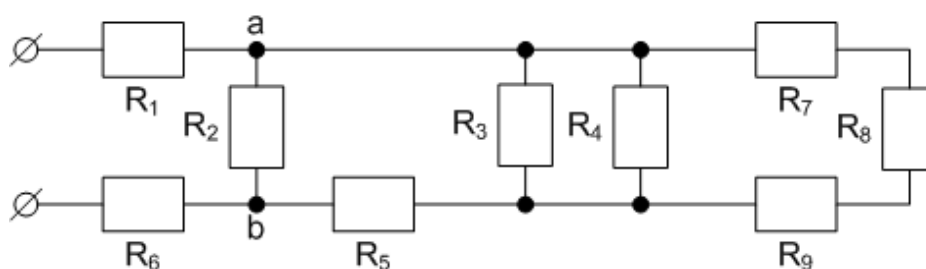
9.3-rasm

9.9-masala. Keltirilgan elektr zanjirida $R_1=6\text{ Om}$; $R_2=5\text{ Om}$ va $R_3=2\text{ Om}$ li qarshiliklardan $I_1=15\text{ A}$ tok oqib o'tmoqda. Elektr zanjirining AD tugunlari orasidagi U_{AC} kuchlanishini aniqlang (9.3-rasm).

9.10-masala. Keltirilgan elektr zanjirida $R_1=12\text{ Om}$; $R_2=5\text{ Om}$ va $R_3=2\text{ Om}$ li qarshiliklardan $I_1=25\text{ A}$ tok oqib o'tmoqda. Elektr zanjirining AD tugunlari orasidagi U_{AD} kuchlanishini aniqlang (9.3-rasm).

9.11-masala. Keltirilgan elektr zanjirida $R_1=6\text{ Om}$; $R_2=5\text{ Om}$ va $R_3=2\text{ Om}$ li qarshiliklardan $I_1=19\text{ A}$ tok oqib o'tmoqda. Elektr zanjirining AD tugunlari orasidagi U_{AD} kuchlanishini aniqlang (9.3-rasm).

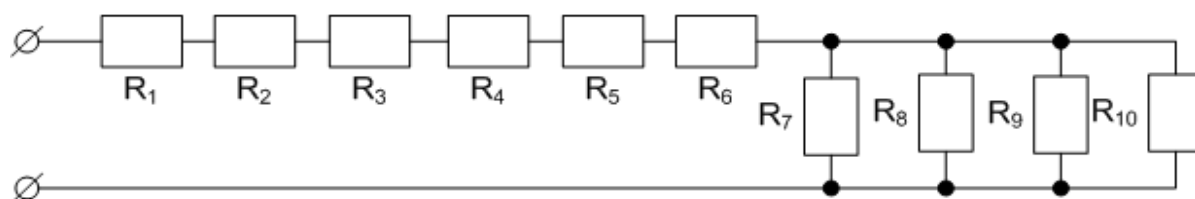
9.12-masala. Elektr zanjiriga keltirilgan $R_1=2\text{ Om}$; $R_2=5\text{ Om}$; $R_3=4\text{ Om}$; $R_4=3\text{ Om}$; $R_5=2\text{ Om}$; $R_6=1\text{ Om}$; $R_7=8\text{ Om}$; $R_8=9\text{ Om}$ va $R_9=5\text{ Om}$ li qarshiliklarning miqdoriga qarab, elektr zanjiri sxemasining ekvivalent qarshiligi (R_{ekv}) ni aniqlang (9.4-rasm).



9.4-rasm

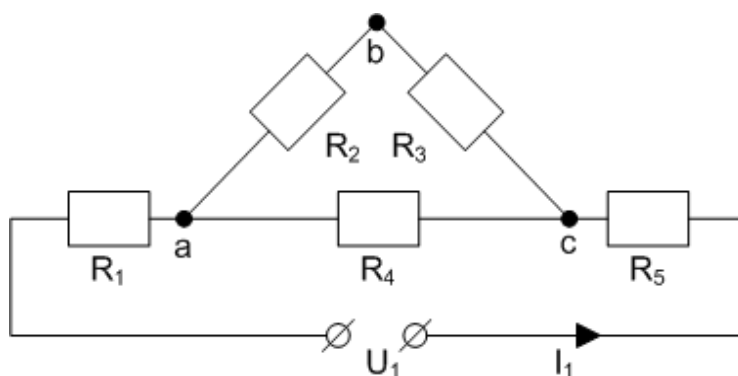
9.13-masala. Elektr zanjiriga keltirilgan $R_1=2,4\text{ Om}$; $R_2=3,5\text{ Om}$; $R_3=3,4\text{ Om}$; $R_4=2,3\text{ Om}$; $R_5=2,9\text{ Om}$; $R_6=5\text{ Om}$; $R_7=9\text{ Om}$; $R_8=7\text{ Om}$ va $R_9=7\text{ Om}$ li qarshiliklarning miqdoriga qarab, elektr zanjiri sxemasining ekvivalent qarshiligi (R_{ekv}) ni aniqlang (9.4-rasm).

9.14-masala. Elektr zanjiriga keltirilgan $R_1=0,5\text{ Om}$; $R_2=1\text{ Om}$; $R_3=1,5\text{ Om}$; $R_4=2\text{ Om}$; $R_5=2,5\text{ Om}$; $R_6=3\text{ Om}$; $R_7=1\text{ Om}$; $R_8=2\text{ Om}$; $R_9=4\text{ Om}$ va $R_{10}=6\text{ Om}$ li qarshiliklarning miqdoriga qarab, elektr zanjiri sxemasining ekvivalent qarshiligi (R_{ekv}) ni aniqlang (9.5-rasm).



9.5-rasm

9.15-masala. Elektr zanjiriga keltirilgan $R_1=15 \text{ Om}$; $R_2=20 \text{ Om}$; $R_3=25 \text{ Om}$; $R_4=10 \text{ Om}$ va $R_5=12 \text{ Om}$ li qarshiliklarning miqdoriga qarab, elektr zanjiri sxemasining ekvivalent qarshiligi (R_{ekv}) ni aniqlang (9.6-rasm).



9.6-rasm

9.16-masala. Elektr zanjiriga ulangan $R_1=6 \text{ Om}$; $R_2=7 \text{ Om}$; $R_3=5 \text{ Om}$; $R_4=3,5 \text{ Om}$ va $R_5=5 \text{ Om}$ li qarshiliklardan $I_1=5 \text{ A}$ li tok oqib o'tganida, tarmoqqa ulangan elektr zanjirining U_1 kuchlanishini aniqlang (9.6-rasm).

9.17-masala. Kuchlanishi $U_1=220 \text{ V}$ bo'lgan elektr tarmog'iga $R_1=10 \text{ Om}$; $R_2=5 \text{ Om}$; $R_3=10 \text{ Om}$; $R_4=6 \text{ Om}$ va $R_5=8 \text{ Om}$ li qarshiliklardan tashkil topgan elektr zanjiri ulanganida, zanjirdan oqadigan I_1 tokni aniqlang (9.6-rasm).

4. Nazorat savollari

1. O'zaro ketma-ket ulangan o'tkazgichlarning umumiy qarshiligini topish formulasini keltiring.

2. O'zaro parallel ulangan o'tkazgichlarning umumiy qarshilik qiymati qanday topiladi?

3. O'zaro parallel yoki ketma-ket ulangan o'tkazgichlardagi kuchlanish-ning qiymatini qanday aniqlash mumkin?

10–amaliy mashg‘ulot. Kirxgofning birinchi qonuni va unga doir masalalar

Mashg‘ulotning maqsadi:

Talabalarga Kirxgofning birinchi qonuni va unga oid ma’lumotlarni berish hamda bilim va ko‘nikmalarini masalalar yordamida shakllantirishdan iborat.

Mashg‘ulotning rejasi:

1. Nazariy qism.
2. Amaliy mashg‘ulotga doir namunaviy masalalar yechish.
3. Amaliy mashg‘ulotni bajarishga oid mustaqil variantlar.
4. Nazorat savollari.

Tayanch so‘zlar va iboralar: tarmoqlangan elektr zanjiri, tugun, yopiq kontur, tarmoq, zanjir, tok kuchi.

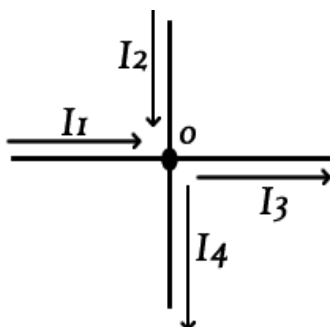
1. Nazariy qism



Gustav Robert Kirxgof (1824-1887). Nemis fizigi Gustav Robert Kirxgoff 1847–yilda ikkita qonunni kashf qildi. U tarmoqlangan elektr zanjiri uchun o‘z qonunlarini tadbiq etgan. Uning qonunlari Om qonuni bilan birga, elektron nazariyasi asosini tashkil etdi. Shunday qilib, Kirxgoff dunyo muhandislari, kimyogarlari va fiziklari orasida mashhur bo‘ldi.

Tarmoqlangan elektr zanjiri uchun Kirxgofning I-qonuniga binoan zanjirning har qanday tugunda uchrashgan toklarning algebraik yig‘indisi nolga teng (10.1-rasm):

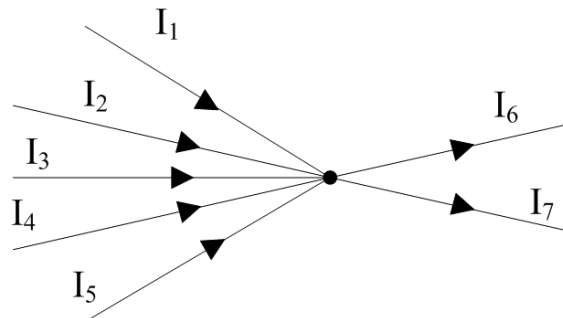
$$\sum_{i=1}^n I_i = 0. \quad (10.1)$$



10.1-rasm

2. Amaliy mashg'ulotga doir namunaviy masalalar yechish

10.1-masala. O'tkazgich zanjiri tuguniga kirayotgan toklar $I_1=10$ A; $I_2=5$ A; $I_3=2$ A; $I_4=1$ A; $I_5=7$ A ga va tugundan chiqayotgan tok $I_6=18$ A ga teng bo'lsa, I_7 tok miqdorini aniqlang (10.2-rasm).



10.2-rasm

Yechish. Masalaning boshlang'ich berilgan ma'lumoti va keltirilgan elektr sxema asosida, shuning bilan Kirxgofning birinchi qonuniga amal qilgan holda, tugunga kirayotgan I_1 ; I_2 ; I_3 ; I_4 ; I_5 toklar tugundan chiqayotgan I_6 ; I_7 toklarga tengdir. Bundan masalaning shartiga ko'ra, I_7 tokni aniqlaymiz, ya'ni:

$$I_1 + I_2 + I_3 + I_4 + I_5 = I_6 + I_7 \text{ A};$$

$$I_1 + I_2 + I_3 + I_4 + I_5 - I_6 = I_7 \text{ A};$$

$$I_7 = 10 + 5 + 2 + 1 + 7 - 18 = 7 \text{ A}$$

ga teng.

3. Amaliy mashg'ulotni bajarishga oid mustaqil variantlar

10.2-masala. O'tkazgich zanjiri tuguniga kirayotgan toklar $I_1=40$ A; $I_2=30$ A; $I_3=10$ A; $I_4=5$ A; $I_5=20$ A ga va tugundan chiqayotgan tok $I_7=100$ A ga teng bo'lsa, I_6 tok miqdorini aniqlang (10.2-rasm).

10.3-masala. O'tkazgich zanjiri tuguniga kirayotgan toklar $I_1=30$ A; $I_2=1,5$ A; $I_4=20$ A; $I_5=10$ A ga va tugundan chiqayotgan toklar $I_6=20$ A; $I_7=50$ A ga teng bo'lsa, I_3 tok miqdorini aniqlang (10.2-rasm).

10.4-masala. O'tkazgich zanjiri tuguniga kirayotgan toklar $I_1=10$ A; $I_2=80$ A; $I_3=50$ A; $I_4=30$ A ga va tugundan chiqayotgan toklar $I_6=80$ A; $I_7=100$ A ga teng bo'lsa, I_5 tok miqdorini aniqlang (10.2-rasm).

10.5-masala. O'tkazgich zanjiri tuguniga kirayotgan toklar $I_1=20$ A; $I_2=10$ A; $I_3=5$ A; $I_5=7$ A ga va tugundan chiqayotgan toklar $I_6=50$ A; $I_7=20$ A ga teng bo'lsa, I_4 tok miqdorini aniqlang (10.2-rasm).

10.6-masala. O'tkazgich zanjiri tuguniga kirayotgan toklar $I_2=5$ A; $I_3=10$ A; $I_4=8$ A; $I_5=10$ A ga va tugundan chiqayotgan toklar $I_6=30$ A; $I_7=60$ A ga teng bo'lsa, I_1 tok miqdorini aniqlang (10.2-rasm).

10.7-masala. O'tkazgich zanjiri tuguniga kirayotgan toklar $I_1=5\text{ A}$; $I_2=5\text{ A}$; $I_3=2\text{ A}$; $I_4=3\text{ A}$; $I_5=5\text{ A}$ ga va tugundan chiqayotgan tok $I_6=18\text{ A}$ ga teng bo'lsa, I_7 tok miqdorini aniqlang (10.2-rasm).

10.8-masala. O'tkazgich zanjiri tuguniga kirayotgan toklar $I_1=30\text{ A}$; $I_2=30\text{ A}$; $I_3=10\text{ A}$; $I_4=5\text{ A}$; $I_5=10\text{ A}$ ga va tugundan chiqayotgan tok $I_7=100\text{ A}$ ga teng bo'lsa, I_6 tok miqdorini aniqlang (10.2-rasm).

10.9-masala. O'tkazgich zanjiri tuguniga kirayotgan toklar $I_1=15\text{ A}$; $I_2=1,5\text{ A}$; $I_4=10\text{ A}$; $I_5=10\text{ A}$ ga va tugundan chiqayotgan toklar $I_6=20\text{ A}$; $I_7=50\text{ A}$ ga teng bo'lsa, I_3 tok miqdorini aniqlang (10.2-rasm).

10.10-masala. O'tkazgich zanjiri tuguniga kirayotgan toklar $I_1=12\text{ A}$; $I_2=80\text{ A}$; $I_3=50\text{ A}$; $I_4=30\text{ A}$ ga va tugundan chiqayotgan toklar $I_6=60\text{ A}$; $I_7=100\text{ A}$ ga teng bo'lsa, I_5 tok miqdorini aniqlang (10.2-rasm).

10.11-masala. O'tkazgich zanjiri tuguniga kirayotgan toklar $I_1=14\text{ A}$; $I_2=10\text{ A}$; $I_3=15\text{ A}$; $I_5=7\text{ A}$ ga va tugundan chiqayotgan toklar $I_6=50\text{ A}$; $I_7=20\text{ A}$ ga teng bo'lsa, I_4 tok miqdorini aniqlang (10.2-rasm).

10.12-masala. O'tkazgich zanjiri tuguniga kirayotgan toklar $I_2=15\text{ A}$; $I_3=10\text{ A}$; $I_4=8\text{ A}$; $I_5=10\text{ A}$ ga va tugundan chiqayotgan toklar $I_6=30\text{ A}$; $I_7=50\text{ A}$ ga teng bo'lsa, I_1 tok miqdorini aniqlang (10.2-rasm).

10.13-masala. O'tkazgich zanjiri tuguniga kirayotgan toklar $I_1=40\text{ A}$; $I_2=30\text{ A}$; $I_3=10\text{ A}$; $I_4=50\text{ A}$; $I_5=20\text{ A}$ ga va tugundan chiqayotgan tok $I_7=100\text{ A}$ ga teng bo'lsa, I_6 tok miqdorini aniqlang (10.2-rasm).

10.14-masala. O'tkazgich zanjiri tuguniga kirayotgan toklar $I_1=30\text{ A}$; $I_2=1,5\text{ A}$; $I_4=20\text{ A}$; $I_5=10\text{ A}$ ga va tugundan chiqayotgan toklar $I_6=200\text{ A}$; $I_7=50\text{ A}$ ga teng bo'lsa, I_3 tok miqdorini aniqlang (10.2-rasm).

10.15-masala. O'tkazgich zanjiri tuguniga kirayotgan toklar $I_1=5\text{ A}$; $I_2=80\text{ A}$; $I_3=50\text{ A}$; $I_4=30\text{ A}$ ga va tugundan chiqayotgan toklar $I_6=8\text{ A}$; $I_7=100\text{ A}$ ga teng bo'lsa, I_5 tok miqdorini aniqlang (10.2-rasm).

10.16-masala. O'tkazgich zanjiri tuguniga kirayotgan toklar $I_1=20\text{ A}$; $I_2=10\text{ A}$; $I_3=15\text{ A}$; $I_5=17\text{ A}$ ga va tugundan chiqayotgan toklar $I_6=50\text{ A}$; $I_7=20\text{ A}$ ga teng bo'lsa, I_4 tok miqdorini aniqlang (10.2-rasm).

4. Nazorat savollari

1. Tarmoqlangan elektr zanjiri uchun Kirxgofning birinchi qonunining formulasini yozib bering.

2. Tarmoqlangan elektr zanjiri uchun Kirxgofning birinchi qonunini ta'riflab bering.

3. Gustav Robert Kirxgoff qayerda va qachon tug'ilgan?

4. Gustav Robert Kirxgoffning ijodi to'g'risida gapirib bering.

11–amaliy mashg‘ulot. Kirxgofning ikkinchi qonuni va unga doir masalalar

Mashg‘ulotning maqsadi:

Talabalarga Kirxgofning ikkinchi qonuni va unga oid ma’lumotlarni berish hamda bilim va ko‘nikmalarini masalalar yordamida shakllantirishdan iborat.

Mashg‘ulotning rejasi:

1. Nazariy qism.
2. Amaliy mashg‘ulotga doir namunaviy masalalar yechish.
3. Amaliy mashg‘ulotni bajarishga oid mustaqil variantlar.
4. Nazorat savollari.

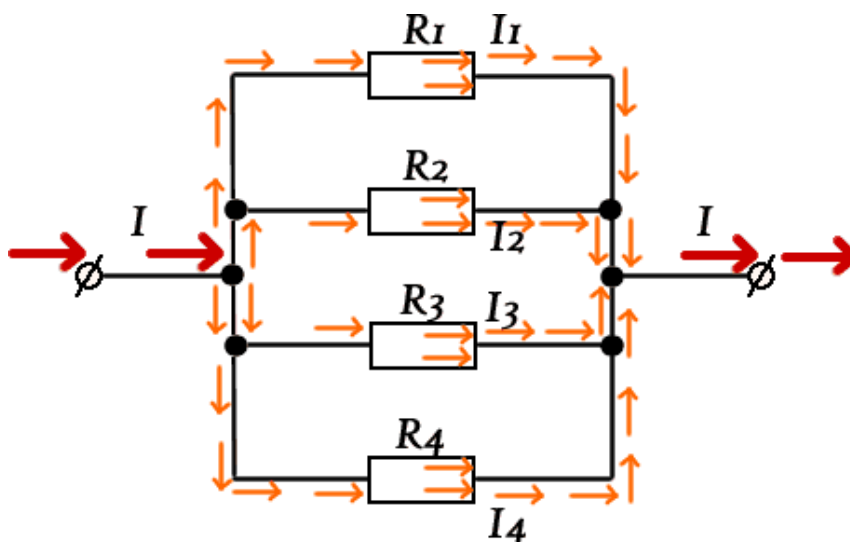
Tayanch so‘zlar va iboralar: tarmoqlangan elektr zanjir, tugun, yopiq kontur, tarmoq, zanjir, tok kuchi, qarshilik, EYuK.

1. Nazariy qism

Tarmoqlangan elektr zanjiri uchun Kirxgofning II-qonuni

Tarmoqlangan zanjirning ixtiyoriy yopiq konturi qismlaridagi toklarning mos ravishda shu konturlar qarshiliklarga ko‘paytmalarining algebraik yig‘indisi konturdagi barcha EYuK larning algebraik yig‘indisiga teng (11.1-rasm):

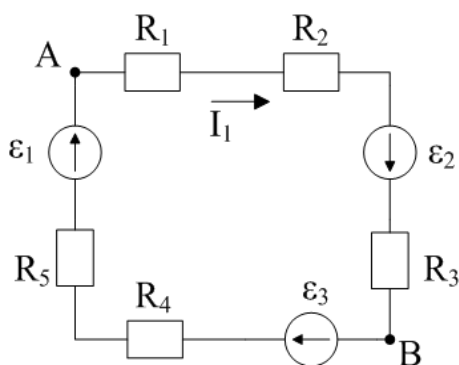
$$\sum_{i=1}^n I_i R_i = \sum_{i=1}^m \varepsilon_i \quad (11.1)$$



11.1-rasm

2. Amaliy mashg'ulotga doir namunaviy masalalar yechish

11.1-masala. Zanjirning berk konturida $R_1=2\text{ Om}$; $R_2=5\text{ Om}$; $R_3=8\text{ Om}$; $R_4=3\text{ Om}$; $R_5=4\text{ Om}$ li qarshiliklar ulangan bo'lib, ularning EYuK lari $\varepsilon_2=50\text{ V}$ va $\varepsilon_3=10\text{ V}$ ga teng hamda zanjirdan oqayotgan tok $I_1=5\text{ A}$ bo'lsa, zanjirning ε_1 EYuK ni aniqlang (11.2-rasm).



11.2-rasm

Yechish. Masalaning boshlang'ich berilgan ma'lumoti va keltirilgan elektr sxema asosida, shuning bilan birga Kirxgofning ikkinchi qonuniga amal qilgan holda zanjirning ε_1 EYuK aniqlaymiz, ya'ni:

$$I_1 \cdot (R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5) = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3;$$

$$5 \cdot (2 + 5 + 8 + 3 + 4) = \varepsilon_1 + 50 + 10;$$

$$5 \cdot 22 = \varepsilon_1 + 60;$$

$$110 - 60 = \varepsilon_1;$$

$$\varepsilon_1 = 50\text{ V}$$

ga teng.

3. Amaliy mashg'ulotni bajarishga oid mustaqil variantlar

11.2-masala. Zanjirning berk konturida $R_1=5\text{ Om}$; $R_2=8\text{ Om}$; $R_3=10\text{ Om}$; $R_4=15\text{ Om}$; $R_5=2\text{ Om}$ li qarshiliklar ulangan bo'lib, ularning EYuK lari $\varepsilon_1=40\text{ V}$ va $\varepsilon_3=20\text{ V}$ ga teng hamda zanjirdan oqayotgan tok $I_1=2\text{ A}$ bo'lsa, zanjirning ε_2 EYuK ni aniqlang (11.2-rasm).

11.3-masala. Zanjirning berk konturida $R_1=3\text{ Om}$; $R_2=4\text{ Om}$; $R_3=3,5\text{ Om}$; $R_4=6,5\text{ Om}$; $R_5=7,5\text{ Om}$ li qarshiliklar ulangan bo'lib, ularning EYuK lari $\varepsilon_1=50\text{ V}$ va $\varepsilon_2=10\text{ V}$ ga teng hamda zanjirdan oqayotgan tok $I_1=2,5\text{ A}$ bo'lsa, zanjirning ε_3 EYuK ni aniqlang (11.2-rasm).

11.4-masala. Zanjirning berk konturida $R_1=10\text{ Om}$; $R_2=9,5\text{ Om}$; $R_3=3,5\text{ Om}$; $R_4=2,5\text{ Om}$; $R_5=8,5\text{ Om}$ li qarshiliklar ulangan bo'lib, ularning EYuK lari $\varepsilon_1=65\text{ V}$; $\varepsilon_2=15\text{ V}$; $\varepsilon_3=10\text{ V}$ ga tengdir. Zanjirdan oqayotgan tok I_1 ni aniqlang (11.2-rasm).

11.5-masala. Zanjirning berk konturida $R_1=3,5\text{ Om}$; $R_2=7,5\text{ Om}$; $R_3=8,5\text{ Om}$; $R_4=1\text{ Om}$ li qarshiliklar ulangan bo‘lib, ularning EYuK lari $\varepsilon_1=35\text{ V}$; $\varepsilon_2=10\text{ V}$; $\varepsilon_3=8\text{ V}$ ni tashkil etadi hamda zanjirdan oqayotgan tok $I_1=5,5\text{ A}$ bo‘lsa, zanjirning R_5 qarshiligini aniqlang (11.2-rasm).

11.6-masala. Zanjirning berk konturida $R_1=2\text{ Om}$ va $R_5=8\text{ Om}$ li qarshiliklar ulangan bo‘lib, ularning EYuK lari $\varepsilon_1=40\text{ V}$; $\varepsilon_2=50\text{ V}$; $\varepsilon_3=8\text{ V}$ ni tashkil etadi hamda zanjirdan oqayotgan tok $I_1=6\text{ A}$ bo‘lsa, zanjirning R_4 qarshiligini aniqlang (11.2-rasm).

11.7-masala. Zanjirning berk konturida $R_4=15\text{ Om}$ va $R_5=10\text{ Om}$ li qarshiliklar ulangan bo‘lib, ularning EYuK lari $\varepsilon_1=30\text{ V}$; $\varepsilon_2=20\text{ V}$; $\varepsilon_3=10\text{ V}$ ni tashkil etadi hamda zanjirdan oqayotgan tok $I_1=7\text{ A}$ bo‘lsa, zanjirning R_3 qarshiligini aniqlang (11.2-rasm).

11.8-masala. Zanjirning berk konturida $R_1=3\text{ Om}$; $R_3=7\text{ Om}$ va $R_4=15\text{ Om}$ li qarshiliklar ulangan bo‘lib, ularning EYuK lari $\varepsilon_1=35\text{ V}$; $\varepsilon_2=25\text{ V}$; $\varepsilon_3=15\text{ V}$ ni tashkil etadi hamda zanjirdan oqayotgan tok $I_1=8\text{ A}$ bo‘lsa, zanjirning R_2 qarshiligini aniqlang (11.2-rasm).

11.9-masala. Zanjirning berk konturida $R_1=8\text{ Om}$; $R_2=5\text{ Om}$; $R_3=11\text{ Om}$; $R_4=14\text{ Om}$; $R_5=3\text{ Om}$ li qarshiliklar ulangan bo‘lib, ularning EYuK lari $\varepsilon_1=45\text{ V}$ va $\varepsilon_3=20\text{ V}$ ga teng hamda zanjirdan oqayotgan tok $I_1=5\text{ A}$ bo‘lsa, zanjirning ε_2 EYuK ni aniqlang (11.2-rasm).

11.10-masala. Zanjirning berk konturida $R_1=4\text{ Om}$; $R_2=4\text{ Om}$; $R_3=3,7\text{ Om}$; $R_4=6,1\text{ Om}$; $R_5=7,2\text{ Om}$ li qarshiliklar ulangan bo‘lib, ularning EYuK lari $\varepsilon_1=40\text{ V}$ va $\varepsilon_2=14\text{ V}$ ga teng hamda zanjirdan oqayotgan tok $I_1=2,0\text{ A}$ bo‘lsa, zanjirning ε_3 EYuK ni aniqlang (11.2-rasm).

11.11-masala. Zanjirning berk konturida $R_1=11\text{ Om}$; $R_2=9,1\text{ Om}$; $R_3=3,3\text{ Om}$; $R_4=2,1\text{ Om}$; $R_5=8,4\text{ Om}$ li qarshiliklar ulangan bo‘lib, ularning EYuK lari $\varepsilon_1=60\text{ V}$; $\varepsilon_2=10\text{ V}$; $\varepsilon_3=12\text{ V}$ ga tengdir. Zanjirdan oqayotgan tok I_1 ni aniqlang (11.2-rasm).

4. Nazorat savollari

1. Kirxgofning ikkinchi qonuni formulasini yozib bering.
2. Kirxgofning ikkinchi qonunining ta’rifini aytib bering.
3. Kirxgofning ikkinchi qonuniga binoan EYuK formulasini yozib bering.
4. Kirxgofning ikkinchi qonuniga binoan elektr tokining formulasini yozing.
5. Kirxgofning ikkinchi qonuniga binoan qarshilik formulasini yozib bering.

12–amaliy mashg‘ulot. Joule-Lens qonuni va unga doir masalalar

Mashg‘ulotning maqsadi:

Talabalarga Joule-Lens qonuni va unga oid ma’lumotlarni berish hamda bilim va ko‘nikmalarini masalalar yordamida shakllantirishdan iborat.

Mashg‘ulotning rejasi:

1. Nazariy qism.
2. Amaliy mashg‘ulotga doir namunaviy masalalar yechish.
3. Amaliy mashg‘ulotni bajarishga oid mustaqil variantlar.
4. Nazorat savollari.

Tayanch so‘zlar va iboralar: tok kuchi, issiqlik miqdori, qarshilik, vaqt, foydali ish.

1. Nazariy qism

Jeyms Preskott Joule (1818-1889). Ingliz fizigi Jeyms Preskott Joule



uyda ta’lim olish bilan birga, bir necha yil mobaynida mashhur fizik va kimyogar olimlar qo‘l ostida fizika-matematika fanlaridan tahsil oldi. Joule 19 yil davomida ilmiy eksperimentlar va tajribalar olib bordi. U termodinamika-ning rivojlanishiga o‘z hissasini qo‘shgan. Maykl Faradey ishi yo‘lida o‘tkazgichdan elektr tokining oqib o‘tishi natijasida ajralib chiqayotgan issiqlik miqdorini, ya’ni Joule-Lens qonunini kashf qildi. Joule 1872-1877 yillar mobaynida Britaniya Fanlarni rivojlantirish assotsiatsiyasi prezidenti etib tayinlangan.

Lens Emiliy Xristianovich (1804-1865).



Mashhur rus fizigi Lens Emiliy Xristianovich o‘qishni xususiy maktabdan boshlab, so‘ngra maktab-internatda davom ettirdi. U 1820-yilda Derpt Universitetining fizika-matematika fakultetiga o‘qishga kirib, professor G.Paymer rahbarligi ostida fizika va fizika-geografiya yo‘nalishlarida ilmiy izlanishlar olib bordi. Lens fizika sohasida ko‘p kashfiyotlar qilgan, lekin uning ilmiy ishlari orasida ikkitasi mashhurroqdir, ya’ni 1833 yilda elektromagnit induksiya kuchi (Lens qonuni) va 1842-yilda o‘tkazgich-dan elektr tokining oqib o‘tishi

natijasida ajralib chiqayot-gan issiqlik miqdori (Joul-Lens) to'g'risida ilmiy izlanish-lardir.

Joul-Lens qonuni. Zanjirning bir qismidan tok o'tganda ajralib chiqqan issiqlik miqdori Q tok kuchining kvadrati (I^2), zanjirning qarshiligi (R) va tokning o'tish vaqti (t) ning ko'paytmasiga teng:

$$Q = I^2 R t \quad (12.1)$$

Bu formulaning chap tomoni asosan tok bajargan foydali ishga teng bo'lgani uchun Joul-Lens qonunini o'zaro ekvivalent bo'lgan quyidagi formulalar ko'rinishida yozish mumkin:

$$Q = A_{\phi} = I^2 R t = I U t = \frac{U^2}{R} t \quad (12.2)$$

2. Amaliy mashg'ulotga doir namunaviy masalalar yechish

12.1-masala. O'tkazgichdan o'tayotgan tok kuchi $I=6$ A, qarshiligi $R=50$ Om, o'tkazgichdan oqayotgan tokning o'tish vaqti $t=3$ daqiqa bo'lsa, o'tkazgichdan ajralib chiqayotgan issiqlik miqdori Q ni aniqlang.

Yechish. Masalaning boshlang'ich berilgan ma'lumoti va keltirilgan elektr sxema asosida, shuning bilan birga Joul-Lens qonuniga amal qilgan holda o'tkazgichdan ajralib chiqayotgan issiqlik miqdori Q ni aniqlaymiz, ya'ni:

$$Q = I^2 R t \text{ J};$$

$$Q = 6^2 \cdot 50 \cdot 3 = 36 \cdot 150 \text{ J};$$

$$Q = 5400 \text{ J}$$

ga teng.

3. Amaliy mashg'ulotni bajarishga oid mustaqil variantlar

12.2-masala. O'tkazgichning qarshiligi $R=20$ Om, o'tkazgichdan oqayotgan tokning o'tish vaqti $t=5$ daqiqa, o'tkazgichdan ajralib chiqayotgan issiqlik miqdori $Q=5$ kJ bo'lsa, o'tkazgichdan o'tayotgan tok kuchi I ni aniqlang.

12.3-masala. O'tkazgichdan o'tayotgan tok kuchi $I=8$ A, qarshiligi $R=10$ Om, o'tkazgichdan ajralib chiqayotgan issiqlik miqdori $Q=8$ kJ bo'lsa, o'tkazgichdan oqayotgan tokning o'tish vaqti t ni aniqlang.

12.4-masala. O'tkazgichdan o'tayotgan tok kuchi $I=10$ A, o'tkazgichdan oqayotgan tokning o'tish vaqti $t=2$ daqiqa, o'tkazgichdan ajralib chiqayotgan issiqlik miqdori $Q=10$ kJ bo'lsa, o'tkazgichning qarshiligi R ni aniqlang.

12.5-masala. Kabel liniyasidan o'tayotgan tok kuchi $I=6\text{ A}$, qarshiligi $R=50\text{ Om}$, liniyadan oqayotgan tokning o'tish vaqti $t=3\text{ daqiqa}$ bo'lsa, liniyadan ajralib chiqayotgan issiqlik miqdori Q ni aniqlang.

12.6-masala. Kabel liniyasining qarshiligi $R=20\text{ Om}$, liniyadan oqayotgan tokning o'tish vaqti $t=5\text{ daqiqa}$, liniyadan ajralib chiqayotgan issiqlik miqdori $Q=5\text{ kJ}$ bo'lsa, liniyadan o'tayotgan tok kuchi I ni aniqlang.

12.7-masala. Kabel liniyasidan o'tayotgan tok kuchi $I=8\text{ A}$, qarshiligi $R=10\text{ Om}$, liniyadan ajralib chiqayotgan issiqlik miqdori $Q=8\text{ kJ}$ bo'lsa, liniyadan oqayotgan tokning o'tish vaqti t ni aniqlang.

12.8-masala. Kabel liniyasidan o'tayotgan tok kuchi $I=10\text{ A}$, liniyadan oqayotgan tokning o'tish vaqti $t=2\text{ daqiqa}$, liniyadan ajralib chiqayotgan issiqlik miqdori $Q=10\text{ kJ}$ bo'lsa, liniyaning qarshiligi R ni aniqlang.

12.9-masala. Havo liniyasidan o'tayotgan tok kuchi $I=6\text{ A}$, qarshiligi $R=50\text{ Om}$, simdan oqayotgan tokning o'tish vaqti $t=3\text{ daqiqa}$ bo'lsa, simdan ajralib chiqayotgan issiqlik miqdori Q ni aniqlang.

12.10-masala. Havo liniyasining qarshiligi $R=20\text{ Om}$, simdan oqayotgan tokning o'tish vaqti $t=5\text{ daqiqa}$, simdan ajralib chiqayotgan issiqlik miqdori $Q=5\text{ kJ}$ bo'lsa, simdan o'tayotgan tok kuchi I ni aniqlang.

12.11-masala. Havo liniyasidan o'tayotgan tok kuchi $I=8\text{ A}$, qarshiligi $R=10\text{ Om}$, simdan ajralib chiqayotgan issiqlik miqdori $Q=8\text{ kJ}$ bo'lsa, simdan oqayotgan tokning o'tish vaqti t ni aniqlang.

12.12-masala. Havo liniyasidan o'tayotgan tok kuchi $I=10\text{ A}$, simdan oqayotgan tokning o'tish vaqti $t=2\text{ daqiqa}$, simdan ajralib chiqayotgan issiqlik miqdori $Q=10\text{ kJ}$ bo'lsa, simning qarshiligi R ni aniqlang.

12.13-masala. O'tkazgichning kuchlanishi $U=240\text{ V}$, qarshiligi $R=90\text{ Om}$, o'tkazgichdan oqayotgan tokning o'tish vaqti $t=1\text{ daqiqa}$ bo'lganida, o'tkazgichdan ajralib chiqayotgan issiqlik miqdori Q ni aniqlang.

12.14-masala. O'tkazgichning qarshiligi $R=90\text{ Om}$, o'tkazgichdan oqayotgan tokning o'tish vaqti $t=1,2\text{ daqiqa}$, o'tkazgichdan ajralib chiqayotgan issiqlik miqdori $Q=5,6\text{ kJ}$ bo'lganida, o'tkazgichning kuchlanishi U ni aniqlang.

12.15-masala. O'tkazgichning kuchlanishi $U=80\text{ V}$, qarshiligi $R=60\text{ Om}$, o'tkazgichdan ajralib chiqayotgan issiqlik miqdori $Q=6,7\text{ kJ}$ bo'lganida, o'tkazgichdan oqayotgan tokning o'tish vaqti t ni aniqlang.

12.16-masala. O'tkazgichning kuchlanishi $U=100\text{ V}$, o'tkazgichdan oqayotgan tokning o'tish vaqti $t=0,6\text{ daqiqa}$, o'tkazgichdan ajralib

chiqayotgan issiqlik miqdori $Q=3,6 \text{ kJ}$ bo'lganida, o'tkazgichning qarshiligi R ni aniqlang.

12.17-masala. Havo liniyasining kuchlanishi $U=240 \text{ V}$, qarshiligi $R=90 \text{ Om}$, simdan oqayotgan tokning o'tish vaqti $t=1 \text{ daqiqa}$ bo'lganida, simdan ajralib chiqayotgan issiqlik miqdori Q ni aniqlang.

12.18-masala. Havo liniyasi simining qarshiligi $R=90 \text{ Om}$, simdan oqayotgan tokning o'tish vaqti $t=1,2 \text{ daqiqa}$, simdan ajralib chiqayotgan issiqlik miqdori $Q=5,6 \text{ kJ}$ bo'lganida, havo liniyasining kuchlanishi U ni aniqlang.

12.19-masala. Havo liniyasining kuchlanishi $U=80 \text{ V}$, qarshiligi $R=60 \text{ Om}$, simdan ajralib chiqayotgan issiqlik miqdori $Q=6,7 \text{ kJ}$ bo'lganida, simdan oqayotgan tokning o'tish vaqti t ni aniqlang.

4. Nazorat savollari

1. O'tkazgichdan tok o'tganda undan ajralayotgan issiqlik miqdori qanday formula bilan aniqlanadi?
2. Issiqlik miqdorining qiymati qanday kattaliklarga bog'liq?
3. Issiqlik miqdorining o'lchov birligini keltiring.
4. Joul-Lens qonuni amaliyotda qayerda qo'llash mumkin?
5. Ingliz fizigi Jeyms Preskott Joulning hayoti va ijodini bayon eting.

13–amaliy mashg'ulot. Elektromagnit induksiya qonuni hamda ushbu qonunga doir masalalar

Mashg'ulotning maqsadi:

Talabalarga elektromagnit induksiya qonuni va unga oid ma'lumotlarni berish hamda bilim va ko'nikmalarini masalalar yordamida shakllantirishdan iborat.

Mashg'ulotning rejasi:

1. Nazariy qism.
2. Amaliy mashg'ulotga doir namunaviy masalalar yechish.
3. Amaliy mashg'ulotni bajarishga oid mustaqil variantlar.
4. Nazorat savollari.

Tayanch so'zlar va iboralar: elektromagnit induksiya, kontur, elektr yurituvchi kuch, magnit oqim, zanjir, tok.

1. Nazariy qism

Elektromagnit induksiya qonuni. Faradeyning elektromagnit induksiya qonuniga binoan yopiq konturda hosil bo'lgan induksion EYuK shu kontur bilan chegaralangan yuza orqali o'tayotgan magnit induksiya oqimi o'zgarish tezligining teskari ishorali ifodasiga teng, ya'ni:

$$\varepsilon_i = - \frac{d\Phi}{dt} . \quad (13.1)$$

N ta konturdan iborat bo'lgan g'altakda quyidagicha EYuK induksiya-lanadi:

$$\varepsilon_i = -N \frac{d\Phi}{dt} , \quad (13.2)$$

bu yerda, F –konturda hosil bo'luvchi magnit oqim bo'lib, u quyidagi ifoda orqali topiladi:

$$F = B \cdot S \cdot \cos \alpha \text{ [Veber]} \quad (13.3)$$

O'zinduksiya hodisasi. Manbaga ulangan zanjirdan oqayotgan tok sekin-asta oshib boradi. Bu jarayon zanjirda o'zinduksiya EYuK i bilan bog'liqdir, chunki:

$$\varepsilon_{y\ddot{z}} = -L \frac{di}{dt} . \quad (13.4)$$

2. Amaliy mashg'ulotga doir namunaviy masalalar yechish

13.1-masala. Qanotlarining qulochi $l=50 \text{ m}$ bo'lgan reaktiv samolyot gorizontol holatda $v=900 \text{ km/soat}$ tezlik bilan uchayotganda samolyot qanotlarining uchlarida hosil bo'ladigan potentsiallar ayirmasi u ni toping. Yerning magnit maydoni induksiyasining vertikal tashkil etuvchisi $B = 5 \cdot 10^{-5} \text{ Tl}$.

Yechish. Faradey qonuniga asosan induksion EYuK magnit induksiya oqimi o'zgarishi tezligining teskari ishorali ifodasiga teng:

$$\varepsilon_i = - \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} ,$$

bunda, ΔF – samolyot qanotining Δt vaqt ichida kesib o'tgan kuch chiziqlariga teng.

$$\Delta\Phi = B\Delta S = Blv\Delta t$$

Samolyot qanotlari uchlarida hosil bo'lgan potentsiallar ayirmasi u uning qanotlarida hosil bo'ladigan induksiya EYuK ga teng:

$$u = |\varepsilon_i| = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{Blv\Delta t}{\Delta t} = Blv = 5 \cdot 10^{-5} \cdot 50 \cdot 250 = 0,625 \text{ V}.$$

3. Amaliy mashg'ulotni bajarishga oid mustaqil variantlar

13.2-masala. Qanotlarining qulochi $l=50\text{ m}$ bo'lgan reaktiv samoliyot gorizontal holatda $v=900\text{ km/soat}$ tezlik bilan uchayotganda samoliyot qanotlarining uchlarida hosil bo'ladigan potentsiallar ayirmasi u ni toping. Yerning magnit maydoni induksiyasining vertikal tashkil etuvchisi $B=5\cdot 10^{-5}\text{ Tl}$.

13.3-masala. Qanotlarining qulochi $l=80\text{ m}$ bo'lgan samoliyot gorizontal holatda $v=600\text{ km/soat}$ tezlik bilan uchayotganida samoliyot qanotlarining uchlarida hosil bo'ladigan potentsiallar ayirmasi u ni toping. Yerning magnit maydoni induksiyasining vertikal tashkil etuvchisi $B=5\cdot 10^{-5}\text{ Tl}$.

13.4-masala. Qanotlarining qulochi $l=60\text{ m}$ bo'lgan samoliyot gorizontal holatda $v=800\text{ km/soat}$ tezlik bilan uchayotganida samoliyot qanotlarining uchlarida hosil bo'ladigan potentsiallar ayirmasi u ni toping. Yerning magnit maydoni induksiyasining vertikal tashkil etuvchisi $B=5\cdot 10^{-5}\text{ Tl}$.

13.5-masala. Qanotlarining qulochi $l=70\text{ m}$ bo'lgan samoliyot gorizontal holatda $v=700\text{ km/soat}$ tezlik bilan uchayotganida samoliyot qanotlarining uchlarida hosil bo'ladigan potentsiallar ayirmasi u ni toping. Yerning magnit maydoni induksiyasining vertikal tashkil etuvchisi $B=5\cdot 10^{-5}\text{ Tl}$.

13.6-masala. Qanotlarining qulochi $l=65\text{ m}$ bo'lgan samoliyot gorizontal holatda $v=650\text{ km/soat}$ tezlik bilan uchayotganida samoliyot qanotlarining uchlarida hosil bo'ladigan potentsiallar ayirmasi u ni toping. Yerning magnit maydoni induksiyasining vertikal tashkil etuvchisi $B=5\cdot 10^{-5}\text{ Tl}$.

13.7-masala. Qanotlarining qulochi $l=76\text{ m}$ bo'lgan samoliyot gorizontal holatda $v=760\text{ km/soat}$ tezlik bilan uchayotganida samoliyot qanotlarining uchlarida hosil bo'ladigan potentsiallar ayirmasi u ni toping. Yerning magnit maydoni induksiyasining vertikal tashkil etuvchisi $B=5\cdot 10^{-5}\text{ Tl}$.

4. Nazorat savollari

1. Elektromagnit induksiya va induksion EYuK tushunchalarining o'lchov birliklari va shartli belgilarini ayting.

2. Induksion EyuK ning yo'nalishi qanday qoida asosida aniqlanadi?

3. Indutsion EyuK ning qiymati qanday kattaliklarga bog'liq?

4. Zanjirdagi o'zinduksiya EYuK formulasini keltiring.

14–amaliy mashg‘ulot. Tok kuchi, elektr quvvati va FIK hamda ularga doir masalalar

Mashg‘ulotning maqsadi:

Talabalarga tok kuchi, elektr quvvati va FIK, shu bilan birga ularga oid ma’lumotlarni berish hamda bilim va ko‘nikmalarini masalalar yordamida shakllantirishdan iborat.

Mashg‘ulotning rejasi:

1. Nazariy qism.
2. Amaliy mashg‘ulotga doir namunaviy masalalar yechish.
3. Amaliy mashg‘ulotni bajarishga oid mustaqil variantlar.
4. Nazorat savollari.

Tayanch so‘zlar va iboralar: tok kuchi, vaqt, zaryad, tok zichligi, quvvat.

1. Nazariy qism

Tok kuchi – o‘tkazgichning ko‘ndalang kesimidan vaqt birligi ichida o‘tayotgan zaryadga miqdor jihatdan teng bo‘lgan fizik kattalikdir:

$$I = \frac{q}{t}, \quad (14.1)$$

bunda, q – o‘tkazgichdan t vaqtda o‘tgan zaryad miqdori.

Tok kuchining zichligi – o‘tazgichning bir birlik ko‘ndalang kesimidan o‘tuvchi tok kuchiga miqdor jihatdan teng bo‘ladigan fizik kattalikdir:

$$j = \frac{I}{S}. \quad (14.2)$$

Quvvat. Vaqt ichida bajarilgan ish quvvat deyiladi. Aslida quvvat energiyaning o‘zgarish tezligini bildiradi:

$$P = W/t. \quad (14.3)$$

Quvvatning o‘lchovi Vatt (Vt) bo‘lib, u bir sekundda bajarilgan bir Joul ishga teng:

$$1 \text{ } Vt = 1 \text{ } J / 1 \text{ } s; \quad 1 \text{ } kVt = 10^3 \text{ } Vt.$$

2. Amaliy mashg‘ulotga doir namunaviy masalalar yechish

14.1-masala. Qandilga 6 ta 60 Vt li lampochkalar o‘rnatilgan bo‘lib, ular har kuni 6 soatdan yonsa, bir oy davomida (30 *kun*) sarf qilingan elektr energiyasining narxi N ni toping. (1 kVt -soat elektr energiyasining narxi 191 so‘m).

Yechish. Masalaning boshlang'ich berilgan ma'lumoti asosida bir oy davomida (30 kun) sarf qilingan elektr energiyasining narxi N ni aniqlaymiz, ya'ni:

1) $P_{\text{ym}} = n \cdot P_{\text{H}} = 6 \cdot 60 = 360 = 0,36 \text{ kVt};$

2) $W = P_{\text{H}} \cdot t_{\text{kyH}} \cdot t_{\text{oi}} = 0,36 \cdot 6 \cdot 30 = 64,8 \text{ kVt soat};$

3) $N = W \cdot \text{Э} = 64,8 \cdot 186 = 12052,80 \text{ so'm}.$

3. Amaliy mashg'ulotni bajarishga oid mustaqil variantlar

14.2-masala. Elektr zanjirining EYuK $\varepsilon=10 \text{ V}$, zanjirdan oqayotgan tok kuchi $I=8 \text{ A}$, manbaning ichki qarshiligi $r=3 \text{ Om}$ bo'lganida, manbaga ulangan tashqi qarshilik R ni aniqlang.

14.3-masala. Kabel liniyasidan oqayotgan tok kuchi $I=5 \text{ A}$, manbaning ichki qarshiligi $r=2 \text{ Om}$, manbaga ulangan tashqi qarshilik $R=10 \text{ Om}$ bo'lganida, kabel liniyasining EYuK ε ni aniqlang.

14.4-masala. Kabel liniyasining EYuK $\varepsilon=15 \text{ V}$, liniyadan oqayotgan tok kuchi $I=4 \text{ A}$, manbaga ulangan tashqi qarshilik $R=15 \text{ Om}$ bo'lganida, manbaning ichki qarshiligi r ni aniqlang.

14.5-masala. Elektr zanjirining EYuK $\varepsilon=20 \text{ V}$, manbaning ichki qarshiligi $r=0,5 \text{ Om}$, manbaga ulangan tashqi qarshilik $R=8 \text{ Om}$ bo'lganida, zanjirdan oqayotgan tok kuchi I ni aniqlang.

14.6-masala. Elektr plitaning quvvati $N_F=30 \text{ kVt}$ ga, ishlash vaqti $t=50 \text{ soatga}$, FIKi $\eta=0,8$ ga teng bo'lganida, bajariladigan foydali ish A_F miqdorni aniqlang.

14.7-masala. Elektr plitaning quvvati $N_F=20 \text{ kVt}$ ga, ishlash vaqti $t=40 \text{ soatga}$, bajariladigan foydali ish miqdori $A_F=60 \text{ kJ}$ ga teng bo'lganida, elektr plitaning η FIKini aniqlang.

14.8-masala. Elektr plitaning ishlash vaqti $t=65 \text{ soatga}$, FIKi $\eta=0,9$ ga, bajariladigan foydali ish miqdori $A_F=47 \text{ kJ}$ ga teng bo'lganida, elektr plitaning N_F quvvatini aniqlang.

4. Nazorat savollari

1. Qarshilikdan o'tayotgan elektr toki bajarayotgan ishning miqdori qanday formula orqali aniqlanadi?

2. Quvvat deb qanday kattalikka aytiladi va uning o'lchov birligi?

3. Quvvat va energiya orasidagi farqni tushuntirib bering.

4. Elektr energiya manbaining foydali ish koeffitsiyenti qanday nisbat bilan aniqlanadi?

5. Foydali ish koeffitsiyentini foizlarda aniqlash formulasini keltiring.

15–amaliy mashg‘ulot. O‘zgaruvchan tok elektr zanjirlari va ularga oid masalalar

Mashg‘ulotning maqsadi:

Talabalarga o‘zgaruvchan tok elektr zanjirlari va ularga oid ma’lumotlarni berish hamda bilim va ko‘nikmalarini masalalar yordamida shakllantirishdan iborat.

Mashg‘ulotning rejasi:

1. Nazariy qism.
2. Amaliy mashg‘ulotga doir namunaviy masalalar yechish.
3. Amaliy mashg‘ulotni bajarishga oid mustaqil variantlar.
4. Nazorat savollari.

Tayanch so‘zlar va iboralar: tok, zanjir, sig‘im, induktiv, qarshilik, g‘altak.

1. Nazariy qism

O‘zgaruvchan tok zanjirlari:

a) O‘zgaruvchan tok zanjirida C elektr sig‘im mavjud bo‘lganda vujudga keladigan X_C reaktiv qarshilik sig‘im qarshilik deb atalib, u tokning siklik chastotasi ω ga va sig‘im C ga teskari proporsionaldir:

$$X_C = \frac{1}{\omega C}; \quad (15.1)$$

b) O‘zgaruvchan tok zanjirida L induktivlik mavjud bo‘lganda vujudga keladigan X_L reaktiv qarshilik induktiv qarshilik deb atalib, u tokning siklik chastotasi ω ga va induktivlik L ga proporsionaldir:

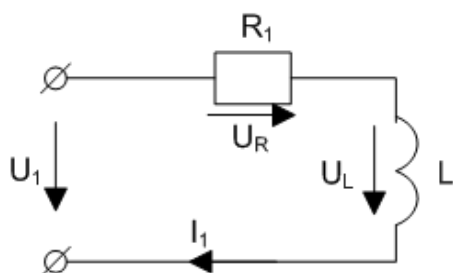
$$X_L = \omega L; \quad (15.2)$$

v) O‘zgaruvchan tok zanjiri eng umumiy holda R aktiv qarshiliklik o‘tkazgich, L induktivli g‘altak, C sig‘imli kondensator va tok manbaidan iborat bo‘lganida, uchta qarshilik R , X_L , va X_C ketma-ket ulangan bo‘lib, zanjirning to‘la qarshiligi Z quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}. \quad (15.3)$$

2. Amaliy mashg‘ulotga doir namunaviy masalalar yechish

15.1-masala. Keltirilgan elektr zanjirida $R_1=20 \text{ Om}$ li aktiv qarshilik va $L=3 \text{ Gn}$ li induktivlik ulangan bo‘lib, tarmoqning kuchlanishi $U_1=100 \text{ V}$ ni tashkil etadi. Elektr zanjiridan oqayotgan I_1 tokni aniqlang (15.1-rasm).



15.1-rasm

Yechish. O'zgaruvchan tok zanjirida L induktivlik mavjud bo'lganda:

$$X_L = \omega \cdot L = 2\pi \cdot f \cdot L = 2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 3 = 942 \text{ Om}$$

O'zgaruvchan tok zanjiri eng umumiy holda R aktiv qarshiliklik o'tkazgich va L induktivli g'altak mavjud bo'lganda:

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{20^2 + 942^2} = 942,2 \text{ Om}$$

Elektr zanjiridan oqayotgan I_1 tok

$$I = \frac{U_1}{Z} = \frac{100}{942,2} = 0,1 \text{ A}$$

ga teng.

3. Amaliy mashg'ulotni bajarishga oid mustaqil variantlar

15.2-masala. Keltirilgan elektr zanjirida $R_1=4 \text{ Om}$ li aktiv qarshilik va $L=2 \text{ Gn}$ li induktivlik ulangan bo'lib, tarmoqning umumiy qarshiligi Z ni aniqlang (15.1-rasm).

15.3-masala. Keltirilgan elektr zanjirida $R_1=10 \text{ Om}$ li aktiv qarshilik va $L=4 \text{ Gn}$ li induktivlik ulangan bo'lib, elektr zanjiridan oqayotgan tok $I_1=10 \text{ A}$ ni tashkil etadi. Tarmoqning kuchlanishi U_1 ni aniqlang (15.1-rasm).

15.4-masala. Keltirilgan elektr zanjirida $R_1=4,5 \text{ Om}$ li aktiv qarshilik va $L=2,1 \text{ Gn}$ li induktivlik ulangan bo'lib, tarmoqning umumiy qarshiligi Z ni aniqlang (15.1-rasm).

15.5-masala. Keltirilgan elektr zanjirida $R_1=7 \text{ Om}$ li aktiv qarshilik va $L=4 \text{ Gn}$ li induktivlik ulangan bo'lib, elektr zanjiridan oqayotgan tok $I_1=5 \text{ A}$ ni tashkil etadi. Tarmoqning kuchlanishi U_1 ni aniqlang (15.1-rasm).

15.6-masala. Keltirilgan elektr zanjirida $R_1=14 \text{ Om}$ li aktiv qarshilik va $L=12 \text{ Gn}$ li induktivlik ulangan bo'lib, tarmoqning umumiy qarshiligi Z ni aniqlang (15.1-rasm).

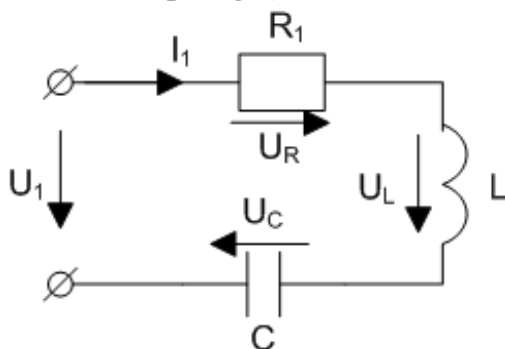
15.7-masala. Keltirilgan elektr zanjirida $R_1=12 \text{ Om}$ li aktiv qarshilik va $L=4 \text{ Gn}$ li induktivlik ulangan bo'lib, elektr zanjiridan oqayotgan tok

$I_1=5\text{ A}$ ni tashkil etadi. Tarmoqning kuchlanishi U_1 ni aniqlang (15.1-rasm).

15.8-masala. Keltirilgan elektr zanjirida $R_1=9\text{ Om}$ li aktiv qarshilik va $L=2\text{ Gn}$ li induktivlik ulangan bo'lib, elektr zanjiridan oqayotgan tok $I_1=9\text{ A}$ ni tashkil etadi. Tarmoqning kuchlanishi U_1 ni aniqlang (15.1-rasm).

15.9-masala. Keltirilgan elektr zanjirida $R_1=13\text{ Om}$ li aktiv qarshilik va $L=2\text{ Gn}$ li induktivlik ulangan bo'lib, elektr zanjiridan oqayotgan tok $I_1=5\text{ A}$ ni tashkil etadi. Tarmoqning kuchlanishi U_1 ni aniqlang (15.1-rasm).

15.10-masala. Keltirilgan elektr zanjirida $R_1=8\text{ Om}$ li aktiv qarshilik, $L=3\text{ Gn}$ li induktivlik va $C=5\text{ mkF}$ li kondensator batareyasi (sig'im) ulangan bo'lib, zanjirdan $I_1=5\text{ A}$ tok oqib o'tadi. Tarmoqqa ulangan elektr zanjirining U_1 kuchlanishini aniqlang (15.2-rasm).



15.2-rasm

15.11-masala. Keltirilgan elektr zanjirida $R_1=10\text{ Om}$ li aktiv qarshilik, $L=5\text{ Gn}$ li induktivlik va $C=8\text{ mkF}$ li kondensator batareyasi (sig'im) ulangan bo'lib, tarmoqqa ulangan umumiy qarshilik Z ni aniqlang (15.2-rasm).

15.12-masala. Keltirilgan elektr zanjirida $R_1=10\text{ Om}$ li aktiv qarshilik, $L=4,5\text{ Gn}$ li induktivlik va $C=5,5\text{ mkF}$ li kondensator batareyasi (sig'im) ulangan bo'lib, zanjirdan $I_1=6,5\text{ A}$ tok oqib o'tadi. Tarmoqning U_L kuchlanishini aniqlang (15.2-rasm).

15.13-masala. Keltirilgan elektr zanjirida $R_1=12\text{ Om}$ li aktiv qarshilik, $L=1,2\text{ Gn}$ li induktivlik va $C=3,2\text{ mkF}$ li kondensator batareyasi (sig'im) ulangan bo'lib, zanjirdan $I_1=7,5\text{ A}$ tok oqib o'tadi. Tarmoqning U_C kuchlanishini aniqlang (15.2-rasm).

15.14-masala. Keltirilgan elektr zanjirida $R_1=18\text{ Om}$ li aktiv qarshilik, $L=13\text{ Gn}$ li induktivlik va $C=5\text{ mkF}$ li kondensator batareyasi (sig'im) ulangan bo'lib, zanjirdan $I_1=5\text{ A}$ tok oqib o'tadi. Tarmoqqa ulangan elektr zanjirining U_1 kuchlanishini aniqlang (15.2-rasm).

15.15-masala. Keltirilgan elektr zanjirida $R_1=9\text{ Om}$ li aktiv qarshilik, $L=5,5\text{ Gn}$ li induktivlik va $C=4,5\text{ mkF}$ li kondensator batareyasi (sig'im) ulangan bo'lib, zanjirdan $I_1=2,5\text{ A}$ tok oqib o'tadi. Tarmoqning U_L kuchlanishini aniqlang (15.2-rasm).

15.16-masala. Keltirilgan elektr zanjirida $R_1=22\text{ Om}$ li aktiv qarshilik, $L=12\text{ Gn}$ li induktivlik va $C=10\text{ mkF}$ li kondensator batareyasi (sig'im) ulangan bo'lib, zanjirdan $I_1=5\text{ A}$ tok oqib o'tadi. Tarmoqning U_C kuchlanishini aniqlang (15.2-rasm).

4. Nazorat savollari

1. O'zgaruvchan tok zanjirida S elektr sig'im mavjud bo'lganida vujudga keladigan X_C reaktiv qarshilik nima deb nomlanadi?

2. O'zgaruvchan tok zanjirida L induktivlik mavjud bo'lganda vujudga keladigan X_L reaktiv qarshilik nima deb nomlanadi?

3. O'zgaruvchan tok zanjiri eng umumiy holda R aktiv qarshilik o'tkazgich, L induktivli g'altak, S sig'imli kondensator va tok manbaidan iborat bo'lganida, uchta qarshilik R , X_L , va X_C ketma-ket ulangan bo'lib, zanjirning to'la qarshiligi Z qanday aniqlanadi?

16–amaliy mashg'ulot. Transformatorlar va ularga doir masalalar

Mashg'ulotning maqsadi:

Talabalarga transformatorlar va ularga oid ma'lumotlarni berish hamda bilim va ko'nikmalarini masalalar yordamida shakllantirishdan iborat.

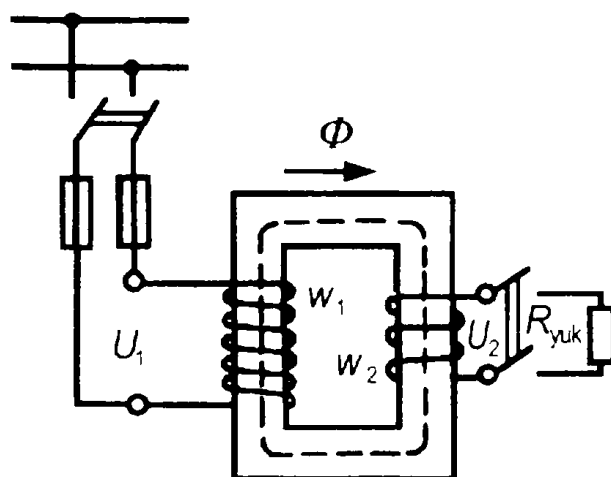
Mashg'ulotning rejasi:

1. Nazariy qism.
2. Amaliy mashg'ulotga doir namunaviy masalalar yechish.
3. Amaliy mashg'ulotni bajarishga oid mustaqil variantlar.
4. Nazorat savollari.

Tayanch so'zlar va iboralar: transformator, chulg'am, elektromagnit, transformator koeffitsiyenti, energiya.

1. Nazariy qism

Transformatorlarning birlamchi chulg'amida elektr energiya elektromagnit energiyaga va ikkilamchi chulg'amida elektromagnit energiya qayta elektr energiyaga aylanadi (16.1-rasm).



16.1-rasm

Birlamchi va ikkilamchi chulgʻamda induksiyalangan EYuKlar quyidagicha ifodalanadi:

$$E_1 = 4,44 \cdot f w_1 \Phi_{\max}; \quad E_2 = 4,44 \cdot f w_2 \Phi_{\max}, \quad (16.1)$$

bunda, f – transformatsiyalanayotgan oʻzgaruvchan tokning chastotasi, Gs;

w_1 va w_2 – birlamchi va ikkilamchi chulgʻamlarning oʻramlari soni;

F_{tax} – magnit oqimning maksimal qiymati, Vb.

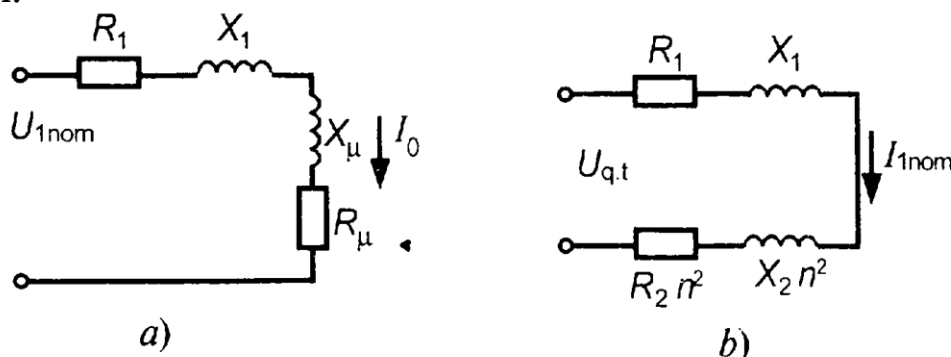
Birlamchi chulgʻam kuchlanishini ikkilamchi chulgʻamdagi kuchlanishga nisbati *transformatsiya koeffitsiyenti* deyiladi, yaʼni:

$$k = \frac{w_1}{w_2} = \frac{E_1}{E_2} = \frac{U_{10}}{U_{20}}, \quad (16.2)$$

bunda, U_{10} va U_{20} – salt ishlashda birlamchi va ikkilamchi chulgʻamlardagi kuchlanishlar, V.

Transformatorlarning barcha parametrlarini qisqa tutashish va salt ishlash tajribalaridan aniqlash mumkin.

Transformatorning salt ishlashdagi almashtirish sxemasi 16.2-rasmda keltirilgan.



16.2-rasm

Uning asosida:

$$U_1 = \sqrt{(I_0 Z_1)^2 - E_1^2}; \quad U_{20} = E_2; \quad I_0 = 0. \quad (16.3)$$

Salt ishlashda transformatorning quvvati asosan po'latdagi isroflarga sarf bo'ladi:

$$R_{s.ish} = \Delta R_{po'lat} \quad (16.4)$$

Almashtirish sxemasining parametrlari quyidagi formulalar asosida aniqlanadi:

$$X_{\mu} = \frac{U_{1nom}}{I_{10}}; \quad R_{\mu} = \frac{P_{s.ish}}{I_0^2}; \quad Z_{\mu} = \sqrt{\left(\frac{U_{1nom}}{I_{10}}\right)^2 - \left(\frac{P_{s.ish}}{I_0^2}\right)^2} \quad (16.5)$$

bunda, U_{1nom} va I_{10} – birlamchi chulg'amga ulangan voltmetr va ampermetr ko'rsatgichi;

$Z_{\mu} = \sqrt{X_{\mu}^2 - R_{\mu}^2}$ – almashtirish sxemasi magnitlovchi shoxobchasi-ning to'la qarshiligi.

Transformator qisqa tutashish tajribasidagi kuchlanishning qiymati juda kichik bo'ladi va u keng qo'laniladigan kuch transformatorlarida birlamchi kuchlanishning 4-11% ni tashkil qiladi.

2. Amaliy mashg'ulotga doir namunaviy masalalar yechish

16.1-masala. Bir fazali transformator magnit o'tkazgichining ko'ndalang aktiv kesimining yuzasi 20 sm^2 va nominal rejimda magnit induksiyasi $V_{max}=1,2 \text{ Tl}$. Chulg'am o'ramlarining soni $w_1=400$ va $w_2=50$, chastota $f=50 \text{ Gs}$. Transformator bir o'ramining EYuKi, birlamchi va ikkilamchi chulg'amlarning EYuKi hamda transformatsiya koeffitsiyentini aniqlang.

Yechish. Magnit o'tkazgichdagi magnit oqimning maksimal qiymati:

$$F_{tax} = BS = 1,2 \cdot 20 \cdot 10^{-4} = 2,4 \cdot 10^{-3} \text{ Vb.}$$

Ikkala chulg'amning har bir o'ramidagi EYUK ning ta'sir etuvchi qiymati bir xil:

$$E_0 = 4,44fF_{tax} = 4,44 \cdot 50 \cdot 2,4 \cdot 10^{-3} = 0,53 \text{ V.}$$

Chulg'am qismlaridagi EYuK o'ramlar soniga proporsional, ya'ni:

$$E_1 = w_1 E_0 = 212 \text{ (V)} \text{ va } E_2 = w_2 E_0 = 265 \text{ V.}$$

Transformatsiya koeffitsiyenti:

$$k = \frac{w_1}{w_2} = \frac{E_1}{E_2} = \frac{212}{265} = 0,8.$$

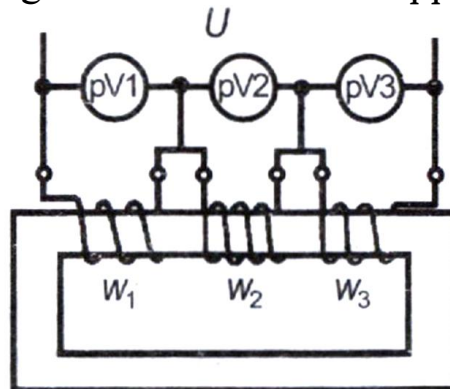
3. Amaliy mashg'ulotni bajarishga oid mustaqil variantlar

16.2-masala. Agar transformator ikkilamchi chulg'aming o'ramlar soni birinchinikidan: a) 10 baravar kam; b) 5 baravar ko'p bo'lsa, transformatsiya koeffitsiyenti qancha bo'ladi?

16.3-masala. Bir fazali transformator o'zgaruvchan 220 V kuchlanishga ulangan. Agar salt ish rejimida ikkilamchi chulg'amdagi kuchlanish 20; 110; 330 va 1100 V bo'lsa, transformatsiya koeffitsiyentini toping.

16.4-masala. Birlamchi chulg'amning o'ramlar soni $w_1=100$ bo'lgan transformator chastotasi 400 Gs li manbaga ulanganda magnit o'tkazgichda $F_{tax}=1,25 \cdot 10^{-4}$ Vb magnit oqim hosil bo'ladi. Transformatorning birlamchi chulg'amidagi EYuK ni aniqlang.

16.5-masala. Transformatorning uchta chulg'ami ketma-ket ulanib, kuchlanishi $U=380$ V o'zgaruvchan tokli tarmoqqa qo'shilgan (16.3-rasm).



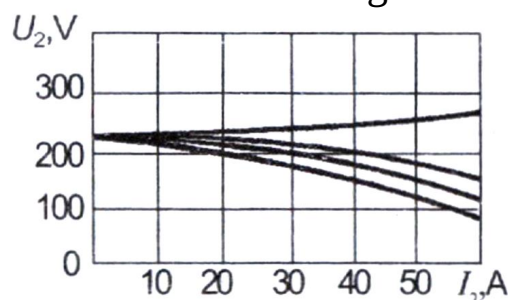
16.3-rasm

Voltmetrlarning ko'rsatishi $U_1=95$ V, $U_2=190$ V, $U_3=95$ V. Agar $w_1=100$ bo'lsa, w_2 , w_3 chulg'amlarning o'ramlari sonini aniqlang.

16.6-masala. Transformator kuchlanishi 220 V, chastotasi 50 Gs li tarmoqqa ulangan. Agar magnit o'tkazgichning aktiv kesim yuzi $4,4 \cdot 10^{-3} m^2$, undagi magnit induksiya $V=1,5$ Tl va ikkilamchi chulg'amning o'ramlari soni 50 bo'lsa, transformatsiya koeffitsiyentini aniqlang.

16.7-masala. Transformatorning salt ishlashida ikkilamchi va birlamchi chulg'amlardagi kuchlanishlar mos ravishda $55 V \pm 1,5\%$ va $220 V \pm 1,5\%$ ga teng. Transformatsiya koeffitsiyenti va uning nisbiy xatoligini aniqlang.

16.8-masala. Yuklamalarning turli xarakterida transformatorning tashqi xarakteristikalarini 16.4-rasmda keltirilgan.



16.4-rasm

- Qaysi xarakteristika: a) quvvatning maksimal koeffitsiyentiga;
b) yuklamaning induktiv xarakteriga;
d) yuklamaning sig‘im xarakteriga to‘g‘ri keladi?

16.9-masala. Elektrlashtirilgan temir yo‘llarda foydalaniladigan YuL-80 elektrovozga o‘rnatilgan nominal quvvati 4485 kVA bir fazali ODSE 5000/25V transformatorning salt ish rejimida birlamchi chulg‘amidagi kuchlanish 25000 V, ikkilamchi chulg‘amidagi kuchlanish 1218 V. Transformatsiya koeffitsiyenti-ni aniqlang.

16.10-masala. Kuchlanishi 220 V, chastotasi 50 Gs bo‘lgan tarmoqqa transformator ulangan. Agar salt ishlash tajribasida ikkilamchi chulg‘amdagi kuchlanish 110 V, magnit o‘tkazgichdagi magnit oqim $F_{tax}=2 \cdot 10^{-3}$ Vb bo‘lsa, birlamchi va ikkilamchi chulg‘amlarning o‘ramlari sonini toping.

16.11-masala. Bir fazali transformatorning qisqa tutashish kuchlanishi 5% ni tashkil etadi. Agar tarmoqning nominal kuchlanishi 220 V bo‘lsa, birlamchi chulg‘amga qanday kuchlanish berish mumkin?

16.12-masala. Nominal quvvati $S_{pot}=6,3$ kVA bo‘lgan transformatorning ikkilamchi chulg‘amidagi kuchlanish 380 V, quvvat koeffitsiyenti 0,8 va yuklama quvvati 4 kVt bo‘lsa, ikkilamchi chulg‘amning toki va transformatorning yuklama koeffitsiyentini aniqlang.

16.13-masala. Transformatorning birlamchi chulg‘ami kuchlanishi 220 V o‘zgaruvchan tok tarmog‘iga ulangan. Ikkilamchi chulg‘amiga qarshiligi 10 Om bo‘lgan bir xil uchta yuklama ulangan. Yuklama toklari 5,5; 11; 15,4 A. Har bir holatda ikkilamchi chulg‘amning transformatsiya koeffitsiyentini toping.

4. Nazorat savollari

1. Transformatorning ishlash prinsipini tushuntiring.
2. Transformatsiya koeffitsiyentini tushuntiring.
3. Transformatorning parametrlarini qanday aniqlash mumkin?
4. Transformatsiya koeffitsiyenti formulasini keltiring.
5. Yuklama qarshiligi ikki baravar kamaysa, transformatorning birlamchi chulg‘amidagi tok qanday o‘zgaradi?
6. Yuklama qarshiligi o‘zgarmas bo‘lib, transformatsiya koeffitsiyenti ikki baravar oshirilsa, transformatorning birlamchi chulg‘amidagi tok qanday o‘zgaradi?

17–amaliy mashg‘ulot. Elektr mashinalar va ularga doir masalalar

Mashg‘ulotning maqsadi:

Talabalarga elektr mashinalar va ularga oid ma’lumotlarni berish hamda bilim va ko‘nikmalarini masalalar yordamida shakllantirishdan iborat.

Mashg‘ulotning rejasi:

1. Nazariy qism.
2. Amaliy mashg‘ulotga doir namunaviy masalalar yechish.
3. Amaliy mashg‘ulotni bajarishga oid mustaqil variantlar.
4. Nazorat savollari.

Tayanch so‘zlar va iboralar: o‘zgarmas tok, generator, quvvat, chulg‘am, yakor, chastota.

1. Nazariy qism

O‘zgarmas tok generatorlarini aylantirish uchun zarur bo‘lgan mexanik quvvat $P_1 = Mn \cdot 2\pi / 60 = Mn / 9,55$ elektromagnit quvvatga o‘zgartiriladi, ya’ni:

$$P_{em} = EI_{ya}, \quad (17.1)$$

bunda, M – yakorning aylantiruvchi momenti, $N \cdot m$;

n – aylanish chastotasi, ayl/min ;

E – yakor chulg‘amining EYuKi, V ;

I_{ya} – yakor chulg‘amidagi tok, A .

Generatorning natijaviy quvvat isroflari ΔP bo‘lsa, uning FIK i:

$$\eta = \frac{P_2}{P_2 + \Delta P} \cdot 100\%, \quad (17.2)$$

bunda, $P_2 = UI$ – yuklamadagi elektromagnit quvvat.

O‘zgarmas tok generatorining EYuKi:

$$E = \frac{pN}{60a} \cdot n\Phi = C_E \cdot n\Phi, \quad (17.3)$$

bunda, N – yakor chulg‘ami aktiv o‘tkazgichlarining soni;

a – chulg‘amning parallel shoxobchalari soni;

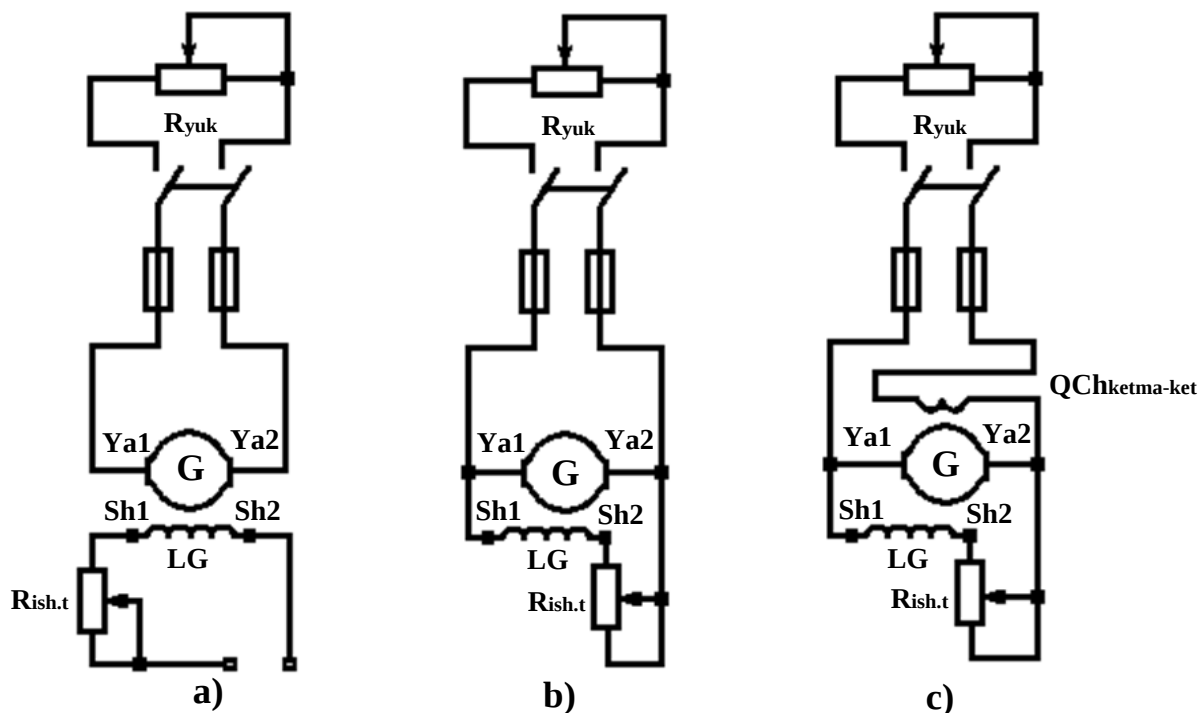
p – juft qutblar soni;

n – rotorning aylanish chastotasi, ayl/min ;

F – bir qutbning magnit oqimi, Vb ;

C_E – mashina konstruksiyasiga bog‘liq bo‘lgan o‘zgarmas elektr koef-fitsiyent.

Statorda oʻrnatilgan qoʻzgʻatish chulgʻamlarining ulanish usuliga koʻra oʻzgarmas tok generatorlari mustaqil, parallel, ketma-ket va aralash qoʻzgʻatishli boʻladi (17.1-rasm).



17.1-rasm

Generator qismlaridagi kuchlanish:

$$U = E - I_{ya} R_{ya}, \quad (17.4)$$

bunda, R_{ya} —yakor zanjiridagi ishchi harorati $t=75^{\circ}\text{C}$ ga keltirilgandagi qarshilik.

2. Amaliy mashgʻulotga doir namunaviy masalalar yechish

17.1-masala. Mustaqil qoʻzgʻatishli generator quyidagi nominal koʻrsatkichlarga ega: $P_{nom}=10 \text{ kVt}$; $U_{nom}=115 \text{ V}$; $n_{nom}=150 \text{ ayl/min}$. Yakor zanjirining qarshiligi $R_{ya}=0,52 \text{ Om}$. Qoʻzgʻatish zanjirining qarshiligi $R_{qo'z}=120 \text{ Om}$. Agar mexanik va magnit isroflar $\Delta P_{qo'z}=5\% P_{nom}$ va qoʻzgʻatish toki $I_{qo'z}=5\% I_{ya.nom}$ boʻlsa, generatordagi isroflar, FIK va yuritma motorning aylantiruvchi momentini aniqlang.

Yechish. Yakorning nominal toki quyidagicha aniqlanadi:

$$I_{ya} = I_{ya.nom} = \frac{P_{nom}}{U_{nom}} = \frac{10000}{115} = 87 \text{ A.}$$

Natijaviy isroflar:

$$\begin{aligned} \Delta P &= \Delta P_e + \Delta P_m + \Delta P_{qo'z} = 0,05 \cdot P_{nom} + 0,03 \cdot I_{ya.nom}^2 R_{qo'z} + I_{ya}^2 R_{ya} = V_t \\ &= 0,05 \cdot 10000 + (0,03 \cdot 87)^2 \cdot 120 + 87^2 \cdot 0,052 = 1705. \end{aligned}$$

Generatorni harakatlantiruvchi mexanik quvvat:

$$P_1 = P_{nom} + \Delta P = 10 + 1,7 = 11,7 \text{ kVt.}$$

Generatorning FIK i:

$$\eta_g = \frac{P_{nom}}{P_1} = \frac{10}{11,7} = 0,854.$$

Elektr motor momenti:

$$M = 9,55 \cdot \frac{P_1}{n} = 9,55 \cdot \frac{11700}{1450} = 70,5 \text{ Nm.}$$

3. Amaliy mashg'ulotni bajarishga oid mustaqil variantlar

17.2-masala. O'zgarmas tok generatorining foydali quvvati 5 kVt, yakor chulg'amidagi quvvat isrofi 100 Vt. Agar EYuK 238 V bo'lsa, yakor zanjiridagi tokni aniqlang.

17.3-masala. Parallel qo'zg'atishli generatorning EYuKi 238 V, qo'zg'atish toki 3 A va yuklama toki 80 A bo'lsa, yakor zanjiri, qo'zg'atish chulg'ami va yuklamadagi natijaviy quvvatni toping.

17.4-masala. Aralash qo'zg'atishli generatorning yakor toki 25 A, foydali quvvati 10 kVt, elektromagnit quvvati 11 kVt, qo'zg'atish zanjiridagi quvvat isrofi 0,5 kVt bo'lsa, yakor zanjirining qarshiligini toping.

17.5-masala. Mustaqil qo'zg'atishli o'zgarmas tok generatori chiqish qismlaridagi kuchlanishni toping. Generator EYuKi 240 V, yakor toki 40, 80 va 120 A, yakor zanjirining qarshiligi $R_{ya}=0,075 \text{ Om}$.

17.6-masala. Parallel qo'zg'atishli generatorning chiqish kuchlanishi $U=230 \text{ V}$, qo'zg'atish zanjiridagi qarshilik 20 Om va yuklanish toki 180 A bo'lsa, qo'zg'atish toki va yakor tokini toping.

17.7-masala. Generator yurituvchi valining aylanish chastotasi 1,5 baravar oshirilganda EYuK 120 V oshgan. Magnit oqim o'zgarmas bo'lsa, ikkala rejimdagi EYuK ni aniqlang.

17.8-masala. Aralash qo'zg'atishli o'zgarmas tok generatorining yuklama qarshiligi 2 baravar oshirilganda, yakor toki 10 A ga kamaydi. Agar yakor zanjirining qarshiligi $R_{ya}+R_{qo'z.ketma-ket}=0,1 \cdot R_{nom}$ bo'lsa, ikkala rejimda yakor tokini aniqlang.

17.9-masala. Quvvatlari $R_{nom1}=R_{nom2}=45 \text{ kVt}$ bo'lgan ikkita parallel qo'zg'atishli generator nominal kuchlanishi 230 V, quvvati 80 kVt li yuklamaga ulangan. Agar yakor zanjirlarining qarshiligi $R_{ya1}=0,1 \text{ Om}$ va $R_{ya2}=0,07 \text{ Om}$ bo'lsa, generatorlar tokini aniqlang.

17.10-masala. Sinxron generator quyidagi nominal parametrlarga ega: $S_{\text{nom}}=500 \text{ kVA}$; $U_{\text{nom}}=380 \text{ V}$; $\cos\varphi=0,909$; $\eta_{\text{nom}}=93,4\%$. Generatorning aktiv quvvati, natijaviy isroflar va nominal yuklamadagi tokni toping.

4. Nazorat savollari

1. Nima uchun o'zgaruvchan tok generatorining statori bir-biridan alohida izolyatsiyalangan po'lat plastinalardan yig'iladi?
2. Motor chulg'aming korpusga nisbatan izolyatsiya qarshiligi qanday aniqlanadi?
3. Yakorning nominal toki qanday aniqlanadi?
4. Generatorning FIK i qanday aniqlanadi?
5. O'zgarmas tok generatorining EYuK i qanday aniqlanadi?

18–amaliy mashg'ulot. Elektr energiyani ishlab chiqarish, uzatish, taqsimlash va iste'mol qilishga oid masalalar

Mashg'ulotning maqsadi:

Talabalarga elektr energiyani ishlab chiqarish, uzatish, taqsimlash va iste'mol qilishga oid ma'lumotlarni berish hamda bilim va ko'nikmalarini masalalar yordamida shakllantirishdan iborat.

Mashg'ulotning rejasi:

1. Nazariy qism.
2. Amaliy mashg'ulotga doir namunaviy masalalar yechish.
3. Amaliy mashg'ulotni bajarishga oid mustaqil variantlar.
4. Nazorat savollari.

Tayanch so'zlar va iboralar: tok, kuchlanish, havo elektr uzatish liniyasi, kabel liniyasi, eruvchan saqlagich.

1. Nazariy qism

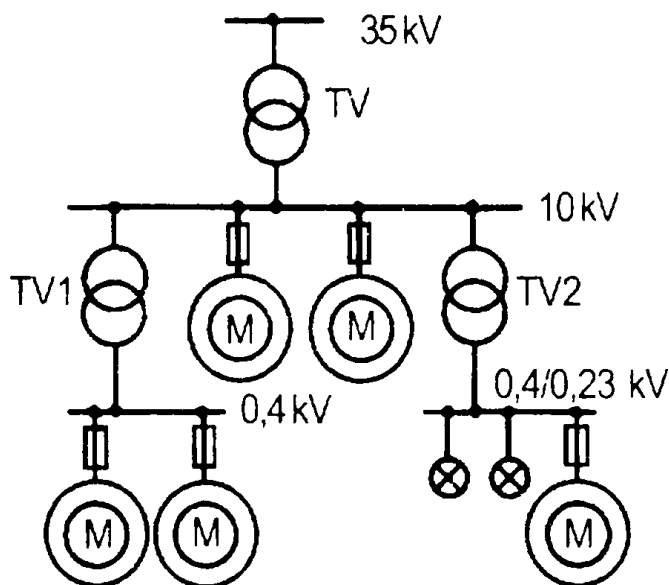
Kuchlanishi 1000 V gacha bo'lgan elektr uzatish liniyalari ruxsat etilgan iste'mol tok bo'yicha quyidagi ifodadan foydalanib hisoblanadi (18.1-rasm):

$$k_1 k_2 I_r \geq I_h, \quad (18.1)$$

bunda, k_1 – havo haroratiga qarab ma'lumotnomalardan olinadigan tuzatma ko'effitsiyenti;

k_2 – kabel liniyalari uchun kiritiladigan tuzatma koeffitsiyenti, yonmayon joylashtirilgan kabellarning o‘zaro qizishiga qarab olinadi;

I_r , I_h – berilgan kesim yuzasi uchun mos ravishda ruxsat etilgan va hisoblangan tok.



18.1-rasm

Bundan tashqari, o‘tkazgich simining ko‘ndalang kesimi himoyalash shartini hisobga olgan holda quyidagi ifodadan foydalanib tanlanadi:

$$k_1 k_2 I_r \geq k_3 I_e, \quad (18.2)$$

bunda k_z – avtomat yoki eruvchan saqlagich turiga bog‘liq himoyalash koeffitsiyenti;

I_e – eruvchan saqlagich yoki avtomatning ajratish toki, A.

Shu tarzda tanlab olingan ko‘ndalang kesim yuzasi kuchlanish isrofi 5-6,5% va mexanik mustahkamlik bo‘yicha ham tekshiriladi. Kuchlanishi 1000 V dan yuqori bo‘lgan elektr uzatish liniyalari tok yuklamasi (1) formula asosida hamda kuchlanish isrofi (havodagi uzatish liniyalari uchun 8% gacha, kabel liniyalari uchun 6% gacha) va mexanik mustahkamligi bo‘yicha hisoblanadi (alyuminiy simlar uchun minimal ko‘ndalang kesim yuzasi $S=35 \text{ mm}^2$, po‘lat-alyuminiy simlar uchun 25 mm^2).

Yuqori kuchlanishli liniyalardan o‘tadigan tokning iqtisodiy zichligi va ish toki ta‘sirida qizishi, ya‘ni termik mustahkamlik bo‘yicha hisoblanadi.

Birinchi holda simlarning ko‘ndalang kesim yuzasi:

$$S = I_{ish} / \gamma, \quad (18.3)$$

bunda I_{ish} – magistral liniyadagi ish toki, A;

γ – ma'lumotnomalardan olinadigan tokning iqtisodiy zichligi, A/mm^2 .

Qisqa tutashish toklariga bardosh bera oladigan simning ko'ndalang kesim yuzasi quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$S = I_{q,t} \cdot \sqrt{t/k_s}, \quad (18.4)$$

bunda t – ajratgichning ajratish vaqti, sek;

k_s – qisqa tutashish toki bo'yicha himoyalash ko'effitsiyenti (mis uchun $140 A \cdot s^{1/2} mm^2$ va alyumin uchun $95 A \cdot s^{1/2} mm^2$).

Uch simli liniyalar uchun kuchlanish isrofi quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I_{ish} \cdot l \cdot (R_0 \cos \varphi + X_0 \sin \varphi), \quad (18.5)$$

bunda l – aktiv R_0 va reaktiv X_0 (Om/km) tashkil etuvchilari bo'lgan liniyaning uzunligi, km;

I_{ish} – ish toki, A;

$\cos \varphi$ – yuklamaning quvvat ko'effitsiyenti.

Ikki simli yoritish yuklamaga mo'ljallangan uzatish liniya uchun kuchlanish isrofi (nominal kuchlanishning foizida) quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$\Delta U = 100\% \cdot 2Pl\rho/U^2S, \quad (18.6)$$

bunda P – yuklamaning hisoblangan quvvati, Vt;

l – liniyaning uzunligi, m;

U – liniyaning kuchlanishi, V;

ρ – simning solishtirma qarshiligi, $Om \cdot m/mm^2$;

S – simning ko'ndalang kesim yuzi, mm^2 .

To'rt simli yoritish yuklamaga mo'ljallangan uzatish liniya uchun kuchlanish isrofi:

$$\Delta U = 100\% \cdot Pl\rho/U^2S. \quad (18.7)$$

Tanlab olingan simlarning ko'ndalang kesim yuzi hisoblanganidan katta bo'lishi kerak.

2. Amaliy mashg'ulotga doir namunaviy masalalar yechish

18.1-masala. Nominal kuchlanishi 10 kV va quvvati 1600 kVA bo'lgan uch fazali transformator havo elektr uzatish liniyasiga ulangan. Shu liniyadagi kuchlanish isrofi 8% dan oshmasligi kerak.

Zanjirda ishlash vaqti 0,5 sek va qisqa tutashish toki $160 \cdot I_{nom}$ gacha bo'lgan himoyalash uskunasi o'rnatilgan. Agar tokning iqtisodiy zichligi $\gamma = 1,2 A/mm^2$ bo'lsa, uzunligi 1 km qog'oz izolyasiyal o'tkazgich simlari

alyuminli kabelning ko'ndalang kesim yuzasini tanlang. Quvvat koeffitsiyenti $\cos\varphi=1$ va harorat bo'yicha tuzatma koeffitsiyenti $k_t=1$.

Yechish. Elektr uzatish liniyasi simlarining ko'ndalang kesim yuzasi tokning iqtisodiy zichligi talablariga javob berishi kerak:

$$S = P / U_{\text{nom}} \cdot \gamma = 1600 / 10 \cdot 1,2 = 133 \text{ mm}^2.$$

Qisqa tutashish toklariga bardosh bera oladigan kesim yuzasini hisoblaymiz:

$$S=160 \cdot I_{nom} \cdot \sqrt{t/95}=160 \cdot 100 \cdot \sqrt{0,5/95}=117 \text{ mm}^2 .$$

Masala shartiga ko'ra, $\cos\varphi=1$ bo'lgani uchun $P=S\cos\varphi$ simning ishchi tok $I_{\text{ish}}=P/U_1=1600/10=160$ A bilan qizishini hisobga olib, uning ko'ndalang kesim yuzasini ma'lumotnomadan foydalanib tanlaymiz, ya'ni $S=120 \text{ mm}^2$. Ruxsat etilgan kuchlanish isrofi bo'yicha ko'ndalang kesimni hisoblaymiz:

$$S=2Pl\rho/U_2\Delta U=2\cdot 1600\cdot 10^3\cdot 10^3\cdot 0,0312/10^8\cdot 0,08=12\text{ mm}^2.$$

Qo'yilgan barcha talablarga javob berish uchun hisoblangan kesimlarning eng kattasini tanlash kerak. Eng yaqin standart ko'ndalang kesim yuzasi $S=155 \text{ mm}^2$.

3. Amaliy mashg'ulotni bajarishga oid mustaqil variantlar

18.2-masala. Quvvati 210 kVA bo'lgan qurilish maydonchasi kuchlanishi 380 V li uch fazali havo liniyasidan ta'minlanadi. Agar harorat bo'yicha tuzatma koeffitsiyenti $k_t=1$ bo'lsa, qizishga bardosh bera oladigan simning ko'ndalang kesim yuzasini aniqlang.

18.3-masala. Hisoblangan 34, 85, 25, 10, 140 A toklar uchun plastmassa trubalardagi to'rt simli liniya o'tkazgich simlarining kesim yuzasini tanlang.

18.4-masala. Ishlab chiqarish korxonasining liniyalaridagi qisqa tutashish toki 15000 A gacha oshishi mumkin. Agar himoya uskunasining ishga tushish vaqti 0,5 sek bo'lsa, bu tokka bardosh bera oladigan alyumin simning kesim yuzasini toping.

18.5-masala. Quvvati 150 kVt li yuklama uzunligi 2 km boʻlgan ikki simli liniya orqali kuchlanishi 1 kV li manbaga ulangan. Kuchlanish isrofi 5% dan oshmasligi uchun alyumin simning koʻndalang kesim yuzasini aniqlang.

18.6-masala. Aktiv va reaktiv quvvatlari mos ravishda $R=40 \text{ kVt}$ va $Q=30 \text{ kVAr}$ bo'lgan yuklama pol osti kanaliga joylashtirilgan to'rt simli alyumin kabel orqali kuchlanishi 380 V bo'lgan manbaga ulangan. Kabelning ko'ndalang kesim yuzasi va ruxsat etilgan tokini aniqlang.

18.7-masala. Suvni ko‘tarib beruvchi elektr nasosning elektr motori (quvvati 100 kVt va $\cos\varphi=0,8$) aktiv qarshiligi $R=0,92 \text{ Om/km}$ va reaktiv qarshiligi $X_0=0,4 \text{ Om/km}$, uzunligi $l=1,5 \text{ km}$ alyuminli havo liniyasi orqali ikkilamchi nominal kuchlanishi $U_{\text{nom}}=6 \text{ kV}$ bo‘lgan transformatorga ulangan. Nominal kuchlanishga nisbatan kuchlanish isrofini foizlarda aniqlang.

18.8-masala. Quvvati 650 kVt li yuklama uzunligi 2,6 km bo‘lgan ikki simli liniya orqali kuchlanishi 10 kV li manbaga ulangan. Kuchlanish isrofi 5% dan oshmasligi uchun alyumin simning ko‘ndalang kesim yuzasini aniqlang.

18.9-masala. Aktiv va reaktiv quvvatlari mos ravishda $R=30 \text{ kVt}$ va $Q=20 \text{ kVAr}$ bo‘lgan yuklama pol osti kanaliga joylashtirilgan to‘rt simli alyumin kabel orqali kuchlanishi 380 V bo‘lgan manbaga ulangan. Kabelning ko‘ndalang kesim yuzasi va ruxsat etilgan tokini aniqlang.

18.10-masala. Suvni ko‘tarib beruvchi elektr nasosning elektr motori (quvvati 80 kVt va $\cos\varphi=0,86$) aktiv qarshiligi $R=0,97 \text{ Om/km}$ va reaktiv qarshiligi $X_0=0,9 \text{ Om/km}$, uzunligi $l=2,5 \text{ km}$ alyuminli havo liniyasi orqali ikkilamchi nominal kuchlanishi $U_{\text{nom}}=10 \text{ kV}$ bo‘lgan transformatorga ulangan. Nominal kuchlanishga nisbatan kuchlanish isrofini foizlarda aniqlang.

18.11-masala. Quvvati 250 kVt li yuklama uzunligi 1,3 km bo‘lgan ikki simli liniya orqali kuchlanishi 10 kV li manbaga ulangan. Kuchlanish isrofi 5% dan oshmasligi uchun alyumin simning ko‘ndalang kesim yuzasini aniqlang.

18.12-masala. Aktiv va reaktiv quvvatlari mos ravishda $R=50 \text{ kVt}$ va $Q=40 \text{ kVAr}$ bo‘lgan yuklama pol osti kanaliga joylashtirilgan to‘rt simli alyumin kabel orqali kuchlanishi 380 V bo‘lgan manbaga ulangan. Kabelning ko‘ndalang kesim yuzasi va ruxsat etilgan tokini aniqlang.

4. Nazorat savollari

1. Elektr energiyani ishlab chiqarish, uzatish, taqsimlash va iste’mol qilish jarayonini tushuntirib bering.

2. To‘rt simli yoritish yuklamaga mo‘ljallangan uzatish liniya uchun kuchlanish isrofi qanday aniqlanadi?

3. Nominal kuchlanishga nisbatan kuchlanish isrofi foizlarda qanday aniqlanadi?

I L O V A L A R

1-ilova

Xalqaro SI sistemasida elektr, magnit, mexanik kattaliklar va parametrlar hamda ularning o'lchov birliklari

Kattaliklar nomi	Xalqaro SI sistemadagi birliklar		
	Nomlanishi	O'lchov birligi	Belgi si
Uzunlik	Metr	m	<i>l</i>
Yuza, sirt	Metr·kvadrat	m ²	<i>S</i>
Hajm	Metr·kub	m ³	<i>V</i>
Og'irlik (massa)	Kilogramm	kg	<i>m</i>
Vaqt	Sekund	sek	<i>t</i>
Tezlik	Metrning sekundga nisbati	m/s	<i>v</i>
Kuch	Nyuton	N	<i>F</i>
Ish	Joul (vatt·sekund)	J (Vt·sek)	<i>W</i>
Issiqlik miqdori	Joul	J	<i>Q</i>
Harorat	Kelvin	K	<i>T</i>
Burchak tezligi, burchak chastotasi	Radianning sekundga nisbati	rad/sek	<i>ω</i>
Yassi burchak	Radian	rad	<i>α, φ, ψ</i>
Kuch momenti	Nyuton·metr	N·m	<i>M</i>
Aktiv quvvat	Vatt	Vt	<i>P</i>
Reaktiv quvvat	Volt·amper·reaktiv quvvat	VAr	<i>Q</i>
To'la quvvat	Volt·amper	VA	<i>S</i>
Kuchlanish, EYuK	Volt	V	<i>U, E</i>
Tok	Amper	A	<i>I</i>
Tok zichligi	Ampurning metr kvadratga nisbati	A/m ³	<i>j</i>
Zaryad, elektr miqdori	Kulon	Kl	<i>Q, q</i>
Elektr maydon kuchlanganligi	Voltning metrga nisbati	V/m	<i>E_n</i>
Sig'im	Farada	F	<i>S</i>
Absolyut dielektrik singdiruvchanlik	Faradaning metrga nisbati	F/m	<i>Σ₀</i>
Qarshilik	Om	Om	<i>R</i>

1-ilovanning davomi

Kattaliklar nomi	Xalqaro SI sistemadagi birliklar		
	Nomlanishi	O'lchov birligi	Belgisi
Solishtirma qarshilik	Om·metr	Om·m	ρ
O'tkazuvchanlik	Simens	Sm	g
Solishtirma o'tkazuvchanlik	Simensning metrga nisbati	Sm/m	γ
Magnit oqim	Veber	Vb	F
Magnit induksiya	Tesla (veberning metr kvadratga nisbati)	Tl	B
Magnit maydon kuchlanganligi	Amperning metrga nisbati	A/m	H
Absolyut magnit singdiruvchanlik	Genrining metrga nisbati	Gn/m	μ_0
Induktivlik	Genri	Gn	L
Reaktiv qarshilik	Om	Om	X
To'la qarshilik	Om	Om	Z
Chastota	Gers	Gs	f

2-ilova

O'nga karrali birliklar

Bog'lovchining nomi	Bog'lovchining belgisi		Asosiy birlik ko'paytmasi
	o'zbekcha	xalqaro	
deka	da	da	10^1
gekto	g	h	10^2
kilo	k	k	10^3
mega	M	M	10^6
giga	G	G	10^9
tera	T	T	10^{12}
detsi	d	d	10^{-1}
santi	s	c	10^{-2}
milli	m	m	10^{-3}
mikro	mk	μ	10^{-6}
nano	n	n	10^{-9}
piko	p	ρ	10^{-12}

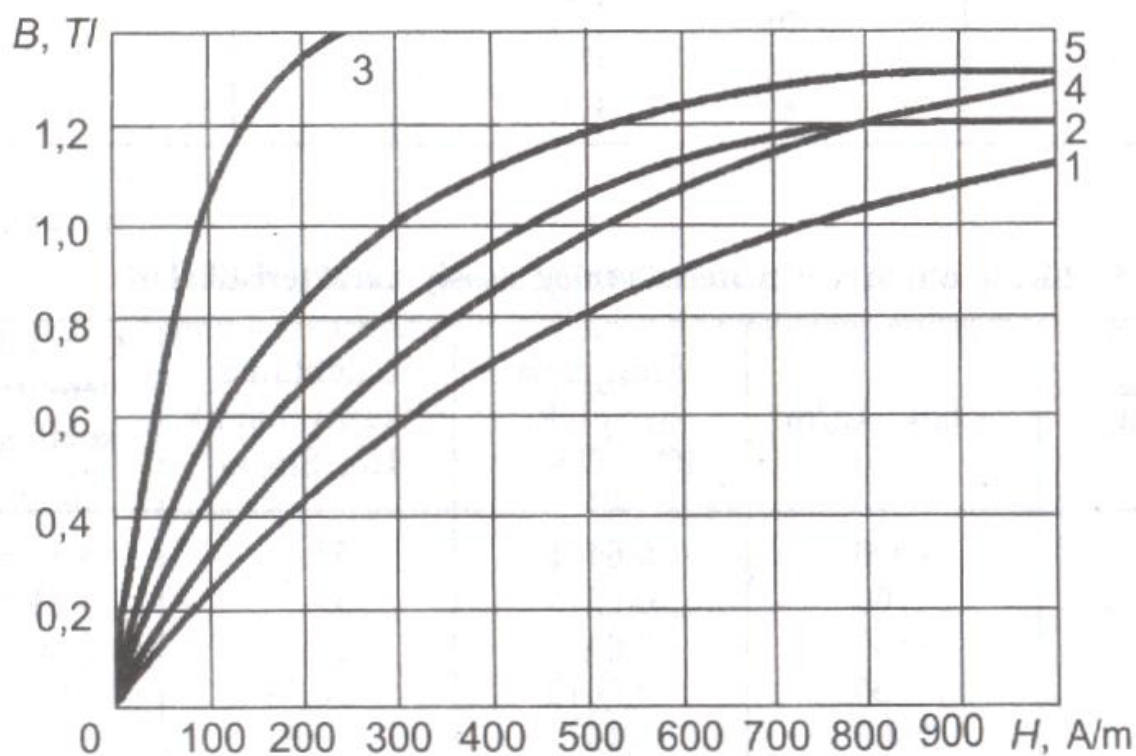
Elektr o'tkazgich materiallarining asosiy xarakteristikalari

Material nomi	Zichlik	Solishtirma qarshilik	Solishtirma o'tkazuvchanlik	Qarshilikning haroratga nisbatan koeffitsiyenti
	kg/m³	Om·m (10⁻⁶)	Sm/m (10⁶)	1/K (10⁻⁶)
Mis	8900	0,0176	57	4,11-4,20
Alyumin	2700	0,0278	35	4,31-4,39
Latun	8500	0,04	25	2,70-2,80
Volfram	19100	0,0612	16,34	4,1-5,0
Po'lat	7900	0,13	7,6	5,7-6,2
Qalay	7300	0,143	7	4,4
Qo'rg'oshin	11400	0,221	4,52	3,8-4,1
Nixrom	8200	0,98	1,02	0,15
Konstantan	8800	0,4-0,51	2,5-1,98	0,005
Fexral	7600	1,4	0,7	0,28
Manganiy	8100	0,42	2,38	0,06

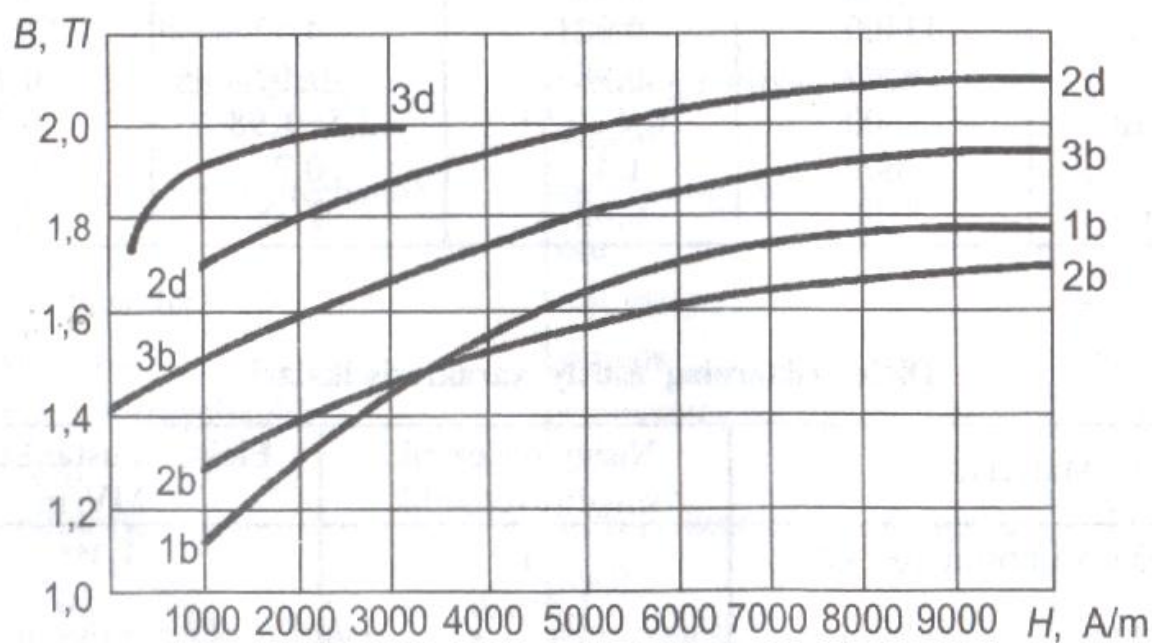
O'zgarmas tok mashinalari

Elektr motor turi	Nominal quvvat	Maksimal aylanish chastotasi, (ayl/daq)				Siltash momenti	Og'ir-ligi
	P_{nom} (kVt)	110	220	340	440	kg·m²	kg
n_{nom}=1000 ayl/daq							
2PB132M	1,6	4000	3000	2500	2500	0,15	86
2PB132L	1,9	4000	3000	2500	2500	0,187	96
2PB160M	2,5	4000	3000	2500	2500	0,334	141
2PB160L	3,2	4000	3000	2500	2500	0,416	152
2PB180M	4,5	3500	3000	2500	2500	0,8	213
2PN180L	10,0	3500	3000	2500	2500	0,916	234
n_{nom}=750 ayl/daq							
2PN132M	1,6	3000	2500	2000	1850	0,15	86
2PN132L	1,9	3000	2500	2000	1850	0,187	96
2PN160M	3,0	3000	2500	2000	1850	0,334	141
2PN160L	4,0	3000	2500	2000	1850	0,416	159
2PN180M	5,6	3000	2500	2000	1850	0,8	213

Elektrotexnik materiallarning magnitlanish egri chizig'i



a)



b)

Izoh: 1 – quyma po‘lat;

2 – issiq holatda yoyilgan 1513-markali elektrotexnik po‘lat;

3 – sovuq holatda yoyilgan 3411-markali elektrotexnik po‘lat tunuka;

4 – issiq holatda yoyilgan 1212-markali elektrotexnik po‘lat tunuka;

5 – issiq holatda yoyilgan 1410-markali elektrotexnik po‘lat tunuka.

Qisqa tutashtirilgan rotorli 4A seryali sinxron elektr motorlarning texnik xarakteristikalarini

Elektr motor turi	Nominal quvvat	Nominal yuklama			$\frac{M_{max}}{M_{nom}}$	$\frac{M_{ish.t}}{M_{nom}}$	$\frac{M_{min}}{M_{nom}}$	$\frac{I_{ish.t}}{I_{nom}}$	j
	P_{nom}	n	η	$cos\varphi$					$kg \cdot m^2$
	kVt	ayl/daq	%						
$n_{nom}=3000$ ayl/daq									
4AA50A2Y3	0,09	2740	60,0	0,70	2,2	2,0	1,8	4,0	$0,245 \cdot 10^{-4}$
4AA50B2Y3	0,12	2710	63,0	0,70	2,2	2,0	1,8	4,0	$0,268 \cdot 10^{-4}$
4AA56A2Y3	0,18	2800	66,0	0,76	2,2	2,0	1,5	4,0	$4,14 \cdot 10^{-4}$
4AA56B2Y3	0,25	2770	68,0	0,77	2,2	2,0	1,5	4,0	$4,65 \cdot 10^{-4}$
4AA63A2Y3	0,37	2750	70,0	0,86	2,2	2,0	1,5	4,5	$7,63 \cdot 10^{-4}$
$n_{nom}=1500$ ayl/daq									
4AA50A4Y3	0,06	1380	50,0	0,60	2,2	2,0	1,7	2,5	$0,29 \cdot 10^{-4}$
4AA50B43Y3	0,09	1370	55,0	0,60	2,2	2,0	1,7	2,5	$0,325 \cdot 10^{-4}$
4AA56A4Y3	0,12	1375	63,0	0,66	2,2	2,1	1,5	3,5	$7,0 \cdot 10^{-4}$
4AA56B4Y3	0,18	1365	64,0	0,64	2,2	2,1	1,5	3,5	$7,88 \cdot 10^{-4}$
4AA63A4Y3	0,25	1380	68,0	0,65	2,2	2,0	1,5	4,0	$12,4 \cdot 10^{-4}$
4AA63B4Y3	0,37	1365	68,0	0,69	2,2	2,0	1,5	4,0	$13 \cdot 10^{-4}$
4A71A4Y3	0,55	1390	70,5	0,70	2,2	2,0	1,8	4,5	$13,8 \cdot 10^{-4}$

Qisqa tutashtirilgan rotorli 4A seryali sinxron elektr motorlarning texnik xarakteristikalar

Elektr motor turi	Nominal quvvat	Nominal yuklama			$\frac{M_{max}}{M_{nom}}$	$\frac{M_{ish.t}}{M_{nom}}$	$\frac{M_{min}}{M_{nom}}$	$\frac{I_{ish.t}}{I_{nom}}$	j
	P_{nom}	n	η	$cos\varphi$					$kg \cdot m^2$
	kVt	ayl/daq	%						
$n_{nom}=1000$ ayl/daq									
4AA63A6Y3	0,18	885	56,0	0,62	2,2	2,2	1,5	3,0	$2 \cdot 10^{-3}$
4AA63B6Y3	0,25	890	59,0	0,62	2,2	2,2	1,5	3,0	$22 \cdot 10^{-4}$
4A71A6Y3	0,37	910	64,5	0,69	2,2	2,0	1,8	4,0	$17 \cdot 10^{-4}$
4A71B6Y3	0,55	900	67,5	0,71	2,2	2,0	1,8	4,0	$2 \cdot 10^{-3}$
4A80A6Y3	0,75	915	69,0	0,74	2,2	2,0	1,6	4,0	$3 \cdot 10^{-4}$
$n_{nom}=750$ ayl/daq									
4A71B8Y3	0,25	680	56,0	0,65	1,7	1,6	1,2	3,0	$18,5 \cdot 10^{-4}$
4A80A8Y3	0,37	675	61,5	0,65	1,7	1,6	1,2	3,5	$33,8 \cdot 10^{-4}$
4A90LB8Y3	1,10	700	70,0	0,68	1,9	1,6	1,2	3,5	$86,3 \cdot 10^{-4}$
4A100L8Y3	1,50	700	74,0	0,65	1,9	1,6	1,2	4,0	$1,3 \cdot 10^2$

To'g'rilagichlarning asosiy parametrlari

To'g'rilagich parametrlari	To'g'rilagich turlari			
	Bir yarim davrli	Bir fazali ikki yarim davrli		Uch fazali ikki yarim davrli
		O'rta nuqtali	Ko'priqli	
To'g'rilangan kuchlanishning o'zgarmas tashkil etuvchisi (nolinchi garmonika), $U_{to'g'}$	$0,45 \cdot *U_{kir}$	$0,9 \cdot U_{kir}$	$0,9 \cdot U_{kir}$	$1,35 \cdot U_{kir}$
To'g'rilangan tokning o'zgarmas tashkil etuvchisi (nolinchi garmonika), $I_{to'g'}$	$0,637 \cdot *I_{kir}$	$1,27 \cdot I_{kir}$	$0,9 \cdot I_{kir}$	$0,95 \cdot I_{kir}$
To'g'rilagichning toki	$1,57 \cdot I_{to'g'}$	$0,78 \cdot I_{to'g'}$	$0,78 \cdot I_{to'g'}$	$0,58 \cdot I_{to'g'}$
Pulsatsiya ko'effitsiyenti, k_{n0}	1,57	0,78	0,78	0,26
To'g'rilagichning teskari yo'nalishdagi kuchlanish, U_{tesk}	$3,14 \cdot U_{0to'g'}$	$3,14 \cdot U_{0to'g'}$	$1,57 \cdot U_{0to'g'}$	$1,05 \cdot U_{0to'g'}$
Pulsatsiya chastotasi, f_p	$**f_s$	$2 \cdot f_s$	$2 \cdot f_s$	$6 \cdot f_s$

Izoh: $*U_{kir}$ va I_{kir} – kirish kuchlanishi va tokining ta'sir etuvchi qiymati;
 $**f$ – manba kuchlanishi chastotasi.

Ayrim izolyatsiyalangan o'tkazgichlar uchun davomli tok yuklamasi

O'tkazgichning ko'ndalang kesim yuzasi	Kuchlanish kabellari uchun yuklama toki, (A)			
	Ikki simli bir fazali kuchlanish	Uch simli uch fazali kuchlanish		To'rt simli uch fazali kuchlanish
mm²	1 kV gacha	6 kV gacha	10 kV gacha	1 kV gacha
<i>Kabel liniyalari uchun</i>				
6	80/60	-	-	-
10	105/80	80/60	-	85/65
16	140/110	108/80	95/75	115/90
25	185/140	135/105	120/90	150/115
35	225/175	160/125	150/115	175/135
50	270/210	200/155	180/140	215/165
70	325/250	245/190	215/165	265/200
95	380/290	295/225	265/205	310/240
120	435/335	340/260	310/240	350/270
150	500/385	390/300	355/270	395/305
185	-	440/340	400/310	450/345
240	-	510/390	460/355	-
<i>Havo liniyalari uchun</i>				
6	55/42	-	-	-
10	75/55	55/42	-	60/45
16	95/75	65/60	60/46	80/60
25	130/100	90/70	85/65	100/75
35	150/115	110/85	105/80	120/95
50	185/140	145/110	135/105	145/110
70	225/175	175/135	165/130	185/140
95	275/210	215/165	200/155	215/165
120	320/245	250/190	240/185	260/200
150	375/290	290/225	270/210	300/230
185	-	325/250	305/235	340/260
240	-	375/290	350/270	-

Izohlar: 1. Suratda mis simlar va maxrajda aliyumin simlar uchun yuklama berilgan;

2. Kabellar yuklamalari (ularning chuqurligi 0,7 m transheyalarga bittadan ortiq ko'milmagan) yer osti harorati 15⁰S li sharoitda to'g'ri keladi;

3. Sun'iy shamollatgichi (ventilyasiya) bo'lmagan yer ostiga ko'milgan trubalardan o'tkazilgan bitta kabelga yuklama havodan o'tkazilgan kabel yuklamalari kabi olinadi;

4. Agar aralash uchastkadan (hudud) o'tkaziladigan kabelning uzunligi 10 m dan uzun bo'lsa, uning yuklamasi eng og'ir issiqlik shartlaridan kelib chiqqan holda olinadi, ya'ni bunday holatlarda ko'ndalang kesimi kattaroq bo'lgan kabelni tanlash tavsiya etiladi;

5. Transheyaga bir necha kabel yotqizilganda (quvurlardan o'tkazilganda ham) yuklamalar kamaytirilishi lozim;

6. Transheyaga yotqiziladigan kabellarning orasi 100 mm dan kam bo'lmasligi shart.

9-ilova

Dielektriklarning asosiy xarakteristikallari

Material nomi	Nisbiy dielektrik singdiruvchanlik	Elektr mustahkamlik
	F/m	MV/m
Havo (293 K va bosim 100 kPa)	1*	3,3**
Qog'oz	1,8-2,6	10
Parafin	2-2,3	40
Polietilen	2,4	40
Polistirol	2,4	50
Karton	4,8	15
Lakotkan	5-6	100
Mineral yog'	2,2-2,5	20
Ebolit	3-3,5	20
Kvars, shisha, slyuda	5-10	25
Farfor (chinni)	4,5-6	15
Alyumin oksidi	-	100
Bariy titanat	800-2200	-

Izohlar: *– dielektrik singdiruvchanlikning o'rtacha qiymatlari ko'rsatilgan;

**– dielektrikning 1 mm qalinligi uchun.

**PN va MN tipli tok mashinalarining universal magnit
xarakteristikalari**

$I_{qo'z}/I_{qo'z.nom}$	F/F_{nom}	$I_{qo'z}/I_{qo'z.nom}$	F/F_{nom}	$I_{qo'z}/I_{qo'z.nom}$	F/F_{nom}
0,00	0,05	0,55	0,75	1,10	1,04
0,05	0,10	0,60	0,80	1,15	1,06
0,10	0,20	0,65	0,84	1,20	1,08
0,15	0,30	0,70	0,88	1,25	1,10
0,20	0,40	0,75	0,91	1,30	1,12
0,25	0,45	0,80	0,93	1,35	1,14

**Uchtolali kabelning 1 km uzunlikdagi solishtirma aktiv va
induktiv qarshiliklari**

№	Kabelning nominal kesim yuzasi (mm²)	Kabelning aktiv qarshiligi (Om/km) 20⁰S harorat holatida		Kabelning induktiv qarshiligi (Om/km) nominal kuchlanish holatida				
		alyuminiy	mis	1 kV gacha	6 kV	10 kV	20 kV	35 kV
1.	4	7,74	4,6	0,095	-	-	-	-
2.	6	5,17	3,07	0,09	-	-	-	-
3.	10	3,1	1,84	0,073	0,11	0,122	-	-
4.	16	1,94	1,15	0,0675	0,102	0,113	-	-
5.	25	1,24	0,74	0,0662	0,091	0,099	0,135	-
6.	35	0,89	0,52	0,0637	0,087	0,095	0,129	-
7.	50	0,62	0,37	0,0625	0,083	0,09	0,119	-
8.	70	0,443	0,26	0,0612	0,08	0,086	0,116	0,137
9.	95	0,326	0,194	0,0602	0,078	0,083	0,11	0,126
10.	120	0,258	0,153	0,0602	0,076	0,081	0,107	0,12
11.	150	0,206	0,122	0,0596	0,074	0,079	0,104	0,116
12.	185	0,167	0,099	0,0596	0,073	0,077	0,101	0,113
13.	240	0,129	0,077	0,0587	0,071	0,075	-	-

**Kuchlanish ostida rostlanadigan 0,38 kV kuchlanishli komplekt
kondensator uskunalari ma'lumotnomalari**

№	Kondensator uskunacining turi	Nominal quvvat (kVAr)	O'lchamlari (mm)		
			Uzunligi	Eni	Balandligi
1.	UKN-0,38-75U3	75	700	560	1260
2.	UKT-0,38-75U3	75	700	560	1260
3.	UKT-0,38-108U3	108	700	560	1660
4.	UKN-0,38-150U3	150	700	560	1660
5.	UKT-0,38-150U3	150	700	560	1660
6.	UKL(P)N-0,38-216-108U3	216	1920	530	1660
7.	UKL(P)N-0,38-324-108U3	324	2690	530	1660
8.	UKL(P)N-0,38-432-108U3	432	3320	530	1660
9.	UKL(P)-0,38-300-150U3	300	1920	530	1660
10.	UKL(P)N-0,38-450-150U3	450	2620	530	1660
11.	UKL(P)N-0,38-600-150U3	600	3320	530	1660
12.	UKL(P)N-0,38-108-36U3	108	1220	560	1660
13.	UKL(P)N-0,38-216-36U3	216	1920	560	1660
14.	UKL(P)N-0,38-150-50U3	150	1220	560	1660
15.	UKL(P)N-0,38-300-50U3	300	1920	560	1660

Izoh: UK – kondensator uskunasi;

L(P) – chap (o'ng) kirish yacheykasini joylashishi;

N, T – kuchlanish yoki tok bo'yicha rostlash parametri;

U3 – ichki qurilmalar uchun.

Transformatorlarning ma'lumotnoma parametrlari

Transformatorning maʼlumotlari va parametrlari							
№	Kuchlanish	Transformator quvvati, (kVA)	Isroflar		I_{salt}	$u_{\text{q.t}}$	Ogʻirligi
			P_{salt}	$P_{\text{q.t}}$			
			kVt	kVt	(%)	(%)	tonna
RPN uskunasining yoʻq holat uchun							
1.	10 kV	100	0,49	1,97	2,6	4,5	1,1
2.		160	0,73	2,65	2,4	4,5	1,5
3.		250	1,05	3,7	2,3	4,5	1,9
4.		400	1,45	5,5	2,1	4,5	3,3
5.		630	2,27	7,6	2,0	5,5	4,5
6.		1000	3,3	11,6	3,0	5,5	5,2
7.		1600	4,5	16,5	1,3	5,5	9,2
8.		2500	6,2	23,5	3,5	5,5	13,4
9.		4000	8,6	33,5	3,0	6,5	19,4
10.		6300	12	46,5	3,0	6,5	25,2

Izoh: RPN, bu yuklama ostida kuchlanishni rostlovchi uskunadir, ya'ni bunda yuklamani o'chirmagan holatida, transformatorlarda kuchlanishni rostlasak bo'ladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

Asosiy adabiyotlar

1. Steven W. Blume. Electric power system basics. -USA, 2007.
2. Jabborov N., Yakubov M. Elektrotexnika va elektronika asoslaridan masalalar to'plami. O'quv qo'llanma. -T.: Uzinkomsentr, 2004.
3. Қодиров Т.М., Алимов Х.А. Саноат корхоналарининг электр таъминоти. Ўқув қўлланма. -Т.: ТошДТУ, 2006.
4. Taslimov A.D., Rasulov A.N., Usmonov E.G. Elektr ta'minoti. O'quv qo'llanma. -T.: Ilm ziyo, 2012.
5. Karimov X.G., Rasulov A.N., Taslimov A.D. Elektr tarmoqlari va tizimlari. O'quv qo'llanma. -T.: Tafakkur qanoti, 2015.

Qo'shimcha adabiyotlar

1. Xoshimov F.A., Taslimov A.D. Energiya tejamkorligi asoslari. O'quv qo'llanma. -T.: Voris-nashriyot, 2014.
2. Majidov T.Sh. Noananaviy va qayta tiklanuvchi energiya manbalari. O'quv qo'llanma. -T.: Uzinkomsentr, 2014.

Internet saytlari

1. <http://www.catback.ru> – ilmiy maqola va o'quv materiallar sayti.
2. <http://www.google.ru> – xalqaro o'quv materiallar qidiruv sayti.
3. <http://www.ziyonet.uz> – milliy o'quv materiallar qidiruv sayti.
4. <http://www.UzDaily.uz> – O'zRes. axborot sayti.

MUNDARIJA

Kirish		3
1-amaliy mashg‘ulot.	Kulon qonuni va unga doir masalalar	4
2-amaliy mashg‘ulot.	Faradey qonuni. Elektr sig‘imining ishlashiga doir masalalar	7
3-amaliy mashg‘ulot.	Kondensatorlarning parallel va ketma-ket ulanishlari hamda ularga doir masalalar ...	12
4-amaliy mashg‘ulot.	Elektr zanjirining bir qismi uchun Om qonuni va unga oid masalalar	16
5-amaliy mashg‘ulot.	Butun zanjir uchun Om qonuni. Oddiy elektr zanjirlarni hisoblash	19
6-amaliy mashg‘ulot.	O‘zgarmas tok zanjirlarida elektr toki va unga doir masalalar	23
7-amaliy mashg‘ulot.	O‘zgarmas tok zanjirlarida kuchlanish va unga doir masalalar	26
8-amaliy mashg‘ulot.	Elektr o‘tkazgichlar va ularga oid masalalar	29
9-amaliy mashg‘ulot.	Qarshiliklarning parallel va ketma-ket ulanishlari, hamda ularga oid masalalar	32
10-amaliy mashg‘ulot.	Kirxgofning birinchi qonuni va unga doir masalalar	37
11-amaliy mashg‘ulot.	Kirxgofning ikkinchi qonuni va unga doir masalalar	40
12-amaliy mashg‘ulot.	Joul-Lens qonuni va unga doir masalalar ..	43
13-amaliy mashg‘ulot.	Elektromagnit induksiya qonuni hamda ushbu qonunga doir masalalar	46
14-amaliy mashg‘ulot.	Tok kuchi, elektr quvvati va FIK hamda ularga doir masalalar	49
15-amaliy mashg‘ulot.	O‘zgaruvchan tok elektr zanjirlari va ularga oid masalalar	51
16-amaliy mashg‘ulot.	Transformatorlar va ularga doir masalalar .	54
17-amaliy mashg‘ulot.	Elektr mashinalar va ularga doir masalalar	59
18-amaliy mashg‘ulot.	Elektr energiyani ishlab chiqarish, uzatish, taqsimlash va iste’mol qilishga oid masalalar	62
Ilovalar		67
Foydalanilgan adabiyotlar		79
Mundarija		80

Muharrir
Musahhih

Sidiqova K.A.
Xudoyberdiyeva G.