

**Ўзбекистон олий ва ўрта махсус таълим
вазирлиги.**

Жиззах политехника институти.

УМУМИЙ "ЭЛЕКТРОТЕХНИКА" ФАНИДАН МАСАЛАЛАР ТЎПЛАМИ

ЖИЗЗАХ 2010 й

УМУМИЙ "ЭЛЕКТРОТЕХНИКА" ФАНИДАН МАСАЛАЛАР ТЎПЛАМИ

Жиззах Политехника институти
илмий –услубий кенгашида
нашрга тасдиқланган.

Жиззах-2010

Раббимов Э.А., Суярова М.Х. “Умумий электротехника” фанидан масалалар тўплами Ноэлектрик йўналишдаги бакалавриятлар учун. Жиззах, 2010. 126 бет.

“Умумий электротехника” фани бўйича ўқув қўлланма.

Жиззах политехника институти.

Ушбу ўқув қўланмада электротехника фанидан амалиёт машғулотлар учун масалалар тўплами берилган бўлиб, ҳар бир бўлимда қисқа назарий тушунчалар, масалаларнинг берилиши ва берилган масалаларнинг ечимлари тўлиқ баён қилинган. Унда талабаларнинг ушбу ечилган масалаларни анализ қилиб, тўлиқ тушунчага эга бўлиши кўзда тутилган. Шу билан бирга мустақил ечиш учун алоҳида масалалар тўплами ҳам берилган.

Ушбу қўлланмалардан коллежларнинг ўқитувчи ва талабалари ҳам фойдаланиши мўлжалланган.

Такризчи: **доц. Н.Гаппаров.**

Кириш

Электр энергияси инсон фаолиятининг барча соҳаларида қўлланилади. Ишлаб чиқариш қурилмалари, асосан электр двигателлар билан ҳаракатланади. Электрик, нозлектрик параметрлар, электр асбоблар, қурилмалар ёрдамида ўлчанади ва назорат қилинади. Электр энергия шаҳарлар ва қишлоқларни ободонлаштиришда катта роль ўйнайди. Инсон ҳаётида электр энергиясининг ўлкан аҳамияти унинг ютуқлари билан изоҳланади.

Ушбу “Электротехника” фанига оид масалалар тўплами ўқув қўлланмаси олий техника ўқув юр்தларининг электроэнергетикадан бошқа ихтисосликлари учун олий таълим стандартлари асосида тузилган.

Электротехника курсининг назарий қисмини масалалар ечиш билан биргаликда ўрганиш талабалар билим доираларининг кенгайишига, ишлаб чиқаришнинг электротехникага оид масалаларини ҳал этиш учун зарур билимларни эгаллашларига ёрдам беради.

Электротехника курси айрим ихтисосликлар учун турли ўқув соатларига мўлжалланганлиги учун ҳар бир бўлимда масалаларнинг мураккаблиги ҳисобга олинган. Қандай мураккабликдаги масалалар ечилиши ўқитувчининг кўрсатмасига биноан танланиши мумкин.

Ушбу қўлланма электротехник бўлмаган ихтисосликлар учун ёзилган бўлиб, бу қўлланмадан касб-хунар коллежлари ўқувчилари ҳам фойдаланишлари мумкин.

1-БОБ

ЭЛЕКТР МАЙДОН ВА КОНДЕНСАТОРЛАР

Асосий формула ва тенгламалар

Электр майдон кучланганлиги

$$E = \frac{F}{q} \cdot \left(\frac{H}{K} \right)$$

Икки нукта зарядларининг ўзаро таъсир кучи Кулон қонуни бўйича аниқланади.

$$F = \frac{q_1 q_2}{4\pi r^2 \varepsilon_0}, \quad \varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{12} \frac{\text{кл}^2}{\text{Н} \cdot \text{М}^2}$$

Берилган нуктада нуктавий синов зарядининг электр майдондаги кучланганлиги:

Потенциал ва кучланиш

Электр майдонининг берилган нуктада q заряд потенциал энергиясининг ўша зарядга нисбатига шу нуктанинг потенциали дейилади.

$$\varphi = \frac{W}{q}$$

Зарядлар кўчирилганда бажарилган иш майдони потенциал энергиясининг ўзгаришига тенг бўлади:

$$A = W_1 - W_2 = q\varphi_1 - q\varphi_2 = q(\varphi_1 - \varphi_2); \quad U = \varphi_1 - \varphi_2$$

$$A = qU.$$

Электр токи

Электр майдонида электр зарядларининг бир хил йўналишдаги ҳаркатида электр токи дейилади.

Жисмнинг электр майдони таъсирида электр токини ҳосил қилиш хусусиятига электр ўтказувчанлик дейилади.

Электр сиғими. Конденсаторлар

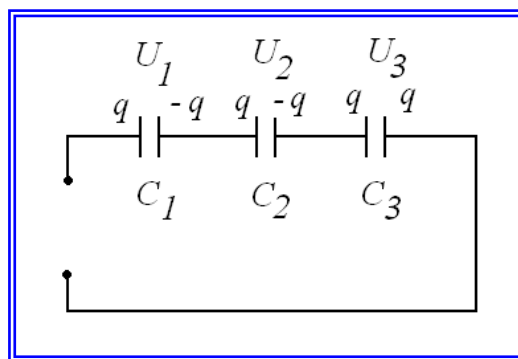
Конденсатор қопламаларидаги заряд q ни ва улар орасидаги кучланиш U ни боғлайдиган катталиқка электр сиғими дейилади.

Конденсаторларни кетма-кет улаш.

Ҳар битта конденсатордаги

кучланиш қўйидагига тенг :

$$U_1 = \frac{q}{c_1}; \quad U_2 = \frac{q}{c_2}; \quad U_3 = \frac{q}{c_3}$$



1.1-расм

Занжирнинг учларидаги кучланиш:

$$U = U_1 + U_2 + U_3$$

Кучланишни зарядлар сифимига нисбати орқали ифодаласак, қўйидагини оламыз: $\frac{q}{c} = \frac{q}{c_1} + \frac{q}{c_2} + \frac{q}{c_3}$ ёки q га қисқартирилса:

$$\frac{1}{c} = \frac{1}{c_1} + \frac{1}{c_2} + \frac{1}{c_3}$$

Кетма-кет уланган бир хил сифимли n та конденсаторнинг умумий сифими:

$$C = \frac{c}{n}.$$

Конденсаторларни параллел улаш

Конденсаторлар параллел уланганда улардаги кучланиш бир хил, зарядлар эса турлича бўлади:

$$q_1 = C_1 U, \quad q_2 = C_2 U, \quad q_3 = C_3 U$$

Бу занжирда конденсаторларда йиғилган умумий заряд айрим конденсаторлардаги зарядлар йиғиндисига тенг, яъни:

$$q = q_1 + q_2 + q_3$$

$$CU = C_1 U + C_2 U + C_3 U.$$

Тенгламани U га қисқартирсак,

$$C = C_1 + C_2 + C_3$$

Масалалар

1.1 -масала.

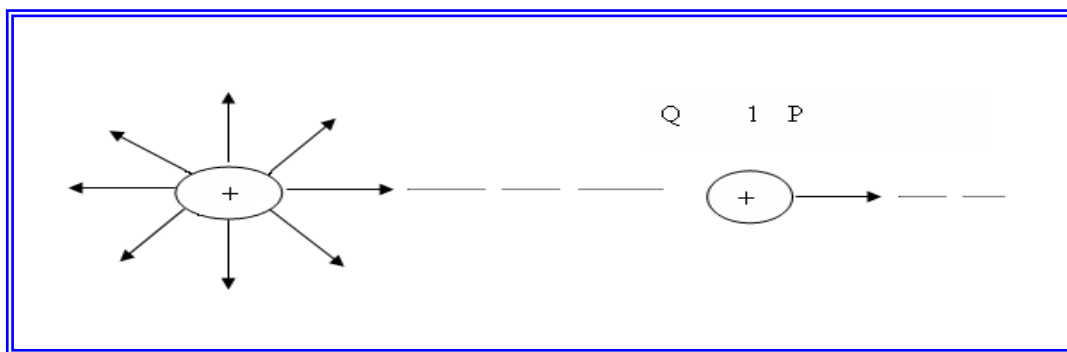
$Q = 16 \cdot 10^{-8}$ кл зарядга $F = 2,4 \cdot 10^{-3} \text{ Н}$ куч таъсир қилади. Берилган нуқтадаги электр майдон кучланганлигини топинг. Бу нуқтадан $r = 0,3$ м узоқликдаги майдонни ҳосил қилган заряд Q_0 ни аниқланг.

1.2.-масала.

Хавода бир-биридан 1 м узоқда жойлашган ва ҳар қайсисининг заряди 1 к бўлган икки нуқтавий зарядлар орасидаги ўзаро таъсир кучини аниқланг.

1.3–масала.

$QQ_0 = 1 \text{ мкк}$ нуқтавий заряд майдон ҳосил қилади, шу заряддан $1,5$ м масофада жойлашган 1 нуқтадаги майдон кучланганлигини топинг.



1.2-расм

1.4–масала.

Ичига $Q = 8,9 \cdot 10^{-8} \text{ к}$ электрик заряд жойлашган берк юза орқали ўтадиган электр майдон кучланганлик вектори оқимини аниқланг. Берк юза ичида ҳаво бор.

1.5–масала.

Электр майдони $Q = 1,8 \cdot 10^{-3} \text{ кл}$ зарядга $F = 5,4 \cdot 10^{-4} \text{ Н}$ куч билан таъсир қилади. Электр майдони кучланганлигини аниқланг.

1.6 –масала.

Иккита заряд $Q = 5 \cdot 10^{-8} \text{ кл}$ ва $Q = 12 \cdot 10^{-8} \text{ кл}$ орасидаги масофа $r = 20$ см. Диэлектрик-мой шимдирилган қоғоз. Зарядларнинг ўзаро таъсир кучини аниқланг.

1.7–масала.

Икки ясси параллел пластиналар оралиғи минерал мой билан тўлдирилган, бу пластиналар оралиғи $d = 2,5 \text{ мм}$.

Агар захирадаги коэффиценти $K_3 = 2$ бўлса, пластиналар оралиғидаги иш ва тешиб ўтиш кучланишларини аниқланг.

1.8–масала.

Конденсаторларнинг сифими $C = 1,5 \text{ мкф}$ ва заряди $Q = 45 \cdot 10^{-5} \text{ кл}$. Конденсатор қопламалари орасидаги кучланшини аниқланг.

1.9–масала.

Конденсаторлар сиғими $C=0,35\text{мкф}$ ва қопламалар орасидаги кучланиш $U=400\text{ В}$ га тенг.

Конденсаторлардаги электр майдон энергиясини аниқланг.

1.10-масала.

Сиғимлари $C_1=1\text{мкф}$ ва $C_2=2\text{мкф}$ бўлган конденсаторлар параллел, $C_3=1\text{мкф}$ сиғимли конденсатор уларга кетма-кет уланган. Схеманинг умумий сиғимини аниқланг.

1.11-масала.

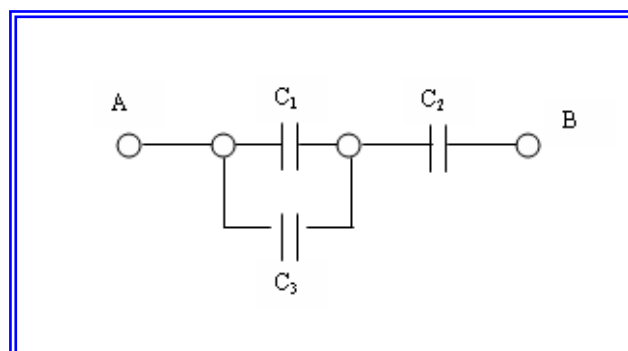
Ясси конденсаторнинг қискичларидаги умумий кучланиши $U=800\text{В}$. Пластиналардан $d=5\text{ мм}$ масофада жойлашган конденсаторнинг электр майдон кучланганлиги ва заряди $Q=1,5 \cdot 10^{-7}\text{ Кл}$ зарядга таъсир этувчи кучини аниқланг. Агар ҳар бир конденсатор юзаси $S=24\text{ см}^2$ бўлса, конденсаторнинг юзасини аниқланг.

1.12-масала.

1.3-расмда кўрсатилган схемада конденсаторларнинг сиғими

$$C_1 = C_2 = 1\text{мкф}, \quad C_3 = 2\text{мкф}.$$

Конденсаторларнинг умумий сиғимини аниқланг.



1.3-расм

1.13-масала. Ўлчамлари $20 \times 10\text{ мм}^2$ бўлган иккита қопламадан тузилган конденсаторнинг сиғими аниқланг. Диэлектрик вазифасини қалинлиги $0,3\text{ мм}$ бўлган слюда ўтайди. Агар эҳтиёт коэффициент 2 га тенг бўлса, конденсаторнинг иш кучланиши аниқланг.

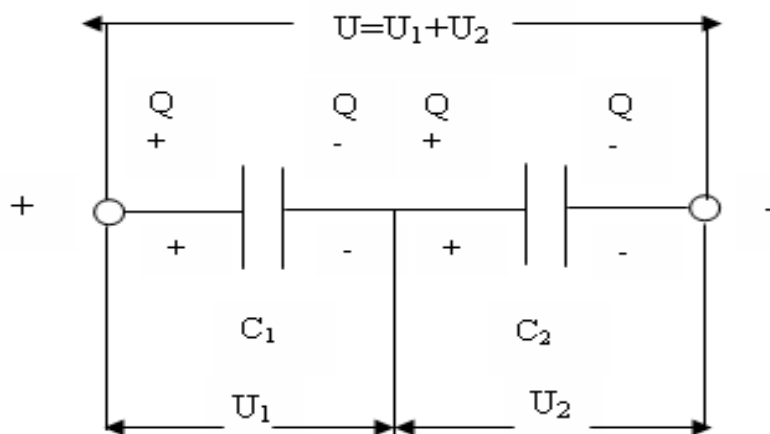
Слюда учун $E=7$

1.14-масала. Агар $C_1=2\text{мкф}$, $C_2=4\text{мкф}$, $C_3=6\text{мкф}$ эканлиги маълум бўлса, 1.4-расмда тасвирланган конденсаторлар батареясининг сиғими аниқланг. Агар батареянинг иш кучланиши 220 В бўлса, бу конденсаторларнинг қандай иш кучланишига ҳисобланганлиги аниқланг.

1.15-масала. 220 в кучланишгача зарядланган, сиғими 50 мкф бўлган конденсаторда тўпланган энергия аниқланг.

1.16-масала. Сиғимлари $C_1=4\text{мкф}$ ва $C_2=12\text{мкф}$ бўлган иккита конденсатор кетма-кет уланган ва бир хил $Q=0,003$ зарядлар билан зарядланган. Конденсатор қопламаларининг юзаси ва изоляцияси бир хил.

Биринчи конденсатор қопламалари орасидаги масофа $d_1=3$ мм. Биринчи ва иккинчи конденсатор қисқичларидаги кучланишни, иккинчи конденсатор қопламалари орасидаги d_2 оралиқни, ясси конденсаторнинг эквивалент сифимини, $C_{эк}$ аниқланг.



Масалаларнинг ечимлари

1.1 –масала.

Ечиш. Берилган нуқтадаги майдон кучланганлиги

$$E = \frac{F}{Q} = \frac{2,4 \cdot 10^{-3}}{16 \cdot 10^{-8}} = 0,15 \cdot 10^5 \text{ В/М.}$$

Берилгани кучланганликдаги заряд миқдори

$$Q_0 = E 4\pi\epsilon_0 r^2 = 0,15 \cdot 10^5 \cdot 4 \cdot 3,14 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot (0,3)^2 = 15 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$$

1.2-масала.

$$\text{Ечиш. } F = \frac{Q_1 Q_2}{4\pi\epsilon_0 r^2} = \frac{1 \cdot 1}{4\pi \cdot 1 \cdot \frac{1}{36\pi \cdot 10^9} \cdot 1} = \frac{36\pi \cdot 10^9}{4\pi} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н.}$$

$$\text{Бу ерда } \epsilon_0 = \frac{1}{36\pi \cdot 10^9} = 8,86 \cdot 10^{-12} \text{ ф/м.}$$

1.3-масала.

Ечиш. Агар бизга 1 нуқтага (1.2-расм) бирор синаш Q_C зарядини киритсак, унга F куч таъсир қилади.

Бу таъсир кучининг синаш заряди миқдорига нисбати эса 1 нуқтадаги майдон кучланганлигини ифодалайди.

Демак,

$$E = \frac{F}{Q_C} = \frac{Q_C \cdot Q_O}{4\pi\epsilon_O r^2 Q_C} = \frac{Q_O}{4\pi\epsilon_O r^2} = \frac{1}{10^6 \cdot 4\pi \cdot 1 \frac{1 \cdot 2,25}{36\pi \cdot 10^9}} = \frac{36\pi \cdot 10^9}{10^6 \cdot 4\pi \cdot 2 \cdot 2,5} = \frac{9 \cdot 10^3}{2,25} = 4 \cdot 10^3 \text{ в/м}$$

1.4-масала.

Ечиш.
$$N = \frac{Q}{\epsilon_O} = \frac{8,9 \cdot 10^{-8}}{1 \frac{1}{36\pi \cdot 10^9}} = 8,9 \cdot 10^{-8} \cdot 36\pi \cdot 10^9 = 10^4 \text{ в} \cdot \text{м}.$$

1.5-масала.

Ечиш.
$$E = \frac{F}{Q} = \frac{5,4 \cdot 10^{-4}}{1,8 \cdot 10^{-3}} = 0,3 \text{ в/м}.$$

1.6-масала.

Ечиш .
$$F = \frac{Q_1 Q_2}{4\pi\epsilon_O \epsilon^2} = \frac{5 \cdot 10^{-8} \cdot 12 \cdot 10^{-8}}{4 \cdot 3,14 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 3,64 \cdot 10^{-2}} = 3,75 \text{ Н}.$$

1.7-масала.

Ечиш:

$$U = E\ell \quad \text{ёки} \quad E = \frac{U}{\ell} \quad \text{га} \quad \text{асосан}$$

$$U_T = E_T d = 10 \cdot 2,5 = 25 \text{ кВ}.$$

Иш кучланиши

$$U_{иш} \frac{U_T}{2} = \frac{25}{2} = 12,5 \text{ кВ}$$

1.8-масала.

Ечиш.
$$U = \frac{Q}{C} = \frac{4,5 \cdot 10^{-5} \text{ Кл}}{1,5 \cdot 10^{-6} \text{ ф}} = 300 \text{ В}$$

1.9-масала

Ечиш.
$$W_3 = \frac{CU^2}{2} = \frac{0,35 \cdot 10^{-6} \cdot (400)^2}{2} = 2,8 \cdot 10^{-2} \text{ Ж}$$

1.10-масала

Ечиш. 1. Паралел уланган C_1 ва C_2 конденсаторларнинг умумий сиғими:

$$C_{1,2} = C_1 + C_2 = 1 + 2 = 3 \text{ мкФ}$$

2. $C_{1,2}$ ва C_3 бир-бирларига кетма-кет уланган. Шунинг учун умумий сиғимининг тескари қиймати:

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_{1,2}} + \frac{1}{C_3} = \frac{1}{3} + \frac{1}{1} = \frac{4}{3} \frac{1}{\text{мкФ}} \quad \text{ёки} \quad C = \frac{3}{4} 0,75 \text{ мкФ}$$

1.11-масала

Ечиш. Ясси конденсатор электр майдон кучланганлиги

$$E = \frac{U}{d} = \frac{800}{5 \cdot 10^{-3}} = 16 \cdot 10^4$$

Агар заряд конденсаторлар электр майдонида жойлашган бўлса,

$$F = EQ = 16 \cdot 10^4 \cdot 1.5 \cdot 10^{-7} = 0.024 \text{ Н}$$

Ясси конденсаторнинг сиғими

$$C = \frac{\epsilon_0 S}{d} = \frac{8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 24 \cdot 10^{-4}}{0,5 \cdot 10^{-2}} = 4,25 \cdot 10^{-12} \text{ Ф} = 4,25 \text{ пФ}$$

1.12-масала

$$C_{\Pi} = C_1 + C_3 = 1 + 2 = 3 \text{ мкФ}$$

Ечиш.

$$C_{\text{ум}} = \frac{C_{\Pi} \cdot C_2}{C_2 + C_{\Pi}} = \frac{3 \cdot 1}{3 + 1} = 0,75 \text{ мкФ}$$

1.13-масала

$$\text{Ечиш.} \quad C = \frac{S}{d} \epsilon_0 = \frac{0,02 \cdot 0,01}{0,0003} \cdot 7 \frac{1}{36 \cdot \pi 10^6} = \frac{41,2}{10^{12}} \text{ Ф} = 41,2 \text{ пФ}$$

Слюданинг электрик мустаҳкамлиги 100 мВ/м бўлган учун конденсаторнинг тешиб ўтувчи кучланиши

$$U_{\text{теи}} = 100 \cdot 0.3 \cdot 10^{-3} = 0,03 \text{ МВ} = 30 \text{ кВ}$$

Конденсаторнинг иш кучланиши:

$$U_{\text{иш}} = \frac{U_{\text{теи}}}{K_{\text{эх}}} = \frac{30}{2} = 15 \text{ кВ}$$

1.14-масала

Ечиш. C_2 ва C_3 конденсаторларлар паралел уланган учун уларнинг умумий сиғими.

$$C_{2,3} = C_2 + C_3 = 4 + 6 = 10 \text{ мкФ}$$

бу параллел группа C_1 конденсатор билан кетма-кет уланган, шунинг учун

$$C = \frac{C_1 C_{23}}{C_1 + C_{23}} = \frac{2 \cdot 10}{2 + 10} = 1,67 \text{ мкФ}$$

Кетма-кет занжирнинг хоссасига асосан

$$U_1 + U_{23} = 220\text{в}, \quad \text{формула} \quad \frac{U_1}{U_2} = \frac{C_2}{C_1} \quad \text{га асосан эса}$$

$$\frac{U_1}{U_{23}} = \frac{C_{23}}{C_1}$$

Пропорциянинг хосиласини олиб, қуйидагига эга бўламиз:

$$\frac{U_1 + U_{23}}{U_{23}} = \frac{C_{23} + C_1}{C_1}, \text{бундан}; \quad \frac{220}{U_{23}} = \frac{12}{2} \quad \text{ёки} \quad U_{23} = \frac{220 \cdot 2}{12} = 36,6\text{в},$$

$$U_1 = 220 - 36,6 = 183,4\text{в}$$

Шундай қилиб, C_1 конденсатор 220в иш кучланишига, C_2, C_3 конденсаторлар эса 40 в иш кучланишига хисобланиши керак.

1.15-масала

Ечиш.
$$W = \frac{CU^2}{2} = \frac{50 \cdot 220^2}{10^6 \cdot 2} = \frac{22^2}{2 \cdot 10^2 \cdot 2} = 1.21 \quad \text{жс}$$

1.16-масала.

Ечиш. Конденсаторлар кетма-кет уланганда уларнинг қопламаларидаги заряд бир хил

$$Q = C_1 U_1 = C_2 U_2 \quad \text{бундан конденсаторлардаги кучланишлар}$$

$$U_1 = \frac{Q}{C_1} = \frac{0,003}{4 \cdot 10^{-6}} = 750 \quad \text{в};$$

$$U_2 = \frac{Q}{C_2} = \frac{0,003}{12 \cdot 10^{-6}} = 250 \quad \text{в}$$

Умумий берилган кучланиш

$$U = U_1 + U_2 = 750 + 250 = 1000 \quad \text{В}$$

конденсаторнинг эквивалент $C_{\text{экв}}$ сиғими

$$C_{\text{экв}} = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2} = \frac{4 \cdot 12}{4 + 12} = 3 \quad \text{мкф}$$

$$\frac{C_1}{C_2} = \frac{d_2}{d_1}; \quad \text{бундан} \quad d_2 = d_1 \frac{C_1}{C_2} = 3 \frac{4}{12} = 1 \text{мкф}$$

$$d'_{\text{экв}} = d_1 + d_2 = 3 + 1 = 4 \text{мкф}$$

Мустақил ечиш учун масалалар

1-масала. Сигимлари $C_1 = 40\text{мкф}$, $C_2 = 60\text{мкф}$ ва $C_3 = 120\text{мкф}$ бўлган учта конденсатор кучланиши $U=300\text{В}$ ли манбага кетма-кет уланган. Конденсаторларда кучланишнинг тақсимланиши ва уларнинг эквивалент сигими ҳамда учала конденсаторда жамланган энергиянинг аниқланг.

2-масала. $Q_1 = 1,6 \cdot 10^{-6}\text{кл}$ ва $Q_2 = 8 \cdot 10^{-5}\text{кл}$ зарядлар орасидаги итариш кучлари $F=3,2\text{ Н}$ бўлиш учун орасидаги масофани хона хароратдаги сувда ва керосинда аниқланг

Ж: $r_1 = 6,7\text{ см}$; $r_2 = 41,5\text{ см}$

3-масала Иккита Q_1 ва Q_2 зарядлар ҳавода бир-биридан $r=10\text{см}$ масофада жойлашган ва улар орасидаги таъриф кучи $F=1,2\text{Н}$. Агар $Q = 6 \cdot 10^{-7}\text{ кл}$ бўлса, Q_2 зарядни аниқланг.

Ж: $Q_2 = 2,2 \cdot 10^{-6}\text{ Кл}$.

4-масала $Q = 1,8 \cdot 10^{-3}\text{ кл}$ зарядга $F = 5,4 \cdot 10^{-4}\text{ Н}$ куч билан таъсир қилган электр майдон кучланганлигини топинг.

Ж: $E=0,3\text{В/м}$

5-масала. Сигими $C=0,25\text{мкф}$ бўлган конденсаторга $U=400\text{В}$ кучланиш берилган. Конденсатор электр майдонининг энергиясини топинг.

Ж: $W=0,02\text{ ж}$

6-масала. Конденсаторлар расмда .(расм) курсатилгандек аралаш усулида уланган. Бу ерда- $C_1=C_2=1\text{мкф}$, $C_3=2\text{мкф}$ га тенг Занжирнинг умумий сигимини аниқланг.

Ж: $C=0,75\text{ мкф}$.

7-масала. Сигимлари $C_1=0,18\text{мкф}$, $C_2=0,7\text{мкф}$ ва $C_4=0,5\text{мкф}$ бўлган конденсаторлар паралел уланган. Умумий сигимини топинг.

Ж: $C=1,54\text{ мкф}$.

8-масала. Бир хил сигимли $C_1=C_2=C_3=12\text{мкф}$ учта конденсатор кетма-кет уланган. Уларнинг умумий сигимини аниқланг.

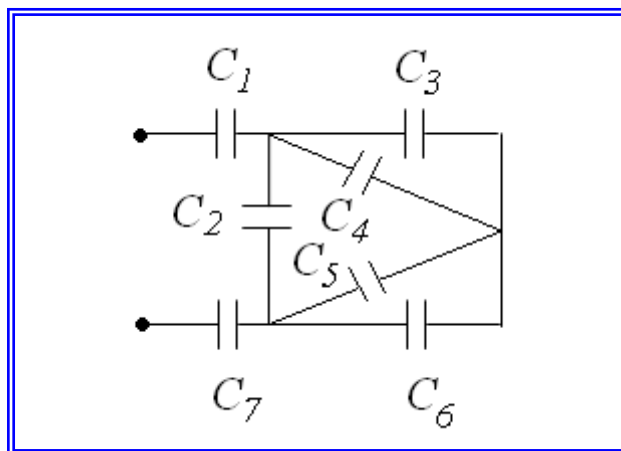
Ж: $C=4\text{мкф}$.

9-масала. Ясси конденсатор $U=800\text{В}$ кучланиш берилганда $Q = 20 \cdot 10^{-6}\text{ кл}$ зарядга эга булди. Конденсаторнинг сигимини ва электр майдон энергиясини аниқланг.

Ж: $C=0,025\text{ мкф}$, $W = 8 \cdot 10^3\text{ ж}$

10-масала. Расмда тасвир этилган занжирдаги конденсаторларнинг эквивалент сигими аниқланг.

$C_1=C_2=4 \text{ мкф}$, $C_2=1 \text{ мкф}$, $C_3=1,4 \text{ мкф}$, $C_4=0,6 \text{ мкф}$, $C_5=C_6=1 \text{ мкф}$
 Ж: $C_{\text{экв}}=1 \text{ мкф}$



1.5 расм

11-масала. Агар 1км узунликдаги кабелнинг сифими $C=2 \frac{\text{мкф}}{\text{км}}$ ни ташкил
 этса, $l=10\text{км}$ узунликдаги кабель линиясининг эквивалент сифимини аниқланг.
 Ж: $C_{\text{экв}}=2 \text{ мкф}$

2 - БОБ ЎЗГАРМАС ТОК ЭЛЕКТР ЗАНЖИРЛАРИ.

Электр қаршилиқ

Маълумки, электр зарядларнинг йўналган ҳаракатига электр токи дейилади. Электр зарядлари ўз ҳаракатида бошқа заряд, атом ва молекулар билан тўқнашадилар. Бунда зарядларнинг тезлиги ва кинетик энергияси камаяди. Лекин электр майдон таъсирида зарядларнинг тезлиги яна ошади. Янги тўқнашишда эса тезлиги яна камаяди. Натижада ўтказгичда зарядларнинг бир текис ҳаракати ўрнатилади. Шундай қилиб ўтказгич зарядларнинг ҳаракатига қаршилиқ кўрсатади.

Қаршилиқка тескари катталиқ электр ўтказувчанлик дейилади ва g билан белгиланади.

$$g = \frac{1}{R} = \frac{1}{\text{ом}} = \text{сименс(см)}$$

Ўтказгичнинг материали, узунлиги ва қўндаланг кесими маълум бўлса, унинг қаршилиги қуйидагича аниқланади.

$$R = \rho \frac{e}{S}$$

Қаршилиқнинг температурага боғлиқлиги

$$R = R_1 + R_1 \cdot \alpha(t_2 - t_1) \text{ ёки } R = R_1 [1 + \alpha(t_2 - t_1)]$$

Ом қонуни

Берк занжирда ток қиймати электр юритувчи куч қийматига тўғри пропорционал, ички ва ташқи қаршилиқларнинг йиғиндисига тескари пропорционал бўлади:

$$I = \frac{E}{R + r_0} \text{ ёки } E = I(R + r_0) = IR + Ir_0 = U + U_0 \text{ Агар } R=0 \text{ бўлса } E = U_0 + U = I\tau_0$$

Иш, энергия ва қувват

Истеъмолчидаги зарядларни кўчиришда бажарилган иш қуйидагича топилади:

$$A = E \cdot I \cdot t, \quad E = U_0 + U, \quad A = I \cdot t(U_0 + U) = ItU_0 + ItU = W_0 + W$$

эканлигини топамиз. Бунда; $W_0 = U_0 It$ - манбада иссиқликка айланган энергия $W = UIt$ ташқи занжирда сарф қилинадиган энергия .

Ишнинг бажариш тезлиги қувват дейилади.

$$P = \frac{A}{t} = EI \text{ (Вт)-манбанинг қуввати.}$$

$$P = \frac{W}{t} = UI \text{ (Вт)} - \text{истеъмолчининг қуввати.}$$

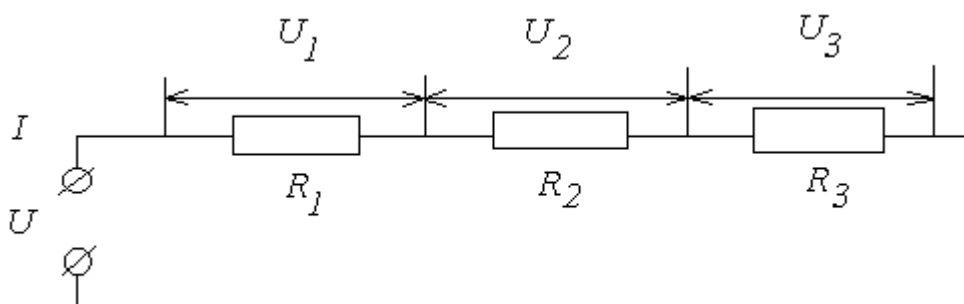
$$P = \frac{W_0}{t} = U_0 I \text{ (Вт)} - \text{исроф бўлган қувват.}$$

Жоуль – Ленц қонуни

Иссиқликка айланувчи электр энергия;

$$W = A \cdot I^2 R \cdot t \text{ (ж)} \text{ ёки } Q = 0,24 \cdot I^2 R t \text{ (кал).}$$

Қаршиликларни кетма – кет улаш



2.1-расм

$$U_1 = IR_1, \quad U_2 = IR_2, \quad U_3 = IR_3$$

Ток кучи занжирнинг барча қисмларида бир хил бўлгани учун,

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1}{R_2}, \quad \frac{U_2}{U_1} = \frac{R_2}{R_3} \text{ бўлади.}$$

Қаршиликлардаги кучланишларни уларнинг қисқичларидаги потенциаллар айирмаси билан ифодалаш мумкин:

$$U_1 = \varphi_A - \varphi_B \quad U_2 = \varphi_B - \varphi_C \quad U_3 = \varphi_C - \varphi_D$$

$$U_1 + U_2 + U_3 = \varphi_A - \varphi_B + \varphi_B - \varphi_C + \varphi_C - \varphi_D = \varphi_A - \varphi_D = U$$

$$U = \varphi_A - \varphi_D$$

$U_1 + U_2 + U_3 = U$ тенгламани ҳадма – ҳад тоққа бўлсак, қуйидагини топамиз:

$$\frac{U}{I} = \frac{U_1}{I} + \frac{U_2}{I} + \frac{U_3}{I} \text{ ёки } R = R_1 + R_2 + R_3 - \text{занжирнинг умумий қаршилиги}$$

Кирхгофнинг биринчи қонуни

Тугунчага қараб йўналган тоқлар йиғиндиси ундан чиқаётган тоқлар йиғиндисига тенг.

$$I_1 = I_2 + I_3 + I_4 \text{ ёки } I_1 - I_2 - I_3 = 0$$

Умумий кўринишда; $\sum I = 0$ яъни тугундаги токларнинг алгебраик йиғиндиси нолга тенг.

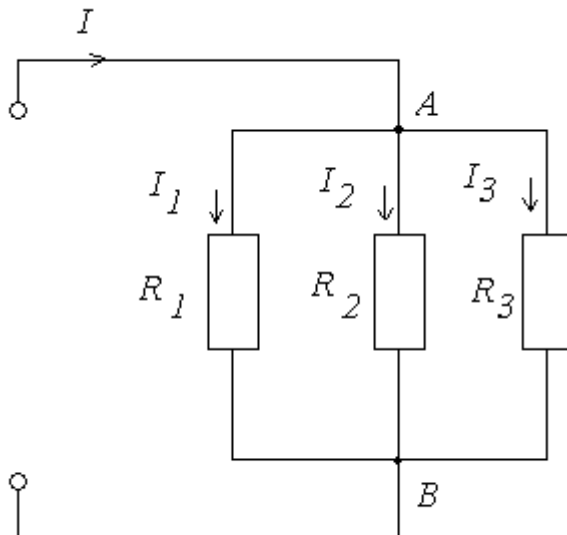
Қаршиликларни параллел ўлаш

Параллел уланганда шаохбчаларнинг қаршиликларидаги кучланишлари бир хил бўлади. Яъни,

$$U = U_1 = U_2 = U_3$$

Кирхгофнинг биринчи қонунига биноан;

$$I = I_1 + I_2 + I_3 \text{ ёки } \frac{U}{R} = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} + \frac{U}{R_3}$$



2.2 – расм

тенгламани U га қисқартириб,

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \text{ ёки } g = g_1 + g_2 + g_3 \text{ бунда } g_s - \text{эквивалент ўтказувчанлик.}$$

Ток манбаининг икки иш режими

Амалда икки ток манбаи билан электр занжирлари кўп ишлатилади. Бунда битта манба генератор сифатида, бошқаси истеъмолчи сифатида ишлатилиши ҳам мумкин.

Занжирдаги ток.

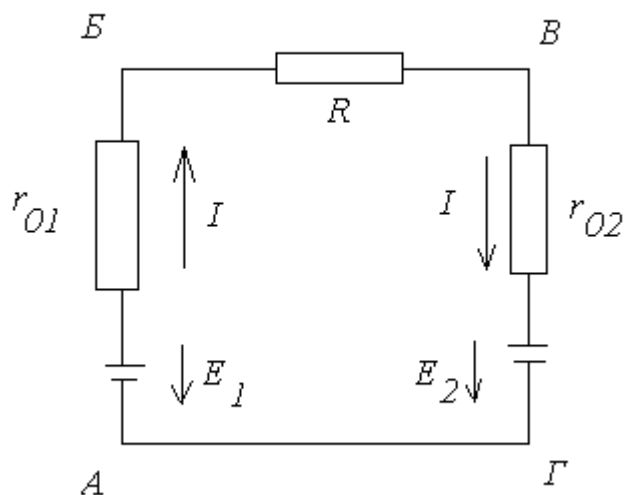
$$I = \frac{E_s}{r_{01} + R + r_{02}} = \frac{E_1 - E_2}{r_{01} + R + r_{02}}$$

Б нуқтанинг потенциали

$$\varphi_B = \varphi_A + E_1 - I r_{01}$$

ёки

$$\varphi_B - \varphi_A = \varphi_{BA} = E_1 - I r_{01}$$



2.3 - расм

Г нуқтанинг потенциали;

$$\varphi_\Gamma = \varphi_B - I r_{02} - E_2 \quad \text{ёки} \quad \varphi_B - \varphi_\Gamma = E_2 + I r_{02}$$

Кирхгофнинг иккинчи қонуни

Электр занжир бир неча ЭЮК манбаларидан ва резисторлардан ташкил топган бўлиши мумкин.

В ва А нуқталар орасидаги кучланишни қуйидагича аниқлаш мумкин.

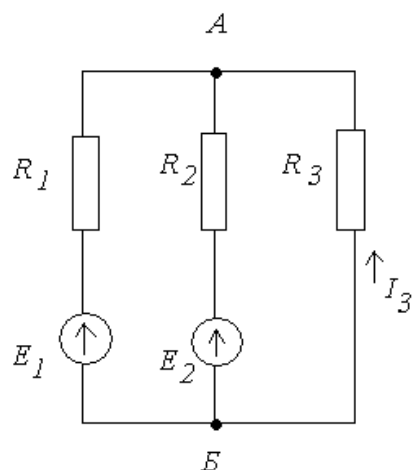
$$U_{BA} = E_1 - I_1 R_1 \quad U_{BA} = E_2 - I_2 R_2$$

ёки

$$E_1 - I_1 R_1 = E_2 - I_2 R_2$$

Бундан;

$$E_1 - E_2 = I R_1 - I_2 R_2 \quad \sum = \sum (IR)$$



2.4 – расм

Мураккаб электр занжирларини ҳисоблаш.

Суперпозиция ёки устма – уст қўйиш усули.

Бу усул ишлатилганда занжирнинг ҳар бир шаохбчасидаги ток мустақил равишда ишловчи манбалар ҳосил қилган тоқларнинг алгебраик йиғиндиси сифатида аниқланади. Масалан; 2.4-расмда келтирилган занжирда битта биринчи манба мавжуд бўлганда занжирдаги ток қуйидагича аниқланади;

$$I_1 = \frac{E_1}{r_{01} + R + r_{02}}$$

Занжирда битта иккинчи манба мавжуд бўлганда занжирнинг токи қуйидагича аниқланади.

$$I_2 = \frac{E_2}{r_{01} + R + r_{02}}$$

Агар манбаларнинг ЭЮК лари бир хил йўналган бўлса, занжирдаги умумий ток;

$$I = I_1 + I_2 = \frac{E_1 + E_2}{r_{01} + R + r_{02}}$$

Агар манбаларнинг ЭЮК лари қарама-қарши йўналган бўлса, занжирдаги умумий ток.

$$I = I_1 - I_2 = \frac{E_1 - E_2}{r_{01} + R + r_{02}}$$

Масалалар

2.1-масала.

Узунлиги 10м, диаметри 0,4мм бўлган нихромдан ясалган электрик печка спиралининг ишлаш температураси 300^0 . Тармоқ кучланиши 220 В. Спиралдаги зичликни аниқланг.

2.2-масала.

12 в ли автомобиль лампочкасидан номинал кучланишда 4а ток ўтади, агар уни батареяга уланса, лампочка қуядими? Батареядаги Э.Ю.К. 90в. Ички қаршилиги 42 ом. Лампочка қаршилигини боғлиқ бўлмаган доимий катталиқ деб қаранг.

2.3-масала.

Кучланиш $U=110$ в бўлган электр тармоққа қаршилиги $r=200$ Ом чўғланма лампа уланган. Лампадаги ток кучини аниқланг.

2.4-масала.

Агар иситиш асбобидаги ток кучи $I=5$ а, унинг қаршилиги $r = 45$ ом бўлса, унинг қисқичларидаги кучланишни аниқланг.

2.5-масала.

Агар симларнинг кўндаланг кесими $S=10\text{мм}^2$ ва линиянинг узунлиги 200м бўлса, ҳаво линияси симларининг $+20^0\text{C}$ ва -10^0C температурадаги қаршилигини топинг.

2.6-масала.

Электр кавшарлагич 5а токда 12в га мулжалланган. Кавшарлагич 30 мин. ишлаганда ундан қанча иссиқлик ажралади?

2.7-масала.

Қуввати 2квт ли электр двигатель 6 а ток истеъмол қилади. Унинг чўлғамлари қаршилиги 2 ом. Двигательда 2 соатда ажралиб чиқадиган иссиқлик миқдорини ҳисобланг.

2.8-масала.

Кучланиши $U=220$ в бўлган тармоққа қуввати $p=5$ квт бўлган электр двигатель уланган. Электр двигателдан оқаётган ток кучини аниқланг.

2.9-масала.

Кучланиш $U=225$ в бўлган тармоққа $I=4$ а ток олувчи иситгич асбоби уланган. Асбобнинг қуввати ва асбоб 2 соат ичида истеъмол қилган энергиянинг баҳосини топинг. 1квт соат электр энергия 23 сўм туради.

2.10-масала.

Агар иситгич асбобининг қаршилиги 22 ом, тармоқнинг кучланиши 110в бўлса, бу асбобда 15 минутда ажралиб чиққан иссиқлик миқдорини топинг.

2.11-масала.

Мис симнинг диаметри $d=0,3\text{мм}$, қаршилиги $R=82\text{ом}$. Симнинг узунлигини топинг.

2.12-масала.

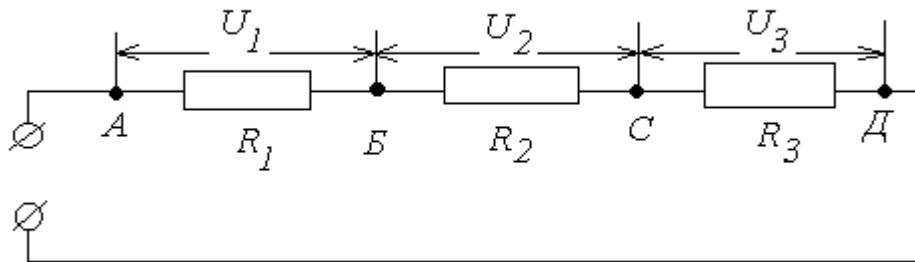
Манбанинг қисқа туташтирилган токи $I_k=48\text{А}$. Агар шу манбага қаршилиги $R=19,5\text{ ом}$ бўлган резистор уланса, ток $1,2\text{ амперга}$ камаяди. Манбанинг Э.Ю.К.ни ва ички қаршилигини аниқланг.

2.13-масала.

Э.Ю.К манбанинг ички қаршилиги $r_0=0,1\text{ом}$. Унга уланган истеъмолчидан $I=0,75\text{А}$ ток ўтиб, бир соат ичида 729калл иссиқлик чиқаради. Манбанинг Э.Ю.К қийматини топинг.

2.14-масала.

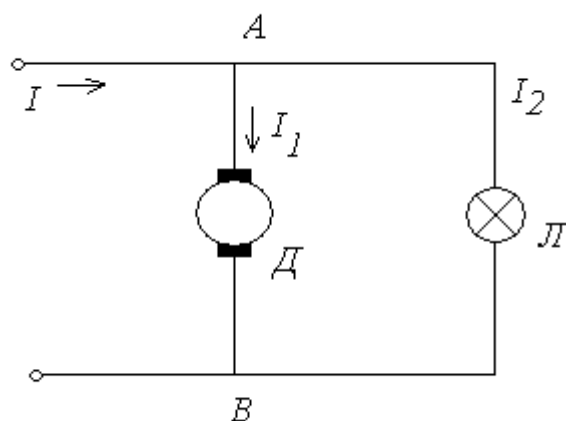
Ўзгармас ток манбаининг $E=125\text{в}$. Унга қаршиликлари $R_1=100\text{ом}$, $R_2=30\text{ ом}$ ва $R_3=120\text{ ом}$ бўлган резисторлар кетма кет уланган (2.5 – расм). Занжирдаги ток кучини ва ҳар бир شاҳобчада кучланишнинг пасайишини ва қувватини топинг. Манбанинг ички қаршилиги ҳисобга олинмайди.



2.5 – расм

2.15-масала.

Кучланиши $U=220\text{в}$ бўлган линияга қуввати $P_1=4,4\text{квт}$ ўзгармас ток двигатели ва қуввати $P_2=300\text{ вт}$ бўлган чўғланма лампа уланган. Линиядаги ток кучини ва истеъмолчиларнинг умумий қаршилигини топинг.(2.6 – расм).



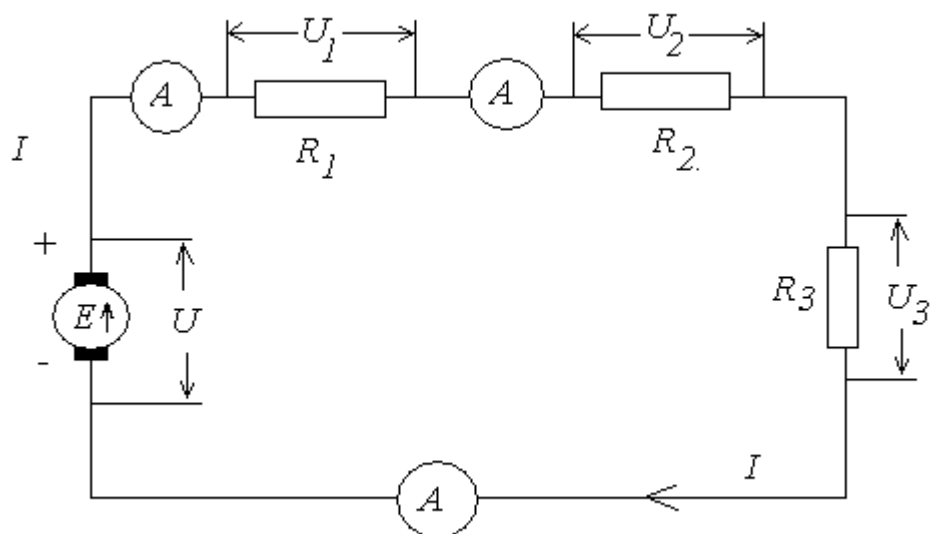
2.6 – расм

2.16-масала.

Икки симли линия $P=3\text{кВт}$, $I=15\text{а}$, $l=1200\text{м}$, мис симнинг диаметри $d=5\text{мм}$. Истеъмолчининг қувватини, линия йўқотиладиган қувватни ва фойдали иш коэффициентини топинг.

2.17-масала.

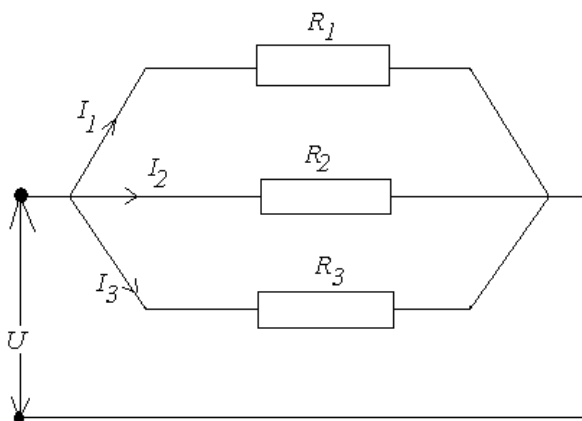
2.7 – расмда кўрсатилган занжир учларидаги кучланиш ва участкалардаги кучланишларни аниқланг. Учинчи участкада кучланишлар тушувчи $U_3=20\text{в}$. Участка қаршиликлари $R_1=60\text{ом}$, $R_2=40\text{ом}$, $R_3=20\text{ом}$.



2.7 – расм

2.18-масала.

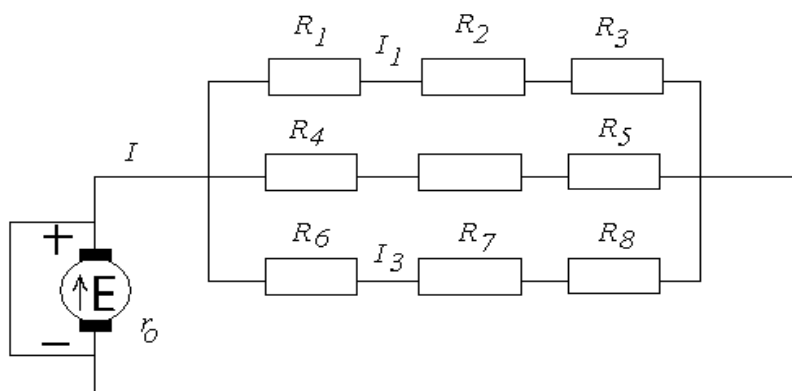
2.8 – расмдаги схемада тармоқланишдан кейин ток кучи $I=19,5\text{а}$, $R=10\text{ом}$, $R_1=150\text{ом}$, $R_3=200\text{ом}$. Шу схеманинг эквивалент қаршилиги ва тармоқлардаги токларни аниқланг.



2.8 – расм

2.19-масала.

Агар $E=24\text{В}$, $r_0=2\text{ом}$, $R_1=2\text{ом}$, $R_2=6\text{ом}$, $R_3=4\text{ом}$, $R_4=4\text{ом}$, $R_5=6\text{ом}$, $R_6=7\text{ом}$, $R_7=3\text{ом}$, $R_8=5\text{ом}$ эканлиги маълум бўлса 2.9 – расм кўрсатилган занжир участкаларидаги токларни аниқланг.



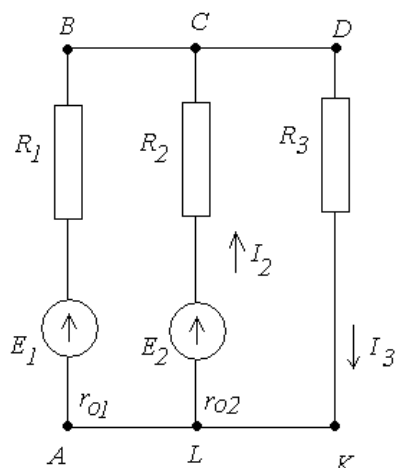
2.9 – расм

2.20-масала.

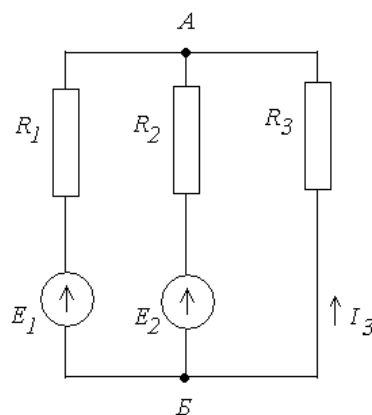
Авариявий ёритиш учун аккумуляторнинг сони аниқланг ва уларни улаш учун танлансин. Ҳамма лампочкаларнинг сони аниқланг ва уларни улаш усули танлансин. Ҳамма лампочкаларнинг қуввати 2квт, авариявий ёритиш тармоғининг кучланиши 110в, бита аккумуляторнинг Э.Ю.К $E=2\text{В}$, рухсат этилган разряд токи $I_p=7\text{А}$.

2.21-масала.

Келтирилган занжирда (2.10 – расм) $E_1=250\text{В}$, $E_2=220\text{В}$, $R_1=5\text{ом}$, $R_2=8\text{ом}$, $R_3=10\text{ом}$, $r_{01}=0,02\text{ом}$, $r_{02}=0,02\text{ом}$. Занжирдаги токларни аниқланг.



2.10 – расм



2.11 – расм

2.22-масала.

2.11 – расмдаги схемада $E_1=120\text{В}$, $E_2=110\text{В}$, $R_1=2\text{ом}$, $R_2=2\text{ом}$, $R_3=4\text{ом}$. Токларни топинг.

2.23-масала.

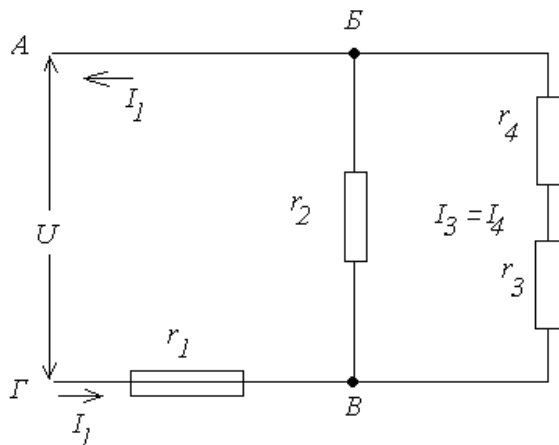
Кучланиши $U=115\text{В}$ бўлган линияга қуввати $P_1=3,5\text{кВт}$ бўлган электродвигатель ва қуввати $P_2=2,3\text{кВт}$ бўлган электропечка уланган. Линиядаги токнинг кучини аниқланг.

2.24-масала.

Қуввати $P_1=100\text{Вт}$ ва кучланиши $U=220\text{В}$ бўлган чўғланма лампочканинг қаршилигини аниқланг. Параллел уланган йигирмата ана шундай лампочканинг қаршилигини аниқланг.

2.25-масала.

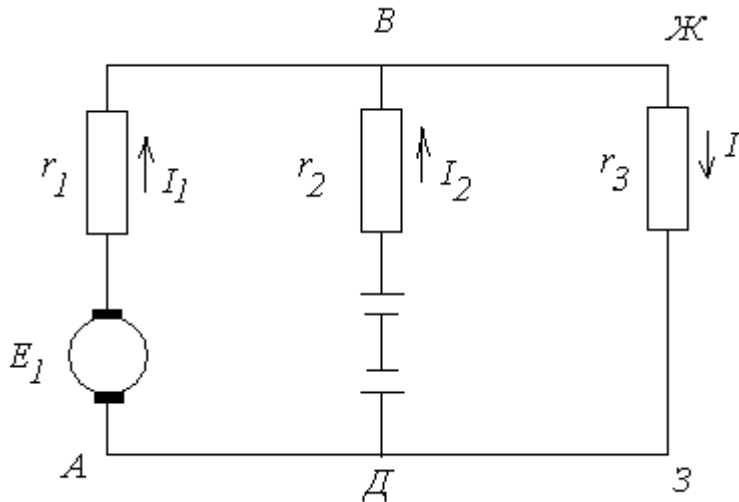
2.12 – расмда тасвирланган занжирнинг барча участкаларидаги тоқлар ва кучланишлар топилсин. Занжирнинг қисқичларидаги кучланиш $U_{AB}=210\text{В}$. қаршилиқлар $r_1=0,6\text{ом}$, $r_2=4\text{ом}$, $r_3=3,5\text{ом}$, $r_4=2,5\text{ом}$.



2.12 – расм

2.26-масала.

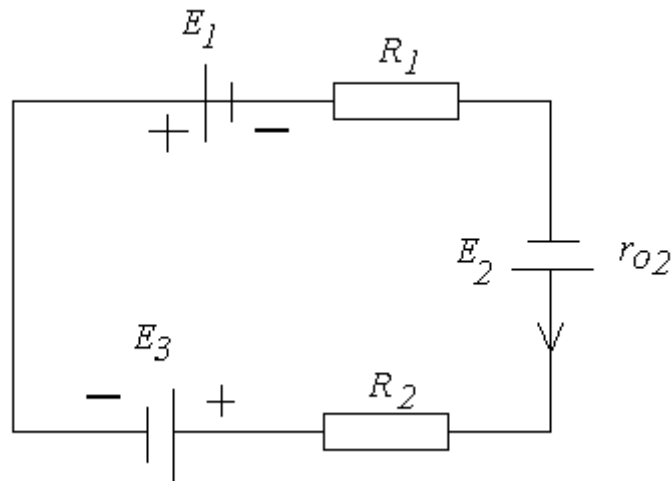
Агар $E_1=123\text{В}$, $E_2=115\text{В}$, $r_1=0,15\text{ом}$, $r_2=0,5\text{ом}$, $r_3=12\text{ом}$, бўлса (2.13 – расм), I_1 , I_2 , I_3 , тоқлар топилсин.



2.13 - расм

2.27-масала.

Агар $E_1=40\text{В}$, $E_2=90\text{В}$, $E_3=60\text{В}$, $R_1=4\text{ом}$, $R_2=5\text{ом}$, $r_2=0,5\text{ом}$, $r_{02}=1\text{ом}$ га тенг бўлса, 2.14 – расмда кўрсатилган занжирдаги тоқ кучи топилсин. Биринчи ва учинчи манбаларнинг ички қаршиликлари жуда ҳам кичик бўлгани учун уларни ҳисобга олмаса ҳам бўлади.



2.14 – расм

Масалаларнинг ечимлари

2.1-масала.

Симнинг қўндаланг кесим юзи.

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot (0,4)^2}{4} = 0,1255 \text{ мм}^2$$

Нормал температурада спиралнинг қаршилиги.

$$R = \rho \frac{e}{S} = 1,1 \frac{10}{0,1255} \approx 88 \text{ ом}$$

Иш температурасида спиралнинг қаршилиги.

$$R_t = R[1 + \alpha(t - 20^\circ)] = 88[1 + 0,00015(300 - 20^\circ)] = 88(1 + 0,042) = 92 \text{ ом}$$

Спиралдаги ток кучи.

$$I = \frac{U}{R_t} = \frac{220}{92} = 2,4 \text{ а}$$

Токнинг зинчлиги.

$$j = \frac{I}{S} = \frac{2,4}{0,1255} = 19,1 \text{ а / мм}^2 = 19,1 \text{ ма / м}^2$$

2.2-масала

Ечиш. Лампанинг қаршилиги

$$R = \frac{U_n}{I_n} = \frac{12}{4} = 3 \text{ ом}$$

$$I = \frac{E}{R + r_0} = \frac{90}{3 + 42} = 2 \text{ а, } I < I_n$$

Яъни, лампа қуйиш у ёқда турсин, яхши чўғланмайди ҳам, чунки ундаги чўғланиш ҳаммаси бўлиб $U = IR = 2 \cdot 3 = 6 \text{ в}$ га тенг. Бунга асосий сабаб электр токи манбанинг ички қаршилиги юклама қаршилигидан катта бўлиб, Э.Ю.К. нинг деярли ҳаммаси манбанинг ички қаршилигида сарф бўлади.

$$U_0 = Ir_0 = 2 \cdot 42 = 84 \text{ в.}$$

2.3-масала.

Ечиш. Ток кучи.

$$I = \frac{U}{R} = \frac{110}{220} = 0,5 \text{ а}$$

2.4-масала.

Ечиш. Қисқичлардаги кучланиш.

$$U = IR = 5 \cdot 45 = 225 \text{ в}$$

2.5-масала.

Ечиш. Линиядаги иккита симнинг $+20^\circ \text{ С}$ даги қаршилиги;

$$R_1 = \rho \frac{e}{s} = 0,0175 \cdot \frac{2 \cdot 200}{10} = 0,7 \text{ ом}$$

Ўша симларнинг (-10^0C) температурадаги қаршилиги.

$$R_2 = R_1 [1 + \alpha(Q_2 - Q_1)] = 0,7 [1 + 0,004(-30)] = 0,616 \text{ ом}$$

2.6-масала.

Ечиш.

$$Q = UI t = 12 \cdot 5 \cdot 30 \cdot 60 = 108000 \text{ Жс} = 108 \text{ кЖс}$$

2.7-масала.

Ечиш. Двигателда энергиянинг жуда кам қисмигина иссиқлика ажралгани, қолгани механикавий энергияга айлангани учун $Q = Pt$ дан фойдаланиб бўлмайди. Масалани $Q = I^2 Rt$ формула ёрдамида ечиш мумкин.

$$Q = I^2 Rt = 6^2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 3600 = 518400 \text{ Жс}$$

2.8-масала.

Ечиш.

$$P = UI \text{ бунда } I = \frac{P}{U} = \frac{5000}{220} = 23 \text{ а}$$

2.9-масала.

Ечиш. Асбобнинг қуввати $P = UI = 225 \cdot 4 = 900 \text{ вт}$.

2 соат ичида асбоб истеъмол қилган энергия

$$W = Pt = 900 \cdot 2 = 1800 \text{ вт} \cdot \text{соат} = 1,8 \text{ кВт} \cdot \text{соат}$$

Сарфланган энергия баҳоси

$$1,8 \cdot 23 = 41,4 \text{ сўм}$$

2.10-масала.

Ечиш. Ток кучи.

$$I = \frac{U}{R} = \frac{110}{220} = 5 \text{ а}$$

Асбобда ажралиб чиққан иссиқлик миқдори;

$$Q = I^2 Rt = 5^2 \cdot 15 \cdot 22 \cdot 60 = 49500 \text{ Жс}$$

2.11-масала.

Ечиш. Симнинг кундаланг кесим юзаси;

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3,14(0,3)^2}{4} = 0,0706 \text{ мм}^2$$

Симнинг узунлигини $R = \rho \frac{l}{S}$ тенгламадан топамиз;

$$l = \frac{R \cdot S}{p} = \frac{82 \cdot 0,0706}{0,0175} = 330 \text{ м}, \text{ бунда: } p=0,0175 - \text{ миснинг солиштирма}$$

қаршилиги.

2.12-масала.

Ечиш. Қисқа туташтирилган ток манбаи Э.Ю.К;

$$E = I \cdot r_0 = 48 \cdot r_0$$

Ток манбаига қаршилиқ уланганда.

$$E = Ir_0 + IR = 1,2r_0 + 1,2 \cdot 19,5$$

Иккала тенгламанинг ўнг томонлари бир – бирига тенг, яъни

$$48 \cdot r_0 = 1,2r_0 + 1,2 \cdot 19,5$$

$$46,8 \cdot r_0 = 23,4$$

$$r_0 = 0,5 \text{ ом}$$

Э.Ю.К. қуйидагига тенг бўлади:

$$E = 48 \cdot r_0 = 48 \cdot 0,5 = 24 \text{ В}$$

2.13-масала.

Ечиш. $Q = J^2 R t$ тенгламадан фойдаланиб, истеъмолчининг қаршилигини топамиз;

$$R = \frac{Q}{0,24 \cdot I^2 \cdot t} = \frac{729}{0,24(0,75)^2 \cdot 3600} = 1,5 \text{ ом}$$

Тўла занжир учун Ом қонунидан фойдаланиб Э.Ю.К ни топамиз;

$$E = Ir_0 + IR = 0,75 \cdot 0,1 + 0,75 \cdot 1,5 = 1,875 \text{ В}$$

2.14-масала.

Ечиш. Занжирнинг умумий қаршилиги:

$$R = R_1 + R_2 + R_3 = 100 + 30 + 120 = 250 \text{ ом}$$

Занжирнинг барча шахобчаларидаги ток кучи бир хил бўлади, яъни

$$I = \frac{U}{R} = \frac{125}{250} = 0,5 \text{ а}$$

Хар битта резистордаги кучланишнинг тушуши ва қуввати қуйидагича тенг.

$$U_1 = IR_1 = 0,5 \cdot 100 = 50 \text{ В},$$

$$\begin{aligned}
 U_2 &= IR_2 = 0,5 \cdot 30 = 15B, \\
 U_3 &= IR_1 = 0,5 \cdot 120 = 60B, \\
 P_1 &= IU_1 = 0,5 \cdot 50 = 250вт, \\
 P_2 &= IU_2 = 0,5 \cdot 15 = 7,5вт, \\
 P_3 &= IU_3 = 0,5 \cdot 60 = 30вт.
 \end{aligned}$$

2.15-масала.

Ечиш. Двигателнинг статор чўлғамларидан ўтаётган ток:

$$I_1 = \frac{P_1}{U} = \frac{4400}{220} = 20a$$

Лампадан ўтаётган ток:

$$I_2 = \frac{P_2}{U} = \frac{300}{220} = 1,36a$$

Кирхгофнинг биринчи қонунига асосан, линиядаги токни топамиз:

$$I = I_1 + I_2 = 20 + 1,36 = 21,36a$$

Ҳар битта истеъмолчининг қаршилиги:

$$\begin{aligned}
 R_1 &= \frac{U}{I_1} = \frac{220}{20} = 11\text{ом} \\
 R_2 &= \frac{U}{I_2} = \frac{220}{1,36} = 161,7\text{ом}
 \end{aligned}$$

Умумий ўтказувчанлик:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{11} + \frac{1}{161,7} = \frac{172,7}{1778,7} \text{ом}^{-1}$$

Умумий қаршилик:

$$R = \frac{1778,7}{172,7} = 10,3\text{ом}$$

2.16-масала.

Ечиш. Симнинг кўндаланг кесим юзаси:

$$S = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 5^2}{4} \text{мм}^2$$

Симларнинг қаршилиги:

$$R_{\lambda} = \rho \frac{2 \cdot l}{S} = 0,0175 \frac{2 \cdot 1200 \cdot 4}{3,14 \cdot 5^2} = 2,08\text{ом}$$

Линиядаги йўқотиладиган кучланиш:

$$\Delta U = I \cdot R_{\lambda} = 15 \cdot 2,08 = 31,2B$$

Линиянинг қуввати:

$$\Delta P = \Delta U \cdot I = 31,2 \cdot 15 = 468вт$$

Истеъмолчининг қуввати:

$$P_2 = P_1 - \Delta P = 3000 - 468 = 2532вт$$

Линиянинг фойдали иш коэффициенти:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100\% = \frac{2532}{3000} \cdot 100\% = 84,4\%$$

2.17-масала.

Ечиш. Ом қонунига асосан учунчи участкадаги ток.

$$I_3 = \frac{U_3}{R_3} = \frac{20}{2} = 10a$$

Кетма –кет занжирнинг биринчи хоссасига асосан, занжирдаги ток;

$$I = 10a$$

Ом қонунига асосан,

$$U_1 = IR_1 = 10 \cdot 6 = 60\text{в}, \quad U_2 = IR_2 = 10 \cdot 4 = 40\text{в},$$

Бутун занжир қисмларидаги қучланиш:

$$U = U_1 + U_2 + U_3 = 60 + 40 + 20 = 120\text{в}$$

2.18-масала.

Ечиш. Формулага асосан.

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{10} + \frac{1}{15} + \frac{1}{20} = \frac{13}{60}; \quad R = \frac{60}{13} = 4,62\text{ом}$$

Бутун занжир қисмларидаги қучланиш:

$$U = IR = 19,5 \cdot 4,62 = 90\text{в},$$

Участкалардаги тоқлар;

$$I_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{90}{10} = 9a, \quad I_2 = \frac{U}{R_2} = \frac{90}{15} = 6a, \quad I_3 = \frac{U}{R_3} = \frac{90}{20} = 4,5a$$

2.19-масала.

Ечиш. Юқори тармоқ қаршилиги.

$$R_{1,2,3} = R_1 + R_2 + R_3 = 2 + 6 + 4 = 12\text{ом}$$

Ўрта тармоқ қаршилиги.

$$R_{4,5} = R_4 + R_5 = 4 + 6 = 10\text{ом}$$

Қуйи тармоқ қаршилиги;

$$R_{6,7,8} = R_6 + R_7 + R_8 = 7 + 3 + 5 = 15\text{ом}$$

Занжир ташқи участкасининг ўтазувчанлиги.

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_{1,2,3}} + \frac{1}{R_{4,5}} + \frac{1}{R_{6,7,8}} = \frac{1}{12} + \frac{1}{10} + \frac{1}{15} = \frac{15}{60} \text{сим.}$$

Шу участканинг қаршилиги.

$$R = \frac{60}{15} = 4\text{ом}$$

Бутун занжир токи;

$$I = \frac{E}{R_{1,2,3}} = \frac{16}{12} = 1,33a$$

Ўрта тармоқдаги ток;

$$I_2 = \frac{U}{R_{4,5}} = \frac{16}{10} = 1,6a$$

Қуйи тармоқдаги ток

$$I_3 = \frac{U}{R_{6,7,8}} = \frac{16}{15} = 1,065a$$

Генератор ичидаги кучланиш тушуви

$$U_0 = E - U = 24 - 16 = 8\text{в}$$

2.20-масала.

Ечиш. Юклама токи

$$I = \frac{P}{U} = \frac{2000}{110} = 18,2a$$

Юклама кучланиши ва токи битта аккумуляторнинг разряд токи I_p ва кучланиши E дан катта бўлгани учун m параллел группани ҳар қайсисида n элементдан қилиб, аралаш улашни қўллаш керак.

Параллел груҳлар сони

$$m \geq \frac{I}{I_p} = \frac{18,2}{7} = 2,6 \quad \text{бунда} \quad m = 3 \quad \text{деб оламиз}$$

Гуруҳдаги аккумуляторлар сони;

$$n = \frac{U}{E} = \frac{110}{2} = 55$$

Аккумуляторларнинг умумий сони :

$$N = mn = 3 \cdot 55 = 165 \text{ дона}$$

2.21-масала.

Ечиш. 1. Токларнинг мусбат йўналишини танлаймиз (схемада курсатилган).

2. Бу занжирда иккита тугун бор, шунинг учун Кирхгофнинг биринчи қонунига асосланиб C тугунга тенглама тузамиз:

$$I_1 + I_2 - I_3 = 0$$

3. Кирхгофнинг иккинчи қонунига асосланиб ABCLA контур учун;

$$E_1 - E_2 = I_1(R_1 + r_{01}) - I_2(R_2 + r_{02})$$

LCDKI контур учун:

$$E_2 = I_2(R_2 + r_{02}) + I_3 \cdot R_3$$

4. Тенгламаларга ҳарфларнинг ўрнига уларнинг қийматларини қўйсак, қуйидагиларни ҳосил қиламиз:

$$\left. \begin{array}{l} I_1 + I_2 - I_3 = 0 \\ 250 - 220 = I_1 \cdot 5,02 - I_2 \cdot 8,02 \\ 220 = I_2 \cdot 8,02 + I_3 \cdot 10 \end{array} \right\} \quad \text{ёки} \quad \left. \begin{array}{l} I_1 + I_2 - I_3 = 0 \\ 30 = I_1 \cdot 5,02 - I_2 \cdot 8,02 \\ 220 = I_2 \cdot 8,02 + I_3 \cdot 10 \end{array} \right\}$$

Учинчи тенгламадан:

$$I_1 = \frac{30 + I_2 \cdot 8,02}{5,02}$$

I_1 ва I_2 қийматларни биринчи тенгламага қўйсак;

$$\begin{aligned} \frac{30 + I_2 \cdot 8,02}{5,02} + I_2 - \frac{220 - I_2 \cdot 8,02}{10} &= 0 \\ I_2 &= 4,7a \\ I_3 = \frac{220 - 4,7 \cdot 8,02}{10} = 18,23A, \quad I_1 = \frac{30 + 4,7 \cdot 8,02}{5,02} &= 13,53a \end{aligned}$$

Демак, тоқлар мусбат ишорали экан. Шунинг учун ҳам тоқларнинг йўналиши тўғри танланган бўлиб, E_1 ва E_2 манбалар генератор ҳолатида ишлайди.

2.22- масала.

Ечиш. Тугун кучланиши:

$$U = \frac{E_1 g_1 + E_2 g_2}{g_1 + g_2 + g_3} = \frac{12 \frac{1}{2} + 110 \frac{1}{2}}{\frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{4}} = \frac{115}{\frac{5}{4}} = 92B$$

Тармоқлардаги тоқ.

$$\begin{aligned} I_1 &= (E_1 - U)g_1 = (120 - 92) \cdot \frac{1}{2} = 14a \\ I_2 &= (E_2 - U)g_2 = (110 - 92) \cdot \frac{1}{2} = 9a \\ I_3 &= -U \cdot g_3 = -92 \cdot \frac{1}{4} = -23a \end{aligned}$$

Текшириш;

$$I_1 + I_2 + I_3 = 0$$

$$14 + 9 - 23 = 0$$

2.23-масала.

Двигателдаги токнинг кучи.

$$I_1 = \frac{P_1}{U_1} = \frac{3500}{115} \approx 30a$$

Электрпечкадаги токнинг кучи

$$I_2 = \frac{P_2}{U} = \frac{2300}{115} = 20a$$

Линиядаги ток кучи

$$I = I_1 + I_2 = 30 + 20 = 50a$$

2.24-масала.

Ечиш:

Қуввати $P = UI = \frac{U^2}{r}$

Бўлганлиги учун чўғланма лампочканинг қаршилиги:

$$r_{\wedge} = \frac{U^2}{P_{\wedge}} = \frac{220^2}{100} = 484\text{ом}$$

Йигирмата параллел уланган лампочканинг умумий қаршилиги:

$$r = \frac{r_{\wedge}}{20} = \frac{484}{20} = 24,2\text{ом}$$

2.25-масала.

Ечиш. Занжирнинг умумий қаршилиги.

$$r = r_1 + \frac{r_2(r_3 + r_4)}{r_2 + r_3 + r_4} = 0,6 + \frac{4(3,5 + 2,5)}{4 + 3,5 + 2,5} = 3\text{ом}$$

Биринчи қаршиликдаги ток

$$I = \frac{U_{AG}}{r} = \frac{210}{3} = 70a$$

Биринчи қаршиликдаги кучланиш

$$U_1 = I_1 r_1 = 70 \cdot 0,6 = 42\text{в}$$

Занжирнинг тармоқланган қисмидаги кучланиш

$$U_{BB} = U_{AG} - U_1 = 210 - 42 = 168\text{в}$$

Ток $I_2 = \frac{U_{BB}}{r_2} = \frac{168}{4} = 42a$

Ток $I_3 = \frac{U_{BB}}{r_3 + r_4} = \frac{168}{3,5 + 2,5} = 28a$

2.26-масала.

Ечиш. Занжирнинг ҳамма участкаларида тоқлар учун ихтиёрий йўналишлар танлаб оламиз. Бу йўналишлар (2.13 – расм) кўрсатилган.

Учта тенглама тузамиз. Улардан бирини Кирхгофнинг биринчи қондасига асосан, иккитасини эса Кирхгофнинг иккинчи қондасига асосан тузамиз.

Биринчи тенгламани В нукта учун тузамиз;

$$I_1 + I_2 - I_3 = 0 \quad (1)$$

Иккинчи тенгламани АБВЖЗДА контур учун тузамиз;

$$E_1 = I_1 r_1 + I_3 r_3 \quad (2)$$

Учинчи тенгламани ДГВЖЗД контур учун тузамиз;

$$E_2 = I_2 r_2 + I_3 r_3 \quad (3)$$

Сўнги икки тенгламага сон қийматлар қўйсак, қуйидагиларни ҳосил қиламиз:

$$123 = 0,15I_1 + 12I_3 \quad (4)$$

$$115 = 0,5I_2 + 12I_3 \quad (5)$$

Сўнги тенгламага $I_2 = I_3 - I_1$ токни қўйсак:

$$115 = 0,5I_3 - 0,5I_1 + 12I_3 = -0,5I_1 + 12,5I_3 \quad (6)$$

(5) тенгламани 0,3га кўпайтириб ва (4) тенгламага қўшиб, қуйидагини топамиз;

$$34,5 = -0,15I_1 + 3,15I_3$$

$$123 = 0,15I_1 + 12I_3$$

$$157,5 = 15,75I_3$$

Бундан

$$I_3 = \frac{157,5}{15,75} = 10a$$

Ж ва З нукталар орасидаги кучланиш;

$$U_{ЖЗ} = I_3 r_3 = 10 \cdot 12 = 120a$$

$$I_1 = \frac{E_1 - U_{ЖЗ}}{r_1} = \frac{123 - 120}{0,15} = 20a$$

$$I_2 = \frac{E_2 - U_{ЖЗ}}{r_2} = \frac{115 - 120}{0,5} = -10a$$

I_2 токнинг олдидаги манфий ишора бу токнинг ҳақиқий йўналиши 2.10 – расмда кўрсатилган йўналишга тескари эканлигини, демак Е манба истеъмолчи режимида ишлаётганлигини кўрсатади.

Мустақил ечиш учун масалалар

1 – масала.

Ўтказгич орқали 0,5 соат ичида $Q=2700$ Кл заряд ўтади. Электр занжирдаги токни аниқланг.

Ж; $I=1,5A$

2 – масала.

Токнинг қийматлари 1) $I=0,5A$; 2) $I=0,03A$; 3) $I=2mA$; 4) $I=15A$; 5) $I=50mA$
6) $I=2A$ бўлганда $Q=0,6$ Кл заряднинг ўтиш вақтини аниқланг.

Ж; $t=1,2c$

3 – масала.

Кўндаланг кесимининг юзи $S=2,5$ мм² бўлган ўтказгичдан $t=0,04$ сек вақт давомида $Q=20 \cdot 10^{-3}$ Кл заряд оқиб ўтади. Ўтказгичдаги ток зинчлигини аниқланг.

Ж; $j=0,2$ А/мм²

4 – масала.

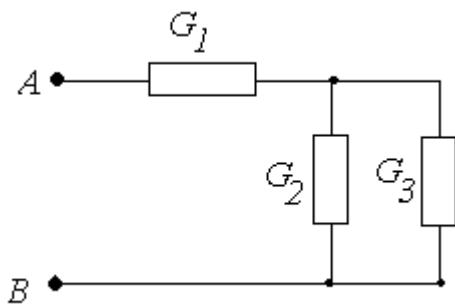
Кўндаланг кесим юзи $S=0,24$ мм² бўлган ўтказгичдан зинчлиги $j=5$ А/мм² бўлган ток ўтади. Ўтказгичдан қуйидаги вақтларда (1) 0,005 сек 2) 1 сек 3) 100 мкс 4) 20 мсек 5) 0,4сек 6) 5сек) ўтган ток ва заряд миқдорини аниқланг.

Ж; $I=1,2A$; $Q=6 \cdot 10^{-3}$ кл;

5 – масала.

2.15-расмда кўрсатилган электр занжирдаги G_2 ва G_3 электр ўтказувчанликни аниқланг. Агар $G_1=0,05$ ом⁻¹; $G_4=0,2$ ом⁻¹; $G_5=0,1$ ом⁻¹ ва $G_1=0,17$ ом⁻¹; $G_2=G_3$

Ж: $G_2=G_3=0,4$ ом⁻¹

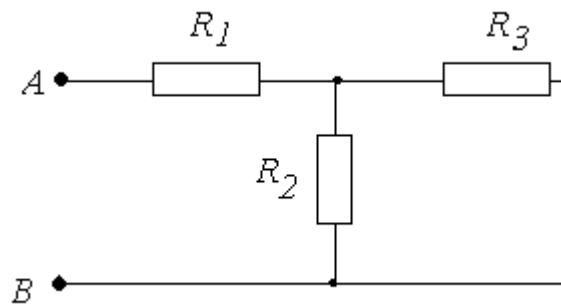


2.15-Расм

6 – масала.

2.16-расмда кўрсатилган занжирнинг АВ қисқичларидаги эквивалент қаршилигини топинг, агар $R_1=0,5$ ом, $R_2=5$ ом, $R_3=9$ ом бўлса.

Ж $R_{AB}=3,7$ ом

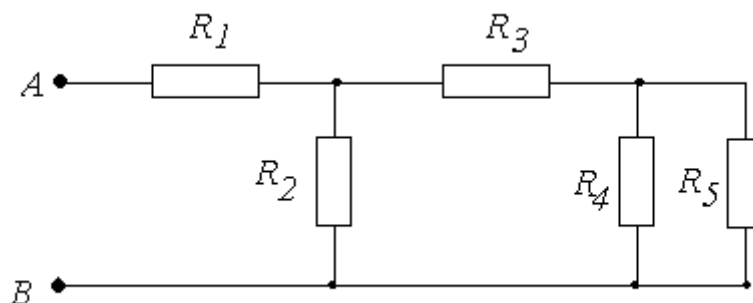


2.16- Расм

7 – масала.

2.17-расмда кўрсатилган электр занжирнинг эквивалент қаршилигини аниқланг, агар $R_1=2,5\text{ом}$, $R_2=6\text{ом}$, $R_3=2\text{ом}$, $R_4=1,5\text{ом}$, $R_5=3\text{ом}$.

Ж: $R_{\text{ЭК}}=4,5\text{ ом}$

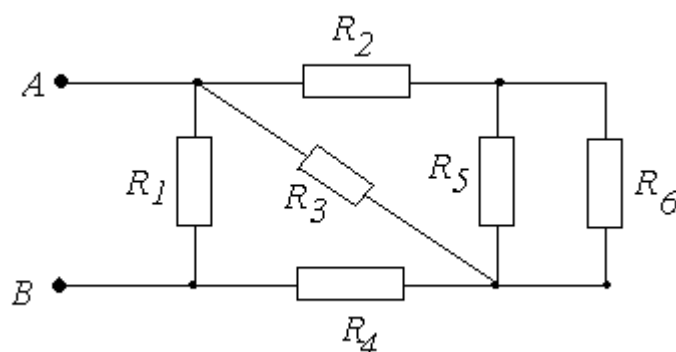


2.17-расм

8 – масала.

2.18-расмда кўрсатилган занжирнинг қаршиликлари $R_1=R_5=3\text{ом}$, $R_2=2,8\text{ом}$, $R_3=1\text{ом}$, $R_4=6,2\text{ом}$, $R_6=2\text{ом}$ га тенг. Электр занжирнинг эквивалент қаршилигини аниқланг.

Ж: $R=2,1\text{ом}$.



2.18-Расм

9 – масала.

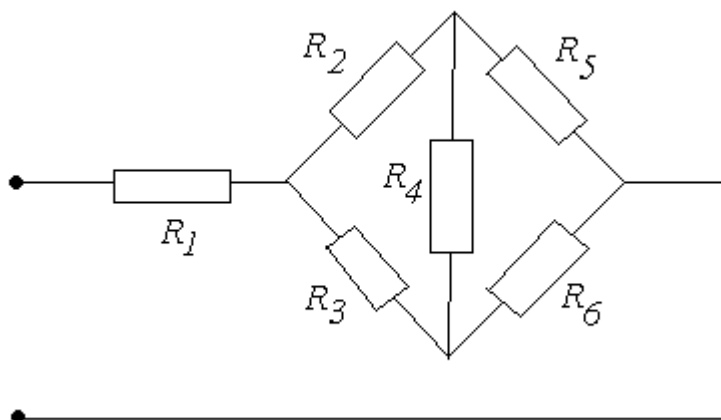
Электр юритувчи кучи $E=1,5\text{В}$ ва ички қаршилиги $r=2,5\text{ом}$ бўлган ўзгармас ток занжирига қаршилиги $R=10\text{ ом}$ бўлган резистор уланган.

Занжирдаги токни ва манбанинг кучланиш тушувини аниқланг.

10 – масала.

Қаршиликлари $r_1=0,25\text{ом}$; $r_2=4,5\text{ом}$; $r_3=1,5\text{ом}$; $r_4=3\text{ом}$; $r_5=1,5\text{ом}$ ва $r_6=2,5\text{ом}$ бўлган электр занжирининг эквивалент қаршилигини аниқланг.

Ж: $R_{\text{эк}}=2,5\text{ом}$



2.19-расм

3-БОБ

ЭЛЕКТОРМАГНИТИЗМ

Магнит майдон параметрлари

Битта токли ўтказгичнинг магнит юритувчи кучи ўша токнинг қийматига тенг:

$$F=I$$

Ғалтакнинг магнит юритувчи кучи

$$F = I \cdot W$$

Магнит юритувчи кучнинг магнит чизиклар узунлигига нисбати магнит майдон кучланганлиги дейилади:

$$H = \frac{F}{\ell}$$

Магнит индукция

Магнит индукция ва кучланганлик ўзаро оддий боғлангандир:

$$B = \mu_a \cdot H$$

μ_a -мутлақ магнит сингдирувчанлик

Вакуумнинг магнит сингдирувчанлиги магнит доимийси дейилади ва у қуйидагига тенг бўлади.

$$\mu_a = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{GH}{M} = \left(\frac{OM \cdot C}{M} \right)$$

материаллар мутлақ магнит сингдирувчанлигининг магнит доимийсига нисбати нисбий магнит сингдирувчанлик дейилади.

$$\mu = \frac{\mu_a}{\mu_o}$$

Магнит кучланиш. Магнит майдон кучланганлигининг магнит чизиғи узунлигининг бирон қисмга кўпайтмаси магнит кучланиш дейилади.

$$U_M = H \cdot \ell$$

Берилган майдончани кесиб ўтган магнит индукцияси магнит оқими дейилади:

$$\Phi = B \cdot S$$

Токли ўтказгичнинг магнит майдони

Магнит майдон кучланганлиги ва индукцияси:

$$H = \frac{I}{2\pi r}$$

$$B = \mu_a \cdot H = \mu_a \frac{I}{2\pi r}$$

Тўлиқ ток қонунига биноан сим ичидаги кучланганлик ва индукция:

$$H = \frac{I}{2\pi a^2} \cdot r, B = \mu_a \frac{I}{2\pi a^2} \cdot r$$

Ўтказгич юзасида магнит кучланганлик ва индукция энг катта бўлади.

$$H = \frac{I}{2\pi a^2} \cdot a = \frac{I}{2\pi a} \quad \text{ва} \quad B = \mu_a \frac{I}{2\pi a}$$

Лоренц кучи.

$$F_{\text{Л}} = q \cdot B \cdot v \cdot \sin \alpha$$

Ўтказгичга магнит майдоннинг таъсир кучи

$$F = F_{\text{Л}} \cdot n \ell \cdot s$$

$$F = q_{\text{Л}} \cdot n \cdot s B \ell \sin \alpha$$

бу ерда: $I = \delta \cdot s$ ток кучи: $q_{\text{Л}} \cdot n \cdot v = \delta$ - ток зичлиги.

Демак,

$$F = IB \ell \sin \alpha$$

Параллел токли ўтказгичларнинг ўзаро таъсири

Ўтказгичлардан α масофада магнит майдон индукциялари:

$$B_1 = \mu_a \cdot H_1 = \mu_a \frac{I_1}{2\pi a}$$

ва

$$B_a = \mu_a \frac{I_2}{2\pi \cdot a}$$

Ўтказгичларга таъсир қиладиган кучлар:

$$F_1 = I_1 \cdot B_2 \cdot \ell = \mu_a \frac{I_1 I_2}{2\pi a} \cdot \ell$$

ва

$$F_2 = I_2 \cdot B_1 \cdot \ell = \mu_a \frac{I_1 I_2}{2\pi a} \cdot \ell$$

Электромагнит индукция ходисаси

Электр юритувчи куч

$$E = B \cdot \ell \cdot v \sin \alpha$$

контурда қўзғатилган э.юк

$$e_1 = \frac{\Delta \phi}{\Delta t}; \quad \ell_2 = \frac{\Delta \phi_2}{\Delta t}.$$

Индуктивлик

$$L = \frac{\psi L}{I};$$

магнит оқими

$$\Phi = BS = \mu \cdot \mu_o \frac{I \omega}{\ell} S = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{I \omega}{\ell} \cdot S$$

Индукция оқими илашиши

$$\psi = \phi \omega = \mu \mu_o \frac{I \omega^2}{\ell} \cdot S$$

$$L = \frac{\psi}{I} = \mu \cdot \mu_o \frac{\omega^2}{\ell} \cdot s$$

магнит майдон энергияси

$$W_M = \frac{\psi I}{\alpha}$$

Масалалар

3.1-масала. $I=50a$ токли ўтказгич магнит қутблари орасига магнитавий майлов индукция чизиқларига перпендикуляр тарзда жойлаштирилган. (15-расм) майдоннинг магнитавий оқими $\Phi=40 \text{ мквб.}$ Қутбларнинг ўлчами $60 \times 40 \text{ мм}^2$. Ўтказгичга таъсир қилувчи кучини аниқланг.

3.2-масала. Диаметри 20 мм бўлган мис симдан $I=100a$ ўтаётган бўлса, унинг ўқидан $5, 10, 20, 30 \text{ мм}$ узоқда жойлашган нуқталардаги магнитавий индукция ҳисоблансин.

3.3-масала. Бир-биридан $\ell = 0,5 \text{ м}$ масофада жойлашган икки ўтказгичдан $I=500 \text{ а}$ ток ўтаётган бўлса, ўтказгичнинг 1 м узунлигига таъсир этувчи кучни аниқланг.

3.4-масала. Деаметри 50 мм бўлган картонга ўралган, узунлиги 20 мм ҳамда ўрамлар сони 400 та бўлган соленоиднинг индуктивлигини аниқланг.

3.5-масала. 40 см узунликдаги $200a$ токли ўтказгич магнит индукцияси $1,5 \text{ тл}$ га тенг бир жинсли майдонда кўчган вақтда бажарган ишни топинг. Ўтказгич магнит чизиқларига перпендикуляр текисликда 25 см га кўчган.

3.6-масала. 800 а ток ўтаётган ўтказгичнинг ўқидан 5 см масофадаги магнит индукциясининг қийматини топинг.

3.7-масала. Узунликлари 2 метрдан, ораларидаги масофа 10 см бўлган иккита паралел ўтказгич орқали қисқа туташув токи $I_1 = I_2 = 10000a$ ўтаётган бўлса, улардан ҳар бирига таъсир этувчи кучни топинг.

3.8-масала. Агар узунлиги 40 см, диаметри 5 см ва чўлғамлар сони $\omega = 1500$ га тенг цилиндрлик ғалтак орқали 4 а ток ўтаётган бўлса, унинг магнит оқимини топинг. Ғалтакнинг ўзаги ферромагнит бўлмаган материаллардан ясалган. ($\mu = 1$)

3.9-масала. Узунлиги 0,6 м га тенг сим $15^M/сек$ тезлик билан индукцияси 1,25 тл магнит майдон йўналишига перпендикуляр йўналишида ҳаракат қилади.

Симнинг қаршилиги 0,03 ом бўлиб, унинг қисқичларига 12в кучланиш берилган. Қуйидагилар:

- 1) Занжирнинг қуввати;
- 2) Симнинг механик қуввати;
- 3) Иссиқлик қувватини аниқланг.

3.10-масала. Агар электромагнитдаги индукция 1,2 тл га, қутбларнинг кесими эса 1000 см^2 га тенг бўлса, электромагнитнинг тортиш кучини аниқланг.

3.11-масала. Узун ўзаксиз ғалтакнинг индуктивлиги топилсин. Ғалтакнинг узунлиги 25см, деаметри 5 см, ўрамлар сони 1000.

3.12-масала. Агар индуктивлиги $4 \cdot 10^{-4}$ гн бўлган ғалтакдаги ток 800 а/сек тезлик билан ўзгарса, ўзиндукция э.ю.к ни топинг.

3.13-масала. Магнит индукцияси $B = 1,4$ тл га тенг бўлган бир жинсли майдонга юзаси $S = 150\text{ см}^2$ га тенг контур киритилган. Контурнинг текислиги магнит чизиқларига тил йўналган. Контурни кесиб ўтган магнит оқимини аниқланг.

3.14-масала. Магнит индукцияси $B = 0,5$ Тл га тенг бир жисмли магнит майдонига токи $I = 12$ А ва узунлиги $\ell = 0,3$ м ўтказгич киритилган. Ўтказгич магнит чизиқларига тик бўлганида унга таъсир қиладиган кучни топинг.

3.15-масала. Магнит индукцияси $B = 1$ Тл га тенг бир жинсли магнит майдони ўтказгичга $F = 0,5H$ куч билан таъсир қилади. Ўтказгич магнит чизиқларига тик ўрнатилган ва унинг узунлиги $\ell = 20\text{ см} = 0,2\text{ м}$ бўлган ўтказгичдаги токнинг қийматини аниқланг.

3.16-масала. Тўғри чизиқли ўтказгичнинг токи $I = 50$ А. Ўтказгичдан $R = 25\text{ см}$ масофадаги магнит майдони индукциясини ва кучланганлигини аниқланг.

3.17-масала. Деаметри 25мм бўлган ҳалқасимон ўтказгичда ток $I = 12$ га тенг. Ҳалқасимон марказдаги кучланганликни аниқланг.

3.18-масала. Гетинакс қолипни ҳалқасимон ғалтакдаги ток $I = 1,54$ А. ғалтакнинг ўрамлари сони $W = 250$, ташқи диаметри $D = 52$ мм, ички деаметри $d = 42\text{ мм}$. Ғалтак ичидаги максимал ва минимал магнит кучланганликни аниқланг.

3.19-масала. Узунлиги $\ell = 200\text{ мм}$ бўлган иккита ўтказгич орасидаги масофа $a = 5\text{ мм}$. Ўтказгичлардаги тоқлар $I_1 = 30a$ ва $I_2 = 75a$. Ўтказгичларнинг ўзаро таъсири кучини аниқланг (ўтказгичлар хавода ўрнатилган).

3.20-масала. Магнит индукцияси $B = 1,2$ тл тенг бир жинсли магнит майдонида узунлиги $\ell = 0,3\text{ м}$ бўлган тўғри чизиқли ўтказгич $V = 25^M/сек$ тезлик билан ҳаракатқилипти. Магнит чизиқлари ва ўтказгичнинг текислиги орасидаги бурчак $\alpha = 45^\circ$. Ўтказгичдаги индукцияланган Э.Ю.К ни топинг.

3.21-масала. Бир жинсли майдонда магнит чизиқларига тик тўртбурчакли ўрам ўрнатилган. Вақт $\Delta t = 0,05\text{ сек}$ га ўзгарганда магнит индукциянинг ўзгариши

$\Delta B = 0,9 \text{ Тл}$ тенг бўлиб, ўтказгичда 70 мВ ЭЮК индукцияланади. Ўтказгичнинг юзасини топинг.

3.22-масала. Контурдаги оқим илашиши $\psi = 0,1 \text{ Вδ}$, индуктивлик $L = 4,8 \text{ Мгн}$. Контурдаги токни аниқланг.

3.23-масала. Цилиндрик ғалтак марказида $B = 1,45 \text{ Тл}$, ғалтакнинг узунлиги $\ell = 180 \text{ мм}$ $W = 540$ ўрам, ўзакнинг кесим юзаси $S = 78,5 \text{ мм}^2$, $\mu = 500$. Ғалтакдаги токни, индуктивликни ва марказдаги кучланганликни аниқланг.

3.24-масала. Ғалтакда йиғилган энергия $W = 5,2 \text{ ж}$, индуктивлик $L = 0,3 \text{ Гн}$. Ғалтакдаги токни аниқланг.

Масала ечимлари

3.1-масала.

Ечиш. Майдоннинг магнитавий индукцияси $B = \frac{\Phi}{S} = \frac{0,000480}{0,0024} = 0,2 \text{ тл}$.

Ўтказгичга таъсир қилувчи куч

$$F = BI\ell \sin \alpha = 0,2 \cdot 50 \cdot 0,06 \cdot 1 = 0,6 \text{ Н}.$$

3.2-масала.

Ечиш:

Биринчи нуқта ўтказгичнинг ичида жойлашгани учун

$$H_1 = \frac{I}{2\pi a^2} = \frac{100 \cdot 0,005}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,02^2} = 796 \text{ а/м}$$

Амалда миснинг магнитавий киритувчанлиги бирга тенг, шунинг учун

$$B_1 = \mu\mu_0 H_1 = 1 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 796 = 0,001 \text{ тл}$$

иккинчи нуқта ўтказгичнинг устида жойлашган, шунинг учун

$$H_2 = H_m = \frac{I}{2\pi a} = \frac{100}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,01} = 1592 \text{ а/м}$$

$$B_2 = \mu\mu_0 H_2 = 1 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 1592 = 0,002 \text{ тл}$$

Учинчи нуқта ўтказгичдан $2a$ масофадан ташқарида жойлашган, шунинг учун

$$H_3 = \frac{H_m}{2} = \frac{1592}{2} = 796 \text{ а/м}$$

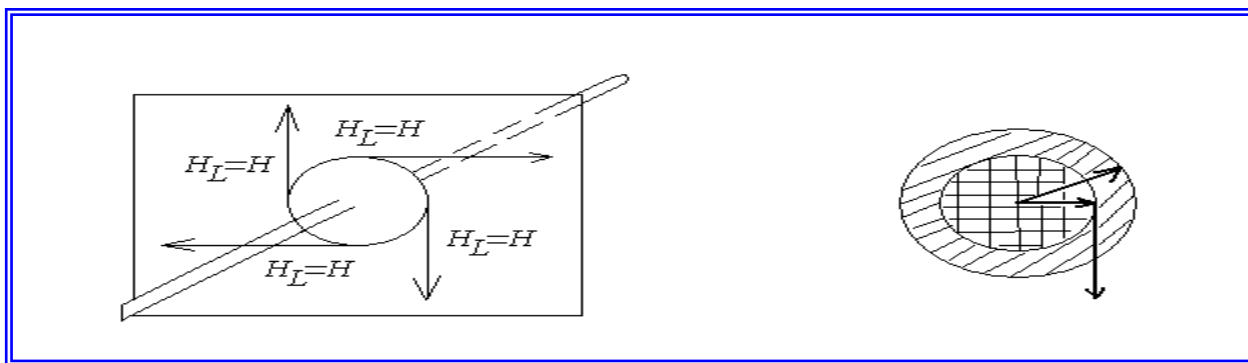
Ҳавонинг магнитавий киритувчанлиги амалда бирга тенг бўлганлиги учун

$$B_3 = \mu_0 H_3 = 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 796 = 0,001 \text{ тл}$$

Ҳудди шунингдек тўртинчи нуқта учун:

$$H_4 = \frac{I}{2\pi r} = \frac{100}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,03} = 531 \text{ а/м};$$

$$B_4 = 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 531 = 0,00066 \text{ тл}$$



3.1 расм

Токли ўтказгич атрафидаги
майдон ичида
кучланганлигини аниқлаш

Ўтказгич майдон
кучланганлигини
аниқлаш

3.3-масала

Ечиш.

$$F_0 = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{I}{a} \cdot \frac{I}{a} = 2 \cdot 10^{-7} \frac{500 \cdot 500}{0,5} = 0,1H$$

3.4-масала.

Ечиш.

$$L = \frac{\mu \mu_0 \omega^2 S}{l} = \frac{1 \cdot 4\pi \cdot 400^2 \pi \cdot 0,05^2}{10^7 \cdot 0,2 \cdot 4} \approx 0,002 \text{ гН}$$

3.5-масала

Ечиш. Ўтказгич кесиб ўтган магнит оқими:

$$\Phi = BS = 1,5 \cdot 0,4 \cdot 0,25 = 0,15 \text{ вб}$$

Ўтказгич кўчган вақтда бажарилган иш.

$$A = \Phi \cdot I = 0,15 \cdot 200 = 30 \text{ Дж}$$

3.6-масала

Ечиш.

$$B = \frac{2I}{a} \cdot 10^{-7} = \frac{2 \cdot 800}{0,05} \cdot 10^{-7} = 32 \cdot 10^{-4} \text{ тл}$$

3.7-масала.

Ечиш.

$$F = \mu_a \frac{I}{2\pi a} \ell = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{10000^2 \cdot 2}{2\pi \cdot 0,1} = 400H$$

3.8-масала

Ечиш.

$$\Phi = \mu_0 \frac{I \omega S}{\ell} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 4 \cdot 1500 \pi \cdot 0,000625}{0,4} = 9,2 \cdot 10^{-6} \text{ вб}$$

3.9-масала.

Ечиш. Сим магнит майдонида ҳаракатланган вақтда унда индукцияланган акс э..ю.к.

$$E = B\ell\sigma = 15 \cdot 0,6 \cdot 1,25 = 11,25 \text{ в}$$

Симдаги ток

$$I = \frac{U - E}{r_0} = \frac{12 - 11,25}{0,03} = 25 \text{ а}$$

Занжирнинг қуввати

$$P = UI = 12 \cdot 25 = 300 \text{ вт}$$

Механик қувват

$$P_M = EI = 11,25 \cdot 25 = 281,25 \text{ вт}$$

Иссиқлик қуввати

$$P_U = I^2 r_0 = 25^2 \cdot 0,03 = 18,75 \text{ вт}$$

3.10-масала.

Ечиш.

$$F = 4B^2S = 4 \cdot 12 \cdot 1000 = 5760 \text{ кГ}$$

3.11-масала

Ечиш. Ғалтакнинг индуктивлиги

$$L = \mu_0 \frac{\omega^2 S}{\ell} = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{4\pi \cdot 5^2 \cdot 10^{-4}}{0,25 \cdot 4} = 39,2 \cdot 10^{-5} \text{ гн}$$

3.12-масала.

Ечиш.

$$\frac{di}{dt} = 800 \text{ а/сек} \text{ бўлганлиги учун}$$

Ўзиндукция э.ю.к.

$$e_L = 4 \cdot 10^{-6} \cdot 800 = 32 \text{ мв}$$

3.13-масала

Ечиш.

$$\phi = B \cdot S = 1,4 \cdot 0,015 = 0,021 \text{ вебер}$$

3.14-масала

Ечиш.

$$F = I \cdot B\ell \sin \alpha = I \cdot B \cdot \ell = 12 \cdot 0,5 \cdot 0,3 = 1,8 \text{ Н}$$

3.15-масала.

Ечиш.

$$F = I \cdot B \cdot \ell \cdot \sin \alpha = IB\ell$$

Бундан:

$$I = \frac{F}{B \cdot \ell \cdot \sin \alpha} = \frac{0,5}{1 \cdot 0,2} = 2,5 \text{ А}$$

3.16-масала.

Ечиш. Атроф муҳит-ҳаво. Ҳавонинг магнит синдирувчанлиги $\mu_0 = 1$.
Магнит кучланганлиги:

$$H = \frac{I}{2\pi R} = \frac{50 \cdot 10^3}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,25} = 32 \frac{A}{M},$$

чунки

$$R = 25 \text{ см} = 0,25 \text{ м}$$

Магнит индукцияси:

$$B = \mu_0 \frac{I}{2\pi R} = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{I}{2\pi R} = \frac{2 \cdot 50 \cdot 10^{-3}}{25} \cdot 10^{-7} = 0,4 \cdot 10^{-4} \text{ Тл}$$

3.17-масала.

Ечиш.

$$H = \frac{I}{a} = \frac{12 \cdot 10^3}{25} = 480 \frac{A}{M}$$

3.18-масала.

Ечиш. Гетинакс диэлектрик бўлгани учун, унинг магнит синдирувчанлиги $\mu_a = 1$. Ҳалқасимон ғалтакнинг ички юзасида кучланганлик максимал ва ташқи диаметр юзасида минимал бўлади:

$$H_{\text{макс}} = \frac{I \cdot W}{2\pi \frac{d}{2}} = \frac{I \cdot W}{\pi d} = \frac{1,5 \cdot 250}{3,14 \cdot 42 \cdot 10^{-3}} = 2850 \frac{A}{M},$$

$$H_{\text{мин}} = \frac{I \cdot W}{\pi d} = \frac{1,5 \cdot 250}{3,14 \cdot 52 \cdot 10^{-3}} = 2300 \frac{A}{M}.$$

3.19-масала.

Ечиш.

$$F = \mu_a \frac{I_1 \cdot I_2}{2\pi \cdot a} \cdot \ell = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{30 \cdot 75 \cdot 200 \cdot 10^{-3}}{23,14 \cdot 5 \cdot 10^{-3}} 18 \cdot 10^{-3} \text{ Н}$$

3.20-масала.

$$E = B \cdot I \cdot v \sin \alpha = 1,2 \cdot 0,3 \cdot 25 \frac{\sqrt{2}}{2} = 6,36 \text{ В},$$

Ечиш.

$$\sin 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2}.$$

3.21-масала.

Ечиш.

$$e = \frac{\Delta \phi}{\Delta t} = \frac{\Delta B \cdot S}{\Delta t}.$$

Бундан, $\Delta \phi$ – магнит оқимининг ҳосиласи:

$$S = \frac{e \cdot \Delta t}{\Delta B} = \frac{0,07 \cdot 0,05}{0,9} = 0,0039 \text{ м}^2.$$

3.22.-масала.

Ечиш.
$$I = \frac{\psi}{L} = \frac{0,01}{1,8 \cdot 10^{-3}} = 5,5A$$

3.23-масала. Ғалтакнинг индуктивлиги:

$$L = \mu\mu_0 \frac{W^2 \cdot S}{\ell} = 500 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} = \frac{(540)^2 \cdot 78,5 \cdot 10^{-6}}{0,18} = 0,079 \text{ Гн}$$

Ток:

$$I = \frac{\psi}{4} = \frac{B \cdot S \cdot W}{L} = \frac{1,45 \cdot 78,5 \cdot 10^{-8} \cdot 540}{0,079} = 0,77a$$

Ғалтакнинг диаметри:

$$S = \frac{\pi d^2}{4}; \quad d^2 = \frac{4 \cdot s}{\pi}; \quad d \sqrt{\frac{4s}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 78,5}{3,14}} \approx 10 \text{ мм}$$

Шундай қилиб, ғалтакнинг узунлиги унинг деаметрига нисбатан анча катта бўлади $\ell > d$. Бунда ғалтакнинг марказидаги кучланганлиги:

$$H = \frac{I \cdot W}{\ell} = \frac{0,77 \cdot 540}{0,18} = 2309 \frac{A}{M}$$

3.24-масала.

Ечиш.
$$W = \frac{LI^2}{2}; \quad I = \sqrt{\frac{2w}{L}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 5,2}{0,3}} = 5,9a$$

Мустақил ечиш учун масалалар

3.1 – масала. 40 см узунликдаги 200 а токли ўтказгич магнит индукцияси 1,5 мЛ га тенг бир жинсли майдонда кўчган вақтда бажарган ишни топинг. Ўтказгич магнит чизикларига перпендикуляр текисликда 25 см га кўчган.

Ж: 30 ж.

3.2 – масала. 800 а ток ўтаётган ўтказгичнинг ўқидан 5 см масофадаги магнит индукциясининг қийматини топинг:

Ж: $32 \cdot 10^4$ Тл.

3.3 – масала. Агар узунлиги 40 см, диаметри 5 см ва чўлғамлар сони $w=1500$ га тенг цилиндрик ғалтак орқали 4 а ток ўтаётган бўлса, унинг магнит оқимини топинг. Ғалтакнинг ўзаги феррамагнит бўлмаган материалдан ясалган ($\mu=1$).

Ж: $9,2 \cdot 10^{-6}$ вб.

3.4 – масала. Узунлиги 0,6 м га тенг сим 15 м/сек тезлик билан индукцияси 1,25 тЛ бўлган магнит майдони йўналишига перпендикуляр йўналишда ҳаракат қилади.

Симнинг қаршилиги 0,03 Ом бўлиб, унинг қисқичларига 12 в кучланиш берилган. Қуйидагилар:

1) занжирнинг қуввати; 2) симнинг механик қуввати; 3) иссиқлик қувватини аниқланг.

Ж: 300 вт; 281,25 вт; 18,75 вт.

3.5 – масала. Агар электромагнитдаги индукция 1,2 тЛ га, қутбларнинг кесими эса 100 см^2 га тенг бўлса, электромагнитнинг тортиш кучини аниқланг.

Ж: 5760 кг

3.6 – масала. Узун ўзаксиз ғалтакнинг индуктивлиги топилсин. Ғалтакнинг узунлиги 25 см, диаметри 5 см, ўрамлар сони 1000.
Ж: $39,2 \cdot 10^{-5}$ гн.

3.7 – масала. Агар индуктивлиги $4 \cdot 10^{-4}$ гн бўлган ғалтакдаги ток 800 а/сек тезлик билан ўзгарса, ўзиндукция ЭЮК ни топинг.
Ж: 32 мВ.

3.8 – масала. Магнит индукцияси $B=1,4$ тл га тенг бўлган бир жинсли майдонга юзаси 150 см^2 га тенг контур киритилган. Контурнинг текислиги магнит чизиқларига тенг йўналаган. Контурни кесиб ўтган магнит оқимини аниқланг.
Ж: 0,021 вебер.

3.9 – масала. Магнит индукцияси $B=0,5$ тл га тенг бўлган бир жинсли майдонига токи $I=12$ А ва узунлиги $L=0,3$ м ўтказгич киритилган. Ўтказгич магнит чизиқларига тек бўлганида унга таъсир қиладиган кучни топинг.
Ж: 1,8 Н.

3.10 – масала. Магнит индукцияси $B=1$ тл га тенг бир жинсли магнит майдони ўтказгичга $F=0,5$ Н куч билан таъсир қилади. Ўтказгич магнит чизиқларига тенг ўрнатилган ва унинг узунлиги $L=20 \text{ см}=0,2$ м бўлган ўтказгичдаги токнинг қийматини аниқланг.
Ж: 2,5 А

3.11 – масала. Тўғри чизиқли ўтказгичнинг токи $I=50$ А. Ўтказгичдан $R=25$ см масофадаги магнит майдони индукциясини ва кучланганлигини аниқланг.
Ж: $0,4 \cdot 10^{-4}$ тл.

3.12 – масала. Диаметри 25 мм бўлган халқасимон ўтказгичда ток $I=12$ А га тенг. Халқасимон марказдаги кучланганликни аниқланг.
Ж: 480 А/м

3.13 – масала. Гетинакс қолипни халқасимон ғалтакдаги ток $I=1,54$ А. Ғалтакнинг ўрамлари сони $w=250$, ташқи диаметри $D=52$ мм, ички диаметри $D=42$ мм. Ғалтак ичидаги максимал ва минимал магнит кучланганликни аниқланг.
Ж: 2300 А/м

3.14 – масала. Узунлиги $l=200$ мм бўлган иккита ўтказгич орасидаги масофа $a=5$ мм. Ўтказгичлардаги тоқлар $I_1=30$ А ва $I_2=75$ А. Ўтказгичларнинг ўзаро таъсири кучини аниқланг (ўтказгичлар ҳавода ўрнатилган).
Ж: $18 \cdot 10^{-3}$ Н.

3.15 – масала. Магнит индукцияси $B=1,2$ тл га тенг бир жинсли магнит майдонида узунлиги $l=0,3$ м бўлган тўғри чиғиқли ўтказгич $V=25$ м/сек тезлик билан ҳаракат қилаяпти. Магнит чизиқлари ва ўтказгичнинг текислиги орасидаги бурчак $\alpha=45^\circ$. Ўтказгичдаги индукцияланган ЭЮК ни топинг.
Ж: 6,36 в.

3.16 – масала. Бир жинсли майдонда магнит чизикларига тик тўртбурчакли ўрам ўрнатилган. Вақт $\Delta t = 0,05$ сек га ўзгарганда магнит индукциянинг ўзгариши $\Delta B = 0,9$ тл га тенг бўлиб, ўтказгичда 70 мВ ЭЮК индукцияланади. Ўтказгичнинг юзасини топинг.
Ж: $0,0039 \text{ м}^2$.

3.17 – масала. Цилиндрик ғалтак марказида $B = 1,45$ тл, ғалтакнинг узунлиги $l = 80$ мм, $w = 540$ ўрам, ўзакнинг кесим юзаси $S = 78,5 \text{ мм}^2$, $\mu = 500$. ғалтакдаги токни, индуктивликни ва марказдаги кучланганликни аниқланг.
Ж: 2309 А/м

3.24 – масала. Ғалтакда йиғилган энергия $w = 5,2$ Ж, индуктивлик $L = 0,3$ гц. Ғалтакдаги токни аниқланг.
Ж: 5,9 А

4-БОБ

БИР ФАЗАЛИ ЎЗГАРУВЧАН ТОК ЗАНЖИРЛАРИ

Ўзгарувчан ток магнит индукцияси

$$B = B_m \cdot \sin \alpha$$

Якорь ўзгармас бурчак тезлик билан айланган вақтда ўрамнинг ҳар бир актив томонида қўзғатилган Э.Ю.К. нинг оний қийматлари:

$$e^1 = B \cdot l \cdot V = B_m \cdot l \cdot V \cdot \sin \alpha = B_m \cdot l \cdot V \cdot \sin \omega t$$

Синусоидал токнинг амалий қиймати амлитуда қийматидан $\sqrt{2}$ марта кичик, яъни:

$$I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$$

Худди шундай муносабат кучланиш ва ЭЮК учун ўринли, яъни:

$$U = \frac{U_m}{\sqrt{2}} = 0,707 U_m$$

$$E = \frac{E_m}{\sqrt{2}} = 0,707 E_m$$

Якорьнинг бурчак тезлиги:

$$\omega = \frac{\alpha}{t} = \frac{2\pi}{T} = \frac{1}{T} 2\pi = 2\pi f \cdot \text{сек}^{-1}$$

Генератор жуфт қутбли бўлганда ўзгарувчан ЭЮК частотаси:

$$f = \frac{n}{60} P \text{ (Гц)}$$

Синусоидал ўзгарувчан ток занжирлари

Актив қаршиликли занжир

Занжирдаги кучланишнинг оний қиймати:

$$U = U_M \sin \omega t$$

Ом қонуни бўйича занжирдаги токнинг оний қиймати:

$$i = \frac{U}{R} = \frac{U_M \sin \omega t}{R} = I_M \sin \omega t$$

Бунда:

$$I_M = \frac{U_M}{R} - \text{токнинг амплитуда қиймати.}$$

Ток ва кучланишнинг амалий қийматлари:

$$I = \frac{I_M}{\sqrt{2}} \sin \omega t$$

$$U = \frac{U_M}{\sqrt{2}} \sin \omega t$$

Қувватнинг оний қиймати:

$$p = i \cdot U = i^2 R = I_M^2 \cdot R \cdot \sin^2 \omega t$$

$$\sin^2 \omega t = \frac{1}{2} - \frac{1}{2} \cos 2\omega t \text{ эканлигини ҳисобга олиб, қувватнинг оний қийматини}$$

қуйидагича ёзиш мумкин:

$$p = i^2 R = I_M^2 \cdot R \cdot \sin^2 \omega t = \frac{1}{2} I_m^2 \cdot R - \frac{1}{2} I_m^2 \cdot R \cdot \cos 2\omega t = I^2 R - I^2 R \cdot \cos 2\omega t$$

чунки,

$$\frac{1}{2} I_m^2 = \left(\frac{I_m}{\sqrt{2}} \right)^2 = I^2$$

Актив қувват:

$$p = I^2 R = I \cdot U$$

Индуктивлик занжири

Кучланиш ва ўз индукция ЭЮК ларнинг амлитуда қийматлари:

$$U_m = E_{LM} = I_M \cdot \omega L$$

Ёзилган ифодаларни $\sqrt{2}$ га бўлиб, кучланиш ва ЭБК нинг амалий қийматларини топамиз:

$$U = E_L = I \cdot \omega L$$

Бундан, Ом қонуни бўйича токнинг амалий қийматини аниқлаш мумкин:

$$I = \frac{U}{\omega L} = \frac{U}{X_L}$$

$X_L = \omega L = 2\pi fL$ бу индуктивликнинг реактив қаршилиги ёки индуктив қаршилиқ деб аталади.

Индуктивлик занжирида қувватнинг оний қиймати:

$$p = i \cdot U = I_M \cdot \sin \omega t \cdot U_M \cos \omega t = U \cdot I \cdot \sin 2\omega t$$

чунки, $\sin 2\omega t = 2 \sin \omega t \cos \omega t$

$$U_M = U\sqrt{2} \text{ ва } I_M = I \cdot \sqrt{2}$$

Реактив қувват $Q = UI = I^2 \cdot \omega L = \omega W_M$ чунки $U = I \cdot \omega L$, $W_M = LI^2$

Сигимли занжир

Сигимли занжирдаги токнинг амплитуда қиймати:

$$I_M = C \cdot \omega \cdot U_M,$$

амалий қиймати:

$$I_M = C \cdot \omega \cdot U = \frac{U}{X_C}$$

Бу формула сигимли занжир учун Ом қонунини ифодалайди:

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi fC}$$

Қувватнинг оний қиймати

$$p = i \cdot U = U_M \cdot \sin \omega t \cdot I_M \cos \omega t = \frac{U_M \cdot I_M}{2} \cdot \sin 2\omega t = U \cdot I \cdot \sin 2\omega t$$

чунки, ток ва кучланишнинг амалий қийматлари:

$$I = \frac{I_M}{\sqrt{2}}, \quad U = \frac{U_M}{\sqrt{2}}$$

Конденсаторда электр майдон энергияси

$$W_9 = \frac{CU_M^2}{2} = CU^2$$

Масалалар

4.1-масала. Ёритиш учун фойдаланиладиган ўзгарувчан ток кучланишнинг қиймати 220 В. Шу кучланишнинг амплитудасини аниқланг.

4.2-масала. Синусоидал ЭЮК $e=141\sin(314t+30^\circ)$ тенглама билан берилган. Бу ЭЮК параметрлари аниқланг ва бошланғич моментдан 0,015 сек. Кейинги оний қиймати ҳисоблансин.

4.3-масала. Электр плитканинг қаршилиги 110 Ом, унинг қисмларидаги кучланиш 220 В эканлиги маълум бўлса, электр плитканинг занжирдаги ток кучи ва қувватини аниқланг.

4.4-масала. Ҳаво кемаларида ишлатиладиган ўзгарувчан токнинг частотаси 400 Гц. Даврини аниқланг.

4.5-масала. Ўзгарувчан токнинг бурчак частотаси $\omega = 3140$ сек. Ўша токнинг частотаси ва даврини аниқланг.

4.6-масала. Ўзгарувчан ток ишлаб чиқараётган генераторнинг айланиш тезлиги $n = 1500$ айл/мин, токнинг даври $T = 0,005$ сек. Генераторда неча жуфт кутби бўлиши керак?

4.7-масала. Кучланишнинг амплитуда қиймати $U_M = 120$ В, бошланғич фазаси $\varphi = \frac{\pi}{4}$. Кучланишнинг амалий қийматини топинг ва оний қийматнинг ифодасини ёзинг.

4.8-масала. ЭЮК нинг оний қиймати $e = 8,45 \sin(1256t + \frac{\pi}{4})$. ЭЮК нинг амплитуда, амалий қийматларини, бурчак частотасини, давр ва бошланғич фазани топинг.

4.9-масала. Иккита ЭЮК берилган:

$$e_1 = E_M \sin(\omega t + 60^\circ); \quad e_2 = E_M \sin \omega t$$

Частота $f = 500$ Гц.

e_1 ва e_2 ларнинг фазалар силжиш бурчаги, фазалар силжиш вақтини аниқланг.

4.10-масала. Электр тармоғига уланган вольтметр 380 В кучланишни кўрсатади. Тармоқдаги кучланишнинг амплитудасини топинг.

4.11-масала. Индуктивлиги 0,01 Гн бўлган ғалтак кучланиши 127 В ва частотаси 50 Гц бўлган тармоққа уланган.

1. Занжирнинг реактив қаршилиги, ундаги ток ва реактив қувватини аниқланг:

2. 500 Гц частотадаги реактив қаршилик ва ток аниқланг.

4.12-масала. Кучланиш 250 В ва частотаси 50 Гц бўлган тармоққа индуктивлиги 51 мЖ ва актив қаршилиги 12 Ом бўлган ғалтак уланган. Қуйидаги катталикларни аниқланг: X_L , Z , I , U_a , U_L , $\cos \varphi$ ва P .

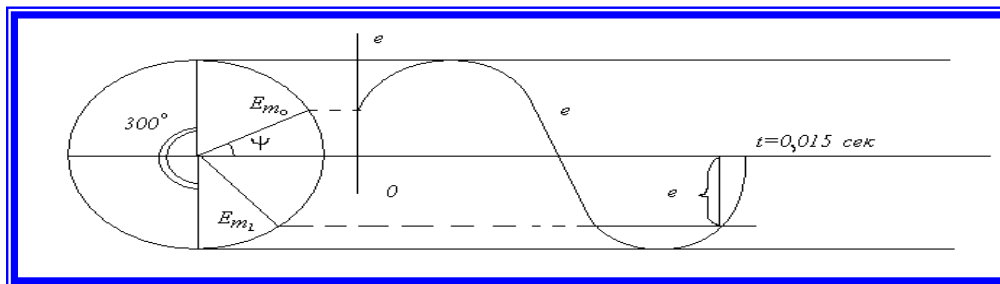
4.13-масала. Иккита параллел тармоқли занжир 230 В кучланишли электр тармоғига уланган. Параллел тармоқлардан бирига актив қаршилиги $r_1 = 1$ Ом ва реактив қаршилиги $X_{L1} = 3$ Ом бўлган ғалтак, иккинчисига эса, мос равишда қаршиликлари $r_2 = 3$ Ом ва $X_{L2} = 2$ Ом га тенг ғалтак уланган. Ана шу тармоқлардаги тоklar ва занжирдаги умумий токни топинг.

4.14-масала. 80 мкф сиғимли конденсатор кучланиши 380 В ва частотаси 50 Гц бўлган тармоққа уланган X_C , I , ва W_M ларни топинг.

4.15-масала. Кучланиши 380 В ва частотаси 50 Гц бўлган тармоққа қуввати 14 кВт, $\cos \varphi = 0,6$ двигател уланган.

Қурилманинг $\cos \varphi$ сини 0,9 гача орттириш учун конденсатор улаш керак. Конденсаторнинг сиғими топилсин.

4.16-масала. Ойнинг бошида актив энергия счетчиги 1762 кВт соатни, реактив энергия счетчиги эса 736 квар соатни кўрсатган. Ойнинг охирига келиб биринчиси 1922 кВт соатни, иккинчиси эса 846 квар соатни кўрсатган.



Қурилманинг қувват коэффициентининг бир ой ичидаги ўртача қиймати топилин.

4.17-масала. $L=0,2$ гн индуктивли ғалтак қиймати 36 В, частотаси 150 гЦ ва бошланғич фазаси $\varphi=0$ кучланиш берилган. Ғалтакдаги токнинг амалий қийматини топинг ва ўша токнинг ўзгариш қонунини ёзинг.

Масалаларнинг ечимлари

4.1-масала.

Ечиш:

$$U = U\sqrt{2} = 220В \cdot 1,41 = 310,2В$$

Шундай қилиб, 220 В деган кучланиш синус қонуни бўйича ўзгариб, қиймати 310,2 В гача етади.

4.2-масала.

Ечиш: Умумий ҳолда $e = E_m \sin(\omega t + \psi)$ бўлгани учун, берилган тенгламада 141-ЭЮК амплитудаси (E_m), 314- унинг айланиш частотаси (ω), 30° – бошланғич фаза (ψ). Шундай қилиб, берилган тенглама орқали амплитудаси $E_m=141$ В (эффе́ктив қиймати $E = \frac{E}{\sqrt{2}} = \frac{141}{1,41} = 100В$), айланиш частотаси $\omega=314$

рад/сек, ($t = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{314}{2 \cdot 3,14} = 50гц$) ва бошланғич фаза $\psi=30^\circ$ бўлган синусоидал

ЭЮК берилган деб айтиш мумкин. ЭЮК нинг 0,015 сек дан кейинги вақт моментидаги оний қийматини вақтнинг шу қийматини тенгламага қўйиб топиш мумкин, $e = 141\sin(3,14 \cdot 0,015 + 30^\circ)$, $3,14 \cdot 0,015=4,71$ рад, у ҳолда

$e = 141\sin(4,71 + 30^\circ)$. Бу тенгламада ωt бурчак радианларда, бошланғич фаза градусларда ҳисобланади. Шунинг учун ҳам келгуси ҳисоблашларда радианларни градусларга айлантириш керак. $4,71$ рад= 270° бўлгани учун

$$e = 141\sin(270^\circ + 30^\circ) = 141 \cdot \sin 300^\circ = 141 \left(-\frac{\sqrt{3}}{2} \right) = -122В$$

Бу – ЭЮК нинг қўрилаётган вақт моментидаги қиймати манфий ва 122 В га тенглигини билдиради, унинг ушбу вақт моментидаги ($\omega t + \psi$) фазаси 300° га тенг бўлганини учун ЭЮК қиймати манфий амплитудавий қийматидан нол қийматига қараб ўзгариш ҳолатида бўлади.

4.3-масала.

Ечиш: Тенглама $I = \frac{U}{R}$ га мувофиқ $I = \frac{220}{110} = 2a$.

Истеъмолчи қабул қилаётган қувватни аниқлаш унинг актив қувватини аниқлаш демак:

$$P = U \cdot I = 220 \cdot 2 = 440 \text{ вт}$$

4.4-масала.

Ечиш:

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{440} = 0,0025 \text{сек}$$

4.5-масала.

Ечиш:

$$\omega = 2\pi f; \quad f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{3140}{2 \cdot 3,14} = 500 \text{Гц}$$

Даври:

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{500} = 0,002 \text{сек}$$

4.6-масала.

Ечиш:

Токнинг частотаси $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,005} = 200 \text{Гц}$

Қутбларнинг жуфтлар сони $p = \frac{60 \cdot f}{n} = \frac{600 \cdot 200}{1500} = 8$

4.7-масала.

Ечиш:

Амалий қиймати:

$$U = \frac{U_M}{\sqrt{2}} = \frac{120}{\sqrt{2}} = 85 \text{В}$$

Оний қийматнинг ифодаси: $U = U_M \sin(\omega t + \varphi) = 120 \sin(\omega t + 45^\circ)$.

4.8-масала.

Ечиш:

ЭЮК нинг оний қиймати умумий шакли

$$e = E_M \sin(\omega t + \varphi)$$

Шунинг учун, $E_M = 8,45 \text{ В}$, $E = \frac{8,45}{\sqrt{2}} = 6 \text{В}$

Бурчак частотаси:

$$\omega = 1256 \text{сек}^{-1}.$$

$$\text{Даври: } T = \frac{1}{f}; \quad \omega = 2\pi f; \quad f = \frac{\omega}{2\pi}$$

$$\text{Демак, } T = \frac{1}{f} = \frac{1}{\frac{\omega}{2\pi}} = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{6,28}{1256} = 5 \cdot 10^{-3} \text{сек}$$

Бошланғич фаза:

$$\varphi = \frac{\pi}{4} = 45^\circ$$

4.9-масала.**Ечиш:****Бошланғич ψ_1 ва ψ_2 фазаларни радианларда ифодалайлик:**

$$\psi_1 = \frac{60 \cdot 2\pi}{360} = \frac{\pi}{3}; \psi_2 = 0$$

Фазалар силжиш бурчаги

$$\psi = \psi_1 - \psi_2 = \frac{\pi}{3}$$

Давр

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{50} = 0,02 \text{сек}$$

 E_1 ва E_2 ларнинг фазалар силжиш вақти

$$t_{12} = \frac{\psi}{\omega} = \frac{\pi T}{3 \cdot 2\pi} = \frac{T}{6} = 0,0033 \text{сек}$$

4.10-масала

$$U_M = \sqrt{2}U = 1,41 \cdot 380 = 536 \text{В}$$

4.11-масала.**Ечиш:****1.**

$$X_L = 2\pi fL = 2\pi \cdot 50 \cdot 0,01 = 3,14 \text{ом}$$

$$I = \frac{U}{X_L} = \frac{127}{3,14} = 40,5 \text{а}$$

$$Q = UI = 127 \cdot 40,5 = 5143,4 \text{вар}$$

2.

$$X_L = 2\pi fL = 2\pi \cdot 500 \cdot 0,01 = 31,4 \text{ом}$$

$$I = \frac{U}{X_L} = \frac{127}{31,4} = 4,05 \text{а}$$

4.12-масала.**Ечиш:**

$$X_L = 2\pi fL = 2\pi \cdot 50 \cdot 0,051 = 16 \text{ом}$$

$$Z = \sqrt{r^2 + X_L^2} = \sqrt{12^2 + 16^2} = 20 \text{ом}; \quad I = \frac{U}{Z} = \frac{250}{20} = 12,5 \text{а}$$

$$U_a = Ir = 12,5 \cdot 12 = 150 \text{в}; \quad U_L = IX_L = 12,5 \cdot 16 = 200 \text{в}$$

$$\cos \varphi = \frac{r}{Z} = \frac{12}{20} = 0,6; \quad P = UI \cos \varphi = 250 \cdot 12,5 \cdot 0,6 = 1875 \text{вт}$$

4.13-масала.**Ечиш:**

$$I_1 = \frac{U}{Z_1} = \frac{230}{\sqrt{1^2 + 3^2}} = 72,8 \text{а}; \quad I_2 = \frac{U}{Z_2} = \frac{230}{\sqrt{3^2 + 2^2}} = 64 \text{а};$$

$$\cos \varphi_1 = \frac{r_1}{Z_1} = \frac{1}{3,16} = 0,317; \quad \sin \varphi_1 = \frac{X_{L1}}{Z_1} = \frac{3}{3,16} = 0,95;$$

$$\cos \varphi_2 = \frac{r_2}{Z_2} = \frac{3}{3,6} = 0,833; \quad \sin \varphi_2 = \frac{X_{L2}}{Z_2} = \frac{2}{3,6} = 0,556$$

Иккинчи параллел тармоқдаги токнинг ташкил этувчилари

$$I_{a1}=I_1\cos\varphi_1=72,8\cdot 0,317=23a;$$

$$I_{p1}=I_1\sin\varphi_1=72,8\cdot 0,95=69a$$

Биринчи параллел тармоқдаги токнинг ташкил этувчилари

$$I_{a2}=I_2\cos\varphi_2=64\cdot 0,833=53,2a;$$

$$I_{p2}=I_2\sin\varphi_2=64\cdot 0,355=35,4a$$

Умумий токнинг ташкил этувчилари

$$I_a=I_{a1}+ I_{a2}=23+53,2=76,2a;$$

$$I_p=I_{p1}+ I_{p2}=69+35,4=104,4a$$

Занжирнинг умумий токи

$$I = \sqrt{I_a^2 + I_p^2} = \sqrt{76,2^2 + 104,4^2} = 129,4a$$

4.14-масала.

Ечиш:

$$X_C = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{1}{2\pi \cdot 50 \cdot 80 \cdot 10^{-6}} = \frac{10^6}{25000} = 40\text{ом}$$

$$I = \frac{U}{X_C} = \frac{380}{40} = 9,5a$$

$$W_M = CU^2 = 80 \cdot 10^{-6} \cdot 380 = 11,5\text{Ж}$$

4.15-масала.

Ечиш:

Электродвигателнинг токи

$$I_1 = \frac{P}{U\cos\varphi_1} = \frac{14000}{380 \cdot 0,6} = 61,4a$$

Тригонометрик жадваллардан топамиз:

$$\varphi_1=53^\circ 10' \text{ ва } \sin \varphi_1=0,8$$

Электродвигател токининг реактив ташкил этувчиси

$$I_{p1}=I_1\sin \varphi_1=61,4\cdot 0,8=49,1a$$

$\cos\varphi=0,9$ да двигател билан конденсатордан иборат қурилма

$$I_2 = \frac{P}{U\cos\varphi} = \frac{14000}{380 \cdot 0,9} = 41a \text{ ток истеъмол қилади.}$$

Тригонометрик жадваллардан қуйидагиларни топамиз. $\cos\varphi=0,9$ га $\varphi=25^\circ 50'$ бурчак ва $\sin\varphi=0,436$ мос келади.

Қурилмадаги токнинг реактив ташкил этувчиси

$$I_p=I_2\sin\varphi=41\cdot 0,436=17,9a$$

Конденсаторни улаш натижасида ток реактив ташкил этувчисининг камайиши

$$I_c=I_{p1}- I_{p2}=49,1-17,9=31,2a$$

Конденсаторнинг реактив қаршилиги

$$X_C = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{U}{I_C} = \frac{380}{31,2} = 12,2\text{ом}$$

Бундан қидирилайтган сиғим

$$C = \frac{1}{X_C \cdot 2\pi f} = \frac{1}{12,2 \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 50} = 0,00026\text{ф} = 260\text{мкф}$$

4.16-масала.

Ечиш:

Бир ой давомида сарфланган актив энергия

$$W_a = 1922 - 1762 = 160 \text{ кВт} \cdot \text{соат}$$

Ўша вақт ичида сарфланган реактив энергия

$$W_p = 846 - 736 = 110 \text{ квар} \cdot \text{соат};$$

$$\cos \varphi_{\text{урт}} = \frac{W_a}{\sqrt{W_a^2 + W_p^2}} = \frac{160}{\sqrt{160^2 + 110^2}} = 0,82$$

Мустақил ечиш үчүн масалалар

1-масала. Агар ўзгарувчан токнинг частотаси $f=400$ гц; 25 кгц; 2 кгц; 40 кгц; 1250 кгц бўлса, сигналнинг даврини топинг.

$$\text{Ж: } 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ с; } 0,04 \cdot 10^{-4} \text{ с; } 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ с; } 25 \cdot 10^{-3} \text{ с; } 0,8 \cdot 10^{-3} \text{ с.}$$

2-масала. $T=0,2$ с; 1 с; 40 мс; 50; 250; 0,8мс даврларга эга бўлган ўзгарувчан синусоидал сигналнинг f частотасини аниқланг. Ж: 5 гц; 1 гц; 25 гц; 20 кгц; 4 кгц; 1,25 мгц

3-масала. Даврлари $T=2,5 \cdot 10^{-4}$; 10^{-3} ; $20 \cdot 10^{-2}$; $5 \cdot 10^{-5}$; $8 \cdot 10^{-4}$; $4 \cdot 10^{-6}$ сек бўлган синусоидал токнинг бурчак частотасини топинг. Ж: $25120 \cdot \text{с}^{-1}$; $6280 \cdot \text{с}^{-1}$; $31,4 \cdot \text{с}^{-1}$; $125600 \cdot \text{с}^{-1}$; $7850 \cdot \text{с}^{-1}$; $1,57 \cdot 10^6 \cdot \text{с}^{-1}$;

4-масала. Агар ўзгарувчан токнинг бурчак частотаси $\omega=3140$; 942; 12560; 5024; 94200; $10048 \cdot 1/\text{сек}$ бўлса, сигналнинг частота ва даври топилсин.

$$\text{Ж: } 500 \text{ Гц} - 2 \cdot 10^{-3} \text{ сек; } 150 \text{ гц} - 6,68 \cdot 10^{-3} \text{ сек; } 2000 \text{ гц} - 5 \cdot 10^{-4} \text{ сек; } 800 \text{ гц} - 1,25 \cdot 10^{-3} \text{ сек; } 15 \text{ кгц} - 6 \cdot 6,80 \cdot 10^{-6} \text{ сек; } 1600 \text{ гц} - 0,625 \cdot 10^{-3} \text{ сек.}$$

5-масала. Ўзгарувчан ток генератори 2800 айл/мин айланиш частотага эга. Агар генераторнинг қутблар жуфти 6 тенг бўлса, электр токининг бурчак частотаси, даври ва частотасини топинг.

$$\text{Ж: } f=280 \text{ гц; } T=0,0036 \text{ сек; } \omega=1750 \cdot 1/\text{сек}$$

6-масала. Кучланиши $U=220$ В бўлган ўзгарувчан ток тармоғига қуввати $P=600$ Вт ли электр плита уланган. Электр плитанинг токи, қаршилиги ва $t=3$ соат ишлаш мобайнида истеъмол қилган энергия миқдорини аниқланг.

$$\text{Ж: } I=2,73 \text{ А; } Z=r=80,6 \text{ Ом; } W=1,8 \text{ кВт}$$

7-масала. Статор чўлғамларида саноат частотасида ток ишлаб чиқараётган генератор роторининг айланиш тезлиги 125 айл/мин бўлса, генераторнинг жуфт қутблар сони ва ишлаб чиқараётган токнинг даври аниқланг.

8-масала. Истеъмолчининг токи ва кучланишининг оний қийматлари

$$i=18\sin(785t-30^\circ)\text{А}, \\ U=210\sin 785t\text{В}$$

Токнинг ва кучланишнинг амплитуда ва ҳақиқий қийматини ва уларнинг бошланғич фазасини топинг.

$T=0$ учун вектордиаграммасини қуринг.

Ж: $I_M=18\text{ A}$; $U_M=210\text{ В}$; $I=12,9\text{ A}$; $U=149\text{ В}$; $\psi_i=-30^\circ$; $\psi_u=0$.

9-масала. Кучланиши $U_{\text{ном}}=127\text{ В}$ ва қуввати $P_{\text{ном}}=40\text{ Вт}$ бўлган электр лампани кучланиши $U=220\text{ вольтли}$ тармоққа улаш учун қандай сизимли конденсаторни электр лампа билан кетма-кет улаш керак?

Конденсатордаги кучланиш, реактив ва тўла қувват, шунингдек, занжирнинг қувват коэффициенти аниқланг.

Ж: $U_c=179\text{ В}$; $Q_c=56,3\text{ Вар}$; $S=69\text{ Ва}$; $\cos\varphi=0,58$

10-масала. Фабрика бир ой ишлаши давомида унинг актив энергия счетчиги $245000\text{ кВт}\cdot\text{соат}$, реактив энергия счетчиги эса $140000\text{ кВар соатни}$ кўрсатади.

Фабриканинг ўртача қувват коэффициенти аниқланг.

Ж: $\cos\varphi=0,7$

5-БОБ

УЧ ФАЗАЛИ ТОК.

Бир хил частотали, бир-бирга нисбатан бир хил бурчакка силжиган ва битта генераторда индукцияланган бир неча синусоидал ЭЮК ларга кўп фазали тизим дейилади.

Вақтнинг $t=0$ пайтида 1 фазали индукцияланган ЭЮКни қуйидагича ифодалаш мумкин:

$$e_A = E_M \sin \omega t$$

2-фазанинг ЭЮК ўша 1- фазанинг ЭЮКга нисбатан $1/3$ даврга орқада қолади яъни ,

$$e_B = E_M \sin(\omega t - 120^\circ)$$

3-фазанинг ЭЮК дан $1/3$ даврга орқада қолувчи ёки 1-фазанинг e_A дан $1/3$ даврга илгариланма ЭЮК қуйидагича ифодаланади:

$$e_C = E_m \sin(\omega t - 240^\circ) = E_m \sin(\omega t + 120^\circ)$$

Генератор чўлғамлари юлдуз усулида уланганда линия кучланиши фаза кучланиши қийматидан $\sqrt{3}$ марта ката бўлади.

$$U_\Delta = \sqrt{3}U_\phi$$

Истемолчиларни юлдуз усулида уланганда линия симларидаги тоқлар генераторнинг мос фазаларидаги тоқларга тенг бўлади, яъни:

$$I_\phi = I_\Delta$$

истемолчиларнинг алохида фазаларидаги тоқлар маълум формулаларга кўра ҳисобланади;

$$I_A = \frac{U_A}{Z_A}, \quad I_B = \frac{U_B}{Z_B}, \quad I_C = \frac{U_C}{Z_C}.$$

Фаза тоқларининг фаза кучланишларига нисбатан силжиш бурчаклари уларнинг косинуслари орқали топилади:

$$\cos \varphi_A = \frac{R_A}{Z_A}, \quad \cos \varphi_B = \frac{R_B}{Z_B}, \quad \cos \varphi_C = \frac{R_C}{Z_C}.$$

Фаза кучланиши:

$$U_\phi = \frac{U_\Delta}{\sqrt{3}}.$$

Фаза ва линия тоқлари

$$I_\phi = I_\Delta = \frac{U_\phi}{Z_\phi}.$$

Қувват коэффициенти

$$\cos \varphi = \frac{R_{\phi}}{Z_{\phi}}.$$

Бир фазанинг актив қуввати:

$$P_{\phi} = U_{\phi} \cdot I_{\phi} \cdot \cos \varphi.$$

Уч фазали тизимнинг актив қуввати:

$$P = 3P_{\phi} = 3U_{\phi} \cdot I_{\phi} \cdot \cos \varphi = \sqrt{3}U_{\phi} I_{\phi} \cdot \cos \varphi.$$

Бир фазанинг реактив қуввати:

$$Q_{\phi} = U_{\phi} \cdot I_{\phi} \cdot \sin \varphi.$$

Уч фазали тизимнинг реактив қуввати:

$$Q = \sqrt{3} \cdot U_{\wedge} \cdot I_{\phi} \cdot \sin \varphi.$$

Уч фазали тизимнинг тўла қуввати:

$$S = 3U_{\phi} \cdot I_{\phi} = \sqrt{3}U_{\wedge} \cdot I_{\phi}.$$

Истеъмолчилар учбурчак усулида уланганда фаза кучланиши:

$$U_{\phi} = U_{\wedge}.$$

Фаза токи:

$$I_{\phi} = \frac{U_{\phi}}{Z_{\phi}}.$$

Линия токи:

$$I_{\wedge} = \sqrt{3} \cdot I_{\phi}.$$

Қувват коэффициенти:

$$\cos \varphi = \frac{R_{\phi}}{Z_{\phi}}.$$

Битта фазанинг актив қуввати:

$$P_{\phi} = U_{\phi} \cdot I_{\phi} \cdot \cos \varphi.$$

Учта фазанинг актив қуввати:

$$P = 3P_{\phi} = 3U_{\phi} \cdot I_{\phi} \cos \varphi = \sqrt{3}U_{\wedge} \cdot I_{\phi} \cos \varphi.$$

Учта фазанинг реактив қуввати:

$$Q = 3U_{\wedge} \cdot I_{\phi} \cdot \sin \varphi = \sqrt{3}U_{\wedge} \cdot I_{\phi} \cdot \sin \varphi.$$

Чунки

$$U_{\phi} = \frac{U_{\wedge}}{\sqrt{3}}.$$

Тизимнинг тўла қуввати:

$$S = 3U_{\phi} \cdot I_{\phi} = \sqrt{3}U_{\wedge} \cdot I_{\phi}$$

Масалалар

5.1-масала.

Чулғамлари юлдуз усулида уланган генератор фаза кучланишини топинг; линия кучланиши 380в га тенг.

5.2 – масала.

Генераторнинг фаза кучланиши 220в, истеъмолчи фазаларнинг қаршиликлари $Z_A = Z_B = r_A = r_B = 22\text{ом}$, $z_C = r_C = 44\text{ом}$. Нейтрал симдаги токни топинг.

5.3 – масала.

Кучланиши $U_{\wedge} = 125\text{в}$ бўлган уч фазали ток тармоғига қуйидагича қаршиликларга эга бўлган истеъмолчилар уланган:

$$r_{AB} = 10\text{ом} \text{ ва } r_{BC} = r_{CA} = 15\text{ом}.$$

В симдаги сақлагич куйиб кетса, истеъмолчилар қандай кучланиш таъсирида қолишини аниқланг.

5.4 – масала.

Қуввати 4,5 кВт га тенг уч фазали электр двигатель 127в кучланиш билан ишлайди; $\varphi = 0,8$. Двигатель учбурчак усулида уланган. Линия ва фаза тоқларини топинг.

5.5 – масала.

Учта ғалтакнинг актив қаршиликлари $R = 16\text{ом}$, индуктив қаршиликлари $x_L = 12\text{ом}$. Улар юлдуз усулида уланган ва уларга уч фазали кучланиш берилган. Битта фазанинг актив қуввати $P_{\phi} = 1,2\text{кВт}$. Линия ва фаза кучланишнинг амалий қийматларини, фаза тоқини, юкламанинг тўла ва реактив қувватни аниқланг.

5.6 – масала.

Тўрт симли уч фазали тармоқнинг линия кучланиши 220в. Унга уланган нотекис юкланишнинг ҳар битта фазадаги қуввати $P_a = 3,8\text{кВт}$, $P_b = 2,54\text{кВт}$, $P_c = 0,76\text{кВт}$. Нейтрал симдаги токнинг амалий қийматини топинг.

5.7 – масала.

Тўрт симли уч фазали тармоқнинг линия кучланиши 380в, частотаси 50Гц. Унга юлдуз усулида уланган юкламанинг ҳар битта фазада: А фазада индуктивлиги $L_A = 0,2\text{Гн}$ ва актив қаршилиги $R_A = 60\text{ом}$ ғалтак, В фазада актив қаршилиқ $R_B = 70\text{ом}$, С фазада кетма-кет уланган актив қаршилиқ $R_c = 30\text{ом}$ ва

сиғими $C=40$ мкф конденсатор. Линия ва фаза токларини ва тўла қувватини аниқланг.

5.8 – масала.

Учта гуруҳ чуғланма лампалар учбурчак усулида йиғилган (хар бир фазада 40 та параллел уланган лампа, хар бир лампадаги ток $I=0,4$ А) ва лампанинг кучланиши $U_{\text{л}}=127\text{В}$ уч фазали ток манбаига уланган. Фаза кучланишининг ва линия токининг амалий қийматларини, тўла қувватини ва фазанинг қаршилигини аниқланг.

5.9 – масала.

$U_{\phi} = 220\text{В}$ бўлса, линиявий кучланишни аниқланг.

5.10 – масала.

Агар $U_{\text{л}} = 220\text{В}$ бўлса, фазавий кучланишни аниқланг.

5.11 – масала.

Учбурчаксимон уланган двигателнинг фазавий токи 10А бўлса, унинг линиявий токини аниқланг.

5.12 – масала.

Истеъмолчи фазаларининг тўла қаршилиги $z=12\text{ом}$, актив қаршилиги 6 ом . Истеъмолчининг актив ва тўла қувватлари ҳамда у ҳосил қилган фазалар силжиши аниқланг. Истеъмолчи юлдузсимон уланган ва $U_{\text{л}} = 220\text{В}$ ли тармоққа қўшилган.

Масала ечимлари.

5.1- масала.

Ечиш.

$$U_{\phi} = \frac{U_{\text{л}}}{\sqrt{3}} = \frac{380}{\sqrt{3}} = \frac{380}{1,73} = 220\text{В}$$

5.2 – масала.

Ечиш. Фаза токлари

$$I_A = I_B = \frac{U_{\phi}}{Z_A} = \frac{220}{22} = 10\text{А} \quad I_C = \frac{U_{\phi}}{Z_c} = \frac{220}{44} = 5\text{А}.$$

5.3 – масала.

Ечиш. Саклагич куйиб кетса, АВ ва ВС истеъмолчилар кетма-кет уланган ва $U_{\text{л}} = 125\text{В}$ кучланишга уланган бўлади.

Истеъмолчилардаги ток.

$$I_{AB} = I_{BC} = \frac{U_{AC}}{r_{AB} + r_{BC}} = \frac{125}{25} = 5\text{А}$$

Истеъмолчиларнинг қисқичлардаги кучланиш:

$$U_{AB}^1 = I_{AB} r_{AB} = 5 \cdot 10 = 50 \text{ в}$$

$$U_{BC} = I_{BC} r_{BC} = 4 \cdot 15 = 60 \text{ в}$$

$$U_{CA} = U_{\wedge} = 110 \text{ в}$$

5.4 – масала.

Ечиш. Қуввати $P = \sqrt{3}UI \cos \varphi$ бўлганлиги учун двигателнинг линия токи:

$$I_{\wedge} = \frac{P}{\sqrt{3}U \cos \varphi} = \frac{4500}{1,73 \cdot 127 \cdot 0,8} = 25,6 \text{ а}$$

Фаза токи:

$$I_{\phi} = \frac{I_{\wedge}}{\sqrt{3}} = \frac{25,6}{1,73} = 14,8 \text{ а}.$$

5.5 – масала.

Ечиш. 1. Фазанинг тўла қаршилиги:

$$Z_{\phi} = \sqrt{R^2 + x_2^2} = \sqrt{16^2 + 12^2} = \sqrt{256 + 144} = 20 \text{ ом}.$$

2. Фазанинг қувват коэффиценти:

$$\cos \varphi = \frac{R}{Z} = \frac{16}{20} = 0,8.$$

3. Фаза кучланиши:

$$P_{\phi} = U_{\phi} \cdot I_{\phi} \cdot \cos \varphi = U_{\phi} \frac{U_{\phi}}{Z_{\phi}} \cos \varphi = \frac{U_{\phi}^2}{Z_{\phi}} \cos \varphi.$$

$$U_{\phi} = \sqrt{\frac{P_{\phi} \cdot Z_{\phi}}{\cos \varphi}} = \sqrt{\frac{1200 \cdot 20}{0,8}} = 175 \text{ в}.$$

4. Линия кучланиши:

$$U_{\wedge} = U_{\phi} \cdot \sqrt{3} = 175 \cdot \sqrt{3} = 302 \text{ В}.$$

5. Фаза токи:

$$I_{\phi} = \frac{U_{\phi}}{Z_{\phi}} = \frac{175}{20} = 8,8 \text{ А}$$

6. Реактив қувват:

$$Q_{\phi} = U_{\phi} \cdot I_{\phi} \cdot \sin \varphi = 175 \cdot 8,8 \cdot 0,6 = 924 \text{ вар}.$$

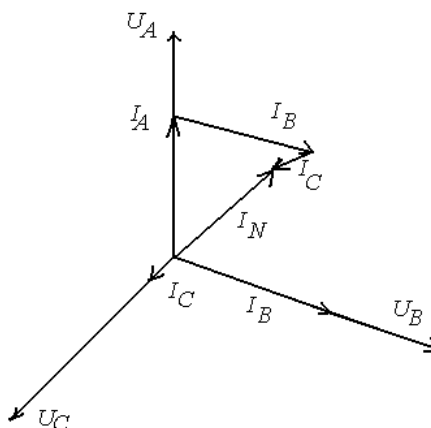
7. Тўла қувват:

$$S = U_{\phi} \cdot I_{\phi} = 175 \cdot 8,8 = 1540 \text{ ВА}.$$

5.6 – масала.

Ечиш. 1. Ҳар битта фазадаги кучланиш:

$$U_{\phi} = \frac{U_{\wedge}}{\sqrt{3}} = \frac{220}{\sqrt{3}} = 127 \text{ В}.$$



2. Фазалардаги тоқлар:

$$I_A = \frac{P_A}{U_\phi} = \frac{3,8 \cdot 10^3}{127} = 30A,$$

$$I_B = \frac{P_B}{U_\phi} = \frac{2,54 \cdot 10^3}{127} = 20A,$$

$$I_C = \frac{P_C}{U_\phi} = \frac{0,27 \cdot 10^3}{127} = 6A.$$

Нейтрал симдаги токнинг амалий қийматини вектор диаграммадан топамиз: $I_N = 22A$.

5.7 – масала.

Ечиш. 1. Фазаларнинг тўла қаршиликлари:

$$Z_A = \sqrt{R_A^2 + x_L^2} = \sqrt{60^2 + (62,8)^2} = 87\text{ом}.$$

Бунда;

$$x_L = 2\pi fL = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,2 \cdot 50 = 62,8\text{ом},$$

$$Z_B = R_B = 70\text{ом},$$

$$Z_C = \sqrt{R_C^2 + x_C^2} = \sqrt{30^2 + 80^2} = 85,4\text{ом}.$$

Бунда;

$$x_C = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 40 \cdot 10^{-6}} = 80\text{ом}.$$

2. Фаза кучланиши;

$$U_\phi = \frac{U_{\wedge}}{\sqrt{3}} = \frac{300}{\sqrt{3}} = 220V.$$

3. Фаза тоқлари;

$$I_A = \frac{U_\phi}{Z_A} = \frac{220}{87} = 2,53A,$$

$$I_B = \frac{U_\phi}{Z_B} = \frac{220}{70} = 3,14A,$$

$$I_C = \frac{U_\phi}{Z_C} = \frac{220}{85,4} = 2,57 A.$$

4. Фазадаги актив қувватлар:

$$P_A = I_A^2 \cdot R_A = (2,53)^2 \cdot 60 = 384 Bm,$$

$$P_B = I_B^2 \cdot R_B = (3,14)^2 \cdot 70 = 690 Bm,$$

$$P_C = I_C^2 \cdot R_C = (2,57)^2 \cdot 30 = 198 Bm.$$

5. Фазалардаги реактив қувватлар:

$$Q_A = I_A^2 x_L = (2,53)^2 \cdot 62,8 = 402 Bap,$$

$$Q_B = 0,$$

$$Q_C = I_C^2 x_C = (2,57)^2 \cdot 80 = -530 Bap.$$

6. Тўла актив қувват:

$$P = P_A + P_B + P_C = 384 + 690 + 198 = 1272 Bm.$$

7. Тўла реактив қувват:

$$Q = Q_A + Q_C = 402 - 530 = -128 Bap.$$

8. Тўла қувват:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{(1272)^2 + (-128)^2} = 1273 BA.$$

5.8 – масала.

Ечиш. 1. Фаза кучланиши линия кучланишига тенг, яъни:

$$U_\phi = U_\wedge = 127 B.$$

2. Фаза қаршилиги:

$$R_\phi = \frac{U_\phi}{I_\phi} = \frac{127}{16} = 8 \text{ ом}$$

$$I_\phi = 40 \cdot 0,4 = 16 A.$$

3. Линия токи:

$$I_A = I_\phi \cdot \sqrt{3} = 16 \cdot \sqrt{3} = 27,7 A.$$

4. Тўла қувват актив қувватга тенг бўлади:

$$S = P = 3 \cdot I_\phi \cdot U_\phi = 3 \cdot 16 \cdot 127 = 6,1 \text{ квт}.$$

5.9 – масала.

Ечиш.

$$U_\wedge = U_\phi \sqrt{3} = 220 \cdot 1,73 = 380 \text{ в}.$$

5.10 – масала.

Ечиш.

$$U_\phi = \frac{U_\wedge}{\sqrt{3}} = \frac{220}{1,73} = 127 \text{ в}.$$

5.11 – масала.

Ечиш.

$$I_\wedge = I_\phi \sqrt{3} = 10 \cdot 1,7 = 17,3 \text{ а}$$

5.12 – масала.

Ечиш. Фазавий кучланиш:

$$U_\phi = \frac{U_\wedge}{\sqrt{3}} = \frac{220}{1,73} = 127 \text{ в}.$$

Двигателнинг линиявий токи.

$$I_{\wedge} = I_{\phi} = \frac{U_{\phi}}{Z} = \frac{127}{12} = 10,6a$$

Қувват коэффиценти

$$\cos \varphi = \frac{R}{Z} = \frac{6}{12} = 0,5.$$

Двигатель истеъмол қиладиган қувват.

$$P = \sqrt{3}U_{\wedge} I_C \cos \varphi = 1,73 \cdot 220 \cdot 10,6 \cdot 0,5 = 2020вт$$

Двигательнинг реактив қуввати:

$$Q = \sqrt{3}U_{\wedge} I_{\wedge} \sin \varphi = 1,73 \cdot 220 \cdot 10,6 \cdot 0,865 = 3500вар$$

Двигательнинг туюлма қуввати:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{2020^2 + 3500^2} = 4050ва.$$

Текшириш:

$$S = \sqrt{3}U_{\wedge} I_{\wedge} = 1,73 \cdot 220 \cdot 10,6 = 4050ва.$$

Мустақил ечиш учун масалалар.

1 – масала.

Линия кучланиши $U_{\wedge} = 380В$ ва частотаси $f = 50Гц$ бўлган уч фаза тармоғидан бир хил юклама «юлдуз» усулида уланган фазадаги тўла қаршилиги $Z = 90\Omega$ ва индуктивлиги $L = 180мГн$ га тенг.

Актив, реактив ва тўлиқ қувватни, қувват коэффицентини, линия токи ва кучланишнинг ҳақиқий қийматини аниқланг.

Ж; $U_{\phi} = 220В$; $I_{\phi} = 2,45А$; $I_{\wedge} = 2,45А$; $x_L = 56,5\Omega$; $R = 70\Omega$; $\cos \varphi = 0,778$; $P = 1,26Вм$; $Q = 1кВм$; $S = 1,62кВм$.

2 – масала.

Линия кучланиши $U_{\wedge} = 380В$ бўлган уч фазали ток тармоғига индукцион печь уланган. Унинг қувват коэффиценти $\cos \varphi = 0,8$ ва қуввати $P = 5кВм$. Печнинг қиздириш элементлари юлдуз схемада уланган, ҳар бир фазанинг қаршиликларини аниқланг.

3 – масала.

Фаза қаршиликлари $r_A = 20\Omega$, $r_B = 40\Omega$, $r_C = 60\Omega$ бўлган истеъмолчи фаза кучланиши $U_{\phi} = 240В$ бўлган уч фазали ток тармоғига тўрт симли юлдуз схемада уланган. Истеъмолчининг фаза ток лари ва нолинчи симдаги ток занжирнинг қуйидаги ҳолатлари учун аниқланг;

- 1) занжир нормал ишлаганда;
- 2) занжирнинг С фазасида узилиш бўлганда;
- 3) занжирнинг В ва С фазаларда узилиш бўлганда;
- 4) барча ҳолатлар учун масштабда ток ва кучланишларнинг вектор диаграммаси тузилсин.

Ж: $I_A = 11A$; $I_B = 6A$; $I_C = 4A$; $I = 5,5A$ С фаза узилганда $I_A = I_0 = 11A$.

4 – масала.

Линия кучланиши $U_{\Delta} = 380V$ бўлган уч фазали ток тармоғига актив – индуктив характердаги истеъмолчилар тўрт симли юлдуз схемада

уланган. Уларнинг актив қувватлари

$$P_A = 3кВт, P_B = 36кВт, P_C = 4,4кВт.$$

қувват коэффициентлари эса тегишлича $\cos \varphi_A = 0,8$, $\cos \varphi_B = 0,86$, $\cos \varphi_C = 0,9$ ни ташкил этади. Фазалардаги ва нолинчи симдаги тоқлар ҳамда уч фазали занжирнинг актив, реактив ва тўла қувватларни аниқланг:

Ж: $I_A = 17A$; $I_B = 8,9A$; $I_C = 6,6A$; $P = 2,75кВт$ $Q = 4,17кВар$; $S = 5кВА$.

5 – масала.

Линия кучланиши $U_{\Delta} = 380V$ бўлган симметрик фазали генераторга юлдуз схемада бириктирилган фазали асимметрик истеъмолчи нейтрал симсиз уланган. Истеъмолчининг иккита фазасидаги кучланишлар бир – бирига тенг: $U'_B = U'_C = 237,5V$. Учунчи фазадаги кучланиш U'_A ва нейтралнинг силжишини аниқланг.

Ж: $U'_A = 195V$; $U'_{001} = 30V$.

6-БОБ ЭЛЕКТР ЎЛЧОВ АСБОБЛАРИ

Ўлчаш ҳатоликлари

Ўлчаш бу ўлчов ва ўлчаш асбоблари ёрдамида тажриба йўли билан физик катталикларни топишдир.

Физик катталиқнинг берилган миқдорини қайта тиклаш воситасига ўлчов дейилади.

Ўлчаш ахбороти сигналини кузатиш ва бевосита ўзлаштиришга мўлжалланган воситага ўлчаш асбоби дейилади.

Ҳар қандай ўлчашнинг натижаси ўлчанаётган катталиқнинг ҳақиқий қийматидан бир оз фарқ қилади. Катталиқни ўлчаб олинган қиймати билан ҳақиқий қиймати орасидаги фарқ ўлчашнинг мутлақ ҳатолиги дейилади.

$$\Delta A = A_{\text{ў}} - A_{\text{х}}$$

Бунда: $A_{\text{ў}}$ - катталиқнинг ўлчаб олинган қиймати; $A_{\text{х}}$ - катталиқнинг ҳақиқий қиймати; ΔA - мутлоқ ҳатолик.

Мулоқ ҳатолиқнинг ўлчанаётган катталиқнинг ҳақиқий қийматига нисбати нисбий ҳатолик дейилади ва у фоиз орқали ифодаланади:

$$\beta = \frac{\Delta A}{A_{\text{х}}} \cdot 100\%$$

Мутлоқ ҳатолиқнинг асбобнинг максимал қийматига нисбати келтирилган ҳатолик дейилади.

$$\beta_{\text{кел}} = \frac{\Delta A}{A_{\text{max}}} \cdot 100\%$$

Ток ва кучланишни ўлчаш.

Доимий ток занжирида вольтметрнинг ўлчаш чегарасини кенгайтириш учун унинг чўлғами билан кетма-кет кўп ом ли қўшимча қаршилик уланади. Бундай схемада уланаётган кучланишнинг катта қисми қўшимча қаршиликка тушади, чунки вольтметрнинг қаршилиги қўшимча қаршилакдан анча кичик бўлади.

$$U = I_v(R_v + R_k); \quad U_v = I_v R_v$$

Бунда: U - ўлчанаётган кучланиш, I_v - вольтметрдан ўтаётган ток, R_v - қўшимча қаршилик, U_v - вольтметр ўлчайдиган кучланишининг максимал қиймати.

Вольтметрнинг ўлчаш чегарасини кенгайтириш коэффициенти:

$$m = \frac{U}{U_v} = \frac{R_k + R_v}{R_v}$$

Қўшимча қаршиликнинг қиймати:

$$R_k = R_v(m - 1)$$

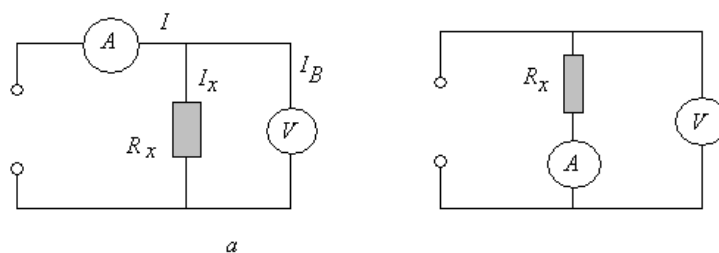
Қаршиликни ўлчаш .

Қаршиликни ўлчашда асосан тарқалган усул занжир қисми учун Ом қонунини тадбиқ этилган-амперметр ва вольтметр усулидир.

$$R_x = \frac{U}{I}$$

бунда R_x -ўлчанаётган қаршилик, U -кучланиш тушуви, I -қаршиликдан ўтувчи ток.

Бу усул билан қаршиликни ўлчашда 2 та схемадан фойдаланиш мумкин.



6.1-расм а)

б)

Агар ўлчашда катта аниқлик талаб этилмаса, вольтметр ва амперметр кўрсатишлари бўйича қуйидаги формуладан фойдаланиш мумкин.

$$R_x = \frac{U}{I}$$

Катта аниқликдаги кичик қаршиликларни ўлчаш учун а) схемадан фойдаланиб,

$$R_x = \frac{U}{I - U/R_B}, \text{ орқали ҳисоблаш мумкин.}$$

Бунда U -вольтметрда ўлчанган кучланиш, I - амперметрда ўлчанган ток, R_B -вольтметр қаршилиги.

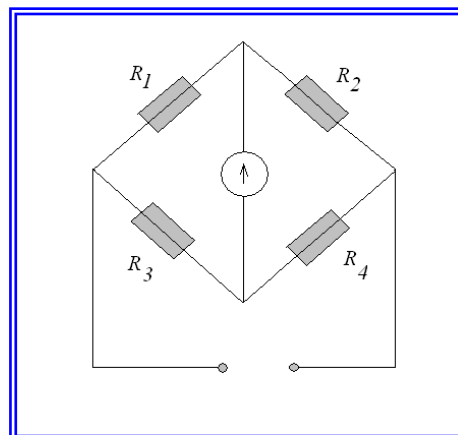
б) - схемадан катта қаршиликларнинг ҳақиқий қийматини топиш мумкин.

$$R_x = \frac{U - I r_A}{I}$$

Бунда U -вольтметрда ўлчанган кучланиш, I - амперметрда ўлчанган ток, r_A -амперметр қаршилиги.

Қаршиликларни аниқ ўлчаш учун ўзгармас ток кўприклари кенг қўлланилади.

Оддий кўприк схемаси расмда кўрсатилган. Кўприкнинг бирор елкасига ўлчанаётган қаршилик уланади.



Кўприк ҳоҳлаган елкасининг қаршилиги ўзгариши ўлчаш диагоналидаги токни камайишига олиб келади ва индикатор нолни кўрсатиши керак.

Бу ҳолда

$$R_x = R_1 \frac{R_3}{R_2}$$

Қувватни ўлчаш

Доимий ток занжиридаги қувват амперметр ва вольтметр ёрдамида аниқаш мумкин.

$$P=U \cdot I$$

Уч фазали уч ўтказгичли занжирда қувватни ўлчашда вольтметрдан фойдаланилади.

$$P=3P_1=3U_\phi I_\phi \cos\varphi$$

Уч фазали уч ўтказгичли занжирда кучланиш бир хил ёки ҳар хил бўлганда актив қаршилиқ иккита вольтметр орқали ўлчанади.

$$P=P_1 \pm P_2$$

Бу ерда P_1 ва P_2 биринчи ва иккинчи вольтметрнинг кўрсатиши.

$$P_1=U_{AC}I_A \cos\varphi_1$$

$$P_2=U_{BC}I_B \cos\varphi_2$$

Бир хил юкламада

$$P_1=U_L I_L \cos(30^\circ - \varphi)$$

$$P_2=U_L I_L \cos(30^\circ + \varphi)$$

Уч фазали тўрт ўтказгичли занжирда актив қаршилиқ уч ваттметрли усулдан фойдаланилади.

$$P=P_1 + P_2 + P_3$$

Электр энергиясини ўлчаш

Бир фазали ўзгарувчан ток электр энергиясини индукцион электр счетчиги ёрдамида ўлчанади.

$$W=CN$$

бу ерда: W -тармоқда сарф бўлган энергия;

C – счетчикнинг ҳақиқий доимийси; N – счетчик дискининг айланиш сони.

Счетчик ҳسوبлаган энергия

$$W=C_{ном}N$$

бу ерда: $C_{ном}$ – счетчикнинг номинал доимийси, яъни счетчик диски бир марта айланганда санаш механизми қайд қилинган миқдори.

$C_{ном}$ ва C – доимийларини билган ҳолда счетчикнинг нисбий хатолигини аниқлаш мумкин:

$$\beta = (W^1 - W) / W = [(C_{ном} - C) / C] 100\%$$

Счетчикнинг тўғрилаш коэффициенти

$$K=W/W=CN(C_{ном}N)=C/C_{ном}$$

Масалалар

6.1-масала. Вольтметрнинг ўлчаш чегараси 30 В, аниқлик синфи 0,5. асбобнинг энг катта мутлоқ, 5 ва 15 вольт нуқталаридаги нисбий хатоликларни аниқланг.

6.2-масала. Ўлчаш чегараси 300 мА бўлган миллиамперметрнинг шкаласи 150 бўлимга эга. Намунали асбоб охириги бўлимда 300,3 мА ни кўрсатди. Асбобнинг аниқлаш синфини топинг.

6.3-масала. Ички қаршилиги $R_A=0,5$ ом бўлган амперметрнинг ўлчаш чегарасини шунт ёрдамида 50 марта кенгайтириш керак. Шунтда кучланишнинг тушиши $I_{ш}=75$ мВ бўлади.

Қуйидагиларни аниқланг:

- шунтнинг қаршилиги;
- асбобнинг тўла оғиш токи;
- кенгайтирилган чегарада токнинг максимал қиймати.

6.4-масала. Амперметрнинг қаршилиги $R_A=15$ ом, ўлчаш чегараси 60 А, ташқи шунтнинг қаршилиги $R_{ш}=0,005$ Ом. Асбобнинг тўла оғиш токини аниқланг.

6.5-масала. Электродинамик тизим вольтметрнинг ўлчаш чегараси $U_V=300$ ва қаршилиги $R_V=30$ кОм. Шу вольтметрнинг ўлчаш чегарасини $U=1500$ вольтгача кенгайтириш керак. Қуйидагиларни аниқланг:

- қўшимча қаршиликнинг қиймати;
- асосан ва кенгайтирилган чегараларда вольтметр истеъмол қиладиган максимал қуввати.

6.6-масала. Вольтметр ва амперметрнинг ўлчаш чегаралари $U=15$ В, $I=0,5$ А, аниқ синфлари 0,5 (вольтметр учун) ва 1,0 – амперметр учун. Қаршиликни ўлчаганда вольтметр $U=12$ В, амперметр $I=0,25$ А кўрсатадилар. Ўлчанаётган қаршилик қийматининг максимал мутлоқ ва нисбий хатоликларни аниқланг.

6.7-масала. Электр энергия ўлчагич қуйидаги паспорт кўрсаткичларига эга: кучланиш $U=120$ В, ток $I=10$ А, 1 кВт·с – 625 айланишлар (кВт·с киловатт-соат), ўлчагичнинг гардиши 10 минутда 450 марта айланади.

Ўлчагичнинг доимийси ва юкланишнинг қувватини аниқланг.

Масалаларнинг ечимлари

6.1-масала.

Ечиш:

1. Асбобнинг энг катта мутлақ хатолиги:

$$\Delta I = 0,5\% \cdot 30 = 0,15 \text{ В.}$$

2. Нисбий хатоликлар:

5 вольт нуқта учун

$$\beta_1 = \frac{\Delta U_M}{U} = \frac{0,15}{5} \cdot 100\% = 3\%$$

15 вольт нуқта учун

$$\beta_2 = \frac{\Delta U_M}{U} = \frac{0,15}{15} \cdot 100\% = 1\%$$

6.2-масала.

Ечиш:

1. Асбобнинг мутлақ хатолиги:

$$\Delta I = I_y - I_x = 300,3 - 300 = 0,3 \text{ mA}$$

2. аниқлаш синфи:

$$\beta = \frac{\Delta I}{150} \cdot 100 = \frac{0,3}{150} \cdot 100\% = 0,2\%$$

Бунда I_y – токнинг ўлчанган қиймати,

I_x – токнинг ҳақиқий қиймати.

6.3-масала.

Ечиш:

1. Шунтнинг қаршилиги:

$$R_{III} = \frac{R_A}{n-1} = \frac{0,5}{50-1} = 0,0102 \text{ Ом}$$

2. Кенгайтирилган чегарада токнинг максимал қиймати:

$$I_M = \frac{U_{III}}{R_{III}} = \frac{75 \cdot 10^{-3}}{0,0102} = 7,5 \text{ A}$$

3. Асбобнинг тўла оғиш токи:

$$I_A = \frac{I_M}{n} = \frac{7,5}{50} = 0,15 \text{ A}$$

6.4-масала.

Ечиш:

1. ўлчаш чегарасини кенгайтириш коэффициентини топамиз:

$$R_{III} = \frac{R_A}{n-1} \text{ ёки } n-1 = \frac{R_A}{R_{III}}$$

$$n = \frac{R_A}{R_{III}} + 1 = \frac{15}{0,005} + 1 = 3001$$

2. Асбобнинг тўла оғиш токи:

$$I_A = \frac{I_M}{n} = \frac{60}{3001} = 0,02 \text{ A}$$

6.5-масала.

Ечиш:

1. Ўлчаш чегарасини кенгайтириш коэффициенти:

$$m = \frac{U}{U_V} = \frac{1500}{300} = 5$$

2. Қўшимча қаршилиқ қиймати:

$$R_K = R_V(m-1) = 30(5-1) = 120 \text{ кОм}$$

3. Вольтметрнинг 300-1500 вольтли ўлчаш чегараларидаги истеъмол қиладиган қувват:

$$P_1 = \frac{U_V^2}{R_V} = \frac{300^2}{3 \cdot 10^4} = \frac{9 \cdot 10^4}{3 \cdot 10^4} = 3 \text{ Вт}$$

$$P_2 = \frac{U^2}{R_V + R_N} = \frac{1500^2}{15 \cdot 10^4} = 15 \text{ Вт},$$

Чунки,

$$P = IU = \frac{U}{R} U = \frac{U^2}{R} \text{ вт}$$

6.6-масала.

Ечиш:

1. Қаршиликнинг қиймати:

$$R_x = \frac{U}{I} = \frac{12}{0,25} = 48 \text{ Ом}$$

2. Вольтметр ва амперметрнинг максимал мутлақ хатоликлари

$$\Delta U_{\max} = 0,5\% \cdot 15 = 0,075 \text{ В.}$$

$$\Delta I_{\max} = 1\% \cdot 0,5 = 0,05 \text{ А.}$$

3. Қаршиликнинг максимал қиймати:

$$R_{x \max} = \frac{U + \Delta U_{\max}}{I - \Delta I_{\max}} = \frac{12 + 0,075}{0,25 - 0,005} = 49,3 \text{ Ом}$$

4. Нисбий хатолик:

$$\beta = \frac{R_{x \max} - R_x}{R_x} \cdot 100\% = \frac{49,3 - 48}{48} \cdot 100\% = 2,7\%$$

6.7-масала.

Ечиш:

1. Ўлчашнинг номинал доимийси:

$$K = \frac{W_H}{N_H} = \frac{1000 \cdot 3600}{625} = 5760 \text{ Вт} \cdot \text{с} / \text{айл}$$

2. Юкланишнинг қуввати қуйидаги ифодадан топамиз:

$$Pt = KN$$

$$P = \frac{KN}{t} = \frac{5760}{600} = 4320 \text{ вт}$$

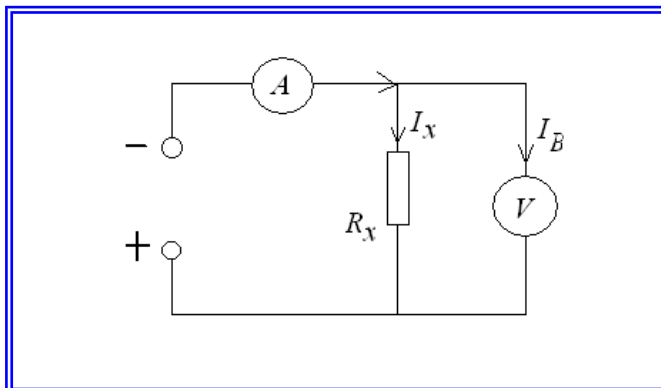
$$t = 60 \text{ мин} \cdot 60 = 600 \text{ сек}$$

Мустақил ечиш учун масалалар.

1-масала.

Расмдаги чизма бўйича амперметр ва вольтметр усули билан қаршилик ўлчанмоқда. Амперметр ва вольтметр кўрсаткичлари қуйидагича:

$U=4,8\text{В}$, $I=0,15\text{А}$. Асбобнинг аниқлик синфи 1,0 га тенг ва ўлчаш оралиғи $I_{\text{ор}}=250\text{ мА}$, $U_{\text{пр}}=7,5\text{В}$. Ўлчанаётган қаршилик ва ўлчашнинг абсолют ва нисбий хатоликларини аниқланг.



Ж: $R_x=32\text{ Ом}$, $\Delta U_{\text{max}}=0,075\text{В}$, $\Delta I_{\text{max}}=2,5\text{мА}=0,0025\text{А}$. $\frac{R_{x\text{ max}} - R_x}{R_x} \cdot 100\% = 3,28\%$

2-масала. Электр энергия счетчигининг паспортида: 220В, 10А, 1кВт·ч-640 диск айланиши берилган. Агар токнинг ва кучланишнинг номинал қийматида 10 минутда 236 айланган бўлса, счетчикнинг нисбий хатолиги ва тўғрилаш коэффициентини топинг.

Ж: $K=0,995$; $\beta=0,444\%$

3-масала. Ўлчаш чегараси 10-20-30-75-100А бўлган магнитоэлектрик системадаги амперметрнинг шкаласининг 100 та бўлинмаси бор. Асбобнинг барча берилган ўлчаш чегаралари учун сезгирлиги ҳамда шкала бўлинмасининг доимийсини аниқланг.

Ж: $c=1$; 0,75; 0,3; 0,2; 0,1А.

4-масала.

Электр тармоғининг кучланиши $U=380\text{ В}$ бўлиб, уни ўлчаш учун номинал кучланиши 250 В бўлган иккита вольтметр кетма-кет уланди. Вольтметрнинг ички қаршиликлари

$r_{V1}=46000\text{ Ом}$, $r_{V2}=30000\text{ Ом}$.

Ж: $U_1=230\text{ В}$; $U_2=150\text{ В}$;

5-масала. Вольтметрнинг номинал кучланиши $U_{\text{ном}}=250\text{В}$, аниқлик классси 2,5. Вольтметр 50, 100, 150, 200, 250 вольт кучланишларни ўлчагандаги нисбий хатолигини аниқлаб, унинг ўлчаши ҳақида хулоса беринг.

6-масала. Аниқлик классси 1,5 бўлган электродинамик вольтметр шкаласи 250 вольтга даражаланган. 127 ва 220 вольт кучланишда вольтметрнинг ўлчаш хатолигини аниқланг.

Ж: 2,95%

7-масала. Истеъмолчилар улана борган сари занжирдаги ток ортиб 17 амперга етди. Уни ўлчаш учун номинал токи 10 а дан бўлган иккита

амперметрни параллел улашга тўғри келади. Амперметрларнинг ички қаршиликлари $r_{A1}=0,064$ Ом, $r_{A2}=0,08$ Ом. Ҳар қайси амперметрнинг кўрсатишини аниқлаб, уларнинг юкланиши ҳақида хулоса беринг.

Ж: $I_{A1}=7,55A$, $I_A=9,44A$.

8-масала. Электромагнит системадаги вольтметрнинг ички қаршилиги $r_V=20000$ Ом, номинал кучланиши $U_{ном}=380V$. Вольтметрнинг ўлчаш чегарасини 600 вольтга ошириш учун керак бўлган қўшимча қаршиликнинг қийматини аниқланг.

7-БОБ ТРАНСФОРМАТОРЛАР

Бир фазали трансформаторлар

Бир хил частотали ўзгарувчан ток кучланишининг қийматини ўзгартириб берувчи электростатик аппарат трансформатор дейилади.

Трансформатор битта ўрамидаги ЭЮК нинг амплитуда қиймати $E_M = \omega \cdot \Phi_M$, амалий қиймати.

$$E = \frac{E_M}{\sqrt{2}} = \frac{\omega \cdot \Phi_M}{\sqrt{2}} = \frac{2\pi f \Phi_M}{\sqrt{2}} = 4,44 \Phi_M \cdot f$$

Бирламчи ва иккиламчи чўлғамлар ўрамлар сони W_1 ва W_2 тенг. Чўлғамлардаги амалий ЭЮКлар:

$$E_1 = 4,44 W_1 f \Phi_M$$

$$E_2 = 4,44 W_2 f \Phi_M$$

Бирламчи ва иккиламчи чўлғамлар ЭЮКларнинг ёки ўрамлар сонининг бир-бирига нисбати трансформаторнинг трансформациялаш коэффициенти дейилади:

$$K = \frac{E_1}{E_2} = \frac{W_1}{W_2}$$

Токлар тенгламаси қуйидагича

$$I_x = I_1 + I_2 \frac{W_2}{W_3}$$

бунда I_x - трансформаторнинг салт ишлаш токи, I_1 ва I_2 бирламчи ва иккиламчи чўлғамидаги ўрамлар сонига тескари пропорционал.

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{W_2}{W_1}$$

Трансформатор истеъмолчига узатаётган P_2 қувватнинг манбадан олаётган P_1 қувватига нисбати трансформаторнинг фойдали иш коэффициенти дейилади:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100\%$$

ёки

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{P_2}{P_2 + P_{\Sigma 1} + P_{\Sigma 2} + P_x} = 1 - \frac{P_{\Sigma 1} + P_{\Sigma 2} + P_x}{P_2 + P_{\Sigma 1} + P_{\Sigma 2} + P_x}$$

Бунда: P_2 - трансформатор истеъмол юкчасининг актив қуввати; P_1 - тармоқдан трансформаторнинг бирламчи чўлғамига келувчи актив қувват;

P_k ва P_c - қисқа туташув ва соат ишлашдаги қувват исрофи; P_1 ва $P_{\Sigma 2}$ - бирламчи ва иккиламчи чўлғамдаги энергия исрофи;

Ҳар қандай юкламадаги ф.и.к. қуйидаги формула орқали аниқлаш мумкин:

$$\eta = \frac{\beta S_{\text{НОМ}} \cdot \cos \varphi_2}{\beta S_{\text{НОМ}} \cdot \cos \varphi_2 + P + \beta^2 P}$$

бу ерда: $\beta = \frac{I_2}{I_{\text{НОМ}}}$ - юклама коэффициенти;

$S_{\text{НОМ}} = U_{1\text{НОМ}} \cdot I_{1\text{НОМ}}$ - тўлиқ қувват, $\cos \varphi_2$ - иккиламчи чўлғамдаги қувват коэффициенти.

Масалалар

7.1-масала. Трансформаторнинг амалий магнит оқими $\phi = 2 \times 10^{-3} \text{ Вб}$, ток частотаси $f = 50 \text{ Гц}$ ва иккиламчи чўлғамдаги Э.Ю.К $E_2 = 220 \text{ В}$.

Иккиламчи чўлғамнинг ўрамлари сонини аниқланг.

7.2-масала. Трансформаторнинг бирламчи чўлғамига берилган ўзгарувчан ток кучланиши $U = 220 \text{ В}$, частотаси $f = 50 \text{ Гц}$. Трансформатор ўзагининг актив кесим юзаси $S = 7,6 \text{ см}^2$, магнит индукциянинг амплитуда қиймати $B_m = 0,95 \text{ тл}$, иккиламчи чўлғам ўрамлари сони $W = 40$. Трансформация коэффициенти аниқланг.

7.3-масала. Қуввати $S = 15 \text{ кВ} \cdot \text{А}$ бўлган трансформаторнинг бирламчи чўлғами кучланиши $U = 3 \text{ В}$ доимий ток тармоғига уланган. Бунда амперметрнинг кўрсатиши $I = 25 \text{ А}$. Кейин трансформатор кучланиши 220 В ва частотаси 50 Гц бўлган ўзгарувчан ток тармоғига уланди. Бунда салт юришда амперметрнинг кўрсатиши $I = 6 \text{ А}$, ваттметрники $P_c = 90 \text{ вт}$. Иккиламчи чўлғамда кучланиш $U_2 = 36 \text{ В}$. Бирламчи ва иккиламчи чўлғамдаги исрофлар бир-бирига тенг: $\cos \varphi = 0,9$.

Қуйидагиларни аниқланг:

- бирламчи чўлғамнинг актив қаршилиги;
- бирламчи чўлғамнинг тўла ва индуктив қаршиликлари;
- фойдали иш коэффициенти.

7.4-масала Трансформаторларнинг салт юришида бирламчи чўлғамнинг кучланиши $U_1 = 220 \text{ В}$, ток $I_c = 1,2 \text{ А}$, исрофлари $P_c = 150 \text{ Вт}$.

Салт юришдаги реактив қаршилиқни аниқланг.

7.5-масала. Уч фазали трансформатор ўрамлари сони $W_1 = 1836$ ва $W_2 = 135$. бирламчи чўлғамнинг линия кучланиши $U_1 = 300 \text{ В}$. Трансформатор чўлғамлари юлдуз-юлуз (Y/Y) ва юлдуз-учбурчак (Y/Δ) усулида уланганда трансформация коэффициенти ва иккиламчи кучланишларини аниқланг.

7.6-масала. Уч фазали трансформатор қуйидаги катталикларга эга: номинал қувват $S_H = 1000 \text{ кВ} \cdot \text{А}$, бирламчи ва иккиламчи чўлғамлар кучланиши $U_{1H}=10\text{кВ}$ ва $U_{2H}=400\text{В}$, ўзакнинг кесим юзаси $Q=450 \text{ см}^2$, магнит индукциянинг амплитуда қиймати $B_M=1,5 \text{ Тл}$, ток частотаси $f=50 \text{ Гц}$. Электр энергия исрофи? Ўзакда $P_{\Sigma}=2,45 \text{ кВт}$, чўлғамларда эса $P_4=12,2 \text{ кВт}$. Истеъмолчининг қуввати $P_2=810 \text{ кВт}$, қувват коэффициенти $\cos \varphi_2 = 0,9$. Чўлғамларни бириктириш усули Δ/Y (учбурчак-юлдуз).

Қуйидагиларни аниқланг:

- 1.Бирламчи ва иккиламчи чўлғамлардаги ҳақиқий тоқлар.**
- 2.Чўлғам ўрамлари сони.**
- 3.Ҳақиқий ва номинал юкланишларга мувофиқ фойдали иш коэффициенти.**

7.7-масала. ТМ-100/10 типдаги уч фазали трансформаторнинг паспортда қуйидаги техникавий маълумотлар кўрсатилган:

номинал тўла қуввати $S_{НОМ} = 100\text{кВ} \cdot \text{А}$, юқори кучланиши $U_{1НОМ}=10 \text{ кВ}$;

Паст кучланиши $U_{2НОМ}=0,4 \text{ кВ}$;

салт ишлангандаги қувват исрофи (номинал кучланишда) $P_{II}=365 \text{ В}$;

қисқа туташувдаги қувват исрофи $P_{к.т.}=1970 \text{ Вт}$, қисқа туташув кучланиши $U_{к.т}=4,5\%$ (номинал кучланишга нисбатан);

чўлғамларни бириктириш усули Δ/Y -12.

Қуйидагиларни аниқланг.

- 1.Трансформация коэффициенти К;**
- 2.Бирламчи ва иккиламчи чўлғамлардаги номинал тоқлар;**
- 3.Трансформатор чўлғамларининг қисмлардаги кучланиш;**
- 4.Трансформатор чўлғамларининг номинал токига тўғри келган актив қаршиликлари;**
- 5.Трансформаторнинг қувват коэффициенти $\cos \varphi_2 = 0,8$ бўлиб (юкланиш актив-индуктив характерга эга),юклаш коэффициенти $\beta = 0,25; 0,5 \text{ } 0,75$ ва 1 бўлгандаги иш коэффициентлари;**
- 6.Қувват коэффициенти $\cos \varphi_2 = 0,8$ бўлиб, юклаши номинал бўлганда ($\beta = 1$) кучланиш ΔU нинг ўзгариши.**

Масалаларнинг ечимлари.

7.1-масала.

Ечиш. Магнит оқимининг амплитуда қиймати

$$\Phi_M = \phi\sqrt{2} = 2 \cdot 10^3 \cdot \sqrt{2} = 2,82 \cdot 10^{-3} \text{ Вб}$$

1. Иккиламчи чўлғамнинг ўрамлар сони қуйидагича аниқланади:

$$E_2 = 4,44 f \cdot W_2 \cdot \Phi_m$$

$$W_2 = \frac{E_2}{4,44 f \Phi_M} = \frac{220}{4,44 \cdot 50 \cdot 2,82 \cdot 10^{-3}} = 350 \text{ ўрам.}$$

7.2-масала.

Ечиш. 1. Қуйидаги тенгламадан магнит оқимининг амплитуда қийматини топамиз.

$$\Phi_M = B_M \cdot S$$

бунда: $S = 7,6 \text{ см}^2 = 7,6 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ -ўзакнинг актив кесим юзаси. Ҳар қандай трансформаторда ўзакнинг ҳақиқий кесим юзасидан тахминан 10% и ўша ўзакнинг пўлат тунокаларнинг изоляциясидан иборат:

$$\Phi_M = 0,95 \cdot 7,6 \cdot 10^{-4} = 7,32 \cdot 10^{-4} \text{ Вб}$$

2. Иккиламчи чўлғамнинг Э.Ю.К:

$$E_2 = 4,44 f \cdot W_2 \cdot \Phi_M = 4,44 \cdot 50 \cdot 40 \cdot 7,32 \cdot 10^{-4} = 6,5 \text{ В}$$

3. Трансформация коэффиценти:

$$K = \frac{E_1}{E_2} = \frac{220}{6,5} = 34,4$$

$$\text{бунда: } E_1 = U_1 = 220 \text{ В}$$

7.3-масала.

Ечиш. 1. Ом қонуни бўйича бирламчи чўлғамнинг актив қаршилигини топамиз:

$$R_1 = \frac{U}{I} = \frac{3}{25} = 0,12 \text{ Ом}$$

2. Бирламчи чўлғамнинг ўзгарувчан токка кўрсатаётган тўла қаршилиги

$$Z_1 = \frac{U_1}{I_1} = \frac{220}{6} = 36,6 \text{ А}$$

3. Бирламчи чўлғамларнинг индуктив қаршилиги:

$$X_1 = \sqrt{Z_1^2 - R_1^2} = \sqrt{(36,6)^2 - (0,12)^2} = 36,59 \text{ Ом}$$

4. Трансформаторнинг салт юришдаги бирламчи чўлғам исрофи:

$$P_c = I_c^2 \cdot R = 6^2 \cdot 0,12 = 4,3 \text{ Вт}$$

5. Ўзакдаги қувват исрофи:

$$P_{\Sigma} = P_c - P_{I_3} = 90 - 4,3 = 85,7 \text{ Вт}$$

Электр исрофлар кам бўлгани учун улар ҳисобга олинмайди ва $P_{\Sigma} = P_c$ деб ҳисобланади.

6. Бирламчи чўлғамнинг номинал токи:

$$I_{1H} = \frac{S_H}{U_H} = \frac{15000}{220} = 85,7 \text{ А}$$

7. Трансформаторнинг номинал юкланишда бирламчи чўлғамнинг электр исрофи:

$$P_{1H} = I_{1H}^2 \cdot R = (85,7)^2 \cdot 0,12 = 472 \text{ Вт}$$

8. Масаланинг шarti буйича бирламчи ва иккиламчи чўлғамлардаги электр исрофлари бир-бирига тенг: $P_{1H} = P_{2H}$. Шунинг учун трансформатордаги исрофлар йиғиндиси:

$$\Sigma P = P_{1H} + P_{2H} + P_{\Sigma} = 472 + 472 + 90 = 1034 \text{ Вт}$$

9. Номинал юклама билан юкланган трансформаторнинг фойдали иш коэффициенти:

$$\eta_H = \frac{P_1 - \Sigma P}{P_1} = \frac{S_H \cdot \cos \varphi_H - \Sigma P}{S_H \cdot \cos \varphi_H} = \frac{15000 \cdot 0,9 - 1034}{15000 \cdot 0,9} = 0,902$$

7.4-масала.

1. Бирламчи чўлғамнинг актив қаршилиги:

$$R_1 = \frac{P_c}{I_c^2} = \frac{150}{(1,2)^2} = 104,2 \text{ Ом}$$

2. Бирламчи чўлғамнинг тўла қаршилиги:

$$Z_1 = \frac{U_1}{I_2} = \frac{220}{1,2} = 183,3 \text{ Ом}$$

3. Трансформаторнинг салт юришдаги реактив қаршилиги:

$$X_c = \sqrt{Z_1^2 - R_1^2} = \sqrt{183,3^2 - 104,2^2} = 151 \text{ Ом}$$

7.5-масала

Ечиш.

1. Чўлғамлар юлдуз-юлдуз усулида уланган.

Трансформация коэффициенти:

$$K_{Y/Y} = \frac{W_1}{W_2} = \frac{1836}{135} = 13,6$$

Иккиламчи чўлғамдаги кучланиш:

$$\frac{W_1}{W_2} = \frac{U_1}{U_2} = 13,6$$

Демак:

$$U_2 = \frac{U_1}{13,6} = \frac{3000}{13,6} = 220 \text{ В}$$

2. Чўлғамнинг юлдуз-учбурчак усулида уланган. Бунда трансформация коэффициенти $\sqrt{3}$ марта кўпаяди:

$$K_{Y/Y} = \sqrt{3} \cdot K_{Y/Y} = \sqrt{3} \cdot 13,6 = 23,5$$

Иккиламчи чўлғамдаги кучланиш:

$$\frac{U_1}{U_2} = 23,5 \quad U_2 = \frac{U_1}{23,5} = \frac{3000}{23,5} = 127 \text{ В}$$

7.6-масала.

Ечиш.

1. Чўлғамдаги тоқлар:

$$S_H = \sqrt{3} \cdot I_{1H} \cdot U_{1H}; \text{ демак } I_{1H} = \frac{S_H \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot U_{1H}} = \frac{1000 \cdot 1000}{1,73 \cdot 10000} = 58 \text{ А},$$

$$I_{2H} = \frac{S_H \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot U_{2H}} = \frac{1000 \cdot 1000}{1,73 \cdot 400} = 1445 \text{ А}$$

2. Трансформаторнинг юклама-коэффициенти:

$$K_{\text{ю}} = P_{\text{2/}S_H} \cdot \cos \varphi_2 = 810/1000 \cdot 0,9 = 0,9$$

3. Чўлғамлардаги ҳақиқий юкланишдаги тоқлар:

$$I_1 = K_{\text{ю}} \cdot I_{1H} = 0,9 \cdot 58 = 52 \text{ А},$$

$$I_2 = K_{\text{ю}} \cdot I_{2H} = 0,9 \cdot 1445 = 1300 \text{ А}$$

4. Чўлғамлардаги кучланишлар тушиши ҳисобга олинмаса:
- бирламчи чўлғамнинг фаза Э.Ю.К

$$E_{1\phi} \approx U_{1H} = 10000 \text{ В}$$

- иккиламчи чўлғамнинг фаза Э.Ю.К

$$E_{2\phi} \approx U_{2H} / \sqrt{3} = 400 / \sqrt{3} = 230 \text{ В}$$

5. Чўлғамнинг ўрамлар сони қуйидаги тенгламадан топилади:

$$E_{1\phi} = 4,44 f \cdot W_1 \cdot \Phi_m, \quad \Phi_m = B_m \cdot Q = 1,5 \cdot 450 \cdot 10^{-4} = 67,5 \cdot 10^{-3} \text{ Вб}$$

Демак:

$$E_{1\phi} = 4,44 \cdot 50 \cdot W_1 \cdot 67,5 \cdot 10^{-3}$$

$$W_1 = E_{1\phi} / (4,44 \cdot 50 \cdot 67,5 \cdot 10^{-3}) = 10000 / (4,44 \cdot 50 \cdot 67,5 \cdot 10^{-3}) = 667$$

$$\frac{W_1}{W_2} = \frac{E_{1\phi}}{E_{2\phi}}, \quad W_2 = \frac{W_1 \cdot E_{2\phi}}{E_{1\phi}} = \frac{667 \cdot 230}{10000} = 15,3$$

6. Трансформаторнинг фойдали иш коэффициентлари:

-номинал юкланишда;

$$\eta_H = \frac{S_H \cos \varphi_2}{S_H \cos \varphi_2 + P_y + P_q} = \frac{1000 \cdot 0,9}{1000 \cdot 0,9 + 2,45 + 12,2} = 98,4\%$$

ҳақиқий юкланишда:

$$\eta = \frac{K_{ю} \cdot S_H \cdot \cos \varphi_2}{K_{ю} \cdot S_H \cdot \cos \varphi_2 + P_y + P_q} = \frac{0,9 \cdot 1000 \cdot 0,9}{0,9 \cdot 1000 \cdot 0,9 + 2,45 + 12,2} = 98,5\%$$

7.6-масала.

1.Ечиш. Трансформация коэффициенти.

$$K = \frac{U_{1HOM}}{U_{2HOM}} = \frac{10}{0.4} = 25$$

2.Чўлғамлардаги тоқлар

$$I_{1HOM} = \frac{3_{HOM}}{\sqrt{3} \cdot U_{1HOM}} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 10} = 5,78 \text{ A};$$

$$I_{2HOM} = \frac{S_{HOM}}{\sqrt{3} \cdot U_{2HOM}} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 144,5 \text{ A};$$

3.Трансформатор салт ишлаганда фаза чўлғамларининг қисмларидаги кучланиши:

$$U_{10\phi} = \frac{U_{1HOM}}{\sqrt{3}} = \frac{10000}{\sqrt{3}} = 5788 \text{ B}$$

$$U_{20\phi} = \frac{U_{2HOM}}{\sqrt{3}} = \frac{400}{\sqrt{3}} = 231 \text{ B}$$

4.Чўлғамларнинг актив қаршилиқлари.

Трансформаторнинг қисқа туташув пайтидаги қувват исрофи иккала чўлғамларнинг қувват исрофлари йиғиндисига тенг:

$$P_{K.T} = 3r_1 \cdot I_{1HOM}^2 + 3 \cdot r_2 \cdot I_{2HOM}^2$$

Қисқа туташув тажрибаси вақтида чўлғамлардан номинал ток оқиб ўтади. Шунинг учун.

$$3 \cdot r_1 \cdot I_{1HOM}^2 = 3 \cdot r_2 \cdot I_{2HOM}^2$$

У ҳолда бирламчи чўлғам учун

$$3 \cdot r_1 \cdot I_{HOM}^2 = P_{K.T} / 2, \text{ бундан } r_1 = \frac{P_{K.T}}{2 \cdot 3 \cdot I_{HOM}^2}$$

Демак,

$$r_1 = \frac{1970}{2 \cdot 3 \cdot 5,78^2} = \frac{1970}{200,4} = 9,83 \text{ Ом}$$

Чўлғамларнинг электр қаршилиги температурага боғлиқ бўлиб, трансформатор салт ишлашдан номинал юкланишга ўтганда ўзгаради.

5. Трансформаторнинг юқорида кўрсатилган қувват коэффиценти ва юкланиш коэффицентларга мос фойдали иш коэффицентлари қуйидагича аниқланади:

$$\eta = \frac{\beta \cdot S_{\text{НОМ}} \cdot \cos \varphi}{\beta \cdot S_{\text{НОМ}} \cos \varphi_2 + P_n + \beta^2 P};$$

$$\eta_{0,25} = \frac{0,25 \cdot 100 \cdot 10^3 \cdot 0,5}{0,25 \cdot 100 \cdot 10^3 \cdot 0,8 + 365 + 0,25^2 \cdot 1970} = 0,9790$$

$$\eta_{0,50} = \frac{0,50 \cdot 100 \cdot 10^3 \cdot 0,8}{0,50 \cdot 100 \cdot 10^3 \cdot 0,8 + 365 + 0,50^2 \cdot 1970} = 0,9760;$$

$$\eta_{0,75} = \frac{0,75 \cdot 100 \cdot 10^3 \cdot 0,8}{0,75 \cdot 100 \cdot 10^3 \cdot 0,8 + 365 + 0,75^2 \cdot 1970} = 0,9760;$$

$$\eta_1 = \frac{1 \cdot 100 \cdot 10^3 \cdot 0,8}{1 \cdot 100 \cdot 10^3 \cdot 0,8 + 365 + 1^2 \cdot 1970} = 0,9716$$

Одатда, трансформатор чўлғамларидаги қувват исрофи билан пўлат ўзакдаги қувват исрофи тенглашгандаги юкланиш коэффицентида трансформаторнинг фойдали иш коэффиценти максимал бўлади:

$$\beta^2 P_{\text{К.Т.}} = P_{\text{П}}$$

У ҳолда изланаётган оптимал юкланиш коэффиценти:

$$\beta = \sqrt{\frac{P_{\text{П}}}{P_{\text{К.Т.}}}} = \sqrt{\frac{365}{1970}} = \sqrt{0,1852} \approx 0,43$$

Мустақил ечиш үчүн масалалар

1-масала. Бир фазали трансформаторнинг максимал магнит оқими $\Phi_M = 12 \cdot 10^{-4} \text{ Вб}$.

Чўлғамларнинг ўрамлар сони тегишлича $W_1=1000$ ва $W_2=100$. Агар тармоқ токининг частотаси $f=50\text{Гц}$ бўлса, трансформаторнинг бирламчи ва иккиламчи чўлғамларида магнит оқим индукцияланган электр юритувчи куч миқдорлари ва трансформаторнинг трансформация коэффицентини аниқланг.

Ж: $E_1=266,4$; $E_2=23,4\text{В}$; $K=16$

2-масала. Тўла қуввати $S_{\text{НОМ}}=2\text{кВА}$ бўлган трансформатор чўлғамларининг кучланишлари тегишлича $U_{\text{НОМ}}=800 \text{ В}$. Трансформаторнинг максимал магнит оқими $\Phi_M = 22,5 \cdot 10^{-4} \text{ Вб}$. Бирламчи ва иккиламчи чўлғамларининг номинал токлари, ўрамлар сони ва тўла қаршиликларини аниқланг.

Ж: $I_H=2,5 \text{ А}$; $I_{2H}=20\text{А}$; $W_1=1600$; $W_2=200$; $Z_1=320 \text{ Ом}$; $Z_2=5 \text{ Ом}$

3-масала. Кўп чўлғамли трансформаторнинг 220 В га мўлжалланган бирламчи чўлғамнинг ўрамлар сони $W_1=1100$. Иккиламчи чўлғамлардан тегишлича 6В, 24В ва кучланишлар олинади. Шу чўлғамларнинг ўрамлар сонини аниқланг.

Ж: $W_2=30$; $W_3=120$; $W_1=600$

4- масала. Тармоқ кучланиши иккита трансформатор ёрдамида 3000 вольтдан 400 вольтгача пасайтирилди. Сўнгра 400 вольтдан 40 вольтгача пасайтирилди.

Трансформаторларнинг фойдали иш коэффициентлари тегишлича $\eta_1 = 0,85$ ва $\eta_2 = 0,6$ Иккинчи трансформатордан истеъмол қилинаётган актив қувват $P=5,1$ кВт бўлса, биринчи трансформаторнинг кириш томондаги актив қувватини аниқланг,

Ж: $P_1=10$ кВт

5-масала. Чўлғамларнинг уланиш схемаси Y/Y бўлган уч фазали трансформатор бирламчи чўлғамнинг линия кучланиши $U_{1л}=380В$, иккиламчи чўлғам линия кучланиши $U_{2л}=220 В$, трансформатор чўлғамларининг уланиш схемалари:

1) 1) Δ/Δ 2) Y/Δ 3) Δ/Y бўлганда, иккиламчи чўлғамнинг линия кучланишларини аниқланг. Ж: 380/220 В бўлади.

6-масала. Бирламчи чўлғамли $U_1=220В$ кучланишга мўлжалланган автотрансформаторнинг ўрамлар сони $W_1=880$. Иккиламчи чўлғамдан 110В; 55В; 36В; 12В кучланиш олиш учун нечанчи ўрамлардан сўнг чиққанларни чиқариш керак?

Ж: $W_2=440$. 220. 144 ва 48

7-масала. Трансформаторнинг бирламчи чўлғами $n_1 = 11000$ ўрамдан иборат бўлиб, у 220 В кучланишга уланган. Иккиламчи ўрам қаршилиги 10м бўлиб, чиқаётган кучланиш 3В ва ток кучи 2 ампер бўлса, иккиламчи чўлғамдаги ўрамлар сонини топинг.

Ж: $n_2=250$

8- БОБ АСИНХРОН ВА СИНХРОН МАШИНАЛАР

Роторнинг айланиш тезлиги статор магнит майдонининг айланиш тезлигидан орқада қолиши сирпаниш дейилади:

$$S = \frac{n_1 - n_2}{n_1}; \quad S = \frac{n_1 - n_2}{n_1} \cdot 100\% \quad (1)$$

бу ерда n_1 -магнит оқимининг айланиш тезлиги;
 n_2 -роторнинг айланиш тезлиги.

Асинхрон двигатель чўлғамларини айланувчи магнит оқим кесиб ўтади ва уларда электр юритувчи кучларни вужудга келтиради:

$$E_1 = 4,44 f_1 W_1 \cdot \Phi_M \cdot K_1 \quad (2)$$

$$E_2 = 4,44 f_2 W_2 \cdot \Phi_M \cdot K_2 \quad (3)$$

E_1 ва E_2 – статор ва ротор чўлғамларининг ЭЮК лари;

f_1 ва f_2 – статор ва ротор ЭЮК ларнинг частотаси:

Φ_M – магнит оқими амплитудаси; K_1 ва K_2 – статор ва ротор чўлғамларининг доимий коэффициентлари.

Ротор чўлғаида уйғотилган эюк нинг частотаси қуйидаги ифода билан аниқланади:

$$f_2 = f_1 \cdot S \quad (4)$$

бу ҳолда ротор ЭЮК

$$E_{2S} = 4,44 S f_1 W_2 \cdot \Phi_M \cdot K_2 \quad (5)$$

(2) ва (3) формулаларни бир – бирига ҳадма-ҳад бўлсак, қуйидагиларни оламиз;

$$\frac{E_1 = 4,44 f_1 W_1 \Phi_M K_1}{E_2 = 4,44 f_1 W_2 \Phi_M K_2} = \frac{W_1}{W_2} \quad (6)$$

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{W_1}{W_2} = K_E \quad (7)$$

K_E – ЭЮК лар трансформация коэффициенти.

Ротор чўлғамидан ток ўтганда унинг ўтказгичлари атрофида сочилиш оқимлари вужудга келади. Бу оқимлар роторнинг индуктив қаршилигини ҳосил қилади. Ротор айланмаётганда бу қаршилиқ максимал бўлади:

$$x_2 = 2\pi f_1 L_2 \quad (8)$$

Ротор айланаётганда,

$$x_{2S} = 2\pi f_2 L_2 = 2\pi f_1 \cdot S \cdot L_2 \quad (9)$$

Бунда: x_{2S} -айланаётган роторнинг индуктив қаршилиги, L -ротор чўлғамининг индуктивлиги.

(8) ва (9) тенгламадан қуйидаги ифодани келтириб чиқариш мумкин:

$$x_{2S} = x_2 \cdot S \quad (10)$$

Ом қонуни бўйича ротор чўлғаидаги ток қуйидаги формуладан аниқланади:

$$I_2 = \frac{E_{2S}}{Z_2} = \frac{E_{2S}}{\sqrt{R_2^2 + x_{2S}^2}} \quad (11)$$

Бунда $Z_2 = \sqrt{R_2^2 + x_{2s}^2}$ - ротор чўлғамининг тўла қаршилиги.

Асинхрон двигателнинг айлантирувчи моменти Φ айланувчи оқим ва ротор токининг актив ташкил этувчиси $I_2 \cos \varphi_2$ билан аниқланади:

$$M = C\Phi I_2 \cdot \cos \varphi_2 \quad (12)$$

Бунда C -доимий коэффициент.

(12) тенгламада I_2 токнинг ўрнига унинг (11) ифодаларини қўйиб момент сирпанишига боғланишини топамиз:

$$M = C\Phi \frac{E_{2s}}{\sqrt{R_2^2 + x_{2s}^2}} \cdot \frac{R_2}{\sqrt{R_2^2 + x_{2s}^2}} = \frac{S \cdot E_2 \cdot R_2}{R_2^2 + x_2^2 \cdot S^2} C\Phi = \frac{E_{2s} \cdot R_2}{R_2^2 IS + x_2^2 S} \cdot C \cdot \Phi$$

бунда $\cos \varphi_2 = \frac{R_2}{\sqrt{R_2^2 + x_{2s}^2}}$ - айланаётган роторнинг қувват коэффициенти.

Ротор айланиш тезлиги қуйидаги формуладан аниқланади:

$$n_2 = n_1(1 - S) \text{ ёки } n_2 = \frac{60 f_1}{p} \cdot (1 - S)$$

бунда: n_2 -роторнинг айланиш тезлиги,

n_1 -статор магнит майдонининг айланиш тезлиги, f_1 -статор токининг частотаси, p -қутбларнинг жуфт сони, S -сирпаниш.

Масалалар

8.1-масала.

Тўрт қутбли асинхрон двигатель частотаси $f = 50 \text{ Гц}$ уч фазали ток тармоғига уланган ва $n_2 = 1440$ айл/дақ.тезлик билан айланаяпти. Сирпанишини аниқланг.

8.2-масала.

Асинхрон двигатель частотаси $f = 50 \text{ Гц}$ уч фазали ток тармоғига уланган ва магнит майдонининг тезлиги $n_1 = 1000$ айл/дақ. Қутбларнинг жуфтлар сонини аниқланг.

8.3-масала.

Уч фазали икки қутбли асинхрон двигатель номинал юкланганда сирпаниши $S = 4\%$. Статорга берилган ўзгарувчан токнинг частотаси $f = 50 \text{ Гц}$. Роторнинг айланиш тезлигини аниқланг.

8.4-масала.

Уч фазали асинхрон двигателнинг магнит оқими $\Phi_M = 4 \cdot 10^{-3} \text{ Вб}$, учбурчак усулида уланган статор чўлғамида қўзғатилган ЭЮК $E=220\text{В}$, токнинг частотаси $f_1 = 50\text{Гц}$, статор чўлғамининг коэффиценти $k_1 = 0,95$. Статор чўлғами бир фазасининг ўрамлар сонини аниқланг.

8.5-масала.

Айланмаётган асинхрон двигатель роторининг индуктив қаршилиги $x = 1,45\text{ом}$. Сирпаниш $S = 0,04$ билан айланаётган роторнинг индуктив қаршилигини топинг.

8.6-масала.

Ротори қисқа туташган асинхрон двигателнинг статор чўлғами юлдуз усули билан уланган ва унга линия кучланиши $U_\Delta = 380\text{В}$, частотаси $f = 50\text{Гц}$ уч фазали ток берилган. Двигателнинг паспортида қуйидаги номинал маълумотлар берилган: сирпаниш $S=4\%$, статорнинг ҳар битта фазадаги ўрамлар сони $W_1 = 80$, ротор $W_2 = 10$, магнит оқими $\Phi_M = 1,3 \cdot 10^{-2} \text{ Вб}$. Қуйидагилар аниқланг.

-ротор айланмаётган ва айланаётган вақтда статор ҳамда ротор чўлғамларидаги ЭЮК лар,
-трансформация коэффиценти.

8.7-масала.

Уч фазали ротори қисқа туташган асинхрон двигатель паспортида қуйидаги маълумотлар берилган: номинал қуввати $P_{НОМ} = 11\text{кВт}$, кучланиш $U_{НОМ} = 380\text{В}$, роторнинг айланиш тезлиги $n_2 = 975$ айл/дақ, фикс $\eta = 0,855$, қувват коэффиценти $\cos \varphi = 0,83$, юргизиш токининг карралиги $I_{\Delta} / I_{НОМ} = 2$ ўта юкланиш қобиляти $M_{\max} / M_{НОМ} = 2,2$, токнинг частотаси $f = 50\text{Гц}$, статор магнит майдонининг айланиш тезлиги $n_1 = 1000$ айл/дақ. Қуйидагиларни аниқланг.

-двигатель истъемол қиладиган қувват;
-номиналь, юргизиш ва максимал моментларини;
-номинал ва юргизиш токлари;
-номинал сирпанишни;
-ротордаги токнинг частотасини;
-электр энергиянинг йўқотилиши.

Тармоқнинг кучланиши 20% га пасайганда двигателни юргизиш мумкинми?

8.8-масала.

Синхрон генераторнинг паспортида қуйидаги маълумотлар берилган: ўрамлар сони $W = 226$, чўлғам коэффиценти $K_1 = 0,8$, айланиш тезлиги $n_1 = 1500$ айл/дақ, қутбларнинг жуфтлар сони $P = 2$, қўзғатиш чўлғами ҳосил қиладиган магнит оқим $\Phi_M = 0,01\text{Вб}$. Салт режимида генераторнинг ЭЮК аниқланг.

8.9-масала.

4А160S6УЗ типдаги уч фазали қисқа туташган роторли асинхрон двигатель юргизиш моментининг номинал моментга нисбати 1,2 бўлиб юкланиш тўла (номинал) бўлган ана шундай двигателни тармоқ кучланиши 5 ва 10% камайганда юргизиш мумкинми?

8.10-масала.

Цехга ўрнатилган уч фазали асинхрон двигателларнинг истеъмол қиладиган умумий актив қуввати $P_{\text{дв}} = 20 \text{ кВт}$, кучланиши $U_{\text{ном}} = 380 \text{ В}$ ва қувват коэффициентларининг ўртача қиймати $\cos \varphi_{\text{ур}} = 0,7$. Ёритгич лампаларининг истеъмол қиладиган умумий қуввати $P_{\text{лп}} = 20 \text{ кВт}$. Цехнинг қувват коэффициенти 0,95 гача ошириш учун конденсаторлар батареясида фойдаланиш тавсия этилади. Қуйидагиларни аниқланг.

1. Конденсаторлар ўрнатилмасдан аввалги цех юкламаларининг умумий қуввати – P_1

2. Конденсаторлар батареясининг сифими – C .

3. Конденсаторлар батареяси ўрнатилмасдан аввал ва ўрнатилгандан сўнг линия симларидаги I_1 ва I_2 тоқлар

Масалаларнинг ечимлари

8.1-масала.

Ечиш.

1. Статор магнит майдонининг айланиш тезлиги:

$$n_1 = \frac{60 f}{P} = \frac{60 \cdot 50}{2} = 1500 \text{ айл / дак}$$

чунки қутбларнинг сони 4 га тенг бўлса, уларнинг жуфти 2 га тенг бўлади.

2. Сирпаниш.

$$S = \frac{n_1 - n_2}{n_1} \cdot 100\% = \frac{1500 - 1440}{1500} \cdot 100\% = 4\%$$

8.2-масала.

Ечиш.

1. Қутбларнинг жуфтлар сони: $P = \frac{60 f_1}{n_1} = \frac{60 \cdot 50}{1000} = 3$.

8.3-масала.

1. Статор магнит майдонининг айланиш тезлиги:

$$n_1 = \frac{60 f_1}{P} = \frac{60 \cdot 50}{1} = 3000 \text{ айл / дак}$$

2. Роторнинг айланиши тезлиги қуйидагича топилади;

$$S = \frac{n_1 - n_2}{n_1} \cdot 100\%,$$

$$S \cdot n_1 = (n_1 - n_2) \cdot 100,$$

$$S \cdot n_1 = 100 \cdot n_1 - 100 n_2$$

$$100 n_2 = 100 n_1 - S n_1,$$

$$n_2 = \frac{100 n_1 - S n_1}{100} = \frac{100 \cdot 3000 - 4 \cdot 3000}{100} = 2880 \text{ айл / дак}$$

8.4-масала.

Ечиш.

1. Статор чўлгами бир фазасининг ўрамлар сонини қуйидаги формуладан топамиз:

$$E = 4,44 f_1 \cdot W_1 \cdot \Phi_M \cdot K_1,$$

$$W_1 = \frac{E_1}{4,44 f_1 \Phi_M \cdot K_1} = \frac{220}{4,44 \cdot 50 \cdot 4 \cdot 10^{-3} \cdot 0,5} = 260 \text{ урам}.$$

8.5-масала.

Ечиш.

1.Сирпаниш $S = 0,04$ билан айланаётган раторнинг индуктив қаршилиги:

$$x_{2S} = x_n \cdot S = 1,45 \cdot 0,04 = 0,058 \text{ ом}.$$

8.6-масала.

Ечиш.

1.Статор чўлгамининг бир фазали индукцияланган ЭЮК:

$$E_1 = 4,44 \cdot f_1 \cdot W_1 \cdot \Phi_M \cdot K_1 = 4,44 \cdot 50 \cdot 80 \cdot 1,3 \cdot 10^{-2} \cdot 0,97 = 217 \text{ В}$$

2.Айланаётган раторининг ЭЮК:

$$E_2 = 4,44 \cdot f_1 \cdot W_2 \cdot \Phi_M \cdot K_2 = 4,44 \cdot 50 \cdot 10 \cdot 1,3 \cdot 10^{-2} \cdot 0,97 = 28 \text{ В}$$

3.Сирпаниши $S = 4\%$ билан айланаётган роторнинг ЭЮК:

$$E_{2S} = E_2 \cdot S = 28 \cdot 0,04 = 1,12 \text{ В}.$$

4.Трансформация коэффиценти:

$$K_E = \frac{E_1}{E_2} = \frac{217}{28} = 7,75$$

8.7-масала.

Ечиш.

1.Двигатель тармоқдан истъемол қиладиган қувват:

$$P_1 = P_{НОМ} / \eta = 11 / 0,855 = 12,86 \text{ кВт}.$$

2.Двигателнинг номинал моменти:

$$M_{НОМ} = 9,55 P_{НОМ} / n_2 = 9,55 \cdot 11 \cdot 1000 / 975 = 107,7 \text{ н.м}.$$

3.Номинал ва югизиш токлари:

$$P_{НОМ} = \sqrt{3} \cdot U_{НОМ} \cdot I_{НОМ} \cdot \cos \varphi_{НОМ} \cdot \eta,$$

$$I_{НОМ} = \frac{11 \cdot 1000}{1,73 \cdot 380 \cdot 0,855 \cdot 0,83} = 23,6 \text{ А}.$$

Юргизиш токи:

$$I_{Ю} = I_{НОМ} \cdot 7 = 23,6 \cdot 7 = 165,2 \text{ А}$$

4.Юргизиш ва максимал моментлар:

$$M_{MAX} = 2 \cdot 2 \cdot M_{НОМ} = 2,2 \cdot 107,7 = 237 \text{ н.м}$$

$$M_{Ю} = 2 \cdot M_{НОМ} = 2 \cdot 107,7 = 215,4 \text{ н.м}$$

5.Номинал сирпаниш:

$$S = \frac{n_1 - n_2}{n_1} \cdot 100\% = \frac{1000 - 975}{1000} \cdot 100\% = 2,5\%.$$

6.Ротор токининг частотаси:

$$f_2 = f_1 \cdot S = 50 \cdot 0,025 = 1,25 \text{ Гц}.$$

7.Тармоқнинг кучланиши 20%га камайганда двигателдаги кучланиш $0,8 \cdot U_{НОМ}$ бўлади. Двигателнинг моменти кучланишнинг квадратига пропорционал бўлгани учун юргизиш моменти:

$$M_{Ю}^1 = \frac{0,8U_{НОМ}}{U_{НОМ}^2} \cdot M_{Ю} = 0,64 \cdot 215,4 = 138 \text{ Н.м},$$

$$M_{Ю}^1 > M_{НОМ} \quad 138 > 107,7.$$

Шунинг учун двигателни юргизиш мумкин.

8.8-масала.

Ечиш.

1.ЭЮКнинг частотаси:

$$n_1 = \frac{60 f_1}{P} : f_1 = \frac{P n_1}{60} = \frac{2 \cdot 1500}{60} = 50 \text{ Гц}.$$

2.Генераторнинг ЭЮК:

$$E = 4,44 f_1 \cdot W_1 \cdot \Phi_M \cdot K_1 = 4,44 \cdot 50 \cdot 226 \cdot 0,01 = 401 \text{ В}.$$

8.9-масала.

Ечиш.

Асинхрон двигателнинг айлантйувчи моменти.

$$M = c U_1^2 \frac{r_2 \cdot S}{r_2^2 + x_2^2 \cdot S^2}$$

формуладан кўриниб турибдики, двигателнинг айлантйувчи моменти тармоқ кучланишнинг квадратига пропорционал.

Агар тармоқ кучланиши 5%га камайса, $U_1^1 = 0,95 \cdot U_1$ бўлиб, у холда айлантйувчи момент

$$M^1 = (0,95 U_1)^2 \text{ ёки } \frac{M}{M_{НОМ}} = 0,9$$

кучланиш номинал бўлгандаги (яъни $U_1 = U_{НОМ}$) юргизиш моменти $M_{Ю} = 1,2 M_{НОМ}$. У холда тармоқ кучланиши 5% га камайгандаги юргизиш моменти

$$M_{Ю}^1 = 0,9 M_{Ю} = 0,9 \cdot 1,2 \cdot M_{НОМ} = 1,08 M_{НОМ}$$

Демак, бундай шароитда двигателнинг юргизиш моменти унинг номинал моментидан ката бўлиб, тўла юклама билан ишлай олади.

Агар тармоқ кучланиши 10% га камайиб, $U_1^{11} = 0,9 U_1$ ни ташкил этса, айлантйувчи моменти.

$$M_{Ю}^{11} = 0,81 M_{Ю} = 0,81 \cdot 1,2 \cdot M_{НОМ} = 0,972 M_{НОМ}$$

Демак, тармоқ кучланиши номиналга нисбатан 10%га камайганда двигателнинг юргизиш моменти номинал моментидан кичик.

Бундай шароитда двигателни номинал нагрузка билан юргизиб бўлмайди.

Энди двигателни номинал нагрузка билан юргизиш мумкин бўлган кучланишнинг чегара қийматини аниқлаймиз. Бу юргизиш моментининг номинал моментигади улуши β билан характерланади:

$$\beta = \sqrt{\frac{M_{НОМ}}{M_{Ю}}} = \sqrt{\frac{M_{НОМ}}{1,2 M_{НОМ}}} = \sqrt{\frac{1}{1,2}} = \sqrt{0,833} = 0,91$$

8.10-масала.

Ечиш.

Конденсаторлар батарияси ўрнатилмасдан аввалги умумий актив қувват:

$$P_1 = P_{\partial\partial} + P_{\partial p} = 300 + 20 = 320 \text{ кВт}$$

Реактив қувват:

$$Q_1 = P_{\partial\partial} \cdot \operatorname{tg} \varphi_{yp} = 300 \cdot 1 = 300 \text{ кВАр} (\operatorname{tg} \varphi_{yp} = 1).$$

$\cos \varphi_1$ ни аниқлаш учун, $\operatorname{tg} \varphi_1$ ни топамиз:

$$\operatorname{tg}_1 = \frac{Q_1}{P_1} = \frac{300}{320} = 0,938 \text{ у вақтда } \cos \varphi_1 = 0,734:$$

$$\cos \varphi_2 = 0,95 \text{ бўлганда } \operatorname{tg}_2 = 0,328.$$

2.Керакли конденсаторлар батареясининг сигими:

$$C = \frac{P(\operatorname{tg} \varphi_1 - \operatorname{tg} \varphi_2)}{W \cdot U^2} = \frac{300 \cdot (0,938 - 0,328) \cdot 10^3}{314 \cdot 380^2} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ Ф}.$$

3.Линия симларидаги тоқлар:

$$I_1 = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{НОМ}} \cdot \cos \varphi_1} = \frac{320 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,734} = 663,17 \text{ А},$$

$$I_2 = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{НОМ}} \cdot \cos \varphi_2} = \frac{320 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,95} = 512,4 \text{ А},$$

Мустақил ечиш учун масалалар.

1-масала.

Асинхрон двигателнинг 1440 айл/мин частота билан айланувчи ротори частотаси $f = 50$ Гц бўлган уч фазали ток тармоғига уланган. Сирпаниши нимага тенг?

Ж: $S = 4\%$

2-масала.

АОЛ-12-6 маркадаги двигатель $n_2 = 915$ айл/мин номинал айланиш частотасига эга. Номинал силжишини аниқланг.

Ж: $S_{\text{НОМ}} = 8,5\%$.

3-масала.

3000 айл/мин синхрон частота билан айланувчи асинхрон двигател айланувчи магнит майдонинг бурчак частотасини аниқланг.

Ж: $W = 314 \text{ рад/с}$

4-масала.

Частотаси $f = 50$ Гц ва кучланиши $U = 220 \text{ В}$ кучланишли ўзгарувчан ток тармоғига уланган 6 та қутбли асинхрон двигателнинг айланувчи магнит майдонининг частотаси топинг.

Ж: $n_1 = 1000 \text{ айл/мин}$

5-масала.

$n_2 = 1370 \text{ айл / мин}$ частота билан айланувчи АОЛБ-011-4 маркали асинхрон двигателнинг сирпанишини аниқланг.

Ж; $S = 0,0866$.

6-масала.

$n = 1450 \text{ айл / мин}$ частотаси билан айланувчи 4АА63А4 маркали уч фазали асинхрон двигател роторининг ток частотаси ва сирпанишини аниқланг.

9-БОБ

ДОИМИЙ ТОК ЭЛЕКТР МАШИНАЛАРИ

Асосий формула ва тенгламалар

Ўзгармас ток машинаси Якорь чўлғамидаги ЭЮК

$$E = C_E \Phi_n = \frac{PN}{60a} \Phi_n,$$

бунда; C_E - электр доимийси, машина тузилиши катталикларига боғлиқ; Φ - магнит оқими; n -Якорьнинг айланиш частотаси; P -қутблар жуфти; N -Якорь актив ўтказгичларининг сони; a -Якорь чўлғамидаги ўрамлар жуфт сони.

Генератор қисқичларидаги кучланиши

$$U = E - I_A R_A$$

двигатель қисқичларидаги кучланиш

$$U = E + I_A R_A$$

бу ерда; E -Якорь чўлғамининг ЭЮКси, I_A -Якорь токи, R_A -Якорь занжирининг қаршилиги;

Генератор берадиган фойдали қувват

$$P_2 = UI.$$

Двигателга бериладиган қувват

$$P_1 = UI$$

бу ерда: U -қисқичлардаги кучланиш; I -ташқи занжирдаги ток; Электромагнит қувват

$$P_{\text{ЭМ}} = EI_M.$$

Генератор Якорьдаги уйғониш токи.

$$I_A = I + I_Y.$$

Двигателнинг параллел чўлғамидаги қўзғатувчи токи

$$I = I_A + I_Y.$$

Бу ерда: I_Y -чўлғамдаги қўзғатувчи ток.

Двигатель Якорьдаги ток.

$$I_A = \frac{U - E}{R_A} = \frac{U - C_E \Phi_n}{R_A}.$$

Занжирдаги двигателни қўзғатувчи токи.

$$I = \frac{U}{R_{YK}} = \frac{U}{R_K + R_P}.$$

R_{YK} -қўзғалтирилгандан кейинги занжирнинг умумий қаршилиги;

R_R - қўзғатилгандаги занжирдаги реастот қаршилиги. Двигател Якорьнинг айланиш частотаси.

$$n = \frac{E_A}{C_E \Phi} - \frac{U - IR_A}{C_E \Phi}.$$

Двигателнинг механик характеристикаси тенгламаси.

$$n = \frac{U}{C_E \Phi} - \frac{MR_A}{C_E C_M \Phi^2}.$$

Бу ерда М-двигателнинг айланттирувчи моменти;

C_M -двигатель доимийси.

Двигателнинг айланувчи моменти:

$$M = \frac{PN}{2\pi a} \Phi I_M = C_M \Phi I_Y$$
$$M = 9,55 P_2 / n.$$

Бу ерда P_2 -двигател валидаги қувват.

Генераторо ф.и.к.

$$\eta = \frac{P_{2r}}{P_1} = \frac{R_{2n}}{P_{2n} + \Sigma P} = \frac{UI}{UI + \Sigma P} = 1 - \frac{\Sigma P}{UI + \Sigma P}.$$

Бу ерда P_{2r} -генератор қисқичларидаги қуввати;

P_1 -механик қувват;

U-генератор қисқичлари орасидаги кучланиш:

I-юклама токи.

Двигатель ф.и.к.

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{P_1 - \Sigma P}{P_1} = \frac{UI - \Sigma P}{UI} = 1 - \frac{\Sigma P}{UI}.$$

Бу ерда P_2 -двигател валидаги қувват.

ΣP -исроф қувват йигиндиси ва куйидаги формуладан аниқланади.

$$\Sigma P = P_2 + P_3 = P_M + P_{MX} + P_{ЭВ} + P_{ЭЩ} + P_\delta.$$

Бу ерда P_X -салт ишлашдаги исроф;

P_3, P_M -электрик магнит исроф;

P_{MX} -механик исроф; $P_{ЭВ}$ -уйғотилган чулғамдаги исроф;

$P_{ЭЯ}$ -Якорь чулғамидаги исроф;

$P_{ЭШ}$ -электр чўткадаги исроф;

P_δ -қушимча исроф.

Масалалар

9.1-масала.

Ўзгармас ток двигателининг айланиш тезлиги 1000 айл/дақ, магнит оқими $\Phi = 2 \cdot 10^{-2} \text{ Вб}$, доимий коэффициент $C_d = 10$. Якорь чулғамида ҳосил қилинадиган ЭЮК ни аниқланг.

9.2-масала.

Ўзгармас ток машинасининг магнит индукцияси $B = 1 \text{ Тл}$, Якорь узунлиги $l = 0,25 \text{ м}$, қутиб бўлими $\tau = 0,1 \text{ м}$. Машинанинг магнит оқимини ҳисобланг.

9.3-масала.

Ўзгармас ток машинасининг магнит оқими $\Phi = 2 \cdot 10^{-2} \text{ Вб}$ қутбларнинг жуфтлар сони $p = 2$ айланиш тезлиги $n = 1000$ айл/дақ, параллел тармоқларнинг жуфтлар сони $a = 2$, Якорьнинг актив утказгичлари сони $N = 120$. Якорь ЭЮКини аниқланг.

9.4-масала.

Параллел қўзғатишли генераторнинг ЭЮК $E = 118 \text{ В}$, Якорь қаршилиги $0,05 \text{ ом}$, қўзғатувчи чулғамнинг қаршилиги $R_K = 25 \text{ ом}$, юкламанинг қаршилиги $R_{Ю} = 2 \text{ ом}$. Генератор қисқичларидаги кучланиш аниқланг.

9.5-масала.

Параллел қузғатишли генераторнинг ЭЮК . $E = 240B$, номинал токи $I_H = 108A$, қузғатувчи чўлғамнинг токи $I_K = 2A$. Электромагнит қувватини аниқланг.

9.6-масала.

Параллел қузғатишли двигателга $U = 220B$ берилган. Ишга туширувчи реостатсиз юргизиш токи $I_{Ю} = 275A$, Якорь ЭЮК $E = 210B$. Ишлаётган двигателнинг токени аниқланг.

9.7-масала.

Кетма-кет қузғатишли двигателда Якорь токи $I_J = 18A$, Якорь қаршилиги $R_J = 0,3 \text{ ом}$, қузғатувчи чулғамнинг қаршилиги $R_K = 0,2 \text{ Ом}$. Ўзгарувчи исрофларни аниқланг.

9.8-масала.

Икки қутбли параллел қузғатишли узгармас ток двигатели кучланиши $U = 220B$ тармоққа уланган. Двигатель истеъмол қиладиган ток $I_I = 62A$, қузғатувчи чулғамнинг қаршилиги $R_K = 110 \text{ Ом}$, Якорьнинг қаршилиги $R_J = 0,15 \text{ Ом}$, магнит оқими $\Phi = 0,02Bб$, Якорь утказгичларининг сони $N = 420$, параллел тармоқлар сони $a=1$.

Қуйидагиларни аниқланг.

-Якорь чўлғамидаги ЭЮК.

-двигателнинг айланиш тезлиги.

-номинал айлантирувчи момент.

-номинал қувват.

-фик

-ишга туширувчи токи $I_{Ю} = 3I_H$ бўлганидаги ишга туширувчи реостатнинг қаршилигини

-ишга тушириш реостати йуклигида юргизиш токенин қиймати.

9.9-масала.

Кетма-кет қузғатишли двигатель кучланиши $U = 220B$ тармоққа уланган. Якорьнинг айланиш тезлиги $n=1500$ айл/дақ токи $I = 44A$, айлантирувчи момент $M = 55 \text{ н.м}$. Якорь ва қузғатувчи чулғамларнинг умумий қаршилиги $R = 0,4 \text{ Ом}$. Электромагнит, фойдали ва истеъмол қиладиган қувватлар, электромагнит ва механик исрофларни аниқланг.

Масалаларнинг ечимлари.

9.1-масала.

Ечиш. 1. Якорь ЭЮК:

$$E = C_e \cdot \Phi \cdot n = 10 \cdot 2 \cdot 10^{-2} \cdot 1000 = 200B.$$

9.2-масала.

Ечиш.

$$\Phi = BT \cdot l = 1 \cdot 0,1 \cdot 0,25 = 0,025B\bar{c}$$

9.3-масала.

Ечиш.

$$E = \frac{P \cdot N}{60a} \cdot \Phi \cdot n = \frac{2 \cdot 120}{60 \cdot 2} \cdot 5 \cdot 10^{-2} \cdot 1000 = 100B$$

9.4-масала.

Ечиш. ЭЮК;

$$E = U + I_{\text{я}} R_{\text{я}}$$

бу тенгламада Якорь токи $I_{\text{я}}$ ноъмалум:

$$I_{\text{я}} = I_{\text{ю}} + I_{\text{к}}$$

бунда: $I_{\text{ю}} = \frac{U}{R_{\text{ю}}} = \frac{U}{2}$ юклама токи, $I_{\text{к}} = \frac{U}{R_{\text{к}}} = \frac{U}{25}$ қузғатувчи чўлғам токи.

Демак,

$$E = U + \left(\frac{U}{R_{\text{ю}}} + \frac{U}{R_{\text{к}}} \right) \cdot R_{\text{я}} = U + 0,05 \left(\frac{U}{25} + \frac{U}{2} \right)$$

ёки

$$118 = U + \frac{(2 + 25)}{1000} U$$

$$U = \frac{118000}{1027} = 114,9B$$

9.5-масала.

Ечиш. Якорьдан утаётган ток:

$$I_{\text{я}} = I_{\text{н}} - I_{\text{к}} = 108 - 2 = 106A.$$

Электромагнит қувват:

$$P_{\text{ЭМ}} = E \cdot I_{\text{я}} = 240 \cdot 106 = 25440Bm$$

9.6-масала.

Ечиш. Двигателни дастлаб ишга тушириш пайтида ЭЮК $E = 0$. Шунга асосланиб Якорь қаршилигини топамиз:

$$U = E + I_{\text{ю}} \cdot R_{\text{я}} = I_{\text{ю}} \cdot R_{\text{я}}$$

$$R_{\text{я}} = \frac{U}{I_{\text{ю}}} = \frac{220}{275} = 0,8\text{ом}$$

ишлаётган двигателнинг токи:

$$I = \frac{U - E}{R_{\text{я}}} = \frac{220 - 210}{0,8} = 12,5A$$

9.7-масала.

Ечиш. Двигатель чўлғамларининг тула қаршилиги:

$$R = R_{\text{я}} + R_{\text{к}} = 0,3 + 0,2 = 0,5 \text{ ом}.$$

Узгарувчан исрофлар чулғамларини қизитишга сарфланади. Шунинг учун:

$$\Delta P = I_{\text{я}}^2 \cdot R = 18^2 \cdot 0,5 = 162 \text{ Вт}.$$

9.8-масала.

Ечиш.

1.Қузғатувчи чулғам токи: $I_{\text{к}} = \frac{U}{R_{\text{к}}} = \frac{220}{110} = 2 \text{ А}.$

2.Якорь чулғамидаги ток: $I_{\text{я}} = I_1 - I_{\text{к}} = 62 - 2 = 60 \text{ А}$

3.Якорь чулғамидаги ЭЮК: $E = U - I \cdot R = 220 - 60 \cdot 0,15 = 211 \text{ В}$

4.Двигателнинг айлантурувчи моменти

$$M_{\text{ном}} = C_M \cdot \Phi \cdot R_{\text{я}} = \frac{PN}{2\pi \cdot \alpha} \cdot \Phi \cdot I_{\text{я}} = \frac{1 \cdot 420}{2 \cdot 3,14 \cdot 1} \cdot 0,02 \cdot 60 = 80 \text{ Н} \cdot \text{М}$$

Двигатель икки қутбли бўлгани учун унинг қутблари жуфтлар сони $P=1$.

5.Двигателнинг айланиш тезлиги:

$$E = C_E \Phi \cdot n$$

$$n = \frac{E}{C_E \Phi} = \frac{E}{\frac{PN}{60\alpha} \cdot \Phi} = \frac{211}{\frac{1 \cdot 420}{60 \cdot 1} \cdot 0,02} = 1507 \text{ айл/дақ}.$$

6.Номинал қуввати:

$$M_{\text{я}} = 9,55 \frac{P_{\text{н}}}{n_{\text{н}}};$$

$$P_{\text{н}} = \frac{M_{\text{н}} \cdot n_{\text{н}}}{9,55} = \frac{80 \cdot 1507}{9,55} = 12624 \text{ Вт}$$

7.Двигатель истеъмол қиладиган қувват:

$$P_1 = U \cdot I_1 = 220 \cdot 62 = 13640 \text{ Вт}$$

8.Номинал юкланишда двигателнинг ЭЮК $E=0$ (чунки $p_k=0$). Шунинг учун.

$$U = E + I_a(R_{\text{я}} + R_{\text{ю}}) = I_{\text{я}}(R_{\text{я}} + R_{\text{ю}})$$

демак,

$$I_{\text{я}} = \frac{U}{R_{\text{я}} + R_{\text{ю}}}$$

$R_{\text{ю}}$ -ишга туширувчи реостатнинг қаршилиги.

Ишга туширувчи токи $I_{\text{ю}} = 3I_{\text{н}}$ бўлгани учун:

$$3 \cdot I_{\text{н}} = \frac{U}{R_{\text{я}} + R_{\text{ю}}},$$

бундан

$$R_{\text{ю}} = \frac{U}{3 \cdot I_{\text{н}}} - R_{\text{я}} = \frac{220}{3 \cdot 62} - 0,15 = 1,05 \text{ ом}.$$

9.Ишга туширувчи реостат йўқлигида ишга туширувчи токнинг қиймати:

$$I = \frac{U}{R_{\text{я}}} = \frac{220}{0,15} = 1466 \text{ А}.$$

9.9-масала.

Ечиш.

1. Якорь чўлғамининг ЭЮК:

$$E = U - I_{\text{я}} R = 220 - 44 \cdot 0.4 = 202.4 \text{ В}$$

2. Электромагнит қувват:

$$P_{\text{ЭМ}} = E_{\text{я}} \cdot I_{\text{я}} = 202.4 \cdot 44 = 8905.6 \text{ Вт}$$

3. Фойдали қувват:

$$P_2 = \frac{M \cdot n}{9.55} = \frac{55 \cdot 1500}{9.55} = 8638.6 \text{ Вт}$$

4. Номинал кучланишда истеъмол қиладиган қувват:

$$P_1 = U_{\text{н}} \cdot I_{\text{н}} = 220 \cdot 44 = 9680 \text{ Вт}$$

5. Чўлғамдаги электр исрофлар:

$$\Delta P_{\text{э}} = I^2 \cdot R = 44^2 \cdot 0.4 = 193.6 \text{ Вт}$$

6. Механик ва магнит исрофлар:

$$\Delta P_{\text{МЕХ}} + P_{\text{М}} = P_{\text{ЭМ}} - P_2 = 8905.6 - 8638.6 = 267 \text{ Вт}$$

7. Номинал кучланишдаги Ф.И.К:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{8638.6}{9680} = 0.892.$$

Мустақил ечиш учун масалалар.

10.1-масала. Мустақил уйғотишли генератор салт ишлаганда қисмларидаги кучланиш $U_0 = E_{\text{г}} = 150 \text{ В}$. Якорнинг айланиш тезлиги $n = 1800$ айл/мин бўлиб, чулғамларни кесиб ўтаётган магнит оқими $\Phi = 2,5 \text{ Вб}$ бўлса, машинанинг доимийси $C_{\text{Е}}$ аниқлансин.

Ж: 2

10.2-масала. Тўрт қутбли генераторнинг чулғамларини кесиб ўтаётган магнит оқими $\Phi = 1 \cdot 10^{-2} \text{ Вб}$. Якорнинг айланиш тезлиги $n = 1500$ айл/мин. Чулғамдаги актив симларнинг сони $N = 600$, жуфт параллел тармоқларнинг сони $a = 4$. Якорь чулғамларида индуктивланган электр юритувчи куч нимага тенг?

Ж: 75 в

10.3-масала. Ўзгармас ток генераторнинг якорь чулғамларини кесиб ўтаётган магнит оқими $\Phi = 0,02 \text{ Вб}$, машинанинг доимийси $C_{\text{Е}} = 10$. Якорнинг айланиш тезлиги 1000, 1500 ва 2000 айл/мин бўлганда якорь чулғамларида индуктивланган электр юритувчи кучларнинг катталикларини аниқланг.

Ж: 200 в; 300 в; 400 в.

10.4-масала. Параллел уйғотишли генераторнинг нагрузка токи $I = 96 \text{ А}$, уйғотиш токи $I_{\text{у}} = 4 \text{ А}$ бўлганда, қисмалардаги кучланиш $U_{\text{г}} = 120 \text{ в}$. Генераторнинг умумий қуввати, уйғотиш ва якорь занжирларининг қаршилигини аниқланг.

Ж: 120 кВт; 31 Ом; 1,2 Ом.

10.5-масала. Параллел уйғотишли двигателнинг қисмаларига берилган кучланиш $U = 220 \text{ в}$. Уйғотиш чулғамининг қаршилиги $r_{\text{у}} = 40 \text{ Ом}$. Уйғотиш токи $I_{\text{у}} = 2,5 \text{ А}$ дан ортмаслиги учун ростлаш реостатининг қаршилиги неча Ом га тенг бўлиши керак.

Ж: 48 Ом.

10.6-масала. Параллел уйғотишли генераторнинг номинал кучланиши $U_{\text{ном}} = 120 \text{ в}$, якорининг номинал айланиш тезлиги $n_{\text{ном}} = 1000$ айл/мин, номинал токи

$I_{я.ном}=80$ А ва якорь занжирининг қаршилиги $r_я=0,15$ Ом. Генератордан двигатель тарзида фойдаланилганда якорь чулғамларида индуктивланган тескари электр юритувчи кучнинг катталиги ва якорининг айланиш тезлигини аниқланг. Машинанинг магнит оқими иккала режимда ҳам ўзгармас ҳисобланади.

Ж: 108 в; 818 айл/мин

10.7-масала. Параллел уйғотишли двигателни тармоқ кучланиши $U_T=220$ в га улашдан аввал якорь занжирига кетма-кет қаршилиги 2 Ом га тенг бўлган юргизиш реостати уланди. Двигателнинг юргизиш токи $I_{ю}=100$ А бўлиб, номиналидан 1,5 марта ортиқ. Якорь чулғамининг қаршилиги, юргизиш реостати бўлмаганда якорь занжиридан ўтиши мумкин бўлган ток, шунингдек, номинал режимда якорь жулғамида ҳосил бўладиган тескари электр юритувчи кучнинг катталигини аниқланг.

Ж: 206,5 в

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР:

1. А.С. Каримов, М.М. Мирхайдаров. “Назарий электротехника”, “Ўқитувчи”, Тошкент, 1979 й.
2. А.С. Каримов ва бошқалар. “Электротехника масалалар тўплами ва лаборатория ишлари”, “Ўқитувчи”. Тошкент, 1975 й.
3. В.С. Попов, С.А. Николаев. “Электротехника”, “Ўқитувчи”, Тошкент, 1973 й.
4. “Электротехника”. Под редакцией проф. А.Я. Шихина. Москва, “Высшая школа” 1991 й.
5. А.И. Хонбобоев, Н.А. Халилов. “Умумий электротехника ва электроника асослари”. “Ўзбекистон”. 2000 й.

МУНДАРИЖА:

1. Кириш	4
2. 1-боб. Электр майдон ва конденсаторлар.....	5
3. 2-боб. Ўзгармас ток электр занжирлари.....	15
4. 3-боб. Электромагнитизм.....	38
5. 4-боб. Бир фазали ўзгараувчан ток занжирлари.....	48
6. 5-боб. Уч фазали ток.....	58
7. 6-боб. Ўлчов асбоблари.....	67
8. 7-боб. Трансформаторлар.....	75
9. 8-боб. Асинхрон машиналар.....	84
10. 9-боб. Доимий ток электр машиналари.....	92
11. Фойдаланилган адабиётлар	99

Муҳаррир: И. Абдиев

Саҳифаловчи: Ж. Тўрақулов

Раббимов Эшбой Азимович, Суярова Матлуба Хусановна.

“Умумий электротехника” фанидан масалалар тўплами.

Босишга рухсат этилди _____ 2010 л

Қоғоз бичими 84X108. 1/32 офсет босма усулида босилди. Адади 100.

**Босмахона манзили: Жиззах шаҳар Халқлар дўстлиги шоҳ кўчаси. Жиззах
Политехника Институти. Редакцион нашриёт бўлими.**