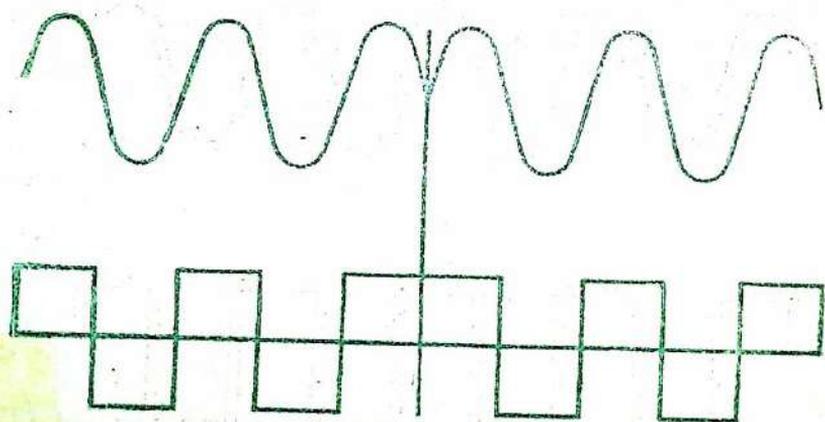


621.3  
442  
У/К 316

П. Н. НОВИКОВ, В. Я. КАУФМАН

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА  
ВА САНОАТ  
ЭЛЕКТРОНИКАСИ  
АСОСЛАРИДАН  
МАСАЛАЛАР ТЎШЛАМИ

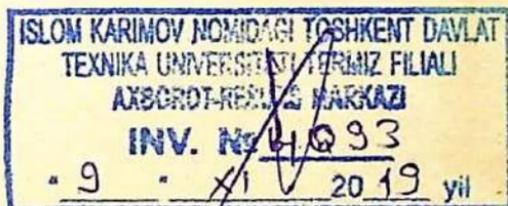
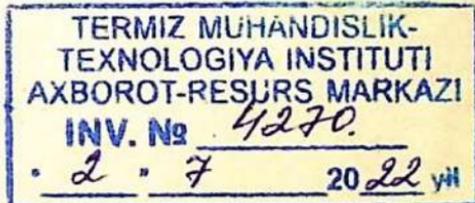


П. Н. НОВИКОВ, В. Я. КАУФМАН

# ЭЛЕКТРОТЕХНИКА ВА САНОАТ ЭЛЕКТРОНИКАСИ АСОСЛАРИДАН МАСАЛАЛАР ТЎПЛАМИ

РУСЧА НАШРИ ТЕХН. ФАНЛАРИ КАНДИДАТИ  
Е. И. ЛЬВОВ ТАХРИРИ ОСТИДА.

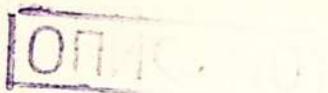
СССР Министрлар Совети Профессионал-  
техника таълими Давлат комитетининг  
Илмий кенгаши ўрта профессионал-техника  
ўқув юртлари учун ўқув қўлланма  
сифатида маъқуллаган



„ЎҚИТУВЧИ“ НАШРИЁТИ  
Тошкент — 1977

621.3

Н 72



*На узбекском языке*

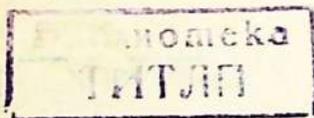
НОВИКОВ ПЕТР НИКОЛАЕВИЧ  
КАУФМАН ВЛАДИМИР ЯКОВЛЕВИЧ

ЗАДАЧНИК ПО ЭЛЕКТРОТЕХНИКЕ  
С ОСНОВАМИ ПРОМЫШЛЕННОЙ  
ЭЛЕКТРОНИКИ

*Учебное пособие  
для средн. проф-техн. учеб. заведений*

Перевод с издания из-ва „Высшая школа“. М., 1975.

*Издательство „Ўқитувчи“ — Ташкент — 1977.*



Таржимон *Ф. А. Обидов*  
Муҳаррир *С. Мирбобоева*  
Бадний муҳаррир *Ҳ. Аҳмаджонов*  
Техн. муҳаррир *Т. Золотилова*  
Корректор *М. Орифхўжаева*

Теринга берилди 26 X-1977 й. Босишга рухсат этилди 14/II-1977 й. Қогоз № 3 84×108<sup>1/2</sup> мм Физ. б. л. 6,375. Шартли босма л. 10,71. Нашр л. 10,3. Тиражи 4000.

„Ўқитувчи“ нашриёти. Тошкент. Навоий кучаси, 30. Шартнома 63 — 76. Баҳоси 24 т.

ЎзССР. Министрлар Советининг нашриётлар, полиграфия ва китоб савдоси ишлари Давлат комитетининг 1-босмахонаси. Тошкент, Ҳамза кучаси, 21.1977 й. Зак. № 160.

Типография № 1 Государственного Комитета Совета Министров УзССР по делам издательства, полиграфии и книжной торговли. Ташкент, ул. Хамзы, 21.

© „Ўқитувчи“ нашриёти, таржима, 1977

30306—№ 67  
Н 353 (16) — 77 179—77

## СЎЗ БОШИ

Мамлакатимизда илмий-техника тараққиёти электроэнергия, электротехника ва электроника саноатларининг жадал тараққий қилишини тақозо қилади. Шунинг учун ҳам энергетик ихтисоси бўйича малакали ишчилар тайёрлаш муҳим аҳамият касб этади.

КПСС XXIV ва XXV съездларида профессионал-техника таълими системасидаги ўрта профессионал-техника ўқув юртларини тараққий қилдиришга катта аҳамият берилган.

Мазкур қўлланма ўрта профессионал-техника ўқув юртлари учун тузилган бўлиб, „Электротехника ва саноат электроникаси асослари“ курси бўйича амалдаги ўқув программасига мувофиқ ёзилган.

Электротехникадан масалаларни тўғри ечиш учун ўқувчиларнинг электротехника ва электроника курсларидангина махсус билимга эга бўлишлари етарли эмас. Улар, шунингдек, математика, физика, химия каби умумтаълим предметларидан ҳам билимга эга бўлишлари керак. Ўқувчиларга масалалар ечишда қулайлик яратиш мақсадида ҳар бир бобнинг бошида масалалар ечиш учун зарур бўладиган қисқача назарий маълумотлар, шунингдек, справочний маълумотлар — иловалар келтирилган.

Ўқувчиларга индивидуал ёндашиш зарурлиги, шунингдек, мазкур қўлланма турли

касб эгалловчи ўқувчилар учун мўлжалланганлиги туфайли унга турли типдаги масалалар киртилган.

Баъзи масалалар шундай тузилганки, уларни ечиш учун умумтаълим предметларидан билимлар керак бўлади; тушунтириш лозим бўлган қийинроқ масалалар \* белги билан кўрсатилган. Кўпгина масалалар махсус технология ва ишлаб чиқариш таълими билан боғланган.

Мазкур қўлланма „Электротехника ва саноат электроникаси асослари“ курси бўйича программа материални чуқурроқ ўзлаштиришга ёрдам беради.

## ЭЛЕКТРОСТАТИКА АСОСЛАРИ

### 1- §. ЭЛЕКТРИК ҲОДИСАЛАР ФИЗИКАСИ

Табнатдаги турли жисмларда зарядлар бўлиши билан боғлиқ бўлган физикавий ҳодисалар модда тузилишининг ҳозирги замон электрон назарияси асосида тушунтирилади.

#### Масалалар

1. Қандай оддий усуллар билан электрланган шиша таёқчадан электр зарядларни йўқотиш мумкин?
2. Нима учун ёғоч стол устида ётган енгил қоғоз зарядланган таёқчага металл стол устида ётган шундай қоғозга қараганда кучсизроқ тортилади?
3. Намакоб (шўр сув) га металл кукун сепилди. Шундан кейин чўкма ҳосил бўлиши кузатилди. Бу ҳолда эритма қандай зарядланади?
4. Электрлашда зарядланган зарраларнинг умумий сони ўзгарадими?
5. Агар чўғланма лампа толасидан ҳар секундда  $10^{12}$  электрон учиб чиқса, қанча вақт давомида толанинг массаси икки марта камаяди? Толанинг дастлабки массаси  $10^{-3}$  кг, электроннинг массаси  $9 \cdot 10^{-31}$  кг.
6. Қанча протоннинг массаси  $10^{-3}$  кг бўлади? Битта протоннинг массаси  $1,67 \cdot 10^{-27}$  кг.
7. Бир ўтказгичдан бошқа ўтказгичга ҳамма зарядни ўтказиш мумкинми?

### 2- §. ЭЛЕКТРИК МАЙДОН

Электростатиканинг асосий қонунларидан бири Кулон қонунидир. У қуйидаги кўринишда ифодаланади:

$$F = \frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0 \epsilon l^2 q} \quad (1)$$

бунда  $F$  — зарядланган икки жисмнинг ўзаро таъсир кучи, Н;  $q_1$  ва  $q_2$  — зарядлар катталиклари, Кл;  $l_q$  — зарядлар орасидаги масофа, м;  $\epsilon_0 = \frac{1}{4\pi \cdot 9 \cdot 10^9}$  — электрик доимий, Ф/м;  $\epsilon$  — муҳитнинг нисбий диэлектрик киритувчанлиги:

$$\epsilon = \frac{F_0}{F} \quad (2)$$

бунда  $F_0$  — вакуумда зарядларнинг ўзаро таъсир кучи, Н. Фазонинг муайян нуқтасига жойлаштирилган зарядга таъсир қилувчи кучнинг шу заряд катталигига нисбати майдон кучланганлиги қуйидагича бўлади:

$$E_m = \frac{F}{q} [\text{Н/Кл}]. \quad (3)$$

Электрик кучланиш ёки потенциаллар фарқи зарядни бир нуқтадан бошқа нуқтага кўчиришда бажарилган ишнинг шу заряд катталигига нисбатидан иборат:

$$U_{AB} = \frac{W_A}{q} [\text{В}]. \quad (4)$$

Текис электрик майдон ва потенциаллар фарқи ўртасида қуйидаги боғланиш мавжуд:

$$E_m = \frac{U_{AB}}{l_{AB}} [\text{В/м}], \quad (5)$$

бунда  $l_{AB}$  — нуқта  $A$  дан нуқта  $B$  га кўчиш вектори, м.

### Масалалар

8. Нима учун яшин қайтаргичнинг учи ўткир қилинади?

9. Нима учун ҳажми чекланган жисмга жуда ҳам кўп заряд бериш мумкин эмас?

10. а) Агар зарядланган икки жисм орасидаги масофа икки марта ортса; б) зарядларнинг бири уч марта камайтирилса; в) иккала зарядни икки марта орттирилса; г) зарядларнинг бири икки марта камайтирилиб, бошқаси уч марта орттирилса, зарядларнинг ўзаро тортишиш кучи неча марта ўзгаради?

11. Маълум масофада турган икки заряд вакуумда бир-бирига  $10^{-4}$  Н куч билан, суюқликда эса  $5 \cdot 10^{-5}$  Н куч билан таъсир қилади. Суюқликнинг нисбий диэлектрик киритувчанлигини топинг.

12. Массаси  $10^{-3}$  кг бўлган зарядланган шар худди шундай заряд билан зарядланган жисмдан 0,1 м масофада шу жисм устида эркин осилиб (муаллақ) турибди. Агар шар заряди шу жисм зарядидан 10 марта кам бўлса, шар заряди катталиги қанча бўлишини аниқланг.

13. Радиуси 0,1 м бўлган шарда 0,01 Кл заряд бор. Шарнинг бирлик сиртига тўғри келган заряд катталигини аниқланг.

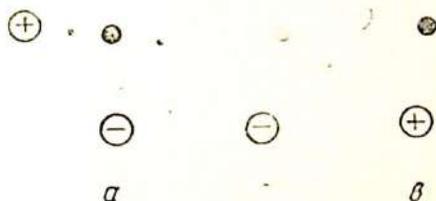
14. Бир-биридан 0,1 м масофада турган бир хил ишора билан зарядланган икки шарнинг биридаги заряд иккинчисидан 4 марта кўп. Учинчи шарни улар орасида қандай масофага қўйганда мувозанатда бўлади?

15. Бир хил зарядланган икки шарнинг ўзаро таъсир кучи улар орасида таъсир қилаётган 10 Н тортишиш кучини мувозанатлайди. Ҳар қайси шарнинг массаси  $10^{-3}$  кг бўлса, шарлардаги заряднинг катталиги қанчага тенг?

16. Ичидан ҳавоси чиқарилган герметик колбага жойланган икки шар ўзаро  $F_0$  куч билан таъсирлашади. Кейин колба газ билан тўлдирилади. Бунда зарядларнинг ўзаро таъсир кучлари вақт ўтиши билан  $F =$

$= F_0(1 - e^{-\frac{\tau}{t}})$  қонун бўйича камаё бошлайди. Нисбий диэлектрик киритувчанликнинг ўзгариш қонунини ва мазкур газ учун унинг қийматини аниқланг. Бунда  $\tau = 1$  сек.

17. 1-расмда кўрсатилган уч ҳолда ( $a$ ,  $b$ ,  $v$ ) манфий нуқтавий заряд қайси йўналишда ҳаракатланади? Муайян нуқтада зарядланган иккала жисмнинг зарядга ўзаро таъсир кучлари бир хил.



1- расм. 17- масалага оид

18. Катталиклари  $2 \cdot 10^{-6}$  Кл ва  $3 \cdot 10^{-6}$  Кл бўлган икки заряднинг ўзаро таъсир кучининг улар орасидаги масофага боғлиқлик графигини чизинг.  $l_q = 0,15; 0,25; 0,35$  м да ўзаро таъсир кучини график усулда аниқланг.

19. Электростатик системада А, В ва С шарнинг заряди мос равишда қуйидагиларга тенг:  $q_A = 10^{-6}$  Кл;  $q_B = 2 \cdot 10^{-6}$  Кл;  $q_C = 5 \cdot 10^{-6}$  Кл. Агар АВ ва ВС кесмалар ўзаро перпендикуляр бўлиб, 0,1 ва 0,2 м бўлса, В шарга таъсир қилаётган натижавий кучни топинг.  $\epsilon = 1$ .

20. Фазонинг муайян нуқтасидаги  $10^{-3}$  Кл зарядга майдон  $0,1$  Н куч билан таъсир қилади. Майдон  $10^{-1}$  Кл,  $10^{-2}$  Кл зарядга қандай куч билан таъсир қилади?

21. Ер сиртининг муайян (берилган) нуқтасида элек-трик майдоннинг кучланганлиги  $130$  В/м. Бўйи  $1,7$  м бўлган одамнинг боши билан товони орасидаги кучланишни аниқланг. Нима учун одам бу кучланишни сезмайди?

22. Иккита параллел пластинка  $100$  В кучланишгача зарядланган ва бири иккинчисидан  $0,1$  м масофада турибди. Пластинкалар орасига жойлаштирилган  $10^{-3}$  Кл зарядга қандай куч таъсир қилади? Агар пластинкалар орасидаги масофани икки марта оширилса, бу куч қандай ўзгаради?

23. Кучланганлиги  $150$  В/м бўлган бир жинсли майдонда  $10^{-4}$  Кл зарядни  $0,2$  м масофага: а) куч чизиқларига параллел; б)  $60^\circ$  бурчак остида кўчирганда бажариладиган ишни аниқланг.

24. Агар  $A$  ва  $B$  нуқталар орасидаги кучланиш  $120$  В;  $C$  ва  $B$  нуқталар орасидаги кучланиш  $180$  В бўлса,  $A$  ва  $C$  нуқталар орасидаги кучланиш қандай бўлади? Кучланганлиги  $200$  В/м бўлган майдондаги  $A$  ва  $B$  нуқталар орасидаги масофани топинг.

25. Майдоннинг кучланганлиги  $200$  В/м бўлганда  $A$  ва  $B$  нуқталар орасидаги кучланиш  $50$  В га тенг. Агар кучланганлик: а) икки марта камайтирилса; б) уч марта орттирилса бу кучланиш қанчага тенг бўлади?  $A$  дан  $B$  гача бўлган масофани топинг.

26.  $10^{-2}$  Кл зарядни  $A$  нуқтадан  $B$  нуқтага кўчириш учун  $1$  Ж иш сарф бўлади.  $10^{-3}$  Кл;  $10^{-1}$  Кл зарядни кўчириш учун қанча иш бажарилиши керак?

27. Кучланганлиги  $250$  В/м бўлган бир жинсли майдонда зарядни  $0,1$  м масофага кўчирганда  $0,2$  Ж иш сарф бўлди. Шу кўчирилган заряд катталигини аниқланг.

### 3-§. КОНДЕНСАТОРЛАРНИНГ СИФИМИ

Конденсаторнинг сифими:

$$C = \frac{q}{U_{AB}} [\Phi], \quad (6)$$

бунда  $U_{AB}$  — конденсатор қопламалари (пластинкалари) орасидаги потенциаллар фарқи, В;  $q$  — қопламаларнинг биридаги заряднинг абсолют қиймати, Кл.

Конденсаторнинг сифими унинг геометрик характе-  
ристикасига ва конденсатор қопламлари орасига жой-  
лаштирилган диэлектрикнинг нисбий диэлектрик кири-  
тувчанлигига боғлиқ.

Амалда ясси конденсаторлар қўлланилади, унинг  
сифими қуйидагига тенг:

$$C = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{l_c}, \quad (7)$$

бунда  $S$  — битта қопламанинг юзи,  $m^2$ ;  $l_c$  — қоплама плас-  
тинкалари орасидаги масофа,  $m$ .

Зарядланган конденсатор уни зарядлаш жараёнида  
оладиган ва разрядланишда берадиган энергияга эга.  
Бу энергия қуйидаги формула билан аниқланади:

$$W_0 = \frac{CU^2}{2} [Ж], \quad (8)$$

бунда  $U$  — конденсатор қопламалари орасидаги кучла-  
ниш,  $V$ .

### Масалалар

28. Сифими  $1 \text{ мкФ}$  бўлган конденсатор қанча заряд-  
га эга бўлишини аниқланг. Унинг қопламалари ораси-  
даги кучланиш  $50 \text{ В}$ .

29. Конденсатор қопламалари пластинкасининг юзи  
 $10^{-3} \text{ м}^2$ , қопламалар орасидаги масофа  $0,1 \text{ мм}$ . Шу кон-  
денсаторнинг сифимини топинг.  $\epsilon = 7$ .

30. Қуйидаги ҳолларда конденсаторнинг сифими: а)  
қопламасининг юзи 3 марта оширилганда; б) қоплама  
пластинкалари орасидаги масофа 4 марта камайтирил-  
ганда; в) бир вақтда юзини 2 марта ва масофани 3 марта  
камайтирилганда қандай ўзгаради?

31. Нима учун электролитик конденсаторни занжир-  
га улашда унинг маркасида кўрсатилган қутбликка риоя  
қилиш шарт?

32. Конденсаторнинг зарядланган икки қопламаси  
орасида электрик майдон мавжуд. Қопламалар сим би-  
лан туташтирилганда бу майдон йўқолди. Электрик май-  
доннинг энергияси қандай кўринишдаги энергияга ай-  
ланди (ўзгарди)?

33. Конденсаторнинг сифими  $0,1 \text{ мкФ}$ . Унинг қопла-  
малари орасидаги масофа  $0,2 \text{ мм}$ . Шу конденсатор қоп-  
ламаларининг юзини аниқланг,  $\epsilon = 50$ .

34. Диаметри 10 мм бўлган доиравий қопламали яси конденсаторнинг сифими қанчага тенг?  $l_c = 0,05$  мм,  $\epsilon = 40$ .

35. Агар конденсатор қопламасининг юзи  $S = 10^{-2}$  м<sup>2</sup>, қоплама пластинкалари орасидаги масофа  $l_c = 0,05$  мм ва унинг сифими 0,1 мкФ бўлса, шу конденсатор диэлектригининг катталиги  $\epsilon$  қанчага тенг?

36. Конденсатор қопламаларининг юзини  $10^{-2}$  м<sup>2</sup> га катталаштирилганда, унинг сифими 3 марта ортди. Қопламаларнинг дастлабки юзини топинг.

37. Сифими  $C = 10$  мкФ бўлган конденсаторнинг энергиясини аниқланг. Қопламалардаги кучланиш  $U = 100$  В.

38. Сифими 1 мкФ бўлган конденсатор тайёрлаш учун юзи  $10^{-2}$  м<sup>2</sup> бўлган қопламадан нечта керак? Бунда диэлектрик сифатида қалинлиги 0,05 мм бўлган ( $\epsilon = 50$ ) лак шимдирилган газлама қўлланилган.

39. Ўзгарувчан конденсатор пластинкалари бир-бирини 100% қоплаганда қопламалардаги кучланиш 100 В ва энергия 0,1 Ж бўлган шартда қопланиш юзи 50%; 30% бўлганда шу конденсаторнинг сифими қанчага тенг?

40. Сифимларининг қийматлари  $C_1 = 10$  мкФ,  $C_2 = 5$  мкФ ва  $C_3 = 15$  мкФ бўлганда,  $W_3 = f(U)$  функциянинг графикларини тасвирланг.

## ЎЗГАРМАС ТОК

### 4- §. ТОК КУЧИ ВА ЗИЧЛИГИ

Ток кучи деганда вақт бирлигида ўтказгичнинг кесими орқали ўтайдиган электр миқдори тушунилади:

$$I = \frac{q}{t} [A]. \quad (9)$$

Вақт ўтиши билан катталиги ва йўналиши ўзгармайдиган электрик ток ўзгармас ток дейилади.

Ток зичлиги ток кучининг ўтказгичнинг кесим юзига нисбатидан иборат бўлиб, бу юза зарраларнинг ўртача ҳаракат тезлиги векторига перпендикуляр.

$$j = \frac{I}{S} [A/m^2]. \quad (10)$$

### Масалалар

41. Кулон билан амалда қўлланиладиган (аккумуляторлар ва гальваник элементлар учун) заряд бирлиги „ампер-соат“ ўртасидаги боғланишни топинг.

42. 0,1 сек давомида кучи 2 мА бўлган ток ҳосил қилишда қанча электронлар қатнашади?

43. Кесими 10 мм<sup>2</sup> бўлган ўтказгичда электронларнинг кўчиш тезлигини аниқланг. Бу ўтказгичда бирлик ҳажмдаги зарядланган зарралар сони  $2 \cdot 10^{22}$  бўлганда 1 мА ток оқади.

44. Ток 10 А, ток зичлиги 1 А/мм<sup>2</sup> бўлганда ўтказгичнинг кўндаланг кесими юзини ҳисобланг.

45. Ток зичлиги 0,2 А/мм<sup>2</sup>, 2А ток оқаётган металл симнинг диаметри қанчага тенг?

### 5- §. РЕЗИСТОРЛАР

Металл ўтказгич (резистор) нинг қаршилиги қуйидаги формула билан аниқланади:

$$R = \rho \frac{l}{S} [Om], \quad (11)$$

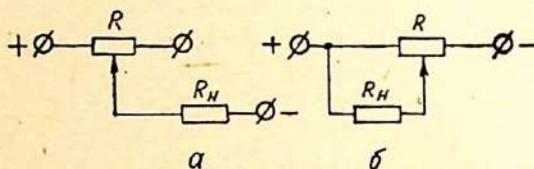
бунда  $\rho$  — ўтказгичнинг солиштирма қаршилиги, Ом·м;  $l$  — узунлиги, м;  $S$  — кўндаланг кесим юзи, м<sup>2</sup>.

Резисторлар қаршиликларининг температураларнинг иш интервалидаги температураларга боғлиқлиги чизигий функциядир.

$$R = R_0 [1 + \alpha_T (T - T_0)], \quad (12)$$

бунда  $R_0$  — температура  $T_0$  бўлгандаги резисторнинг қаршилиги, Ом;  $\alpha_T$  — қаршиликнинг температуравий коэффиценти, 1/К.

Ток кучини ўзгартириш учун мўлжалланган резисторлар реостатлар деб аталади (2- расм, а), кучланиш катталигини ўзгартиришга мўлжаллангани потенциометрлар деб аталади (2- расм, б).



2- расм. Ўзгарувчан резисторларни улашнинг асосий схемаси:  
а — реостат, б — потенциометр

### Масалалар

46. а) монтаж ишлари учун, б) иситгич асбобнинг спирали учун; в) электр двигателнинг чулғамлари учун ишлатиладиган ўтказгич материалда солиштирма қаршиликнинг ва температуравий коэффицентнинг қайси қийматларини танлаш лозим?

47. Қуйидаги ҳолларда: а) резисторнинг узунлиги 2 марта узайтирилганда; б) симнинг кўндаланг кесим юзини 3 марта кичрайтирилганда; в) бир вақтнинг ўзидә симни 4 марта узайтириб, сим диаметрини 2 марта оширилганда резисторнинг қаршилиги қандай ўзгаради?

48. Мис симнинг қаршилиги 1 Ом дан ошмаслиги учун узунлиги 100 м бўлган шундай симнинг диаметри қанча бўлишини аниқланг.

49. Диаметри 0,5 мм бўлган 1 м мис симнинг қаршилиги қанчага тенг? Диаметри 0,1 мм бўлган 10 метр вольфрам толанинг қаршилигини топинг.

50. Қаршилиги 2 Ом, узунлиги  $10^3$  м бўлган пўлат симнинг кесими қанча?

51. Диаметри 1 мм бўлган симнинг узунлиги 500 м бўлганда унинг қаршилиги 20 Ом дан ошмаслиги учун шу сим тайёрланган материалнинг солиштира қаршилиги қанча бўлиши керак?

52. Узунлиги 0,1 м бўлган резистор керамик каркасининг диаметрини аниқланг. Унга диаметри 0,1 мм бўлган нихром сим ўралган. Қаршилиги 1,5 кОм га тенг.

53. Сим узунлигини 100 м га узайтирилганда унинг қаршилиги 3 марта ортади. Симнинг дастлабки узунлигини аниқланг.

54. Узунлиги 150 м бўлган симнинг қаршилиги 10 Ом. Шу симнинг узунлиги 120 м; 75 м бўлганда қаршилиги қанча бўлишини топинг.

55. Диаметри 5 мм ва узунлиги 100 м бўлган сим материалнинг солиштира қаршилигини аниқланг. Унинг қаршилиги 1,5 Ом.

56. Толанинг температураси  $T = 293$  К бўлганда, қаршилиги 200 Ом. Агар шу симнинг қаршилиги 220 Ом бўлса, у қандай температурагача қиздирилган?  
 $\alpha_T = 10^{-2}$  1/К.

57. Қуйида кўрсатилган температуралар диапазони учун  $\alpha_T = \text{const}$  бўлган шартда, температураси 300 К да симнинг қаршилиги 100 Ом га, 500 К да эса 200 Ом га тенг бўлса, шу сим қаршилигининг температуравий коэффиценти қанча бўлишини топинг.

58. Агар мис симнинг температураси 350 К да қаршилиги 5 Ом га тенг бўлса, 300 К да қаршилиги қанчага тенг бўлишини аниқланг.

59. Муҳитнинг температураси  $T = 350$  К бўлганда резисторнинг қаршилиги қанчага тенг?  $T = 300$  К да резисторнинг қаршилиги 10 кОм,  $\alpha_T = 2 \cdot 10^{-3}$  1/К.

60. Агар муҳитнинг температураси 100 К га ўзгарганда резисторнинг қаршилиги 100 Ом га ўзгарса, резисторнинг температуравий коэффиценти қандай? Қаршиликнинг номинал катталиги 1 кОм.

61. Қаршилиги 0 дан 1 кОм гача бўлган реостат  $U = 20$  В ли таъминлаш манбаига уланган. Агар а) ҳамма ўрамлар кучланиш остида бўлса; б) жилгич ўртада бўлса; в) ўрамларнинг 80 % и кучланиш остида бўлса; г) ўрамларнинг 20 % и кучланиш остида бўлса реостат орқали қанча ток ўтади?

62. Қаршилиги  $0 - 1$  кОм бўлган потенциометр  $U = 10$  В ли таъминлаш манбаига уланганда: а) потенциометрнинг ҳаммасидаги кучланиш олинган; б) потенциометрнинг ярмидаги ўрамлардан кучланиш олинган; в) потенциометрнинг ўрамларининг  $1/4$  қисмидаги кучланиш олинган ҳолларда потенциометрнинг чиқишдаги кучланишни аниқланг.

63. Идишдаги сульфат кислота эритмасининг қаршилигини аниқланг. Эритмага ботирилган пластинкаларнинг юзи  $S = 3 \cdot 10^{-3}$  м<sup>2</sup>, улар орасидаги масофа  $l = 0,15$  м, эритманинг солиштира қаршилиги  $\rho = 1,5 \times 10^6$  Ом·мм<sup>2</sup>/м.

64. Қаршилиги  $R = 10$  Ом бўлган реостат тайёрлаш учун диаметри 1 мм ли нихром симдан неча метр керак бўлади?

65. Хонага ўтказилган мис симнинг узунлиги 100 м ва кесими 10 мм<sup>2</sup>. Худди шундай узунликда кесими қанча бўлган алюминий сим олинса, унинг ҳам қаршилиги мис симнинг қаршилигича бўлади?

#### 6- §. ЎЗГАРМАС ТОК ЭЛЕКТР ЗАНЖИРЛАРНИНГ ҚОНУНЛАРИ

Ўтказгич орқали ўтадиган ток кучи ва шу ўтказгичнинг учларидаги кучланиш орасидаги боғланишни белгиловчи занжирнинг бир қисми учун Ом қонуни қуйидаги кўринишга эга:

$$U = RI. \quad (13)$$

Занжирнинг бир қисми қаршилиги  $R$  [Ом] га тескари бўлган катталиқ электр ўтказувчанлик ёки ўтказувчанлик  $g$  [См] деб аталади.

Электр ток энергияси ва қувватини қуйидаги формулалардан ҳисоблаш мумкин:

$$\begin{aligned} W &= UI t \text{ [Ж]}; \\ P &= UI \text{ [Вт]}. \end{aligned} \quad (14)$$

Ўзгармас токнинг энг содда электр занжири 3- расмда кўрсатилган. Калит  $K$  уланганда бу занжирни электр энергия манбаи ва истеъмолчига ажратиш мумкин. Манба  $R_{\text{иш}}$  ички қаршилик ва электр юритувчи куч (э. ю. к) катталиги  $E$  билан характерланади (э. ю. к. занжир узук бўлганда манбанинг қутбларидаги кучла-

шга сон жиҳатидан тенг), истеъмоли эса манбанинг қўлларига уланган электр занжир  $R_{\text{н}}$  дан иборат.

Манбанинг ички занжири бўлганда ток кучи бутун занжир учун Ом қонунидан аниқланади:

$$I = \frac{E}{R_{\text{ич}} + R_{\text{н}}}, \quad (15)$$

нда  $E$  — манбанинг электр юритувчи кучи, В.

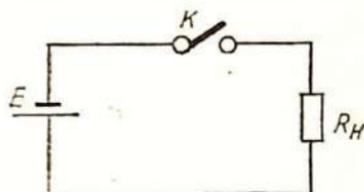
Ўзгармас ток занжири учун Ом қонуни билан birlikда Кирхгоф қонунлари ҳам асосий қонунлардан соблинади.

Кирхгофнинг 1- қонуни қуйидагича таърифланади: ҳанда токларнинг алгебраик йиғиндиси нолга тенг, яъни

$$\sum I = 0. \quad (16)$$

Кирхгофнинг 2- қонуни қуйидагича таърифланади: э. ю. ларнинг алгебраик йиғиндикучланишларнинг алгебраик йиғиндисига тенг, яъни

$$\sum E = \sum U. \quad (17)$$



3- расм. Энг оддий ўзгармас ток занжири

### Масалалар

66. Қаршилиги а) 1 кОм; б) 20 кОм; в) 100 кОм; 1 МОм бўлган ўтказгичга 10 В кучланиш қўйилган. У ўтказгичдаги ток кучини аниқланг.

1 В кучланиш қўйилган ўтказгичнинг қаршилигини аниқланг: ток кучи қуйидагига тенг: а) 0,1 А; б) 10 мА; 10 мкА; г) 20 мА.

67. Ток кучи 0,2 А дан ошмаслиги учун 1 кОм қаршиликка қанча максимал кучланиш бериш мумкин? Қувват 2 Вт дан ошмаслиги учун максимал кучланиш қанча бўлишини топинг.

68. Кучланиш 100 В бўлганда ўтказгичда 10 Вт қувват ажралади. Кучланиш 150 В бўлганда ўтказгичда қанча қувват ажралади?

69. Кучланиш  $U$  бўлганда ўтказгичда  $P$  қувват ажралади: 1) қўйилган кучланиш 2 марта оширилганда; 2) кучланиш 3 марта камайтирилганда ўтказгичда ажраладиган қувват ўзгармаслиги учун ўтказгич қаршилигини қандай ўзгартириш лозим?

70. Энг оддий занжирнинг (3-расм) вольт-ампер характеристикаси графигини ясанг. Бу занжирда  $R_{\text{нч}} = 100 \text{ Ом}$ ,  $E = 100 \text{ В}$  ва  $R_{\text{н}} = 1 \text{ кОм}$ .  $R_{\text{н}}$  қаршиликдаги кучланиш катталигини  $I_1 = 10 \text{ мА}$ ;  $I_2 = 50 \text{ мА}$ ;  $I_3 = 80 \text{ мА}$  тоқлар учун топинг.

71. 10 Ом нағрузка уланган э. ю. к. манбаининг қисмаларидаги кучланиш қанча? Диаметри 1 мм бўлган уловчи мис симнинг узунлиги 100 м ва занжирдаги ток кучи 0,1 А.

72. Агар нихром симдан қилинган ғалтакни э. ю. к. 12 В бўлган манбага улаганда ғалтакда 0,12 А ток ҳосил бўлса, шу ғалтак кўринишида ўралган нихром симнинг узунлигини ҳисобланг. Сим кесимини  $0,55 \text{ мм}^2$  деб олинг.

73. Агар нағрузканинг қаршилиги 1 Ом бўлганда ток кучи 1 А, нағрузканинг қаршилиги 2,5 Ом бўлганда ток кучи 0,5 А бўлса, э. ю. к. манбаининг ички қаршилиги қанча бўлишини топинг.

74. Нағрузка уланганда э. ю. к. манбаининг қутбларидаги потенциаллар фарқи 9 В, бунда занжирдаги ток кучи 1,5 А бўлди. Манбаининг э. ю. к. 15 В бўлса, нағрузка қаршилигини ва манбаининг ички қаршилигини аниқланг.

75. Режимни қисқа туташувдан салт юришгача ўзгартирилганда занжирдаги ток кучи қандай чегарада ўзгаради? Манбаининг э. ю. к. ва ички қаршилигини доимий деб ҳисобланг.

76.  $R_{\text{н}} = 1,5 \text{ кОм}$  нағрузкада ток кучи 10 мА дан ошмаслиги лозим.  $E = 20 \text{ В}$  ва  $R_{\text{н}} = 0$  манбадан фойдаланилганда нағрузкага қандай қўшимча қаршилик улаш керак?

77. Агар  $E = 100 \text{ В}$ ;  $R_{\text{нч}} = 200 \text{ Ом}$ ;  $R_{\text{н}} = 2 \text{ кОм}$  бўлса, энг оддий занжирнинг ф. и. к. ни аниқланг (3-расм).

78. Энг оддий занжирда  $I = 2 \text{ А}$  да нағрузкадаги кучланиш 10 В,  $I = 1 \text{ А}$  да кучланиш 12 В дан иборат. Таъминлаш манбаининг  $E$  ва  $R_{\text{нч}}$  ни топинг.

79. Иккита параллел ишлаётган таъминлаш манбаига  $R_{\text{н}}$  нағрузка қаршилиги уланган. Агар иккала манбаининг э. ю. к.  $E$  ва ички қаршилиги  $R_{\text{нч}}$  бир хил бўлса, нағрузкадаги ток учун аналитик кўринишдаги ифодани ёзинг.

80.\* Э. ю. к. манбаининг ички қаршилиги  $R_{иқ}$  ва наг-  
 узканинг қаршилиги  $R_{н}$  қандай нисбатда бўлганда  
 ағрузкавий қаршилиқда максимал қувват ажралади?  
 $I_{иқ} = f(R_{н})$  функциянинг графигини ясанг.

81.\* Нагрузкаси  $R_{н} = 1$  кОм бўлган занжир  $E = 100$  В  
 ва  $R_{иқ} = 100$  Ом манбага уланган. Муҳитнинг тем-  
 ператураси 293 К. Агар уловчи симлар мисдан бўлиб,  
 уларнинг  $T = 293$  К температурадаги қаршилиги 50 Ом  
 бўлса, температура 373 К бўлганда занжирдаги ток  
 қатталиги қанчага ўзгаради?

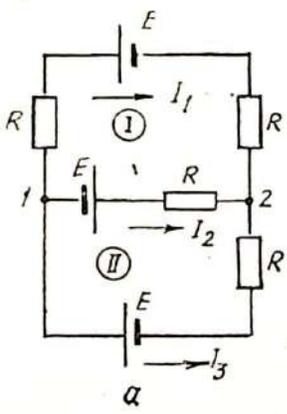
82.  $R_{н} = 100$  Ом нагрузкани  $E = 100$  В ва  $R_{иқ} = 10$   
 Ом ли таъминлаш манбаига уланганда нагрузкадаги  
 ток кучи 0,8 А дан кам бўлмаслиги учун узунлиги  
 200 м ли уловчи мис симнинг диаметри қанча бўлиши  
 шерак?

83. Агар салт юриш режимида қисмалардаги кучла-  
 ниш 15 В, қисқа туташув режимида эса ток кучи 0,5  
 А бўлса, шу таъминлаш манбаининг э. ю. к. ва ички  
 қаршилиги қанча эканлигини аниқланг.

84.\* Нагрузка қаршилигини 100 Ом га ўзгартирил-  
 ганда занжирдаги ток кучи 10 мА га камаяди. Агар  
 қаршилиқ  $E = 20$  В ва  $R_{иқ} = 50$  Ом ли манбага уланган  
 бўлса, дастлабки нагрузкавий қаршилиқни ҳисобланг.

85. Кирхгоф қонунларидан фойдаланиб, 7-расм а ва  
 б-лардаги схемада  $I_1$ ,  $I_2$  ва  $I_3$  тоқларни топинг. Иккала  
 схемада ҳам  $R_{иқ} = 0$ .

86. Агар манбаининг ички қаршилиги нагрузкавий  
 қаршилиқдан 5 марта кам бўлса э. ю. к.  $E = 100$  В



**TERMIZ MUHANDISLIK-  
 TEXNOLOGIYA INSTITUTI  
 AXBOROT-RESURS MARKAZI**

INV. № 4270

7 2022. yil

---

**ISLIM KARIMOV NOMIDAGI TO'XKENT DAVLA  
 TEXNIKA UNIVERSITETI TERMIZ FILIALI  
 AXBOROT-RESURS MARKAZI**

INV. № 1093

XI 2019 yil

4- расм. 85- масалага оид  
 1 ва 2 — узеллар, I ва II — консурлар

бўлган манбанинг қисмаларидаги кучланишни ҳисобланг.

87. 83- масала шартига кўра қаршилиги 120 Ом бўлган нагрузкавий резисторда ток кучи қанча бўлишини топинг.

88. Агар нагрузкавий қаршилиқда кучланиш 80 В, занжирдаги ток кучи-эса 40 мА бўлса, уловчи симларда қанча қувват сарф бўлади? Занжир э. ю. к.  $E = 100$  В ва ички қаршилиги 490 Ом бўлган манбага уланган.

89. Нагрузкавий кучланишни 5 дан 10 кОм гача оширилганда занжирдаги ток кучи 2 марта камайган. Агар дастлабки ток кучи 10 мА бўлса, манбанинг э. ю. к. ва ички қаршилиги қанчага тенг?

90. Элементнинг э. ю. к.  $E$ , ички қаршилиги  $R_{\text{иц}}$ . Ташқи занжирнинг қаршилиги катталигига боғлиқ равишда манба қисмаларидаги кучланиш, занжирдаги ток кучи, занжирнинг ташқи ва ички участкаларида ажраладиган қувват, манба эришадиган қувват, шунингдек, унинг ф. и. к. графигини чизинг.

#### 7- §. ИСТЕЪМОЛЧИЛАР ВА ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯ МАНБАЛАРИНИ КЕТМА-КЕТ, ПАРАЛЛЕЛ ВА АРАЛАШ УЛАШ

Резисторларни кетма-кет улаганда занжирнинг эквивалент қаршилиги резисторлар қаршилиқларининг йиғиндисига тенг:

$$R_{\text{эқв}} = R_1 + R_2 + \dots + R_n. \quad (18)$$

Занжирдаги кучланиш ва ток қуйидаги ифодалардан аниқланади:

$$\begin{aligned} U_{\text{ум}} &= U_1 + U_2 + \dots + U_n; \\ I_{\text{ум}} + I_1 &= I_2 = \dots = I_n. \end{aligned} \quad (19)$$

Резисторларни параллел улаганда занжирнинг эквивалент ўтказувчанлиги резисторлар ўтказувчанликларининг йиғиндисига тенг:

$$\frac{1}{R_{\text{эқв}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}. \quad (20)$$

Занжирдаги кучланиш ва ток қуйидаги ифодалардан аниқланади:

$$\begin{aligned} U_{\text{ум}} &= U_1 = U_2 = \dots = U_n; \\ I_{\text{ум}} &= I_1 + I_2 + \dots + I_n. \end{aligned} \quad (21)$$

Амалда биргина электр энергия манбаини улаш етар-эмас. (15) тенгламадан бунга ишонч ҳосил қилишнинг эмас, ташқи занжирдаги кучланишни ошириш ун манбанинг э. ю. к. ошириш лозим, токни ошириш ун эса унинг ички қаршилигини камайтириш лозим. Бунга таъминлаш манбаларини кетма-кет ва параллел қўйиб эришилади.

### Масалалар

91. 5- расмдаги занжирнинг эквивалент қаршилиги-топинг. Резисторларнинг қаршиликлари бир хил.

92.\* Параллел уланган иккита резистордан иборат занжирнинг эквивалент қаршилиги уланган резисторлардан бирининг катталигига боғлиқлигини ёзинг.  $R_1 \rightarrow 0$  ва  $R_1 \rightarrow \infty$  да  $R_{\text{эқв}}$  нимага тенг.  $R_2 = 1$  кОм;  $0,5$  кОм;  $2$  кОм да  $R_{\text{эқв}} = f(R_1)$  функциянинг графигини чизинг.

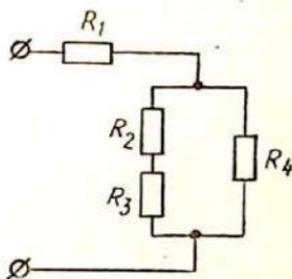
93. Занжир ҳар бирининг қаршилиги  $10$  Ом бўлган параллел уланган иккита резистордан иборат. Резисторларнинг биридан  $I = 1$  А ток ўтади. Агар  $R_{\text{иш}} = 1$  Ом бўлган занжирдаги резисторнинг биридан ток қанчага тенг бўлади?

94. Занжирларнинг бири кетма-кет уланган резисторлардан, бошқиси эса параллел уланган резисторлардан иборат. Иккала ҳолда ҳам резисторларнинг сони ва уларнинг катталиклари бир хил. Қайси ҳолда катта бўлади?

95. Икки резисторни кетма-кет улаганда уларнинг эквивалент қаршилиги параллел улагандаги қаршилиқдан  $4$  марта катта бўлиши учун бу резисторларнинг қаршиликлари нисбати қандай бўлиши керак?

96. Параллел уланган иккита резисторнинг эквивалент қаршилиги улардан исталган бирининг қаршилиқдан катта бўла олмаслигини исботланг.

97.\* Параллел уланган иккита резистор қаршилиги-график усулда ҳисоблашнинг қуйидаги кўрғазмали оддий усули мавжуд: ихтиёрий  $ab$  кесманинг  $a$  ва  $b$  нуқталарига перпендикуляр ўтказилади, бу перпен-

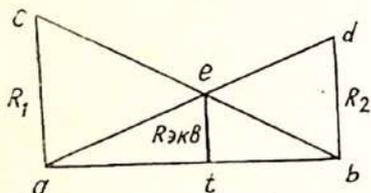


5- расм. 91- масалага оид

ҳолда  $R_{\text{эқв}}$  қарши-

дикулярларнинг узунликлари резисторлар қаршиликлари-  
нинг муайян (маълум) масштабларига мос келади  
(6- расм). Эквивалент қаршилик *et* кесмага мос кели-  
шини исботланг.

98. Қаршилиги 30 Ом бўлган резистор билан кетма-  
кет қилиб реостат уланган. Реостат жилгичи ўртада  
турганда ток кучи 2 А бўлади. Агар занжир э. ю. к.  
 $E = 100$  В ва ички қаршилиги  $R_{\text{ич}} = 5$  Ом бўлган ман-



6- расм. 97- масалага оид

бага уланса, реостат тўла  
уланганда ва чиқарилганда  
занжирдаги ток кучи ва ре-  
зистордаги кучланиш қан-  
дай ўзгаради?

99. Занжирнинг эквива-  
лент қаршилиги 10 кОм бў-  
лиши учун қаршилиги 15  
кОм бўлган резисторга па-  
раллел уланиши лозим бўл-

ган резисторнинг қаршилигини аниқланг.

100.\* Ҳар бирининг қаршилиги олдингисидан 100 Ом  
катта бўлган кетма-кет уланган 10 та резистордан ту-  
зилган занжирнинг эквивалент қаршилиги қанчага тенг?  
Бунда биринчи резисторнинг қаршилиги 1 кОм.

101. Олдинги масала шартига қараб бешинчи ре-  
зистордаги кучланишни топинг. Занжирни таъминловчи  
кучланиш 14,5 В.

102.\* Ҳар бирининг қаршилиги олдингисидан 2 марта  
катта бўлган параллел уланган ўн иккита резистордан  
тузилган занжирнинг эквивалент қаршилигини аниқ-  
ланг. Биринчи резисторнинг қаршилиги 1 кОм.

103. Олдинги масала шартига қараб бешинчи парал-  
лел тармоқдаги токни аниқланг. Умумий ток 0,1 А.

104.  $n$  та бир хил резистордан тузилган занжир қай-  
си ҳолда таъминлаш манбаидан кўпроқ энергия истеъ-  
мол қилади: уларни параллел улагандами ёки кетма-кет  
улагандами?

105. Қаршилиги  $R_{\text{н}} = 45$  Ом бўлган нагрузкада 0,2  
А ток кучи ҳосил қилиш учун  $E = 10$  В ва  $R_{\text{ич}} = 35$   
Ом бўлган манбалардан нечта керак бўлади? Масалани  
э. ю. к. манбалари кетма-кет ва параллел уланган ҳол-  
лар учун ечинг.

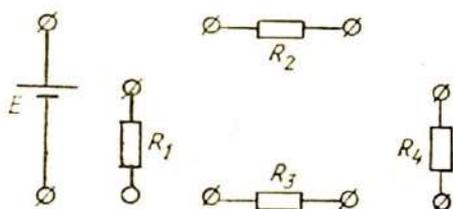
106. Бир хил сондаги батареяларни кетма-кет ула-  
ганда, шунингдек, уларни параллел улаганда нагрузкани

таъминлаш учун  $R_{\text{иқ}}$  ва  $R_{\text{и}}$  қандай нисбатда бўлиши керак?

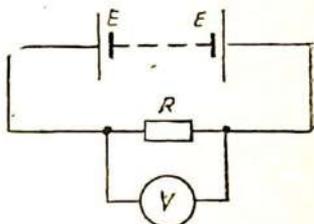
107. Нагрузкани кетма-кет уланган тўртта батарея билан таъминлаганда ( $E = 6 \text{ В}$  ва  $R_{\text{иқ}} = 20 \text{ Ом}$ ) нагрузкадаги кучланишни аниқланг. Занжирдаги ток кучи  $0,1 \text{ А}$ .

108. Э. ю. к. манбага 4 та резисторни параллел улаш схемасини чизинг (7- расм).

109. Э. ю. к. бир хил бўлган иккита манба 8- расмда кўрсатилгандек уланган. Вольтметр  $V$  нимани кўрсатади?



7- расм. 108- масалага оид



8- расм. 109- масалага оид

## 8- §. ТОКНИНГ ИССИҚЛИК ТАЪСИРИ

Ўтказгичдан электр ток ўтаётганда ундан ажраладиган иссиқлик миқдори Жоуль — Ленц қонуни билан аниқланади:

$$Q = R I^2 t [\text{Ж}]. \quad (22)$$

Бу тенгликни электр майдоннинг бажарган иши учун олинган (14) ифода билан таққослаб, уларнинг бир хиллигини кўриш мумкин. Шундай қилиб, электр майдоннинг ҳамма иши иссиқликка айланади.

### Масалалар

110. Агар электр иситгич асбоб спирали қисқартирилса, асбобнинг қуввати ўзгарадими?

111. Электр иситгич асбоб бир ой давомида 20 соат ишлади. Агар унинг қаршилиги 20 Ом, тармоқнинг кучланиши 127 В ва 1 квт·соат энергиянинг нархи 4 тийин бўлса, шу вақт ичида истеъмол қилинган энергиянинг умумий нархи қанча бўлади?

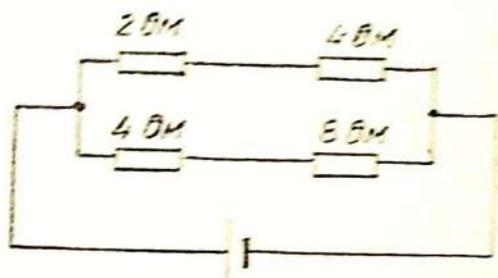
112. 220 В ли тармоққа кавшарлагич уланганда, унинг қувавати 25 Вт дан кам бўлмастиги учун кавшарлагичнинг максимал қаршилиги қанча бўлиши керак?

113. Қувавати 1 кВт бўлган электр печнинг истеъмол қилган энергияси қанча туришини (наرخини) аниқланг.

114. Қаршилиги 10 Ом бўлган ўтказгичдан 1 А ток 60 сек давомида ўтганда ажраладиган иссиқликни аниқланг.

115. Ўтказгичда 10 сек давомида  $5 \cdot 10^3$  Ж иссиқлик ажралади. Агар ўтказгичнинг қаршилиги 1 кОм бўлса, ўтаётган ток қанчага тенг?

116.\* Агар ток 1 А га ўзгарганда ажраладиган иссиқлик миқдори 4 марта ортса, дастлабки токи ва қаршилиги 10 Ом бўлган ўтказгични 1 сек да ажратадиган иссиқлик миқдорини аниқланг.



9- расм. 117- масалага оид

117. Тўртта резистор 9- расмдаги схема бўйича уланган. Резисторларнинг қайси бирида энг кўп иссиқлик миқдори ажралади?

118. Занжирга мис ва пўлат сим параллел уланган. Агар бу симларнинг узунликлари ва кесимлари тенг

бўлса, бир хил вақтда бу симларнинг қайси бирдан кўпроқ иссиқлик миқдори ажралади?

## 9- §. ТОКНИНГ ХИМИЯВИЙ ТАЪСИРИ

Туз эритмалари, кислоталар, ишқорлар ва эриган тузлар орқали электр ток ўтганда, уларни таркибий қисмларга ажратади. Бу ҳодисани электролиз деб юрилади, эритмадаги электр токнинг ўзи эса ионларнинг ҳаракатидан иборат. Электролиз Фарадейнинг икки қонуни билан баён қилинади.

Фарадейнинг 1- қонуни: электролизда ажралган модда миқдори токка ва шу ток ўтган вақтга пропорционал:

$$k_m = k_3 I t \text{ [кг]}, \quad (23)$$

бунда  $k_3$  — муайян модданинг электрохимиявий эквиваленти, кг/Кл.

Фарадейнинг 2- қонуни: электрохимиявий эквивалентнинг химиявий эквивалентга нисбати барча моддалар учун доимий катталиқдир:

$$\frac{k_{\text{э}} n_A}{m_A} = \frac{1}{N_F} \quad (24)$$

Бунда  $n_A$  — атомларнинг валентлиги;  $m_A$  — атомий масса;  $N_F = 96\,400$  Кл/моль — Фарадейнинг универсал доимийси.

### Масалалар

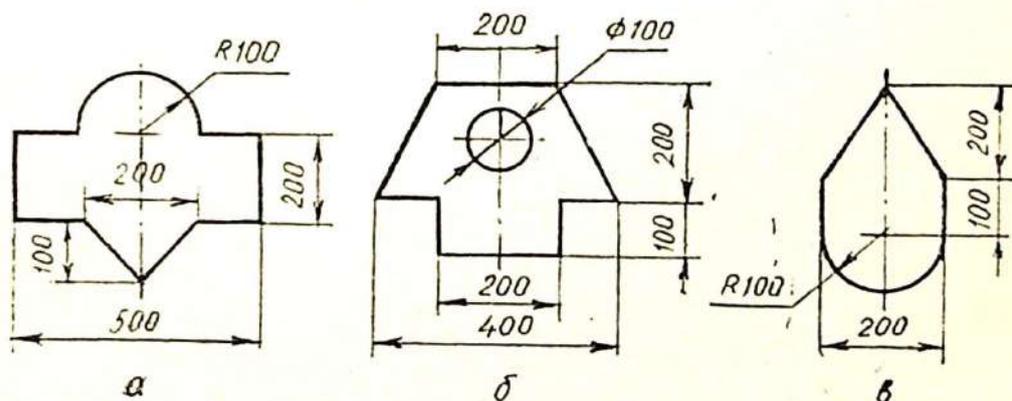
119. Агар металл кумушнинг азот кислотали тузи эритмаси орқали 30 мин. давомида 2 А ток ўтса, эритмадан қанча миқдорда металл кумуш ажралади?

120. Мис купороси эритмаси солинган ванна орқали 20 мин давомида электр ток ўтганда электродда 20 г мис ажралади. Ток кучини топинг.

121. 2 соат давомида катодда 25 г никель ажрალიши учун никель эритмаси солинган ванна орқали қанча ток ўтказиш лозим?

122. Никель тузи эритмасига туширилган буюмни никеллаш учун қанча вақт кетади? Ток кучи 1 А, зарур бўлган никель қатламининг массаси 10 г.

123. Мис билан 1 мм қалинликда қоплаш лозим бўлган пластинкаларнинг конфигурацияси, 10- расм, а, б, в да кўрсатилган. Агар ток кучи 10 А бўлса, ҳар қайси пластинкани мис билан қоплаш учун қанчадан вақт сарф бўлади?



10- расм. 123- масалага оид

124. Ремонт вақтида аккумулятор пластинкаларини алмаштираётганда нима учун бир вақтда эски ва янги пластинкаларни бир хил қутбийликда ўрнатиш мумкин эмас?

125. Электродда ажраладиган масса қандай қонун бўйича ўзгаришини аниқланг ва унинг

$$m = f(t)$$

га боғлиқлик графигини ясанг.

126\*. Токни 3 марта оширганда электролит эритмасидан ажралаётган мис массаси 10 мин давомида 1 г га ортди. Худди шунча миқдордаги мис токни орттирмасдан олдин 20 мин. давомида ҳосил бўлаётган эди. Ўтган токни ва миснинг умумий массасини аниқланг.

127. Кислотали аккумулятор пластинкаларининг ташқи кўринишидан уларнинг қайси бири мусбат, қайси бири манфий эканлигини қандай билиш мумкин?

128. Параллел уланган гальваник элементлар батареяси тайёрлашда битта умумий идишга эга бўлиш етарлими?

129. Аккумулятор батарея параллел уланган бешта бир хил элементдан иборат. Бутун батарея қисқа туташгандаги ток кучи битта элемент қисқа туташгандаги ток кучидан неча арта ортиқ? Элементлар кетма-кет уланганда қисқа туташув токи ўзгарадими?

ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ

10- §. МАГНИТАВИЙ МАЙДОННИНГ АСОСИЙ  
ХАРАКТЕРИСТИКАЛАРИ ВА ПАРАМЕТРЛАРИ

Магнитавий майдон куч чизиқларига перпендикуляр-  
жойлашган ўтказгичга

$$F = B I l [Н] \quad (25)$$

куч таъсир қилади, бунда  $B$  — магнитавий индукция,  
 $T$ ;  $l$  — ўтказгичнинг узунлиги, м.

Магнитавий оқим магнитавий индукция ва мана шу  
магнитавий оқимни ўтказувчи муҳитнинг кўндаланг кес-  
сими билан аниқланади:

$$\Phi = BS [Вб], \quad (26)$$

бунда  $S$  — кўндаланг кесим юзи, м<sup>2</sup>.

Магнитавий майдоннинг кучланганлиги  $H$  [А/м] май-  
доннинг муайян нуқтасида бирлик магнитавий қутбга  
таъсир қилувчи кучнинг катталигини ва йўналишини  
характерлайди.

Вакуумда магнитавий майдон учун қуйидаги ифода-  
лар ўринли:

$$B = \mu_0 H \text{ ёки } \mu_0 = \frac{B}{H} \quad (27)$$

бунда  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$  [Г/м] — вакуумнинг магнитавий кирит-  
увчанлиги ёки магнитавий доимийси.

Турли моддаларда магнитавий индукциянинг магни-  
тавий майдон кучланганлигига нисбати шу моддалар-  
нинг абсолют магнитавий киритувчанлиги дейилади ва  
 $\mu_a$  [Г/м] билан белгиланади. Модданинг абсолют магни-  
тавий киритувчанлигининг магнитавий доимийга нисба-  
ти модданинг нисбий магнитавий киритувчанлиги  $\mu$  де-  
йилади. Шундай қилиб,

$$\mu = \frac{\mu_a}{\mu_0}. \quad (28)$$

Ферромагнит материалларнинг абсолют магнитавий киритувчанлиги доимий катталиқ эмас, шунинг учун  $H$  катталиқ берилганда  $B$  ни аниқлаш учун магнитланиш эгри чизигидан фойдаланилади (4- илова).

### Масалалар

130. Ҳавода турган узунлиги 10 м бўлган ўтказгичдан кучи 200 А бўлган ток ўтмоқда. Шу ўтказгичга магнитавий майдон қандай куч билан таъсир қилади? Майдоннинг кучланганлиги 800 А/м<sup>1</sup>.

131. Магнитавий майдоннинг кучланганлиги 2250 А/м бўлганда ферромагнетикдаги магнитавий индукция 0,5 Т бўлса, шу ферромагнетикнинг абсолют магнитавий киритувчанлиги қандай бўлади?

132. 131- масала шартига кўра ферромагнетикнинг нисбий магнитавий киритувчанлигини ҳисобланг.

133. Индукцияси 0,15 Т бўлган магнитавий майдонга жойлаштирилган 2 м узунликдаги токли ўтказгичга 3 Н куч таъсир қилади. Ўтказгичдаги ток кучини аниқланг.

134. Магнитавий майдонда жойлашган узунлиги 1 м бўлган ўтказгичнинг магнитавий майдон индукцияси катталигини топинг. Бу ўтказгичнинг қаршилиги 10 Ом, уни  $E = 50$  В ва  $R_{\text{ич}} \approx 0$  бўлган манбага улаганда унга 0,5 Н куч таъсир қилади.

135.  $B = 0,1$  Т ўтказгичнинг кўндаланг кесим юзи 2 мм, ўтказгичга 0,5 Н куч таъсир қилади. Магнитавий майдонга жойлаштирилган шу ўтказгичнинг узунлиги қанча?

136. Кўндаланг кесим юзи  $2 \cdot 10^{-4}$  м<sup>2</sup> бўлган ўзакдаги магнитавий оқимни аниқланг. Магнитавий индукция 0,8 Т.

137. Электротехникавий пўлатдан қилинган ўзакда магнитавий майдон кучланганлиги 2000 А/м. Агар бу ўзак  $2 \cdot 10^{-5}$  Вб магнитавий оқим ўтказса, унинг кўндаланг кесим юзи қандай? (Кўрсатма: 4- иловада келтирилган магнитланиш эгри чизигидан фойдаланинг.)

138. Ферромагнит брусик магнитавий майдонга киритилганда ундаги магнитавий индукция худди шундай майдон кучланганлигининг ҳавода ҳосил қилган магни-

<sup>1</sup> Бу параграфда токли ўтказгичга таъсир қиладиган кучни аниқлашда магнитавий майдоннинг куч чизиқларига ўтказгич перпендикуляр жойлашган деб ҳисобланг.

ий индукциясидан 500 марта катта бўлди. Брусок  
 -рланган материалнинг абсолют магнитавий киритув-  
 тиги қанчага тенг?

### 11-§. ТОКНИНГ МАГНИТАВИЙ ТАЪСИРИ.

#### ОСМЛАРНИНГ МАГНИТЛАНИШИ. ЭЛЕКТРОМАГНИТЛАР

Узун тўғри ўтказгичдан  $I$  ток ўтаётганда унинг ат-  
 -идаги магнитавий майдон кучланганлиги қуйидагига  
 :

$$H = \frac{I}{2\pi l_a} \quad (29)$$

да  $I_a$  — ўтказгич ўқидан фазонинг магнитавий май-  
 -кучланганлиги изланаётган нуқтасигача бўлган ма-  
 -а, м.

$I_2$  токли ўтказгичга параллел равишда ўтаётган  $I_1$   
 -и ўтказгичга таъсир қилаётган  $F_{12}$  куч қуйидагича  
 ққланади:

$$F_{12} = B_2 I_1 l [H], \quad (30)$$

да  $B_2$  — фазонинг биринчи ўтказгич жойлашган нуқ-  
 -ида иккинчи ўтказгичдан ўтаётган ток ҳосил қила-  
 -ан магнитавий майдон индукцияси;  $l$  — параллел ўт-  
 -гичларнинг узунлиги, м.

Иккинчи ўтказгичга таъсир қилаётган  $F_{21}$  куч  
 -инчи ўтказгичга таъсир қилаётган  $F_{12}$  кучга тенг  
 шиб, қуйидагича ифодаланиши мумкин:

$$F_{12} = F_{21} = \frac{\mu_0 I_1 I_2 l}{2\pi l_a} \quad (31)$$

да  $I_a$  — ўтказгичларнинг ўқлари орасидаги масофа, м.  
 Агар ўтказгичлардаги тоklarнинг йўналиши бир хил  
 -са, ўтказгичлар ўзаро тортишади, агар улардаги  
 -ларнинг йўналиши ҳар хил бўлса, ўзаро итарилади.  
 -ш ўрамга эга бўлган чулғамдан  $I$  ток ўтганда, чул-  
 -да, магнитловчи куч ҳосил бўлади.

Электромагнит ҳосил қилаётган магнитавий майдон  
 -ланганлигини қуйидаги формуладан аниқлаш мум-  
 -:

$$H = \frac{I\omega}{l_{yp}} \quad (32)$$

бунда  $L_{\text{ср}}$  — магнитавий майдон куч чизигининг ўртача узунлиги, м.

Бир жинсли магнитавий занжир учун Ом қонуни қуйидаги кўринишга эга:

$$\Phi = \frac{I\omega}{R_m}, \quad (33)$$

бунда  $R_m$  — занжирнинг магнитавий қаршилиги, 1/Г.

$$R_m = \frac{l}{\mu_0 \mu S}, \quad (34)$$

бунда  $l$  — магнит ўтказгич узунлиги, м;  $S$  — магнит ўтказгичнинг кесим юзи, м<sup>2</sup>.

Ом қонунини бошқача кўринишда ҳам ёзиш мумкин:

$$Hl = I\omega. \quad (35)$$

Магнит ўтказгичнинг кесими ва материали билан (шу билан бирга ҳаво завори бўлиши билан) бир-биридан фарқ қилувчи бир нечта участкалардан иборат бўлган тармоқланмаган занжир учун тўла ток қонуни умумий ҳолда қуйидаги кўринишга эга:

$$I\omega = H_1 l_1 + H_2 l_2 + H_3 l_3 + \dots + H_n l_n \quad (36)$$

бунда  $l_1, l_2, l_3, \dots, l_n$  — магнитавий занжирнинг ҳар қайси участкасининг узунлиги, м;  $H_1, H_2, H_3, \dots, H_n$  — шу участкаларнинг магнитавий кучланганлиги, А/м.

Электромагнит эришадиган тортишиш кучи  $F$  ни қуйидаги тақрибий формула бўйича ҳисоблаш мумкин:

$$F = 4 \cdot 10^5 B^2 S, \quad (37)$$

бунда  $B$  — магнитавий индукция, Т,  $S$  — қутбларнинг кўндаланг кесим юзи, м<sup>2</sup>.

### Масалалар

139. 10 А ток кучи оқаетган ўтказгичдан 0,5 м масофада ҳаводаги магнитавий майдон кучланганлигини аниқланг.

140. Олдинги масала шартларига кўра ўша нуқтадаги магнитавий индукция катталигини ҳисобланг.

141. Токли ўтказгичдан 20 м масофада, ҳавода магнитавий индукция катталиги  $2 \cdot 10^{-7}$  Т га тенг. Ўтказгичдаги ток катталигини топинг.

142. Генератордан иккита параллел шиналар бўйича таъсир қилинадиган кучлар 10 Н дан ошмаслиги учун уларнинг орасидаги масофада жойлаштириш лозим? Агар қайси шинанинг узунлиги 20 м.

143. Жилалари бир-бирида  $l_a = 10$  мм оралиқда турган икки жилали кабелдан 200 А ток кучи ўтса (симлар орасидаги изоляциянинг магнитавий киритувчанлиги  $\mu_0$  га тенг деб ҳисобланг), шу икки жила кабель ўрғоғини қобиғининг ҳар бир метрига қандай бузувчи куч билан таъсир қилишини аниқланг.

144. Бир-бирига зич ўтказилган лак билан изоляцияланган икки симнинг ҳар биридан қандай максимал ток ўтказиш мумкин (ўтказгичлардаги тоқлар ва уларнинг таъсир қилишлари ҳам бир хил)? Бунда лак изоляциянинг қалинлиги 0,01 мм. Ўтказгичларнинг ҳар бир метрида орасидаги босим кучи 150 Н дан ошмаслиги керак.  $\mu = 1$ .

145. Агар 100 ўрамли ғалтакдан 15 А ток кучи оқса, магнитавий майдон куч чизигининг ўртача узунлиги қанча бўлса, шу ғалтак ҳосил қиладиган магнитавий майдон кучланганлигини аниқланг.

146. 1000 ўрамли ғалтакнинг чулғамига 27 В доимий таъсир қилиниши қўйилган. Агар ғалтакнинг қаршилиги 20 Ом бўлса, унинг магнитловчи кучи қанча бўлади?

147. Агар 50 ўрамли ғалтак ҳосил қиладиган магнитловчи кучи 150 А, ғалтакдаги симнинг кесим юзи эса  $1 \text{ мм}^2$  бўлса, ғалтак симидаги токнинг зичлиги қандай бўлади?

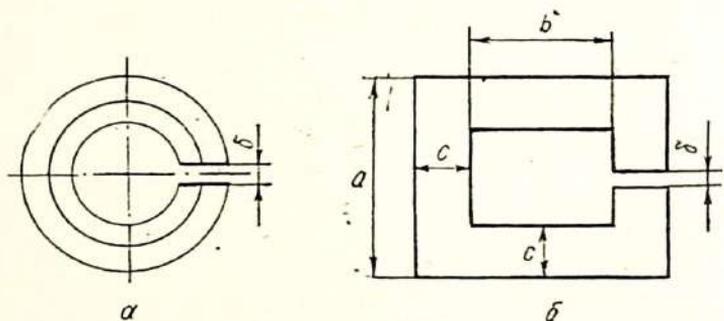
148. Агар электротехникавий пўлатдан қилинган ғалтак чулғамда кўринишидаги ўзакка ўралган чулғамда 250 ўрам бўлса, ундан 1 А ток кучи ўтса, ўзакнинг ўртача диаметри 0,1 м бўлса, шу ўзакда магнитавий индукция қанча бўлади? (Кўрсатма: 4-иловада келтирилган магнитлашни эгри чизигидан фойдаланинг.)

149. Юқоридаги масалани ўзак а) чўяндан; б) қуйидаги пўлатдан қилинган ҳоллар учун ечинг.

150. Агар электромагнит чулғами 500 ўрам бўлса, таъсир қилишидаги чизигининг ўртача учунлиги 2 м, ўзакнинг кўндан-кўн қисми кесим юзи  $0,25 \text{ м}^2$ , ўзакдаги магнитавий оқим  $45 \text{ Вб}$  бўлса, шу электромагнит чулғамидан қандай таъсир қилинади? Ўзак электротехникавий пўлатдан қилинган (4-иловага қаранг).

151. Магнит ўтказгичнинг кўндаланг кесим юзи  $0,02 \text{ м}^2$ , узунлиги  $0,05 \text{ м}$ , нисбий магнитавий киритувчанлиги  $2000$ . Магнит ўтказгичнинг магнитавий қаршилигини аниқланг.

152. Ўртача айлана узунлиги  $0,3 \text{ м}$  ва кўндаланг кесими  $0,001 \text{ м}^2$  бўлган тороидал магнит ўтказгичда  $1 \text{ мм}$  узунликда зазор бор. Агар мана шу магнит ўтказгичда  $10 \text{ А}$  ток оқса, магнит ўтказгичдаги магнитавий оқим  $1,5 \cdot 10^{-3} \text{ Вб}$ , магнит ўтказгич тайёрланган материалнинг абсолют магнитавий киритувчанлиги  $\mu_a = 10^{-4} \text{ Г/м}$  бўлса, магнит ўтказгич чулғамига неча ўрам ўралган (11-расм, а)?



11- расм, а — 152- масалага оид; б — 153- масалага оид

153\*. Электротехникавий пўлатдан қилинган тўғри бурчакли магнит ўтказгич зазоридаги кучланганликни аниқланг (11- расм, б). Унинг ўлчамлари қуйидагича:  $a = 0,11 \text{ м}$ ;  $b = 0,06 \text{ м}$ ,  $c = 0,01 \text{ м}$ ,  $\delta = 2 \text{ мм}$ . Ўзакда магнитавий майдон кучланганлиги  $2 \cdot 10^3 \text{ А/м}$ , чулғам ҳосил қилаётган магнитловчи куч эса  $I\omega = 3,32 \cdot 10^3 \text{ А}$ .

154. Юқоридаги масала шартларига кўра магнит ўтказгичдаги магнитавий оқим катталигини ҳисобланг. Магнит ўтказгичнинг кўндаланг кесим юзи  $S = 10^{-4} \text{ м}^2$ .

155. Агар чулғамнинг магнитловчи кучи  $500 \text{ А}$ , магнит ўтказгичнинг магнитавий қаршилиги  $2,5 \cdot 10^4 \text{ 1/Г}$  бўлса, берк магнит ўтказгичдан қандай магнитавий оқим ўтади?

156. Агар ферромагнитавий магнит ўтказгичда магнитловчи кучни ўзгартирмасдан ҳаво зазор очилса, магнит ўтказгичдаги магнитавий оқим қандай ўзгаради?

157\*. Мунтазам учбурчакнинг учларида учта параллел ўтказгич жойлаштирилган. Ўтказгичлар ўқлари орасидаги масофа 0,2 м. Ўтказгичлардаги тоқлар бир томонга йўналган бўлиб, мос равишда  $I_1 = 50$  А,  $I_2 = I_3 = 20$  А га тенг. Агар ўтказгичларнинг узунликлари 1 м дан бўлиб,  $\mu = 1$  бўлса, ҳар қайси ўтказгичга таъсир қилаётган кучни аниқланг.

158. Агар тақасимон электромагнитнинг иккала қутбининг кўндаланг кесим юзи 0,012 м<sup>2</sup>, магнитавий индукцияси эса 0,5 Т бўлса, шу магнит қандай кучга эришади?

159. Агар электромагнитнинг қутблари билан тортилаётган ферромагнит брусок (электромагнит якори ёки кўтарилаётган юк) орасидаги зазор кичрайтирилганда электромагнит ҳосил қилаётган куч қандай ўзгаради?

160. Электромагнит қутблари ва якорь орасидаги зазор  $l_{B1} = 10$  мм бўлганда тортишиш кучи 10 Н. Агар электромагнитдаги токни ўзгартирмай, зазор  $l_{B2} = 1$  мм га ўзгартирилса, тортишиш кучи қанча бўлади? Якорнинг ва магнит ўтказгичнинг магнитавий қаршилигини ҳисобга олманг.

161. 152- масала шартларидан фойдаланиб тороидал ўзакнинг зазорини камайтиришга интилаётган кучни аниқланг.

162. а) доимий магнитлар; б) электромагнитлар тайёрлашда ишлатиладиган пўлатларнинг магнитавий характеристикалари бир-биридан қандай фарқ қилади?

163. Нима учун ферромагнит материаллардан қилинган доимий магнитларга зарб билан урилганда ёки кучли қиздирилганда магнитсизланиб қолади?

164. Кучсиз магнитавий майдонда совуқлайин прокатка қилинган пўлат ва иссиқлайин прокатка қилинган пўлатнинг магнитланиш эгри чизиғи нима билан фарқ қилади?

## 12- §. ЭЛЕКТРОМАГНИТАВИЙ ИНДУКЦИЯ.

### ЎЗИНДУКЦИЯ Э. Ю. К. ИНДУКТИВЛИК

Ўтказгич магнитавий майдонда ҳаракатлантирилганда индукция э. ю. к. ҳосил бўлади:

$$E = Blv \sin \alpha \quad (38)$$

бунда  $E$  — индукция э. ю. к.  $B$ ,  $v$  — магнитавий индукция, Т;  $v$  — ўтказгичнинг ҳаракатлиниш тезлиги, м/сек;  $\alpha$  — майдоннинг магнитавий куч чизиқлари йўналиши билан ўтказгичнинг ҳаракат йўналиши орасидаги бурчак. Агар ўтказгич магнитавий куч чизиқлар йўналишига перпендикуляр ҳаракатланса, унда олдинги формула қуйидаги кўринишни олади:

$$E = Blv. \quad (39)$$

Индукцияланган э. ю. к. нинг йўналиши ўнг қўл қондаси бўйича аниқланади.

Агар қўзғалмас чулғам жойлашган магнитавий майдон ўзгарса, чулғамда индукция э. ю. к. ҳосил бўлади. Бунда индукцияланган э. ю. к. оқимилашувчанлик тезлигининг ўзгаришига тенг (оқимилашувчанлик тезлиги текис ўзгаради деб фараз қилинади).

$$E = - \frac{\Delta \Psi}{\Delta t}, \quad \Psi = \Phi \omega, \quad \text{яъни } E = - \omega \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \quad (40)$$

бунда  $\Delta \Phi$  — магнитавий оқимнинг ўзгариши, Вб;  $\Delta t$  — магнитавий оқим ўзгарган вақт оралиғи, сек;  $\omega$  — ғалтакнинг ўрамлари сони.

Ўзгарувчан магнитавий майдонга жойлаштирилган ғалтакнинг битта ўрамидаги, шунингдек, якка ўтказгичдаги э. ю. к. магнитавий оқимнинг ўзгариш тезлигига тенг бўлади:

$$E = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}. \quad (41)$$

Агар чулғамдан ўзгарувчан ток оқса, у ҳолда чулғам атрофида ўзгарувчан магнитавий майдон ҳосил бўлади, бу ўз навбатида чулғамда э. ю. к. ҳосил бўлишига олиб келади, мазкур ҳолда уни ўзиндукция э. ю. к. дейилади. Ўзиндукция э. ю. к. нинг катталиги чулғамдаги токнинг ўзгариш тезлигига ва чулғамнинг индуктивлигига боғлиқ:

$$E_L = - L \frac{\Delta I}{\Delta t} [B], \quad (42)$$

бунда  $L$  — чулғамнинг индуктивлиги, Г;  $\Delta I$  — чулғамдаги токнинг ўзгариши, А;  $\Delta t$  — чулғамдаги ток ўзгарган вақт оралиғи, сек.

Чулғамнинг индуктивлиги қуйидаги формуладан ҳисоблаб чиқарилиши мумкин:

$$L = \frac{\Phi w}{I} \quad (43)$$

бунда  $\Phi$  — ўрамлар сони  $w$  бўлган чулғамдан  $I$  ток ўтганда чулғам ҳосил қилаётган магнитавий оқим, Вб.

Иккита чулғам шундай жойлашганки, унинг биринчи чулғамнинг (ёки бир қисмининг) магнитавий оқими иккинчи чулғамга кирса, у ҳолда биринчи чулғамдаги токни ўзгартирганда иккинчи чулғамда э. ю. к индукцияланади, уни ўзаро индукция э. ю. к.  $E_{\text{ўз}}$  деб аталади:

$$E_{\text{ўз}} = -L_M \frac{\Delta I_1}{\Delta t} [\text{В}], \quad (44)$$

бунда  $\Delta I_1$  — биринчи чулғамдаги токнинг  $\Delta t$  вақтда ўзгариши,  $L_M$  — ўзаро индуктивлик, Г.

Ўзаро индуктивлик  $L_M$  биринчи  $L_1$  ва иккинчи  $L_2$  чулғамларнинг индуктивлигига ва ғалтаклар орасидаги боғланиш коэффициенти  $k_{\text{боғ}}$  га боғлиқ. Боғланиш коэффициенти бир ғалтак магнитавий оқимининг қандай қисми иккинчи ғалтакнинг ўрамлари ичига киришини кўрсатади:

$$L_M = k_{\text{боғ}} \sqrt{L_1 L_2}. \quad (45)$$

Индуктив боғланишли кетма-кет уланган икки чулғамнинг эквивалент индуктивлиги қуйидагига тенг:

$$L_{\text{эқв}} = L_1 + L_2 \pm 2L_M. \quad (46)$$

Чулғамлардаги ток чулғамларининг бошига нисбатан бир хил йўналганда формулада „+“ ишора олинади; токларнинг йўналиши қарама-қарши бўлганда формулада „—“ ишора олинади.

Магнитавий майдондаги ўтказгичга таъсир қилувчи куч қувватлар баланси учун ёзилган қуйидаги ифодадан аниқланади:

$$Fv = UI + I^2 R \quad (47)$$

бунда  $Fv$  — умумий механикавий қувват, Вт;  $UI$  — нагрузкага берилаётган фойдали электр қувват, Вт;  $I^2 R$  — ўтказгичнинг қизишига сарф бўлаётган қувват, Вт.

## Масалалар

165. Узунлиги 3 м бўлган ўтказгич бир жинсли магнитавий майдонда магнитавий куч чизиқларга перпендикуляр равишда 3 м/сек тезлик билан текис ҳаракатланмоқда. Майдоннинг магнитавий индукция катталиги 0,2 Т. Ўтказгич учларида ҳосил бўладиган э. ю. к. катталигини аниқланг.

166. Узунлиги 10 м бўлган ўтказгични майдоннинг куч чизиқларига перпендикуляр равишда 20 м/сек тезлик билан ҳаракатлантирилганда 15 В э. ю. к. ҳосил бўлса, ҳавода магнитавий майдон кучланганлиги қанча бўлишини аниқланг.

167. Ўтказгични индукцияси 1 Т бўлган магнитавий майдонда 100 м/сек тезлик билан ҳаракатлантирилгандан 12 В э. ю. к. ҳосил бўлади. Ўтказгич йўналиши билан майдон куч чизиқлари орасидаги бурчак  $30^\circ$  га тенг. Шу ўтказгич узунлигини аниқланг.

168. Қанотларининг узунлиги 20 м бўлган самолёт горизонтал равишда 1800 км/соат тезлик билан учмоқда. Агар қанотларининг учлари орасидаги потенциаллар фарқи 0,5 В бўлса, ернинг магнитавий майдон индукцияси вертикал ташкил этувчиси қанча бўлишини аниқланг.

169. Узунлиги  $l$  бўлган ўтказгични индукцияси  $B$  бўлган бир жинсли магнитавий майдонда 5 м/сек тезлик билан ҳаракатлантирилганда унинг учларида 0,3 В потенциаллар фарқи ҳосил бўлди. Мана шу ўтказгични индукцияси  $B = 1$  Т бўлган магнитавий майдонда 10 м/сек тезлик билан ҳаракатлантирилганда потенциаллар фарқи 0,5 В бўлди. Ҳар икки ҳолда ҳам магнитавий майдоннинг куч чизиқларига нисбатан ўтказгичнинг ҳаракати бир хил. Майдоннинг магнитавий индукцияси  $B_1$  ни аниқланг.

170. Ўтказгич учларидаги потенциаллар фарқи 10 В бўлиши учун уни тақасимон магнит қутблари орасидаги фазода қандай тезликда ҳаракатлантириш керак? Ўтказгичнинг актив узунлиги 1 м,  $\alpha = 90^\circ$ , қутблар орасидаги магнитавий индукция 0,25 Т.

171. Ўрамлар сони 50 бўлган чулғам ичига ўзгарувчан магнитавий майдон киради. Агар ғалтакда 100 В э. ю. к. ҳосил бўлса, магнитавий оқимнинг ўзгариш тезлиги қандай?

172. 40 ўрамдан иборат бўлган чулғамнинг учларида 10 сек давомида  $U = 5$  В доимий потенциаллар фарқи тутиб турилади. Шу вақт ичида магнитавий оқимнинг ортишини аниқланг.

173. Электромагнит қутблари орасига юзи  $0,025 \text{ м}^2$  ва қаршилиги  $0,1$  Ом бўлган қисқа туташтирилган ҳалқа ўрам жойлаштирилган. Электромагнит уланганда индукция  $0,5$  Т қийматга етиши учун кетган вақт  $0,1$  сек бўлса, ўрам магнитавий майдонда турса ва унинг текислиги магнитавий куч чизиқларга перпендикуляр бўлса, қисқа туташтирилган ўрамдан қандай ток ўтади.

174. Агар нагруканинг бирор қаршилигига уланган занжир чулғами ичига доимий тезлик билан ўзгарувчан магнитавий оқим кирса, шу чулғамда токнинг ўзгариш характери қандай бўлади?

175. Агар магнитланган стерженни чулғам орасидан ўтказиш мумкин бўлса, шу стерженнинг шимолий ва жанубий қутбларини қандай аниқлаш керак?

176. Чулғамнинг индуктивлиги  $5 \text{ мГ}$ , чулғамдаги ток эса  $2 \cdot 10^{-3} \text{ А/сек}$  тезлик билан текис ортади. Шу чулғамдаги ўзиндукция э. ю. к ни аниқланг.

177.  $L$  индуктивликка эга бўлган чулғамда токнинг ўзгариш характери: а) ўзиндукция э. ю. к. доимий ва  $E$  га тенг; б)  $E$  нинг қийматига боғлиқ равишда вақт ўтиши билан ўзиндукция э. ю. к. ортган; в)  $E$  нинг қийматига боғлиқ равишда вақт ўтиши билан ўзиндукция э. ю. к. камайган ҳоллар учун график равишда тасвирланг.

178. Чулғамнинг индуктивлиги ўрамлар сонига боғлиқлигини исботланг.

179. Агар чулғам учларига  $2 \cdot 10^{-3}$  сек давомида  $100 \text{ В}$  кучланиш қўйилса, шу чулғам ичига кирадиган магнитавий оқим қандай қийматга эришади? Чулғамдаги ўрамлар сони  $50$ , чулғамнинг қаршилиги  $R = 0$  ва шунинг учун қўйилган кучланиш ўзиндукция э. ю. к. билан мувозанатлашади, яъни мазкур ҳол учун  $U = E = 100 \text{ В}$ .

180. 179- масала шартларидан фойдаланиб, чулғам ўралган магнит ўтказгичдаги индукция қийматини аниқланг. Магнит ўтказгичнинг кўндаланг кесим юзи  $2 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2$ .

181. Магнит ўтказгичга ўралган чулғамга қўйилган  $50 \text{ В}$  доимий кучланиш  $0,1$  сек давомида магнит ўтказ-

гичда индукция ортиши 0,1 Т дан катта бўлмаслиги учун чулғамда қанча ўрам бўлиши керак? Магнит ўтказгичнинг қўндаланг кесим юзи 0,1 м<sup>2</sup>; ғалтак қаршилигини ҳисобга олманг.

182. Агар 1000 ўрамга эга бўлган чулғамда 0,1 А ток кучи  $\Phi = 5 \cdot 10^{-7}$  Вб магнитавий оқим ҳосил қилса, чулғамнинг индуктивлиги қандай бўлади?

183. Бир чулғамнинг индуктивлиги  $L_1 = 0,2$  Г, иккинчи чулғамнинг индуктивлиги  $L_2 = 0,8$  Г, чулғамлар орасидаги боғланиш коэффиценти  $k = 0,5$ . Чулғамлардаги тоқларнинг йўналиши бир хил ва қарама-қарши бўлган ҳоллар учун чулғамлар кетма-кет улангандаги индуктивликни аниқланг.

184. Чулғамларнинг индуктивлиги  $L_1 = 4 \cdot 10^{-2}$  Г ва  $L_2 = 10^{-2}$  Г, ўзаро индуктивлиги эса  $L_{12} = 5$  мГ. Шу икки чулғам орасидаги боғланиш коэффиценти нимага тенг?

185. Агар индуктивликлари  $L_1 = 2$  мГ ва  $L_2 = 12,5$  мГ бўлган чулғамлар кетма-кет уланганда ва тоқларнинг йўналиши бир хил бўлганда эквивалент индуктивлиги 17 мГ бўлса, чулғамлар орасидаги боғланиш коэффиценти қандай?

186. Чулғамлар орасидаги боғланиш коэффиценти  $k_{\text{боғ}} = 0,8$ , битта чулғамнинг индуктивлиги 0,5 Г. Агар ўзаро индуктивлик  $L_{12} = 0,1$  Г бўлса, иккинчи чулғамнинг индуктивлиги қандай?

187. Агар бир чулғамдаги ток 0,1 сек давомида 2А га текис ўзгартирилганда, иккинчи чулғамнинг ҳар бир ўрамида 0,03 В э. ю. к. индукцияланса, ҳар бирининг ўрами 100 тадан бўлган иккита чулғамнинг ўзаро индуктивлиги қандай?

188. Ғалтакдаги ўзгармас ток катта бўлганда ғалтакнинг қисмаларидаги қисқа туташиш хавфлими ёки занжирнинг узилиши хавфлими.

189. Магнитавий майдонда ҳаракатланаётган қаршилиги 0,1 Ом бўлган ўтказгичга уланган резисторда 0,2 А ток кучи оқади. Агар резисторнинг қаршилиги 10 Ом бўлса, индукцияланадиган э. ю. к. ни аниқланг.

190. Ўтказгич магнитавий майдонда 20 м/сек тезлик билан ҳаракатлантирилса, қаршилиги 150 Ом бўлган ташқи нагрузкада 0,3 А ток ўтади. Ўтказгичга қандай куч таъсир қилади? Ўтказгич ва уловчи симларнинг қаршилигини ҳисобга олманг.

191. Магнитавий майдонда куч чизиқлари йўналишига перпендикуляр равишда узунлиги 2 м бўлган ўтказгич ҳаракатланамоқда. Олдинги масала шартларига кўра шу майдон индукциясини аниқланг.

192. Магнит қутблари орасидаги фазодан берк ферромагнит ҳалқа тушмоқда. Бунда ҳалқа оғирлик кучи тезланиши билан ҳаракатланадими?

193. Узунлиги 0,5 м ва қаршилиги 20 Ом бўлган ўтказгич  $R_{\text{иш}} \approx 0$ ;  $E = 5$  В ли манбага уланган. Дастлаб ўтказгич ҳаракатланаётган эди, сўнгра бирор вақтдан кейин 30 м/сек тезлик олди. Агар магнитавий майдон индукцияси катталиги 0,1 Т бўлса, шу вақт ичида ток неча марта камаяди?

194. Агар ўтказгичга 10 В ташқи кучланиш берилса, магнитавий майдонда ҳаракатланаётган шу ўтказгичда қувват сарфи қанча бўлади? Ўтказгичнинг қаршилиги 5 Ом, акс э. ю. к. 8 В.

## ЎЗГАРУВЧАН ТОК

## 13- §. АСОСИЙ ХАРАКТЕРИСТИКАЛАР ВА ПАРАМЕТРЛАР

Ўзгарувчан ток ва ўзгарувчан кучланиш қуйидаги қонунлар бўйича ўзгаради:

$$\begin{aligned} i &= I_m \sin(\omega t + \psi_i); \\ u &= U_m \sin(\omega t + \psi_u), \end{aligned} \quad (48)$$

бунда  $i$  ва  $u$  — вақтнинг исталган momentiда ток ва кучланишнинг оний қиймати;  $I_m$  ва  $U_m$  — ток ва кучланишнинг максимал (амплитудавий) қиймати;  $T$  — синусоидал функция даври;  $\psi_i$  ва  $\psi_u$  — ток ва кучланишнинг бошланғич фазалари;  $\omega$  — бурчак частота, рад/сек.

Техникада ҳам частота тушунчаси  $f$  [Гц] мавжуд бўлиб, у ўзгарувчан ток ва ёки кучланишнинг 1 сек даги даврлар сонини ифодалайди:

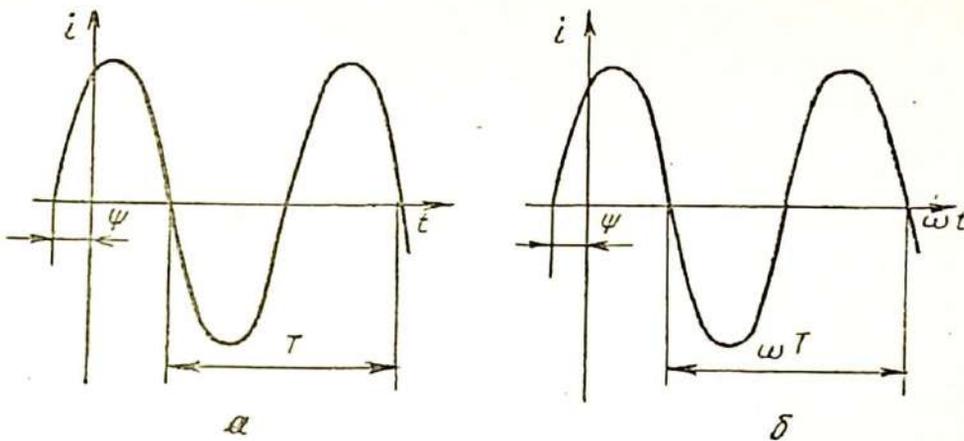
$$f = \frac{1}{T}. \quad (49)$$

Бурчак частота ва  $f$  частота ўртасида қуйидаги боғланиш мавжуд:

$$\omega = 2\pi f. \quad (50)$$

Экспериментал тадқиқотларда ўзгарувчан токни тасвирлашда кўпинча, вақт ўқи қилиб ордината ўқидан фойдаланилади (12- расм, а), ҳисоблашларда эса ўлчамсиз қилиб олинади (12- расм, б).

Синусоидал ўзгарувчан катталиқни вектор кўринишида тасвирлаш қулай. Бу векторнинг узунлиги танглаб олинган масштабда амплитудавий қийматига тенг, йўналиши эса бошланғич фазага тўғри келади. Бир частотанинг синусоидал катталиқларини тасвирловчи бир нечта векторларнинг йиғиндиси вектор диаграмма дейилади.



12- расм. Ўзгарувчан ток:  
 $a$  — вақт бирлигида,  $b$  — радианда

### Масалалар

195. Нима учун ўзгарувчан токнинг саноат тармоғига уланган чўғланма лампа липилламасдан текис ёнади?

196. Фрезаловчи станок шпинделининг айланиши маълум тезликка етганда уни оддий чўғланма лампа билан ёритганда шпинделининг айланаётгани сезилмай қолади. Шу ҳодисани тушунтиринг.

197.  $I_m = 0,1$  А;  $0,3$  А;  $0,5$  А да частотаси 50 Гц бўлган ўзгарувчан ток графигини ясанг.

198.  $f_1 = 50$  Гц;  $f_2 = 25$  Гц;  $f_3 = 100$  Гц да  $I_m = 0,5$  А ли ўзгарувчан ток графигини ясанг.

199. Агар бурчак частота 300 рад/сек бўлса, ўзгарувчан токнинг тебраниш даврини аниқланг.

200. Агар вақтнинг дастлабки momentiда ўзгарувчан токнинг оний қиймати 0,1 А, унинг максимал қиймати эса 0,8 бўлса, шу токнинг бошланғич фазаси нимага тенг?

201. Агар вақтнинг дастлабки momentiда ток 0,4 А, бошланғич фазаси эса  $30^\circ$  бўлса, ўзгарувчан токнинг максимал катталигини аниқланг.

202\*. Қуйидаги иккита синусоидал тоқларнинг йиндисидан иборат ўзгарувчан токнинг графигини ясанг:

$$i_1 = 0,3 \sin 300t \text{ [A];}$$

$$i_2 = 0,1 \sin \left( 300t + \frac{\pi}{4} \right) \text{ [A].}$$

203\*. Бошлангич фазалар фарқи  $60^\circ$  бўлган иккита синусоидал токлар  $I_m = 0,5$  А ва  $f = 50$  Гц нинг ифодаловчи ўзгарувчан токнинг графигини ясанг.

204\*.  $t_1 = 0,1$  сек ва  $t_2 = 0,2$  сек да токларнинг оний катталиклари ўзаро тенг эди. Ўзгарувчан токнинг энг кичик қийматини топинг.

205. Ўзгарувчан ток тармоғидаги кучланиш  $u = 635 \sin(314t + \frac{2\pi}{3})$  [В] қонуни бўйича ўзгаради. Кучланишнинг амплитудавий қийматини ва унинг тебраниш даврини ҳисобланг.

206. Кучланишларнинг ўзгариш қонуни берилган:

$$u_1 = 534 \sin 314t \text{ [В];}$$

$$u_2 = 534 \sin(314t + \frac{\pi}{2}) \text{ [В];}$$

$$u_3 = 534 \sin(314t - \frac{\pi}{2}) \text{ [В].}$$

Буларнинг вақтга боғлиқлик графигини (битта координата системада) ясанг ва бу кучланишлар йиғиндисини топинг.

207. Ўзгарувчан токнинг частотаси 200 Гц. Қўшни ток амплитудалари орасидаги вақт оралиғи нимага тенг?

208. Ўзгарувчан токнинг бурчак частотаси 314 рад/сек. Ўзгарувчан токнинг частотасини топинг.

209. Вақтнинг  $t_1 = 0$ ;  $t_2 = \frac{1}{4}$  Т ва  $t_3 = \frac{3}{4}$  Т моментида қуйидаги функцияларга мос келган векторларни масштабда ясанг: а)  $i = 2 \sin 314t$  [А]; б)  $i = \sin(314t + 60)$  [А]; в)  $i = 0,5 \sin(314t - 30^\circ)$  [А]; г)  $i = 1,5 \sin(314t + 45^\circ)$  [А].

210. Ўтказгичдан ўтаётган токлар оний қийматларининг аналитик ифодалари қуйидаги кўринишга эга:

$i = I_m \sin(\omega t + \psi_1)$ ;  $i_2 = I_m \sin(\omega t + \psi_2)$ . Бу ўтказгичдаги ток нолга тенг бўлиши учун  $\psi_1$  ва  $\psi_2$  фазалар ўзаро қандай боғланишда бўлиши керак?

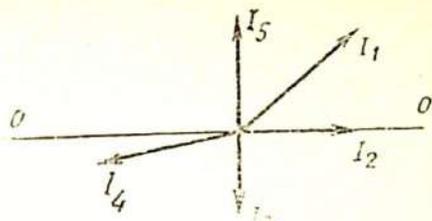
211. Синусоидал ўзгарувчан кучланишлар қуйидаги тенгламалар билан ифодаланган:

$$u_1 = 100 \sin(628t + 30^\circ) \text{ [В];}$$

$$u_2 = 200 \sin(628t + 60^\circ) \text{ [В].}$$

Вектор диаграмма ёрдамида кучланишларнинг йиғиндисига ва берилган оний кучланишлар катталикларининг фарқига мос келган кучланишларни топинг.

212 13- расмда 0,1 А/мм масштабда турли занжирларнинг ток векторлари берилган. Агар барча ташкил этувчилар учун частота бир хил бўлиб,  $f = 100$  Гц бўлса, шу тоқларнинг оний қийматлари тенгламаларини ёзинг.



13- расм. 212- масалага оид.

213. Олдинги масала шартидан фойдаланиб, барча ташкил этувчиларнинг йиғиндисига тўғри келган токнинг оний қийматини топинг.

#### 14- §. ЎЗГАРУВЧАН ТОКНИНГ ЭЛЕКТР ЗАНЖИРИ ҚОНУНЛАРИ

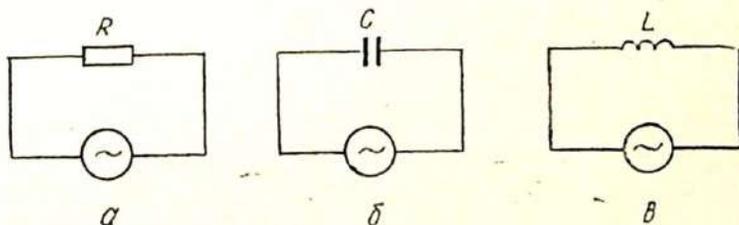
Ўзгарувчан токнинг ҳақиқий қиймати билан амплитудавий қиймати қуйидагича боғланган:

$$I = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = 0,707 I_m \quad (51)$$

14- расмда нагрузка сифатида уланган резисторли (14- расм, а), конденсаторли (14- расм, б) ва индуктив галтакли энг оддий ўзгарувчан ток занжири тасвирланган.

Электр энергияни иссиқлик энергияга айлантирадиган ҳар қандай қурилма резистор бўла олади. Бундай қурилманинг қаршилиги актив қаршилик деб аталади, бу занжирда токнинг ҳақиқий қиймати Ом қонунидан аниқланади:

$$I = \frac{U}{R}. \quad (52)$$



14- расм. Энг оддий ўзгарувчан ток занжири:

а — актив нагрузкали, б — сизим нагрузкали, в — индуктив нагрузкали.

Ўзгарувчан ток занжиридаги конденсаторнинг қаршилиги сифим катталигига ва ўзгарувчан ток частотасига тескари пропорционал бўлган сифим қаршиликка эга

$$X_c = \frac{1}{\omega C} [\text{Ом}]. \quad (53)$$

Бу занжир учун Ом қонуни қуйидаги ифодадан аниқланади:

$$I = \frac{U}{X_c}. \quad (54)$$

Конденсаторда таъминлаш манбаининг энергияси исроф бўлмайди, у конденсаторни зарядлашда пластинкалар орасида электр майдонни ҳосил қилишга кетса, унинг разрядланишида яна манбага қайтади. Шунинг учун ўзгарувчан ток учун конденсатор реактив қаршилиқдан иборат. Конденсаторда ток кучланишдан  $90^\circ$  олдинда бўлади.

Ўзгарувчан ток занжирда индуктив ғалтакнинг қаршилиги индуктивлик катталигига ва ўзгарувчан токнинг частотасига тўғри пропорционал бўлган индуктив қаршиликка эга

$$X_L = \omega L [\text{Ом}]. \quad (55)$$

Бу занжир учун Ом қонуни қуйидаги кўринишга эга:

$$I = \frac{U}{X_L} \quad (56)$$

Индуктив қаршилиқ реактив қаршилиқдан иборат, чунки бу ҳолда манбаининг энергияси ғалтакдаги токнинг ортишида электр магнитавий майдон ҳосил бўлишига сарф бўлади ва ток камайтирилганда манбага қайтади. Индуктивликда ток кучланишдан  $90^\circ$  га орқада қолади.

Мураккаброқ ўзгарувчан ток занжирлари учун вектор шаклида берилган Кирхгоф қонунлари ўринли:

$$\begin{aligned} \Sigma \dot{I} &= 0; \\ \Sigma \dot{E} &= \Sigma \dot{U}. \end{aligned} \quad (57)$$

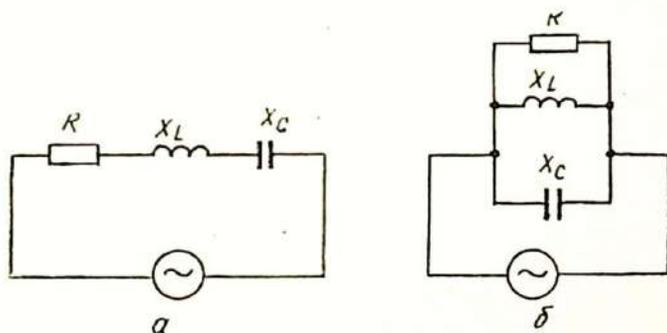
Кучланишлар резонанси бўлган ҳолда, яъни  $X_L = X_c$  бўлганда индуктив  $X_L$  ва сифим  $X_c$  қаршилиқларни

кетма-кет улаганда (15- расм, а) занжирнинг қаршилиги  $R$  га тенг,  $LC$  участкадаги кучланиш эса нолга тенг. Бунда  $U_L = U_C$  катталиқ таъминлаш кучланишидан анча катта бўлиши мумкин.

Индуктив  $X_L$  ва сифим  $X_C$  қаршилиқларни параллел улаганда (15- расм, б)  $LC$  участканинг қаршилиги занжирни узилишига мос келади (занжирни узади) ва занжирдаги ток актив ўтказувчанлик  $g$  га боғлиқ.

$$\frac{1}{X_L} = \frac{1}{X_C} \quad (58)$$

бўлганда контурда резонанс тоқлар пайдо бўлади.



15- расм. Резонансли ўзгарувчи ток занжирлари:

а — реактив элементлари кетма-кет уланган занжир, б — реактив элементлари параллел уланган занжир, 242, 246, 260, 298- масалаларга оид

(58) ифодадан қуйидаги боғланишни оламиз:

$$f_{\text{рез}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (59)$$

Бу тенглик занжирда резонанс содир бўладиган ўзгарувчан ток частотасини аниқлайди.

Ўзгарувчан ток занжирларида қувват қуйидаги формулалар билан берилган:

$$\begin{aligned} S &= UI \\ P &= UI \cos \varphi; \\ Q &= UI \sin \varphi, \end{aligned} \quad (60)$$

бунда  $S$  — тўлиқ қувват, ВА;  $P$  — актив қувват, Вт;  $Q$  — реактив қувват, вар;  $\varphi$  — фазовий силжиш (кучланиш ва токнинг бошланғич фазалари фарқи).

## Масалалар

214. 211- масала шартларидан фойдаланиб, иккала тенглама учун ҳам кучланишнинг ҳақиқий қийматларини топинг.

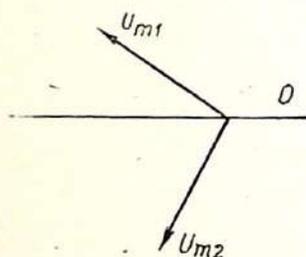
215. Ўзгарувчан токнинг ҳақиқий қиймати мунтазам тўғри бурчакли учбурчакнинг катетига график тарзда тенг эканлигини исботланг. Бу учбурчакнинг гипотенузаси амплитудавий қийматига тенг.

216. Ток ва кучланишни қуйидаги аналитик боғланишлар кўринишида ёзиш мумкин:

$$i = 14,2 \sin \left( \omega t + \frac{\pi}{2} \right) \text{ [A];}$$

$$u = 169 \sin \left( \omega t + \frac{\pi}{2} \right) \text{ [V].}$$

Занжирга уланган амперметр ва вольтметр кўрсатишларини, шунингдек, занжир қаршилигини аниқланг.



16- расм. 217- масалага

онд

$U_{m1} = 282 \text{ В; } U_{m2} = 634 \text{ В}$

217. 16- расмдан кучланишларнинг ҳақиқий қийматларини ва улар ўртасидаги фазовий сйлжишни аниқланг.

218. Қаршилиги  $R_{T_1} = 10 \text{ кОм}$  бўлган металл термометр  $T_1 = 293 \text{ К}$  да  $U_T = \sim 220 \text{ В}$  кучланишли тармоққа уланган. Агар  $\alpha_T = 10^{-2} \text{ 1/К}$  бўлиб, занжирдаги ток  $I = 17 \text{ мА}$  бўлса, муҳитнинг температураси нимага тенг?

219. Частотаси  $50 \text{ Гц}$  ва кучланишнинг ҳақиқий қиймати

$U = 6 \text{ В}$  бўлган ўзгарувчан кучланишли манбага уланган  $R_H = 1 \text{ кОм}$  резисторли занжирнинг оний токи қийматини топинг.  $\psi_H = -45^\circ$ .

220. Электр станция шиналаридаги кучланиш  $6600 \text{ В}$ . Истеъмолчи станциядан  $10 \text{ км}$  масофада. Агар линиядаги ток кучи  $20 \text{ А}$ , мис симлардаги кучланиш исрофи  $30\%$  дан ошмаслиги лозим бўлса, шу симлардан икки лицияли узатиш тармоғини тортиш учун симнинг кесими қандай бўлиши керак?

221. Ўзгарувчан ток частотаси  $50 \text{ Гц}$  бўлганда сими  $5 \text{ мкФ}$  бўлган конденсаторнинг қаршилигини ҳисобланг.

222. 4000 Гц частотада конденсаторнинг қаршилиги 1 кОм дан кам бўлмаслиги учун сифимининг максимал қиймати қанча бўлишини аниқланг.

223. Сигими 1 мкФ бўлган конденсаторнинг қаршилиги 1 кОм бўлганда ўзгарувчан ток частотаси қанча бўлишини топинг.

224. Схемаларда (15- расм, *a* ва *b* ларга қаранг) сифимни ўзгартириш мумкин, бошқа параметрлар эса ўзгармайди. Қуйидагиларни: а) актив қувват максимал бўлгандаги сифимни; б) агар резисторнинг кучланиш катталиги  $U_m$  берилган бўлса, актив қувватни аналитик кўринишда аниқланг.

225. Ҳақиқий кучланиши 220 В ва частотаси 100 Гц бўлган ўзгарувчан кучланиш тармоғига уланган конденсаторли ( $C = 1$  мкФ) занжирда ток қандай ўзгаради?

226. а) частота 2 марта ортганда; б) сифим 3 марта камайганда; в) бир вақтда кучланиш 2 марта ортиб, частота 2 марта камайганда конденсатор уланган занжирдаги ток қандай ўзгаради?

227. Агар индуктив ғалтак қисмаларидаги кучланиш бир хил бўлса, қайси ҳолда ғалтакдаги ток катта бўлади; уни ўзгармас ток манбаига улагандами ёки ўзгарувчан ток манбаига улагандами?

228. Индуктив ғалтак уланган занжирдаги ток кучи  $i = 10,8 \sin 314t$  [А] билан ифодаланади. Агар ғалтакнинг актив қаршилиги 1,8 Ом, индуктивлиги эса 0,1 Г бўлса, занжирдаги актив қувватни ва токнинг ҳақиқий қийматини аниқланг.

229. Ҳақиқий кучланиши 12 В ва частотаси 400 Гц ли манбага 1 мГ индуктив ғалтак уланган занжирдаги токнинг оний ва ҳақиқий қийматини топинг. Ғалтакнинг актив қаршилигини ҳисобга олманг.

230. Ўзгарувчан ток частотаси 500 Гц бўлганда индуктивлиги 1 мГ бўлган ғалтакнинг индуктив қаршилиги қанча бўлишини аниқланг.

231. Частота 50 Гц бўлганда ғалтакнинг қаршилиги 0,1 кОм бўлиши учун унинг индуктивлиги қанчага тенг бўлиши керак?

232. а) частота 4 марта камайганда; б) индуктивлик 2 марта ортганда индуктив ғалтак уланган занжирдаги ток қандай ўзгаради?

233. Ўзгарувчан ток занжирига индуктивлиги  $1 \text{ мГ}$  ва актив қаршилиги  $0,5 \text{ Ом}$  бўлган ғалтак уланган. Ғалтакнинг актив қаршилигини  $10\%$  гача аниқликда ҳисобга олмаса бўладиган частотани топинг.

234. Индуктив ғалтак ичига: а) электротехникавий темирдан; б) алюминийдан; в) мисдан тайёрланган стержень киритилса, ғалтакнинг реактив қаршилиги қандай ўзгаради?

235. Нима учун катта индуктив қаршиликлар (трансформатор, ротор-электр машиналар чулғамлари) ни ўлчашда даставвал ўлчаш амперметрни узиб қўйиш, сўнгра таъминлаш занжирини узиб қўйиш зарур?

236. Энг оддий ўзгарувчан ток занжирига (14- расм)  $u = 10 \sin(314t - 45^\circ) \text{ [В]}$  кучланиш қўйилган.

Ҳар қайси ҳол учун токларнинг оний қийматлари ифодасини ёзинг ва агар  $R = 1 \text{ кОм}$ ,  $L = 0,1 \text{ Г}$  ва  $C = 1 \text{ мкФ}$  бўлса, уларнинг ҳақиқий қийматлари қандай бўлишини аниқланг.

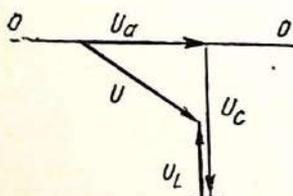
237. Энг оддий ўзгарувчан ток занжирларига  $u = 40 \sin(628t + 30^\circ) \text{ [В]}$  кучланиш қўйилган.

Агар ҳар қайси тармоқдан амплитудавий қиймати  $0,1 \text{ А}$  ток ўтса,  $R, L, C$  нинг катталикларини аниқланг.

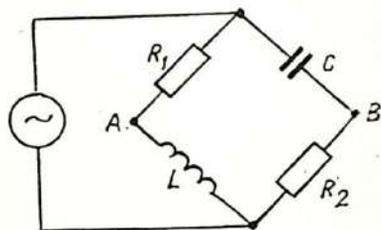
238. Кучланишларининг вектор диаграммаси 18- расмда келтирилган занжирнинг қандай элементлари бор?

239. Агар 18- расмдаги схемада элементлар қуйидаги параметрлар билан ифодаланган бўлса:  $R_1 = 100 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 1 \text{ кОм}$ ,  $L = 0,1 \text{ Г}$ ,  $C = 5 \text{ мкФ}$ , шу элементларда кучланиш қандай бўлишини аниқланг. Схема  $u = 250 \sin 628t \text{ [В]}$  ўзгарувчан кучланиш манбаига уланган.

240. Агар схеманинг (18- расм) элементлари мос равишда  $R_1 = 5 \text{ кОм}$ ,  $R_2 = 7,5 \text{ кОм}$ ,  $L = 10 \text{ мГ}$ , таъминловчи кучланиш частотаси  $f = 1 \text{ кГц}$  бўлса, кучланиш



17- расм. 238- масалага онд



18- расм. 239, 240, 241- масала- ларга онд

$U_{R_1} = U_{R_2}$  бўлиши учун  $C$  сифим катталиги қанча бўлиши керак?

241\*. Агар  $U_{R_1}$  ва  $U_{R_2}$  кучланиш ўзаро тенг бўлса (18- расм), занжир тармоқларидаги токларнинг аналитик кўринишдаги ифодасини ёзинг.

242.  $LC$  контурларда (15- расм) ток ва кучланишларнинг вектор диаграммаларини: а) токлар резонанси; б) кучланишлар резонанси учун тасвирланг.

243. Агар индуктивлик  $0,1$  мГ ва конденсатор ( $C=1$  мкФ) кетма-кет уланса, қандай частотада кучланишлар резонанси бошланади?

244. Агар занжирда  $L = 10$  мГ да  $100$  кГц частотада резонанс рўй берса, сифим катталиги қанча эканлигини аниқланг.

245.  $1000$  Гц частотада резонанс бўлиши учун параллел уланган конденсатор ва галтакдан иборат ўзгарувчан ток занжирида галтакнинг индуктивлиги қанча бўлиши керак? Конденсаторнинг сифими  $10$  мкФ.

246. Агар занжир элементларини кетма-кет ва параллел улаганда ҳам  $R = 50$  Ом,  $L = 0,5$  мГ ва  $C = 0,15$  мкФ бўлса, резонанс занжирлар учун (15- расм)  $I = f(\omega)$  ва  $z = f(\omega)$  частотавий характеристикаларни ясанг. Занжирлар ўзгарувчан кучланиш билан таъминланиб, унинг частотаси  $1$  дан  $40$  кГц гача ўзгаради. Кучланишнинг ҳақиқий қиймати  $40$  В.

247. 19- расмда қаршиликларнинг вектор диаграммаси кўрсатилган. Шу занжирда реактив қаршилик бутунлай қисқартирилди.

Шунда занжирдаги ток қандай ўзгаради?

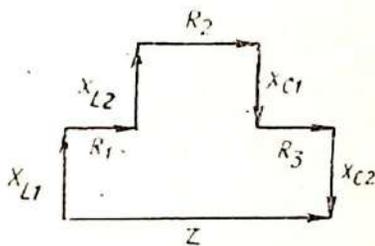
248. Агар ток ва кучланишнинг оний қиймати қуйидаги ифодалар билан аниқланса:

$$i = 30 \sin(314t - 70^\circ) \text{ [A];}$$

$$u = 150 \sin(314t - 50^\circ) \text{ [B];}$$

занжирдаги токнинг, кучланишнинг ва  $P$ ,  $Q$ ,  $S$  қувватларнинг ҳақиқий қийматларини топинг.

249. Агар лампадаги кучланиш  $2$ ,  $3$ ,  $4$  марта камайса, у истеъмол қилаётган қувват қандай ўзгаради?



19- расм. 247- масалага оид

250. Ёритиш учун кучланиши 220 В бўлган ўзгарувчан ток занжирига ҳар бирининг қаршилиги 10 Ом дан бўлган 6 та лампа кетма-кет уланди. Ҳар қайси лампадаги қувват 100 Вт дан ошмаслиги учун занжирга қандай қўшимча қаршилиқ улаш керак?

251. Соф актив ва соф реактив қаршилиқда  $\cos \varphi$  нимага тенглигини аниқланг.

252. Қурилманинг актив қуввати 400 Вт. Агар қурилманинг тўла қуввати 500 ВА бўлса, қувват коэффициенти нимага тенг?

253. 127 В кучланишли тармоққа нагрузка уланган. У 0,3 А ток истеъмол қилади. Қуйидагиларни: а) актив қуввати; б) реактив қуввати; в) агар бурчак  $\varphi = 0, 30, 60, 90^\circ$  бўлса, тўла қуввати аниқланг.

254. Ўзгарувчан ток занжири 200 Вт фойдали қувват истеъмол қилади. Агар занжирнинг ф. и. к.  $\eta = 0,9$  бўлса, занжирнинг қувват исрофини топинг.

255. Агар ғалтакка берилган  $U = 50$  В кучланишнинг частотаси  $f = 1200$  Гц, ғалтакнинг актив қаршилиги  $R = 12$  Ом бўлса, унинг (ғалтакнинг) тўла қувватини аниқланг. Ғалтакнинг индуктивлиги  $L = 5$  мГ.

256. Ўзгарувчан ток занжирида қуйидагилар ўлчанди: кучланиш 127 В; ток 1 А, қувват 100 Вт. Занжирнинг тўла, актив қаршилиқларини ва қувват коэффициенти аниқланг.

257. Кучланиши 220 В бўлган тармоққа иккита истеъмолчи уланган. Уларнинг ҳар бири 5 А дан ток истеъмол қилади. Бир истеъмолчи  $\cos \varphi_1 = 0,888$ , иккинчи истеъмолчи  $\cos \varphi_2 = 0,69$  га эга. Иккала истеъмолчининг актив қувватини аниқланг.

258\*.  $\cos \varphi$  ни 0,4 га оширилганда актив қувват 2 марта ошди. Агар  $S = 500$  ВА бўлса, дастлабки  $\cos \varphi$  нимага тенг?

259. Агар рухсат этилган қувват 0,25 Вт бўлса, қаршилиги 50 Ом бўлган ўтказгичдан ўтадиган ўзгарувчан токнинг рухсат этилган ҳақиқий қиймати қандай?

260\*. Ҳақиқий қиймати 50 В бўлган ўзгарувчан кучланиш манбаига параметрлари  $R = 100$  Ом,  $L = 3$  мГ ва  $C = 0,5$  мкФ бўлган ўзгарувчан ток занжири уланган. Қуйидаги: а)  $1/2 f_{рез}$ ; б)  $f_{рез}$ ; в)  $2f_{рез}$  частоталарда занжирнинг актив, реактив ва тўла қувватини аниқланг.

261\*. Электр занжир  $u = U_0 + U_m \sin \omega t$  ўзгарувчан кучланиш занжирига уланган, бунда  $U_m = 100$  В,

$\omega = 314$  1/сек,  $U_0 = 10$  В (ўзгармас ташкил этувчи). Агар занжирнинг актив қаршилиги 100 Ом, реактив қаршилиги эса 1 кОм бўлса, занжирнинг актив, реактив ва тўла қаршилигини топинг.

262. Электр аппаратлар ва уловчи симларни электр магнитавий майдон таъсирдан ҳимоя қилиш қандай амалга оширилади?

### 15- §. ЗАНЖИР ЭЛЕМЕНТЛАРИНИ КЕТМА-КЕТ, ПАРАЛЛЕЛ ВА АРАЛАШ УЛАШ

Занжирнинг иш кучланиши конденсаторларнинг рухсат этилган кучланишидан юқори бўлганда кўпинча конденсаторлар кетма-кет уланади. Бунда кетма-кет уланган конденсаторларнинг эквивалент сифимига тескари бўлган катталиқ улар сифимларининг тескари катталиклари йиғиндисига тенг:

$$\frac{1}{C_{\text{эқв.к.к}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}. \quad (61)$$

Конденсаторларни параллел улаганда эквивалент сифим ҳар қайси конденсатор сифимининг йиғиндисига тенг:

$$C_{\text{эқв.п}} = C_1 + C_2 + \dots + C_n \quad (62)$$

Кетма-кет ва параллел уланган индуктив ғалтакларнинг эквивалент индуктивликлари резисторларни худди шундай улагандаги каби аниқланади:

$$\begin{aligned} L_{\text{эқв.к.к.}} &= L_1 + L_2 + \dots + L_n; \\ \frac{1}{L_{\text{эқв.п}}} &= \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \dots + \frac{1}{L_n}. \end{aligned} \quad (63)$$

Бир хил типдаги элементларни кетма-кет улаганда қуйидагига эга бўламиз:

$$\begin{aligned} R_{\text{эқв.}} &= R_1 + R_2 + \dots + R_n; \\ X_{C_{\text{эқв.}}} &= X_{C_1} + X_{C_2} + \dots + X_{C_n}; \\ X_{L_{\text{эқв.}}} &= X_{L_1} + X_{L_2} + \dots + X_{L_n}. \end{aligned} \quad (64)$$

Бир хил типдаги элементларни параллел улаганда:

$$\begin{aligned} g_{\text{эқв.}} &= g_1 + g_2 + \dots + g_n \\ b_{C_{\text{эқв.}}} &= b_{C_1} + b_{C_2} + \dots + b_{C_n} \\ b_{L_{\text{эқв.}}} &= b_{L_1} + b_{L_2} + \dots + b_{L_n}; \end{aligned} \quad (65)$$

бунда  $g$  ва  $b$  — актив ва реактив ўтказувчанлик, См.

Конденсаторлар ва индуктив ғалтакларни кетма-кет улаганда қуйидагига эга бўламиз:

$$X_{\text{зан.эқв.}} = (X_{L_1} + X_{L_2} + \dots + X_{L_n}) - (X_{C_1} + X_{C_2} + \dots + X_{C_n}). \quad (66)$$

Конденсаторлар ва индуктив ғалтакларни параллел улаганда қуйидагига эга бўламиз:

$$b_{\text{зан.эқв.}} = (b_{L_1} + b_{L_2} + \dots + b_{L_n}) - (b_{C_1} + b_{C_2} + \dots + b_{C_n}). \quad (67)$$

Иккала ҳолда ҳам занжир умумий қаршилигининг мусбат ишораси занжирнинг индуктив қаршиликка, манфий ишора эса занжирнинг сифим қаршиликка мос келади.

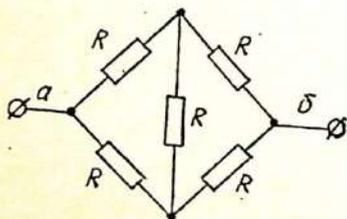
Актив ва реактив элементлар ўланганда тўла қаршилиқ  $z$  ва тўла ўтказувчанлик  $y$  катталиклари қуйидагича топилади:

$$z = \sqrt{(R_1 + R_2 + \dots + R_n)^2 + [(X_{L_1} + X_{L_2} + \dots + X_{L_n}) - (X_{C_1} + X_{C_2} + \dots + X_{C_n})]^2}$$

$$y = \sqrt{(g_1 + g_2 + \dots + g_n)^2 + [b_{L_1} + b_{L_2} + \dots + b_{L_n} - (b_{C_1} + b_{C_2} + \dots + b_{C_n})]^2}. \quad (68)$$

Шуни қайд қилиб ўтиш керакки, индуктив ғалтаклар ҳам чулғам актив қаршилигининг маълум катталигига эга. (63 — 68) формулалар чулғам актив қаршилигининг маълум катталигини ҳисобга олмаса бўладиган ҳоллар учун ўринли.

### Масалалар



263. Занжир участкасининг  $a$  ва  $b$  нуқталари орасига 5 та бир хил резистор, схемада кўрсатилгандек уланган (20-расм). Шу участкада эквивалент қаршилиқни аниқланг.

264. Истеъмол қуввати  $P = 50$  Вт ва рухсат этилган

таъминлаш кучланиши  $U_{\text{т.рух.}} = 110$  В бўлган электро-техникавий қурилмани  $U = 220$  В ўзгарувчан кучланишли тармоққа улаш керак. Бунда  $f = 50$  Гц. Ортиқча кучланишни компенсациялаш учун шу қурилмага кетма-кет уланиши зарур бўлган конденсатор сифimini топинг.

265. Кетма-кет уланган учта конденсаторнинг сифими бир хил бўлиб,  $C$  га тенг. Агар уларнинг биттаси камайтирилса (чиқариб ташланса), занжирнинг эквивалент сифими қандай ўзгаради?

266. Кетма-кет уланган иккита конденсаторнинг эквивалент сифими улардан исталган бирининг сифимидан катта бўла олмаслигини исботланг.

267\*. Кетма-кет уланган 15 та конденсатордан иборат занжирнинг эквивалент сифimini аниқланг. Бунда улардан ҳар бирининг сифими олдингисининг сифимидан 3 марта кичик, биринчисининг сифими эса 1 мкФ.

268. Кетма-кет уланган 2 та конденсаторнинг сифими улардан бирининг сифими катталигига боғлиқлик графигини  $C_1 = 1$  мкФ; 0,5 мкФ ва 2 мкФ учун чизинг.  $C_2 \rightarrow 0$  ва  $C_2 \rightarrow \infty$  да эквивалент сифимнинг қиймати нимага тенг?

269. Агар таъминлаш кучланиши 100 В бўлса, кетма-кет уланган  $C_1 = 2$  мкФ ва  $C_2 = 3$  мкФ конденсаторлардан иборат занжирнинг электр майдони умумий энергиясини ҳисобланг.

270. Сифимлари  $C = 1$  мкФ ва  $C = 3$  мкФ бўлган кетма-кет уланган иккита конденсаторнинг эквивалент сифimini аниқланг. Ток частотаси 100 Гц. Вектор диаграмма ясанг.

271. 270- масалани конденсаторлар параллел уланган ҳол учун ечинг.

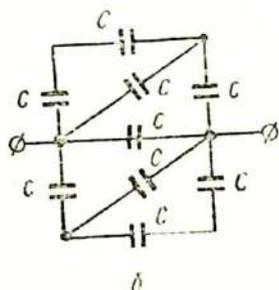
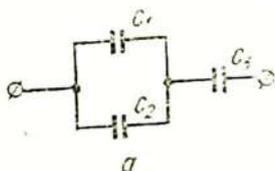
272. Параллел уланган 11 та конденсатордан иборат занжирнинг эквивалент сифimini аниқланг. Бунда ҳар бир конденсаторнинг сифими олдингисидан 0,1 мкФ га катта, биринчи конденсаторнинг сифими 1 мкФ га тенг.

273. Иккита конденсаторнинг сифими қандай муносабатда бўлганда уларни кетма-кет улагандаги эквивалент сифими (уларни) параллел улагандаги эквивалент сифимидан тўрт марта кичик бўлади?

274. 21- расм,  $a$  да тасвирланган занжирнинг эквивалент сифими қандай?

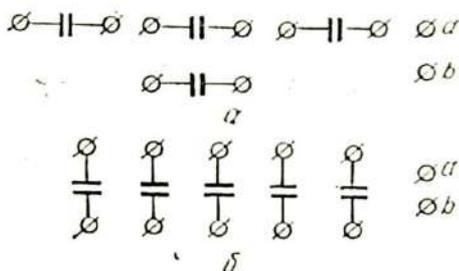
275. Агар ҳар қайси конденсаторнинг сиғими  $C$  бўлса, бутун батареянинг эквивалент сиғими нимага тенг (21- расм, б)?

276. Ҳар қайси гурпуада 5 тадан конденсатор бўлган учта параллел гурпуадан иборат конденсаторлар батареяси  $U = 220$  В ли ўзгарувчан кучланиш манбаига уланган. Бунда  $f = 50$  Гц. Агар ҳар бир конденсаторнинг сиғими 5 мкФ бўлса, ток, қувват ва батареянинг электр майдон энергиясини ҳисобланг.



21- расм. а — 274- масалага онд; б — 275- масалага онд

277. Ўзгарувчан кучланиш манбаининг  $a$  ва  $b$  қисмаларига конденсаторларни параллел (22-расм, а) ва кетма-кет (22-расм, б) улашнинг монтаж схемасини чизинг.



22- расм. 277- масалага онд

278. Қаршилиги 90 Ом бўлган резистор ва сиғими 5 мкФ бўлган конденсатор кетма-кет уланган. Агар занжирдаги ток 0,5 А, частота эса  $f = 50$  Гц бўлса, резистор, конденсатор ва бутун занжир кучланишини топинг.

279\*. Конденсатор қаршилиги  $R_H = 1$  кОм бўлган резистор орқали разрядланади. Шу билан бирга резистор токи  $i = 10 e^{-\frac{t}{\tau}}$  [мА] қонун бўйича ўзгаради. Вақтнинг  $t = 1, 2, 5$  мсек momentiда резистордаги кучланишни топинг. Агар  $\tau = 1$  м·сек бўлса, вақтнинг қайси momentiда кучланиш 5 В га тенг бўлишини аниқланг.

280. Конденсатор зарядланаётганда унинг қисмаларидаги кучланиш  $u = U_0(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$  [В] қонун бўйича ўзгаради.  $t=0$  ва  $t \rightarrow \infty$  да бу функциянинг қийматини топинг.  $t=0 \div 10$  мсек диапазонда унинг графини ясанг. Бунда  $\tau = 2$  мсек.

281. Ток частотаси 100 Гц бўлганда индуктивликларини  $L_1 = 1$  мГ ва  $L_2 = 9$  мГ бўлган кетма-кет уланган иккита ғалтакнинг эквивалент қаршилигини топинг. Шу ҳол учун вектор диаграмма ясанг.

282. 281- масалани индуктив ғалтаклар параллел уланган ҳол учун ечинг.

283. Ўзаро боғланишда бўлмаган бир-бирлари билан кетма-кет уланган 13 та дросселдан иборат занжирнинг эквивалент индуктивлигини аниқланг. Бунда ҳар бир кейинги дросселнинг индуктивлиги олдингисиникидан 2,5 марта кичик, биринчи дросселнинг индуктивлиги эса 0,1 Г.

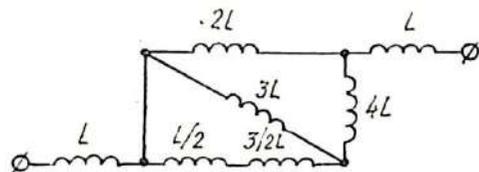
284. Индуктивликлари  $L_1 = 3$  мГ,  $L_2 = 5$  мГ ва  $L_3 = 7$  мГ бўлган параллел уланган ғалтаклардан иборат занжирнинг эквивалент индуктивлигини топинг.

285. 23- расмда тасвирланган занжирнинг эквивалент индуктивлигини аниқланг.

286. Ғалтак ўзгармас ток манбага, сўнгра частотаси 50 Гц бўлган ўзгарувчан ток манбага уланди. Биринчи ҳолда амперметр 15 А ни, иккинчи ҳолда эса 5 марта кам токни кўрсатди. Агар иккала ҳолда ҳам вольтметрнинг кўрсатиши бир хил:  $U_1 = U_2 = 30$  В бўлса, ғалтакнинг индуктивлиги қанча эканлигини топинг.

287. Ўзгармас кучланиши 110 В бўлган тармоққа уланган индуктив ғалтакдаги ток 10 А га тенг. Ўзгарувчан кучланиши 380 В ва частотаси 50 Гц бўлган тармоққа уланган худди шундай ғалтакдаги ток бир ярим марта кўп. Ғалтакнинг актив қаршилигини ўзгармас деб олиб, унинг индуктивлигини аниқланг.

288. Кетма-кет уланган резистор ва индуктив ғалтакдан иборат занжирдаги токнинг 100 Гц частотадаги



23- рас м. 285- масалага онд

ҳақиқий қиймати 2 А ва 50 Гц частотадаги ҳақиқий қиймати 3 А. Агар таъминлаш кучланиши 220 В бўлса,  $R$  ва  $L$  нинг катталикларини аниқланг.

289. Ўзгарувчан ток занжири актив ва индуктив қаршиликка эга.  $X_L = 100$  Ом деб олиб,  $R = 50 - 500$  Ом диапазонда  $P = f(R)$  боғлиқлик графигини ясанг.  $R$  ва  $X_L$  қандай муносабатда бўлганда занжирнинг актив қуввати энг катта бўлишини графикдан аниқланг. Занжирнинг таъминлаш кучланиши 220 В.

290. Ўзгарувчан кучланиши  $U = 220$  В ва частотаси  $f = 50$  Гц бўлган тармоққа приёмник уланган бўлиб, унинг актив қаршилиги 10 Ом. Агар ток кучи 10 А бўлса, приёмникнинг тўла қаршилигини ва унинг индуктивлигини топинг.

291. Ўзгарувчан кучланиши  $U = 220$  В ва частотаси  $f = 50$  Гц бўлган тармоққа занжир уланган. Бу занжир кетма-кет уланган резистор  $R = 15$  Ом ва индуктив ғалтак  $L = 50$  мГ дан иборат. Резистор ва ғалтакдаги ток ва кучланиш, шунингдек, ток ва кучланиш орасидаги силжиш бурчаги нимага тенг?

292\*. Ўзгарувчан кучланиши  $U = 220$  В ва частотаси  $f = 50$  Гц бўлган тармоққа рухсат этилган таъминлаш кучланиши  $U_{рух} = 150$  В ва истеъмол қуввати  $P = 100$  Вт бўлган нарузка улаш керак. Ортиқча кучланишни компенсациялаш учун: а) потенциометрдан б) актив қаршилиги  $R = 10$  Ом бўлган ўзгарувчан индуктив ғалтакдан фойдаланилди. Иккала ҳол учун ҳам схемаларнинг ф. и. к. ни топинг.

293. Ток частотаси 1 кГц бўлганда кетма-кет уланган сизими  $C = 1$  мкФ бўлган конденсатор ва индуктивлиги  $L = 10$  мГ бўлган ғалтакнинг эквивалент қаршилигини ҳисобланг. Шу ҳол учун вектор диаграмма ясанг.

294. 293- масалани конденсатор ва индуктив ғалтак параллел уланган ҳол учун ечинг.

295. Нима учун индуктивлиги анча катта бўлган электр асбоблар (масалан, дросселлар) кўп уланган занжирларда, шу асбобларга параллел қилиб конденсаторлар уланади?

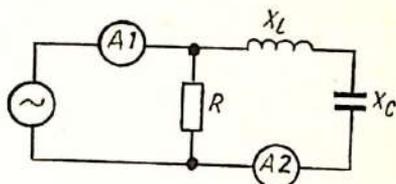
296. Ток кучи 2 А ва кучланиш 127 В бўлганда электр энергия приёмниклари  $P = 50$  Вт қувват истеъмол қилади. Қувват коэффициенти 0,96 гача ортиши учун приёмникка параллел уланиши зарур бўлган кон-

денсаторлар батареяси сифимини аниқланг. Таъминлаш кучланиши частотаси  $f = 50$  Гц.

297.  $RC$ ,  $L/R$  ва  $\sqrt{LC}$  муносабатларнинг ўлчамликлари вақт эканлигини исботланг.

298. 15- расмдаги занжирларнинг эквивалент қаршилигини топинг. Кўрсатилган схемалар учун қувватлар ва қаршилиқлар учбурчаги ясанг.

299. 24- расмда тасвирланган электр занжир  $U = 127$  В ва  $f = 50$  Гц ўзгарувчан кучланиш манбаига уланган. Агар  $R = 500$  Ом,  $X_L = 1$  кОм,  $X_C = 2$  кОм бўлса, амперметрларнинг кўрсатиштини аниқланг.



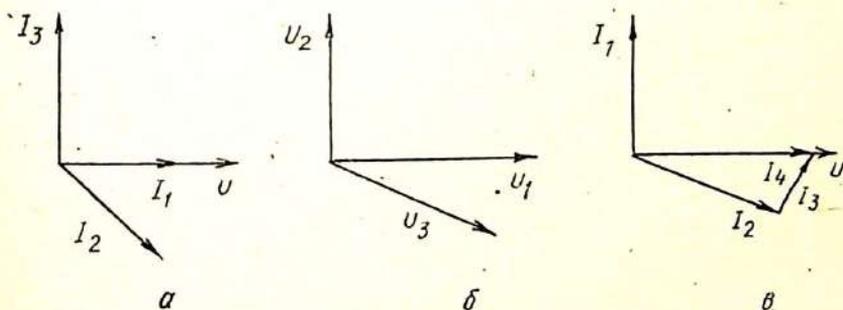
24- расм. 299- масалага оид

300. 25- расм *а, б, в* да тасвирланган вектор диаграммаларга мос келувчи электр занжирлар тузинг.

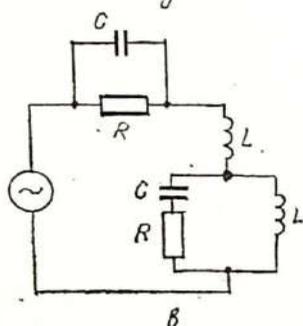
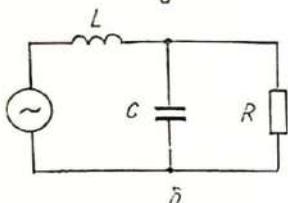
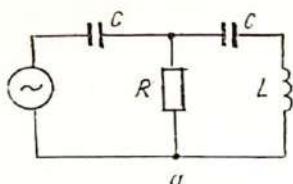
301. 26- расм *а, б, в* да келтирилган занжирлар учун тугунлардаги токларнинг вектор диаграммаларини тасвирланг.

302. Занжирнинг актив ўтказувчанлиги  $g = 0,05$  См, реактив ўтказувчанлиги  $b = 0,03$  См. Агар қўйилган кучланиш 220 В бўлса, занжирдаги тўла қаршилик ва ток кучини аниқланг.

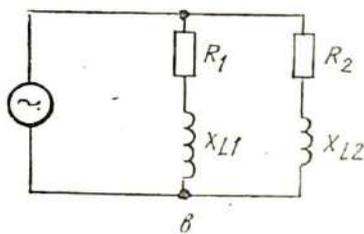
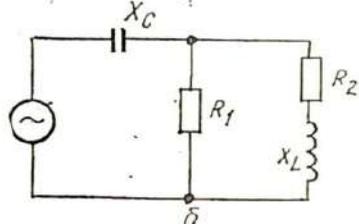
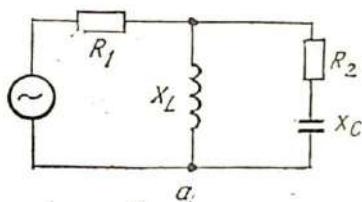
303. Занжирнинг тўла қаршилиги  $z = 100$  Ом, қувват коэффициенти  $\cos \varphi = 0,8$ . Агар занжирдаги ток кучи 2 А бўлса, занжир қисмаларидаги кучланишни, шунингдек, актив, реактив ва тўла қувватни ҳисобланг.



25- расм. 300- масалага оид



26- расм. 301- масалага онд



27- расм. а, б, 307- масалага онд; в — 308- масалага онд

304. Нагрузка  $U = 127$  В ли ўзгарувчан кучланишли тармоққа уланган. Бунда  $f = 50$  Гц. Қувват коэффициентини  $\cos \varphi = 0,9$  да истеъмол қилинадиган қувват  $P = 880$  Вт. Нагрузканинг актив, реактив ва тўла қаршилигини, шунингдек, ундаги ток кучини аниқланг.

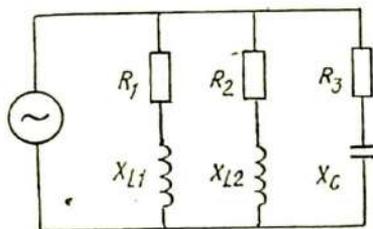
305. Олдинги масала шартларидан фойдаланиб, қувватлар ва қаршилиқлар учбурчаги ясанг.

306. Ўзгарувчан ток занжири кетма-кет уланган  $R = 100$  Ом резистордан,  $R_L = 10$  Ом, ва  $X_L = 80$  Ом индуктив ғалтакдан,  $X_C = 180$  Ом конденсатордан иборат. Агар занжирдаги ток кучи  $0,3$  А бўлса, занжирнинг тўла қаршилигини ва унинг қисмаларидаги кучланишни ҳисобланг.

307. 27- расм, а ва б да тасвирланган занжирлар учун токнинг вектор диаграммаларини ясанг. Бунда  $R_1 = 1$  кОм;  $R_2 = 0,75$  кОм;  $X_L = 1,5$  кОм;  $X_C = 2$  кОм.

Иккала ҳолда ҳам занжирлар  $U = 380$  В ли ўзгарувчан кучланиш манбаига уланган.

308\*. Агар занжир параметрлари қуйидагича бўлган иккита параллел тармоқдан иборат бўлса (27- расм, в):  $R_1 = 150$  Ом;  $X_{L1} = 200$  Ом;  $R_2 = 250$  Ом;  $X_{L2} = 100$  Ом, шу занжирнинг тўла қаршилигини ва қисмаларидаги кучланишни аниқланг. Занжирнинг тармоқланмаган участкасидаги ток кучи 0,8 А.



28- расм. 309- масалага оид

309. 28- расмда қуйидаги параметрлар билан берилган электр схема тасвирланган:  $R_1 = 560$  Ом;  $X_{L1} = 900$  Ом;  $R_2 = 1,2$  кОм;  $X_{L2} = 1,5$  кОм;  $R_3 = 3,9$  кОм;  $X_C = 5$  кОм.

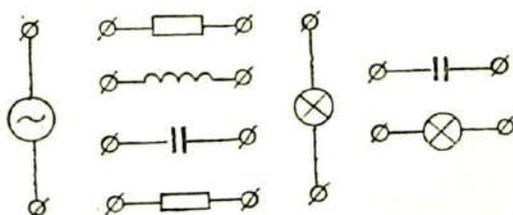
Агар  $I_3 = 0,02$  А бўлса,  $I_1$  ва  $I$  токни аниқланг.

310. 309- масала шартлари бўйича занжирнинг вектор диаграммасини ясанг.

311. Элементларни ўзгарувчан кучланиш манбаига параллел улашнинг монтаж схемасини чизинг (29- расм).

312. Бешта лампадан иборат ёритгичнинг шундай электр схемасини тузингки, бунда иккита, учта ва бешта лампани алоҳида улаш (ёқиш) мумкин бўлсин.

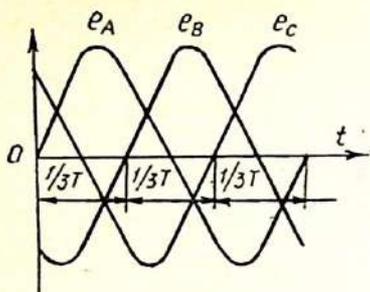
313. Электротехникавий қурилманинг учта турли жойидан алоҳида улаб, узиш мумкин бўлган коммутацион схемасини тузинг.



29- расм. 311- масалага оид

## 16- §. УЧ ФАЗАЛИ ЎЗГАРУВЧАН ТОК СИСТЕМАСИ

Уч фазали ўзгарувчан ток системаси деб, бошланғич фазалари  $1/3$  даврга силжиган (30- расм), частоталари бир хил бўлган учта э. ю. к. таъсир қиладиган



30- расм. Ұзгарувчан ток уч фазали системасининг э. ю. к. осциллограммаси

(ишлайдиган) ўзгарувчан ток занжирига ёки ўзгарувчан ток тармоғига айтилади. Уч фазали системани ташкил қилган ҳар бир занжирни фаза деб аталади.

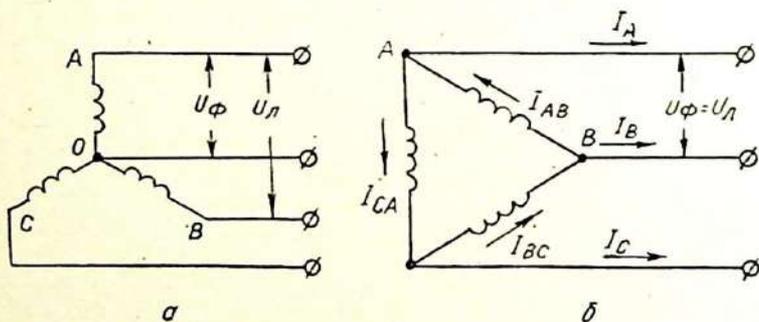
Уч фазали занжирнинг фазаларидаги тоқлар, кучланишлар ёки э. ю. к. ларнинг йиғиндиси (тўплами) уч фазали ток, кучланишлар ёки э. ю. к. лар системаси деб аталади.

Агар учала фазасида э. ю. к. ва нағрузка бир хил қийматга эга бўлса, бундай уч фазали системани симметрик система дейилади.

Тегишли фаза э. ю. к. нинг оний қиймати қуйдагича аниқланади:

$$\begin{aligned} e_A &= E_m \sin \omega t; \\ e_B &= E_m \sin \left( \omega t - \frac{2\pi}{3} \right); \\ e_C &= E_m \sin \left( \omega t + \frac{2\pi}{3} \right). \end{aligned} \quad (69)$$

Амалда занжирларни уч фазали системада улашнинг икки усули қўлланилади; юлдуз усулида улаш ва учбурчак усулида улаш (31- расм).



31- расм. Манба (уч фазали генератор) чулғамларини улаш схемаси:

а — юлдуз усулида, б — учбурчак усулида

Юлдуз усулида улаганда:

$$\begin{aligned} U_{\text{л}} &= \sqrt{3} U_{\text{ф}}; \\ I_{\text{л}} &= I_{\text{ф}}. \end{aligned} \quad (70)$$

Учбурчак усулида улаганда:

$$\begin{aligned} U_{\text{л}} &= U_{\text{ф}}; \\ I_{\text{л}} &= \sqrt{3} I_{\text{ф}}, \end{aligned} \quad (71)$$

бунда  $U_{\text{л}}$  ва  $I_{\text{л}}$  — линия кучланиши ва токи,  $U_{\text{ф}}$  ва  $I_{\text{ф}}$  — фаза кучланиши ва токи.

Энергия истеъмолчилари юлдуз ва учбурчак схемаси бўйича уланади.

Симметрик нагруккада уч фазали тармоқдан истеъмол қилинаётган актив қувват, унинг уланиш усулига боғлиқ бўлмай, қуйидагича аниқланади:

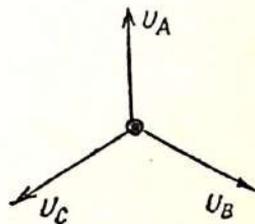
$$\begin{aligned} P &= \sqrt{3} U_{\text{л}} I_{\text{л}} \cos \varphi; \\ P &= 3 U_{\text{ф}} I_{\text{ф}} \cos \varphi. \end{aligned} \quad (72)$$

### Масалалар

314. Уч фазали генератор чулғамларини юлдуз усулида улагандаги фаза кучланишлар вектори 32- расмда тасвирланган. Линия кучланиш векторларини ясанг.

315. Олдинги масала шартларидан фойдаланиб, актив, индуктив ва сифим симметрик нагруккалар линия тоқларининг вектор диаграммасини ясанг.

316. Фазаларнинг бирида э. ю. к.  $e_A = E_m \sin(\omega t - 120^\circ)$  қонун бўйича ўзгаради. Бошқа икки фаза э. ю. к. ларининг оний қийматлари учун аналитик ифодани ёзинг.



32- расм. 314-масалага онд

317. Уч фазали симметрик занжирда истеъмолчи чулғамларини а) юлдуз усулида; б) учбурчак усулида улаганда линия тоқлари оний қийматларининг алгебраик йиғиндисини нимага тенг? Жавобни вектор диаграмма ёрдамида тушунтиринг.

318. Агар линия тоқи 48 А,  $\cos \varphi = 0,83$  бўлса, 100 кВт қувватни узатишда уч фазали линияда кучланиши қанча бўлишини аниқланг.

319. Уч фазали дүвигатель—тармоқ кучланиши 220 В ва қуввати 3,2 кВт бўлганда  $\cos \varphi$  0,82 билан ишлайди. Линия ва фаза токлари нимага тенг? Дүвигатель чулғамлари учбурчак усулида уланган.

320. Чулғамлари юлдуз усулида уланган уч фазали генераторга ҳар бир фазада актив қаршилиги  $R = 0,5$  кОм, индуктив қаршилиги эса  $X_L = 2$  кОм бўлган симметрик нағрузка уланган. Агар фаза кучланиши  $U_\phi = 220$  В бўлса, нағрузка: а) юлдуз усулида; б) учбурчак усулида уланганда линия токлари ва кучланишларини ҳисобланг.

321. Чулғамлари учбурчак усулида уланган уч фазали генераторга ҳар бир фазада актив қаршилиги  $R = 1$  кОм, сифим қаршилиги эса  $X_C = 2,5$  кОм бўлган симметрик нағрузка уланган. Линия кучланишини  $U_L = 220$  В деб ҳисоблаб, нағрузкани а) юлдуз усулида б) учбурчак усулида улагандаги фаза токлари ва кучланишларини топинг.

322. Чулғамлари юлдуз усулида уланган уч фазали генераторга носимметрик нағрузка уланган бўлиб, фазаларининг параметрлари қуйидагича:  $A - R_A$  фаза  $= 0,8$  кОм;  $X_{LA} = 1,2$  кОм;  $B - R_B$  фаза  $= 0,4$  кОм,  $X_{CB} = 2$  кОм;  $C - R_C$  фаза  $= 1$  кОм.  $X_{LC} = 1,8$  кОм. Агар нағрузка юлдуз усулида уланган бўлса, ҳар қайси фазанинги линия токи ва кучланишини аниқланг. Бунда фаза кучланишлари бир хил бўлиб, 127 В га тенг.

323. Олдинги масала шартларидан фойдаланиб, ҳар қайси фазанинги қувват коэффициентини ва актив қувватини топинг.

324. Чулғамлари учбурчак усулида уланган уч фазали генераторга носимметрик нағрузка уланган бўлиб, фазаларининг параметрлари қуйидагича:  $A - R_A$  фаза  $= 0,3$  кОм,  $X_{LA} = 1$  кОм;  $B - R_B$  фаза  $= 0,8$  кОм;  $X_{CB} = 1,2$  кОм;  $C - R_C$  фаза  $= 0,5$  кОм,  $X_{LC} = 1,6$  кОм. Агар нағрузка учбурчак усулида уланган бўлса, линия ва фаза токлари аниқланг. Бунда линия кучланишлари бир хил бўлиб, 220 В га тенг.

325. Олдинги масала шартларидан фойдаланиб, ҳар қайси фазанинги қувват коэффициентини ва актив қувватини топинг.

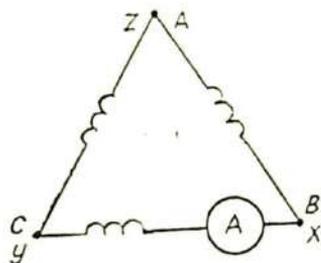
326. Уч фазали симметрик занжирда линия кучланиши ва линия токи берилган:  $U_{л} = 120$  В ва  $I_{л} = 1$  А. Агар фазаларнинг силжиш бурчаги  $\varphi = 30^\circ$ ;  $\varphi = 45^\circ$   $\varphi = 60^\circ$  бўлса, актив қувватни топинг.

327. Симметрик нагрукани уч фазали токнинг уч ўтказгичли занжирда фазаларнинг биридаги актив қувват 100 Вт га ўзгартирилганда тўла қувват икки марта ортди. Бутун занжирнинг дастлабки актив қуввати қанчага тенг?

328. Ҳар бирининг қуввати 100 Вт дан бўлган 15 та лампадан иборат ёритиш тармоғидан иборат учта тармоқ (шода) уч фазали тармоққа ( $U_{\phi} = 220$  В) юлдуз усулида уланган. Ёритиш тармоғининг 1 соат давомида истеъмол қиладиган энергиясини аниқланг.

329. Ҳар қайси фазаси  $R = 0,85$  кОм ва  $X_L = 1,8$  кОм параметрлар билан характерланидиган симметрик нагрукка учбурчак усулида уланган бўлиб, фаза кучланиши 220 В бўлган учта ўтказгичли (симли) тармоққа уланган. Агар ҳар бир уловчи симдаги кучланиш истеъмолчи ва фаза кучланишининг 1 процентини ташкил қилса, ҳар бир уловчи сим қаршилигини ҳисобланг.

330. Уч фазали генератор чулғамлари учбурчак усулида уланганда 33- расмда кўрсатилган тарзда уланган амперметр нолни кўрсатишини Кирхгофнинг 2- қонуни асосида исбот қилинг.

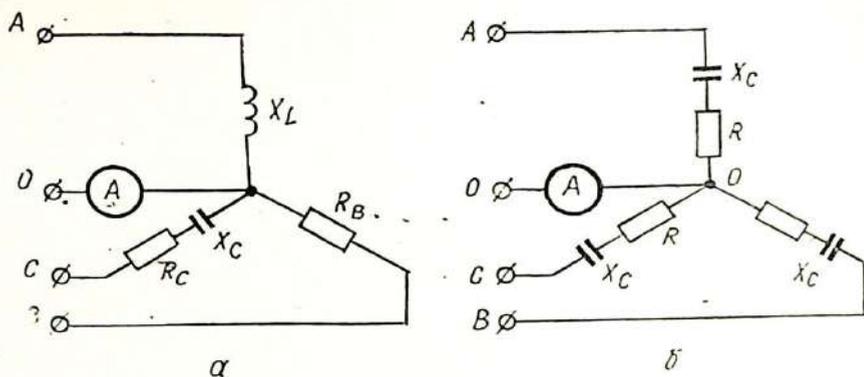


33- расм. 330- масалага оид

331. 34- расм *a, б* да кўрсатилган занжирга уланган амперметр кўрсатадими?

332. Энергия истеъмолчи уч фазали генератор билан тўрт симли система бўйича юлдуз усулида уланган. Фаза токлари ва кучланишларининг вектор диаграммаси бўйича (35- расм, *a*) ҳар бир фазанинг нагрукка характерини аниқланг.

333. 35- расм, *a* да кўрсатилган вектор диаграммадан фойдаланиб, ҳар қайси фазанинг актив ва реактив қаршилигини топинг. Бунда тоklar ва кучланишлар вектори қуйидаги масштабда кўрсатилган: 0,1 А/мм ва 8 В/мм.



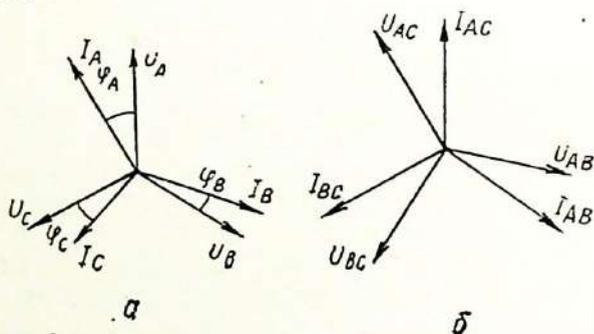
34- расм. 331, 336, 337, 338- масалаларга онд

334. Энергия истеъмолчи уч фазали генератор билан учбурчак усулида уланган. Фаза токлари ва кучланишлари вектор диаграммаси бўйича ҳар қайси фазанинг нагрузка характерини аниқланг.

335. 35- расм, б да кўрсатилган вектор диаграммадан фойдаланиб, ҳар қайси фазанинг актив ва реактив қаршилигини топинг. Бунда тоқлар ва кучланишлар вектори қуйидаги масштабда кўрсатилган: 0,15 А/мм ва 12 В/мм.

336. Агар  $R_B = 0,8 \text{ кОм}$ ;  $X_L = 1 \text{ кОм}$ ;  $X_C = 1 \text{ кОм}$ ;  $R_C = 0$  бўлса, 34- расм, а даги схемада амперметр кўрсатишини аниқланг. Ҳар бир фазадаги фаза кучланишини 127 В деб олинг.

337. Олдинги масала шартларидан фойдаланиб, линия токлари ва кучланишларининг вектор диаграммасини ясанг.



35- расм. а — 332- масалага онд.  
б — 334, 335- масалаларга онд

338.  $R = 1$  кОм ва  $X_C = 1,7$  кОм бўлган истеъмолчининг ҳар бир фазасига  $U_\phi = 200$  В кучланиш қўйилган. Қуйидагиларни а) фаза кучланишлари ва тоқларининг вектор диаграммасини; б) ҳар қайси фаза учун қаршилиқлар ва қувватлар учбурчагини ясанг.

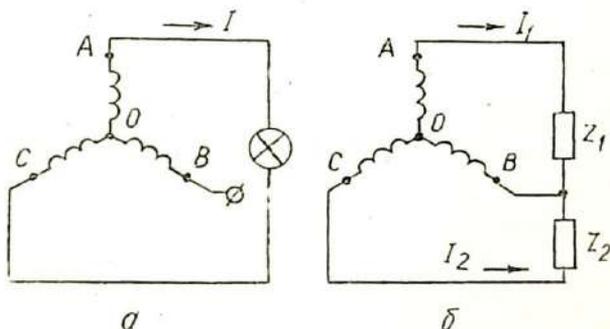
339. Учбурчак схемада уланган нағрузкага электр энергия узатувчи уч фазали кабель атрофида магнитавий майдон ҳосил бўладими?

340. Қайси ҳолда уч фазали занжирда нолинчи сим зарур бўлмайди?

341. Нолинчи сими бўлмаган уч фазали тармоққа уч фазали двигателъ улаш мумкинми?

342. Уч фазали генератор ва истеъмолчини а) симметрик нағрузкада; б) носимметрик нағрузкада юлдуз усулида улаганда нолинчи симнинг узилиши авария режими бўладими?

343. Уч фазали генератор чулғамини ва истеъмолчи фазаларини юлдуз усулида улаганда  $z_A = z_B = z_C$  бўлган шартда нолинчи симдаги ток нолга тенг бўлишини исботланг.



36- расм. а—346- масалага онд, б—347- масалага онд

344. Нима учун тўрт симли уч фазали занжирда нолинчи симга сақлагич қўйилмаслигини тушунтиринг.

345. Тўрт симли уч фазали тармоқда қайси сим нолинчи эканлиги қандай аниқланади?

346. Уч симли уч фазали тармоққа қуввати 100 Вт ли электр лампа уланган. Агар тармоқнинг кучланиши 220 В бўлса (36- расм, а) уч фазали симлардаги токни аниқланг.

04) Уч фазали генераторга  $R_1 = 5$  кОм,  $X_{L_1} = 8$  кОм;  $R_2 = 3,5$  кОм ва  $X_{L_2} = 7,2$  кОм бўлган электр энергия истеъмолчиларидан иккитаси уланган. Агар ҳар қайси фазадаги кучланиш 220 В бўлса, истеъмолчилардаги ток ва кучланишлар орасидаги фазаларнинг силжиш бурчагини ва токни топинг.

348. Ҳар бир фазаси параллел уланган тўртта лампадан иборат симметрик нагрузка линия кучланиши  $U_L = 220$  В бўлган уч фазали тармоққа юлдуз усулида уланган. Агар ҳар қайси лампа истеъмол қиладиган қувват 60 Вт бўлса, фазаларнинг бири қисқа туташганда фазалардаги ток ва кучланишни аниқланг.

349. Олдинги масала шартларидан фойдаланиб, фазалардаги токни ва А фазада сақлагич эриб кетганда лампалардаги кучланишни аниқланг.

350. Фаза кучланиши 220 В бўлган уч фазали тармоққа учта бир хил индуктив ғалтак ( $R = 1$  Ом ва  $X_L = 15$  Ом) уланган. Ғалтаклар истеъмол қиладиган актив, реактив ва тўла қувватни аниқланг.

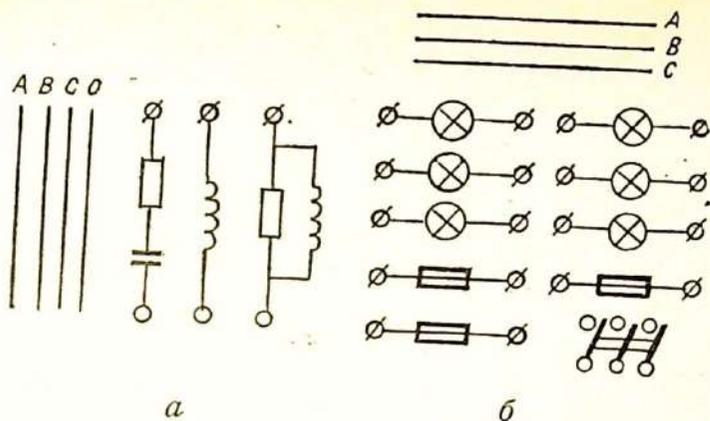
351. Уч фазали ўзгарувчан ток двигатели чулғамларини юлдуз усулида улаганда линия кучланиши  $U_L = 220$  В ли тармоқдан  $P = 3$  кВт қувват истеъмол қилади. Агар двигатель чулғамларини юлдуз усулидан учбурчак усулига кўчирсак, двигатель истеъмол қиладиган қувват қандай ўзгаради? Қувват коэффициенти  $\cos \varphi = 0,86$ .

352. Симметрик фазали иккита истеъмолчи уч фазали ўзгарувчан ток тармоғига юлдуз усулида ва учбурчак усулида уланган. Фаза қаршиликлари қандай муносабатда бўлганда иккала истеъмолчи учун ҳам линия токи, истеъмол қилинаётган қувват ва қувват коэффициенти бир хил бўлади?

353. Инсон учун уч фазали линиянинг битта симига тегиш хавфлими ёки бир вақтда иккита симига тегиши?

354. Нима учун уч фазали линияда узилган симнинг учларини монтер ердан яхши изоляциялаган бўлишига қарамай, линияни ўчирмай (узмай) туриб улаши мумкин эмас?

355. Элементларни тўрт симли тармоққа а) юлдуз; б) учбурчак усулида улашнинг принципиал электр схемасини тузинг (37- расм, а)



37- расм. *a*—355- масалага онд, *б*—357- масалага онд

356. Уч фазали тармоққа 12 та бир хил лампани улашнинг шундай схемасини тузингки, бунда нагрузка симметрик бўлиб, олтига лампа юлдуз усулида, олтига лампа учбурчак усулида улансин.

357. 37- расм, *б* да берилган элементлар ёрдамида симметрик нагрузкани коммутацион усулда улаш схемасини тузинг. Бунда симметрик нагрузка 6 та бир хил лампадан иборат бўлиб, уч фазали тармоққа юлдуз усулида уланган.

## ЭЛЕКТР ЎЛЧАШ АСБОБЛАРИ ВА ЭЛЕКТР ЎЛЧАШЛАР

### 17-§. АСБОБЛАР ВА ЎЛЧАШЛАРДАГИ ХАТОЛИКЛАР

Асбобнинг абсолют хатоликлари ўлчанган катталиқ ва унинг ҳақиқий қийматлари орасидаги фарқдан иборат:

$$\Delta A = A_y - A_x, \quad (73)$$

бунда  $A_y$  — ўлчанган қиймати;  $A_x$  — ўлчанадиган катталиқнинг ҳақиқий қиймати.

Нисбий хатолик абсолют хатоликни ўлчаётган катталиқнинг ҳақиқий қийматиغا нисбатидан иборат:

$$\gamma = \frac{\Delta A}{A_x} \cdot 100 = \frac{A_y - A_x}{A_x} \cdot 100\%. \quad (74)$$

Асбобнинг келтирилган хатолиги деб, абсолют хатоликнинг асбобнинг номинал катталигига нисбатига айтилади:

$$\gamma_k = \frac{\Delta A}{A_n} \cdot 100\%, \quad (75)$$

бунда  $A_n$  — асбобнинг номинал катталиги (асбоб билан ўлчашнинг юқори чегараси).

Нормал иш шароитида (шкаланинг иш ҳолати, температура 293° К, ташқи магнитавий майдоннинг бўлмаслиги, асбоб яқинида ферромагнитавий массалар ва ҳоказолар бўлмаслиги) асбобнинг келтирилган хатолигига асосий келтирилган хатолик дейилади.

Ўлчашнинг мумкин бўлган энг катта нисбий хатолигини тўғри методда бевосита баҳолашда қуйидагича аниқланади:

$$\gamma_{mx} = \gamma_{рух} \frac{A_n}{A_x} \approx \gamma_{рух} \frac{A_n}{A_x}, \quad (76)$$

бунда  $\gamma_{рух}$  — асбобнинг рухсат этилган келтирилган асосий хатолиги, у асбобнинг аниқлик классини характерлайди.

Келтирилган рухсат этилган асосий хатолик қуйидаги ифодадан аниқланади:

$$\gamma_{\text{рух}} = \frac{\Delta A_m}{A_n} \cdot 100\%, \quad (77)$$

бунда  $\Delta A_m$  — мумкин бўлган энг катта абсолют хатолик.

Асбобнинг аниқлик классси деб, рухсат этилган келтирилган асосий хатолик  $\gamma_{\text{рух}}$  нинг аниқлик класссидаги стандарт қаторга мос келган энг яқин сонгача яхлитланган қийматига айтилади.

Асбоб доимийси (асбоб бўлимининг қиймати)  $c_x$  шундай катталиқки, асбоб кўрсатишини олиш учун бўлим ёки миллиметр шкалада ҳисобланган кўпайтирилиши лозим бўлган катталиқдир:

$$c_x = \frac{\Delta x}{\Delta \alpha} \left[ \frac{\text{ўлчанаётган катталиқ бирлиги}}{\text{град (ёки мм)}} \right], \quad (78)$$

бунда  $\Delta x$  — ўлчанаётган катталиқнинг ўзгариш қиймати;  $\Delta \alpha$  — кўрсаткичнинг чизиғий (ёки бурчағий) силжиши.

Асбоб доимийсига тескари катталиқ асбобнинг сезгирлиги дейилади:

$$s_x = \frac{1}{c_x} = \frac{\Delta \alpha}{\Delta x} \quad (79)$$

Асбобнинг сезгирлиги кўрсаткичнинг ўлчанаётган катталиқ бирлигига тўғри келган чизиғий ёки бурчағий кўчишига сон жиҳатидан тенг.

### Масалалар

358. Занжирда токнинг ҳақиқий қиймати, 5,23 А. Юқори ўлчаш чегараси 10 А бўлган амперметр 5,3 А токни кўрсатди. Қуйидагиларни: а) асбобнинг абсолют хатолигини; б) тузатиш; в) асбобнинг нисбий хатолигини; г) асбобнинг келтирилган хатолигини аниқланг.

359. Ҳақиқий қаршилиги 8 Ом бўлган резистордан 2,4 А ток ўтади. Бу резисторнинг учларидаги кучлашни вольтметр билан ўлчанганда у 19,3 В ни кўрсатди. Абсолют ва нисбий хатоликларни аниқланг.

360. Агар аниқлик классси 1,0 бўлган асбобнинг

юқори ўлчаш чегараси 10 А бўлса, шу асбобнинг мумкин бўлган энг катта абсолют хатолиги нимага тенг?

361. Текис бўлинган шкалали асбобнинг қайси қисмида ўлчашнинг нисбий хатолиги энг катта бўлади?

362. Агар тармоқдаги кучланишнинг ҳақиқий қиймати 12,18 В бўлса, 12,1 В ни кўрсатган вольтметрнинг нисбий хатолигини топинг.

363. Олдинги масала шартларидан фойдаланиб, тузатиш коэффициентини қийматини аниқланг.

364. Занжирдаги токнинг ҳақиқий қиймати 2А. Агар юқори ўлчаш чегараси 5 А бўлган асбоб 2,12 А ни кўрсатса, асбобнинг келтирилган хатолиги қандай?

365. Аниқлик классини 1,0 бўлган амперметр билан ток ўлчанганда, у 5 А ни кўрсатса, мумкин бўлган энг катта нисбий хатоликни аниқланг. Номинал ток 20 А.

366. Шкаланинг ўртасида ноль бўлган икки томонлама шкалали асбобларнинг келтирилган хатолиги умумий кўринишда нимага тенг?

367. Нагрузка резисторидаги кучланишни вольтметр билан ўлчаганда 13,5 В ни кўрсатди. Агар резисторнинг қаршилиги 7 Ом бўлса, вольтметрнинг абсолют ва нисбий хатолигини топинг. Манбанинг э.ю.к. 14,2 В, унинг ички қаршилиги 0,1 Ом.

368. Иккита вольтметрнинг аниқлик классини 1,0 бўлиб, ўлчашларининг юқори чегараси турлича: биринчиси 50 В; иккинчиси эса 10 В. Бу асбоблардан фойдаланиш жараёнида ўлчашдаги абсолют хатоликнинг максимал қийматлари қандай муносабатда бўлади?

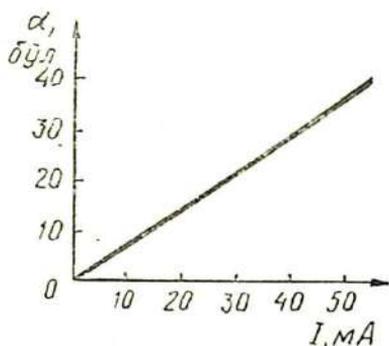
369. 20 та лампа параллел уланган. Занжирнинг тармоқланмаган қисмига амперметр уланди. Унинг кўрсатиши 4,2 А. Лампалар бир хил ва ҳар қайси лампадаги ток 0,2 А бўлган шароитда амперметрнинг абсолют ва нисбий хатоликлари нимага тенг?

370. Икки миллиамперметр ёрдамида ўлчашда абсолют хатоликларнинг максимал қийматлари бир хил. Иккинчи асбобнинг ўлчаш чегараси юқори. Асбобларнинг аниқлик классини қандай нисбатда бўлади?

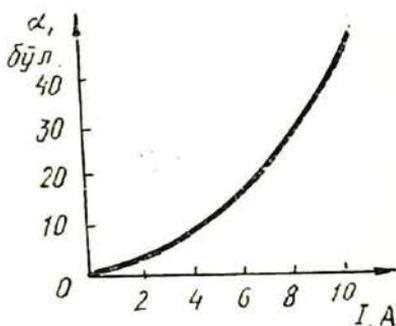
371. Магнитоэлектрик асбобнинг рамкаси 150 ўрамага эга бўлиб, кесим юзи  $6 \cdot 10^{-4}$  м<sup>2</sup>. Агар асбобнинг ҳаво зазоридаги индукция 0,1 Т, ўлчанаётган ток 12 мА бўлганда айлантирувчи ва акс таъсир этувчи моментлар орасидаги фарқ 10 Н·м бўлса, рамканинг бурчагий силжишини (кўчишини) аниқланг.

372. 10 дан 20мА гача токни ўлчашда магнитоэлектрик миллиамперметр кўрсаткичи 10 бўлимга кўчди. Асбоб сезгирлигини ва доимийсини аниқланг.

373. Миллиамперметрнинг ҳаракатланувчи қисми бурилиш бурчагининг ўлчанаётган ток кучи катталигига боғлиқлик графигидан фойдаланиб (38-расм, а), асбоб сезгирлигини ва шкаласининг бўлим қийматини ҳисобланг.



а



б

38- расм. а — 373- масалага оид, б — 374- масалага оид

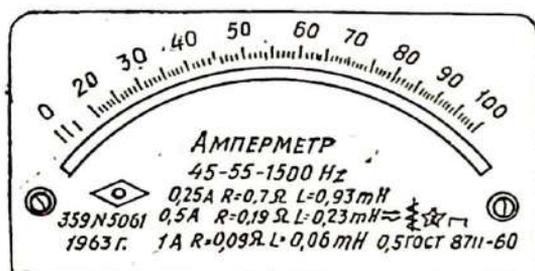
374. Амперметрнинг ҳаракатланувчи қисми бурилиш бурчагининг ўлчанаётган ток кучига боғлиқлик графигидан фойдаланиб (38-расм, б), ўлчанаётган 1 А, 3 А, 5 А, 8 А тоқларда асбобнинг сезгирлиги ва бўлим қийматини топинг. Ўлчанаётган токнинг ўзгаришини ҳамма ҳолларда ҳам  $\Delta x = 0,5$  А деб олинг.

375. Электр ўлчаш асбобини занжирга улаганда стрелкаси нолдан чапга оғди. Уловчи симларнинг ўрни алмаштирилганда стрелка нолдан ўнгга оғди. Бу асбоб қандай системадаги асбоб эканлигини аниқланг.

376. Ўлчанаётган ток 5 дан 10 мА гача ўзгартирилганда битта миллиамперметрнинг кўрсаткичи 4 бўлимга, иккинчисиники 7 бўлимга силжиди. Асбобларнинг сезгирлиги ва доимийси ўртасидаги муносабатни аниқланг.

377. Номинал катталиги 50 мВ бўлган магнитоэлектрик асбобнинг қаршилиги 10 кОм ва шкаласи 50 бўлимга эга. Бу асбобнинг токка ва истеъмол қилинаётган қувватга сезгирлигини аниқланг.

- 378. Магнитоэлектрик асбоб кўрсатишларининг келтирилган асосий хатолиги 0,4%. Стрелка шкалада 75, 50, 25 ва 5% га оғганда асбобнинг хатолиги қандай?
- 379. Миллиамперметр 200 мА токка мўлжалланган ва сезгирлиги 0,5 бўл/мА. Агар миллиамперметр стрелкаси 30 бўлимга оғса, шкаланинг бўлимлар сони, бўлим қиймати ва ўлчанаётган ток нимага тенг?



39- расм. 381- масалага оид

380. Электр ўлчаш асбобининг ҳаракатланувчи қисми билан ўлчанаётган катталик ўртасида эркин боғланиш бўлганда асбобнинг сезгирлигини қандай билиш мумкин?

381. 39-расмда электр ўлчаш асбоби шкаласининг маркировкаси мисол қилиб кўрсатилган. Ҳар қайси ёзувни ўқиб, мазмунини айтиб беринг.

382. Магнитоэлектрик система асбобини тузатаётганда ўлчаш ғалтагини металл қаркассиз қилиб қўйилди. Асбобнинг ишига бу қандай таъсир қилади ва нима учун?

383. Асбобни тузатганда қўйилган янги акс таъсир қилувчи пружинанинг акс таъсир моменти катта бўлиб чиқди. Бу асбоб кўрсатишига таъсир қиладими?

### 18- §. ТОК ВА КУЧЛАНИШНИ ЎЛЧАШ

Шунт қаршилиги (40-расм, а) қуйидаги тенгламага тўғри келади:

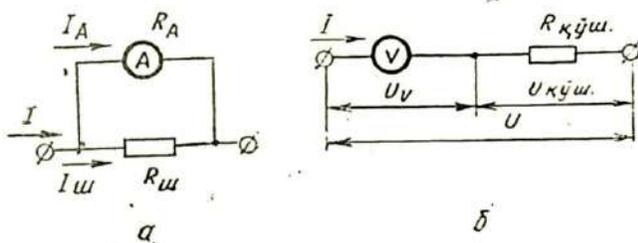
$$R_{ш} = \frac{R_a}{k_{ш} - 1}, \quad (80)$$

бунда  $R_a$  — ўлчаш асбобининг қаршилиги;  $k_{ш} = \frac{I}{I_{ш}}$  — шунтлаш коэффициенти бўлиб, ўлчанаётган  $I$  токнинг ўлчаш асбоби токи  $I_{ш}$  дан неча марта кўплигини

кўрсатади, яъни ўлчаш чегараси неча марта кенгайтирилиши кўрсатади.

Кучланиш бўйича ўлчаш чегарасини кенгайтириш учун қўшимча қаршилик (40- расм, б) қуйидаги формула бўйича топилади.

$$R_{\text{қўш}} = R_v(k_n - 1),$$

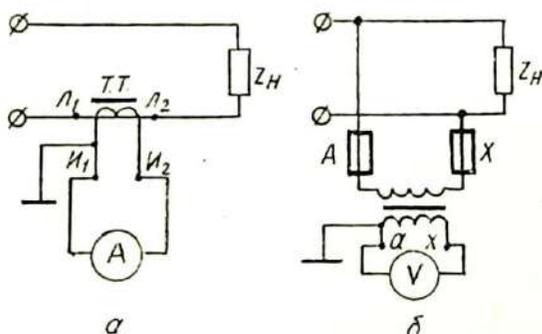


40- расм. Ўлчаш чегарасини кенгайтириш схемаси:

а — амперметрнинг, б — вольтметрнинг  
385, 387, 396, 398- масалаларга оид

бунда  $R_v$  — вольтметр қаршилиги;  $k_n = \frac{U}{U_n}$  — ўлчаш чегарасини кенгайтириш коэффициенти;  $U$  — ўлчанаётган кучланиш;  $U_n$  — асбобнинг номинал кучланиши.

Ўзгарувчан ток занжирларида ўлчаш чегарасини кенгайтириш учун ток ва кучланишни ўлчайдиган трансформаторлар қўлланилади (41-расм).



41- расм. Ўлчаш трансформаторлари:  
а — ток трансформатори, б — кучланиш трансформатори

Номинал трансформация коэффициенти қуйидаги тарзда аниқланади:

$$k_{H1} = \frac{I_{H1}}{I_{H2}}, \quad (82)$$

$$k_{HV} = \frac{U_{H1}}{U_{H2}},$$

бунда  $I_{H1}$  ва  $U_{H1}$  — бирламчи номинал ток ва кучланиш;  $I_{H2}$  ва  $U_{H2}$  — иккиламчи номинал ток ва кучланиш.

Ўлчаш трансформаторларининг ишлатилиши туфайли ток ва кучланиш бўйича нисбий хатолик қуйидаги тарзда ҳисобланади:

$$\gamma_I = \frac{I_2 k_H - I_2 k_T}{I_2 k_T} \cdot 100\%; \quad \gamma_U = \frac{U_2 k_H - U_2 k_T}{U_2 k_T} \cdot 100\%, \quad (83)$$

бунда  $k_T$  — ҳақиқий трансформация коэффициенти.

Ток ва кучланиш трансформаторлари учун ҳақиқий трансформация коэффициенти қуйидагича топилади:

$$k_T = k_I = \frac{I_1}{I_2}; \quad k_T = k_U = \frac{U_1}{U_2}, \quad (84)$$

бунда  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $U_1$ ,  $U_2$  — бирламчи ва иккиламчи ток ва кучланишнинг ҳақиқий қийматлари.

Трансформаторга шунча асбоб улаш мумкинки, номинал кучланишда бу асбобларнинг қуввати трансформаторнинг номинал қувватидан ошмасин:

$$S_H = \sum S_n$$

бунда  $S_n$  — ҳар қайси асбоб истеъмол қилаётган қувват.

### Масалалар

384. Амперметрнинг номинал токи 1 А, унинг қаршилиги 0,08 Ом. Агар амперметрга 0,03 Ом қаршилик шунтланганда у 0,9 А ни кўрсатса, занжирдан қанча ток ўтаётган бўлади?

385. Амперметрнинг номинал токи  $I_A = 1$  А, шунтнинг қаршилиги  $R_{ш}$  (40-расм, а). Агар занжирдаги ток кучи 5 А бўлганда асбоб 1 А ни кўрсатса, унинг (асбобнинг) қаршилигини аниқланг.

386. 1 А га мўлжалланган амперметр билан  $I = 10$  А токни ўлчаш керак. Ўлчаш асбобининг қаршилиги 10 Ом эканлигини ҳисобга олиб, шунт қаршилигини аниқланг.

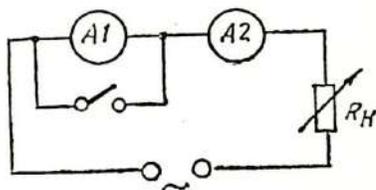
387. Нима учун шунт ток [ўлчанаётган занжирга доим кетма-кет уланади ва унга параллел қилиб амперметр уланади (40-расм, а)?

388. Қаршилиги  $R_A$  бўлган амперметр билан номинал катталигидан 10, 100, 1000 марта катта бўлган ток кучини ўлчаш лозим. Мана шу ўлчашларни бажариш учун таъланган шунтларнинг қаршилиги билан амперметр қаршилиги ўртасида қандай муносабат борлигини топинг.

389. Қаршилиги 0,02 Ом бўлиб, 10 А гача ток ўлчашга мўлжалланган амперметрни 100 А гача бўлган токни ўлчаш учун қўлланилди. Шунт тайёрлаш учун кесими 0,2 мм<sup>2</sup> бўлган мис симдан қандай узунликда керак бўлади?

390. Қаршилиги  $R_A = 10$  Ом бўлган миллиамперметрнинг ҳар бир бўлимининг қиймати 10 мА/бўл. Бу миллиамперметр 50 бўлимли шкалага эга. Ток ўлчаётган асбобга қаршилиги  $R_{ш} = 2,5$  Ом бўлган шунт уланди. Шунда асбоб билан қандай чегаравий токни ўлчаш мумкин ва бунда асбоб бўлимининг қиймати қандай?

391. Ўзгарувчан ток занжирга номинал тоқлари  $I_{ш1} = 1$  А ва  $I_{ш2} = 10$  А бўлган иккита амперметр кетма-кет уланди (42-расм). Занжирда қандай максимал токни ўлчаш мумкин? Кўрсатилган улаш схемаси қандай ҳолларда қўлланилиши мумкин?



42- расм. 391- масалага онд

392. Амперметрнинг қаршилиги  $R = 0,08$  Ом. Агар амперметр орқали 1 А ток ўтса, ундаги кучланиш қанчага тенг? Асбобга қаршилиги 0,02 Ом бўлган шунт улангандаги кучланишни аниқланг.

393. Қаршиликлари турлича бўлган иккита магнитоэлектрик амперметр умумий занжирга кетма-кет уланган. Уларнинг кўрсатиши бир-биридан фарқ қиладими?

394. Қаршилиги 10 Ом бўлган резистор уланган занжирдаги ток кучини ўлчаш учун 0,1 Ом қаршиликли амперметр уланди. Амперметр уланиши туфайли токнинг абсолют ва нисбий катталикларининг ўзгаришини

аниқланг. Занжир қисмаларида кучланиш доимий (ўзгаришсиз) сақланади.

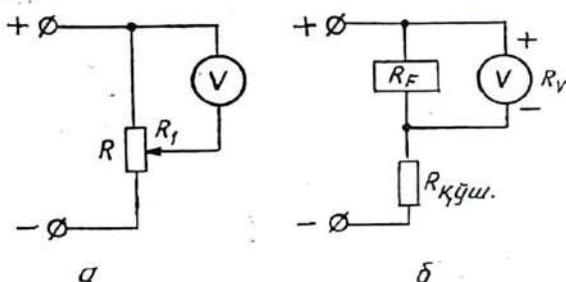
395. Асбобга кетма-кет уланган ва қаршилиги 5 Ом бўлган амперметр 0,2 А ни кўрсатмоқда. Агар схемага 220 В кучланиш қўйилган бўлса, асбобнинг қаршилиги нимага тенг?

396. Вольтметр 15 В гача кучланишни ўлчашга мўлжалланган. Агар вольтметрнинг қаршилиги  $R_v = 50$  кОм бўлса (40-расм, б) шу асбоб билан 225 В кучланишни ўлчаш учун керак бўладиган қўшимча қаршилик катталигини аниқланг.

397. Қаршилиги  $R_v$  бўлган вольтметр билан номинал катталигидан 10, 100 ва 1000 марта катта кучланишни ўлчаш керак. Кўрсатилган шартларни бажариш учун танланган қўшимча қаршиликлар ва  $R_v$  қаршилик ўртасидаги муносабатни топинг.

398. Агар  $U_v = 150$  В;  $R_v = 60$  кОм;  $U = 220$  В бўлса, вольтметр чулғамида ва қўшимча қаршиликда (40-расм, б) қувват исрофи қандай бўлади?

399. Агар вольтметр 180 В ни кўрсатса, қаршилик  $R_1 = 0,8$  кОм бўлса, занжир кучланишини аниқланг (43-расм, а). Кучланиш тақсимлагичнинг қаршилиги  $R = 2,4$  кОм;  $R_v = 20$  кОм.



43- расм. а—399- масалага оид, б—402- масалага оид

400\*.  $R_v = 60$  кОм ва  $U_n = 150$  В бўлган иккита бир хил вольтметр кетма-кет уланган. 280 В гача қаршиликни ўлчаш учун уларнинг бирига қандай максимал қўшимча қаршилик улаш керак?

401. Манбанинг қутблари номаълум бўлганда уч чегаравий магнитоэлектрик вольтметр билан ўзгармас кучланишни қандай ўлчаш мумкин?

402. Ўзгармас кучланиш манбаига  $R_{\text{кўш}}$  билан кетма-кет уланган реле галтаги  $R_r$  даги кучланишни ўлчашдаги нисбий хатоликни аналитик кўринишида аниқланг.

403. Маиший асбобларда кучланишни  $\pm 5\%$  гача тебранишига йўл қўяди. 127 В ва 220 В кучланишларда маиший тармоқдаги кучланишни қандай абсолют хатолик билан ўлчаш етарли бўлади?

404. Қаршилиги  $R = 50$  Ом бўлган резистор билан кетма-кет уланган амперметр  $I = 0,5$  А ни кўрсатди. Шу резисторга уланган вольтметр  $U = 25,1$  В ни кўрсатди. Вольтметрнинг ички қаршилигини топинг.

405. Ички қаршилиги  $R_A = 1$  Ом бўлган амперметр батарея қисмаларига уланган. У 3 А ни кўрсатмоқда. Ички қаршилиги  $R_V = 10$  кОм бўлган вольтметр ҳам ўша батарея қисмаларига уланган. У 8 В ни кўрсатмоқда. Батареянинг салт ишлаш кучланишини ва қисқа туташув токни аниқланг.

406. Агар биринчи параллел тармоқдаги ва занжирнинг тармоқланмаган қисмидаги тоқлар  $I_1 = 2$  А ва  $I = 5$  А бўлиб, улар қуйидаги абсолют хатоликлар билан ўлчанган бўлса  $\Delta I_1 = 0,02$  А ва  $\Delta I = 0,05$  А, иккинчи параллел тармоқдаги токни ўлчашдаги нисбий хатолик  $\gamma_{I_2}$  ни ҳисобланг.

407\*. Бир фазали ўзгарувчан ток занжирининг параллел иккита тармоғидаги тоқларнинг оний қийматлари қуйидаги кўринишга эга;

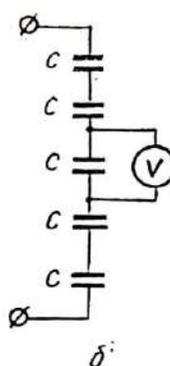
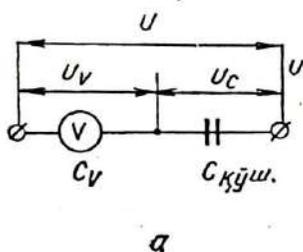
1)  $i_1 = 0,141 \sin 314t$  [А];  $i_2 = 0,282 \sin 314t$  [А];

2)  $i_1 = 0,5 \sin 314t$  [А],  $i_2 = 0,8 \sin(314t - 90^\circ)$  [А.]

Агар занжирнинг тармоқланмаган қисмига электромагнитавий амперметр уланса, иккала ҳолда у нимани кўрсатади?

408. Электростатик вольтметрнинг ўлчаш чегарасини ошириш учун унга кетма-кет қилиб конденсатор уланади (44-расм, а). Агар номинал кучланиши  $U_n = 2$  кВ бўлган вольтметр билан  $U = 30$  кВ кучланишни ўлчаш лозим бўлса, шундай кучланишни ўлчаш учун уланган конденсаторнинг сиғимини (яъни қўшимча сиғимни) аниқланг. Вольтметрнинг сиғими 40 пФ.

409. Сиғими 200 пФ бўлган электростатик вольтметрга сиғими 40 пФ бўлган конденсатор кетма-кет уланди. Агар вольтметр шкаласи 100 бўлимга эга бў-



44- расм. а — 408- масалага онд,  
б — 410- масалага онд

либ, ҳар қайси бўлимининг қиймати 0,5 В бўлса, конденсатор улангандан кейин шу вольтметр билан қандай максимал кучланишни ўлчаш мумкин.

410. Юқори ўлчаш чегараси 150 В ва сифими 3 пФ бўлган электростатик вольтметрга кучланиш тақсимлагич уланган. Бу кучланиш тақсимлагич конденсатор тақсимлагичдан иборат (44- расм, б). Тақсим-

лагич ҳар бирининг сифими 5 пФ дан бўлган бешта конденсатордан иборат. Агар вольтметр 110 В ни кўрсатса, занжирдаги кучланиш қандай бўлади?

411. Тўрт чегаравий вольтметрнинг ўлчаш чегараси махражи 2 бўлган геометрик прогрессия қонуни бўйича ўзгаради. Агар бу вольтметрнинг энг кичик ўлчаш чегараси 75 В бўлса, у билан қандай максимал кучланишни ўлчаш мумкин?

412. 400/5 ток трансформаторига 15 А га мўлжалланган амперметр уланган. Трансформатордаги ток номинал бўлганда асбоб кўрсатишини аниқланг.

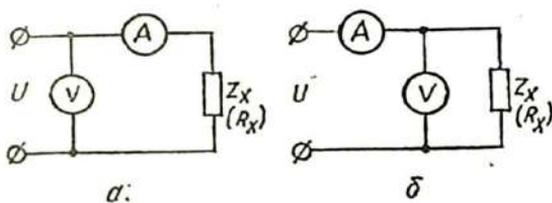
413. Кучланишни ўлчаш трансформатори чулғамининг ўрамлари сони  $w_1 = 10000$  ва  $w_2 = 200$ . Иккиламчи чулғамга номинал кучланиши 150 В бўлган вольтметр уланди. Бунда кучланишнинг ўлчаш мумкин бўлган энг катта қийматини ва трансформация коэффициентини аниқланг.

414. Ток ўлчаш трансформаторини  $I_1 = 410\text{А}$ ;  $I_2 = 5,3\text{А}$  занжирга улаганда шу трансформаторнинг трансформация коэффициентининг нисбий хатолиги  $\gamma_1$  нимага тенг? Паспортидаги маълумотларга кўра трансформация коэффициенти 400/5.

415. Номинал қуввати 9 Вт бўлган ўлчаш трансформаторига ҳар бири 1,2 Вт қувват истеъмол қиладиган асбобдан энг кўпи билан нечасини улаш мумкин?

416. Агар а) рамка занжирида; б) ташқи занжирда узилиш бўлса, шу занжирга уланган магнитоэлектрик амперметр ишлайдими?

417. Агар а) ҳаракатланадиган ва ҳаракатланмайдиган ғалтаклар қисқа туташтирилса; б) ҳаракатланмайдиган ғалтак ҳосил қилаётган магнитавий оқим ҳаракатланадиган ғалтак ҳосил қилаётган оқимга қарама-қарши йўналишда бўлса, шу занжирга уланган электродинамик вольтметр кўрсатадими?



45- расм. Қаршиликни амперметр ва вольтметр усулида ўлчаш схемалари. 419, 421, 422, 423, 424, 425, 426, 445, 475- масалаларга оид

### 19- §. ҚАРШИЛИКЛАРНИ ЎЛЧАШ

Қаршиликни амперметр ва вольтметр методи билан ўлчаш: 45-расм, а даги схема учун:

$$R_x = \frac{U}{I} - R_A;$$

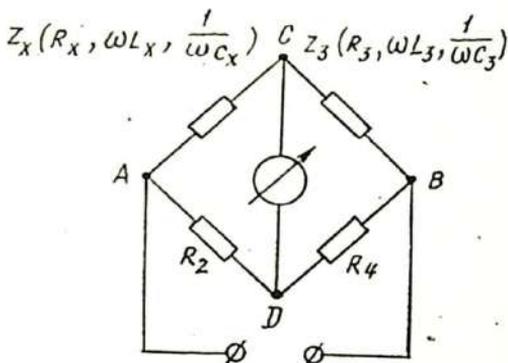
45-расм, б даги схема учун

$$R_x = \frac{UR_v}{IR_v - U}; \quad (86)$$

бунда  $U$  — вольтметр кўрсатиши;  $I$  — амперметр кўрсатиши;  $R_v$  — вольтметр қаршилиги;  $R_A$  — амперметр қаршилиги.

Якка кўприк билан қаршиликларни ўлчаш (46-расм)

$$R_x = R_2 \frac{R_3}{R_4}. \quad (87)$$



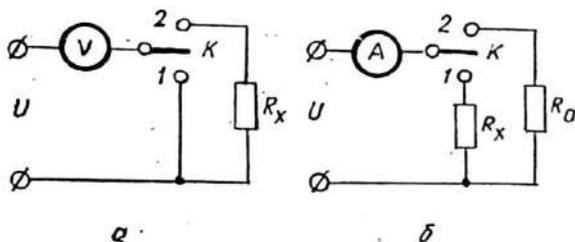
46- расм. Қаршиликларни якка кўприк усулида ўлчаш схемаси. 429, 430, 431, 476, 478, 479- масалаларга оид  
Эслатма.  $z_3 z_x$  — масала шартларига кўра актив, индуктив ёки сиғим қаршиликлар

Асбобларни навбатма-навбат улаб қаршиликларни ўлчаш:

а) вольтметрни — дастлаб бевосита тармоққа улаб, сўнгра ўлчанаётган қаршилик билан кетма-кет улаб ўлчаш (47-расм, а).

$$R_x = R_v \left( \frac{U_1}{U_2} - 1 \right), \quad (88)$$

бунда  $U_1$  — вольтметрни бевосита тармоққа улагандаги кўрсатиши;  $U_2$  — вольтметрни тармоққа ўлчанаётган қаршилик  $R_x$  билан кетма-кет улангандаги кўрсатиши;



47- расм. Асбобларни навбатма-навбат улаб, қаршиликларни ўлчаш схемаси:

а—вольтметрни, б—амперметрни 432, 433, 434- масалаларга оид

б) амперметрни — тармоққа маълум қаршилик билан кетма-кет улаб, сўнгра изланаётган қаршилик билан кетма-кет улаб ўлчаш (47-расм, б)

$$R_x = \frac{I_0}{I_1} (R_0 + R_A) - R_A, \quad (89)$$

бунда  $I_1$  — изланаётган  $R_x$  қаршилик уланганда амперметрнинг кўрсатиши;  $I_0$  — маълум  $R_0$  қаршилик уланганда амперметрнинг кўрсатиши;

Қаршиликни намунавий қаршиликка таққослаш йўли билан ўлчаш:

қаршиликлар кетма-кет уланганда:

$$R_x = R_0 \frac{U_x}{U_0}, \quad (90)$$

бунда  $U_0$  — намунавий қаршилик  $R_0$  нинг потенциал қисмаларидаги кучланиш;  $U_x$  — ўлчанаётган  $R_x$  қаршиликнинг потенциал қисмаларидаги кучланиш;

қаршиликлар параллел уланганда

$$R_x = R_0 \frac{I_0}{I_x} \quad (91)$$

бунда  $I_0$  ва  $I_x$  — намунавий ва ўлчанаётган қаршиликлардаги ток.

### Масалалар

418. Резисторнинг амперметр ва вольтметр методи билан ўлчанган қаршилиги 501 Ом. Агар резистор қаршилигининг ҳақиқий қиймати  $R_x = 500$  Ом бўлса, ўлчашдаги абсолют ва нисбий хатоликни аниқланг.

419. Агар амперметр 2 А ни, вольтметр 50 В ни кўрсатса, резисторнинг қаршилиги қанча эканлигини топинг. Асбоблар қаршилигини ҳисобга олманг (45-расм, а).

420. Олдинги масала шартига кўра, резистор қаршилигининг ҳақиқий қийматини топинг. Бунда амперметр қаршилиги 2 Ом эканлигини ҳисобга олинг.

421. Бареттер қаршилигини амперметр ва вольтметр методи билан ўлчаганда асбоблар қуйидагини кўрсатди:  $U = 10$  В;  $I = 0,1$  А. Агар вольтметрнинг қаршилиги  $R_v = 10$  кОм;  $R_a \approx 0$  (45-расм, б) эканлиги маълум бўлса, бареттер қаршилигини аниқланг.

422. 45- расм, а даги схема бўйича ўлчанган резистор қаршилиги қийматлари билан асбобларнинг ички қаршиликлари ўртасидаги шундай муносабатларни ёзингки, бунда ўлчашдаги хатоликлар минимал бўлсин.

423. Резисторнинг тақрибан 55 Ом га тенг бўлган қаршилиги амперметр ва вольтметр методи билан ўлчанди. Агар шу методнинг ўзи билан қилинадиган хатолик 0,25% дан ошмаслиги шарт бўлса, ҳар қайси асбобнинг қаршилиги қанча эканлигини аниқланг (45-расм, а, б)

424. Қуйидагиларни билган ҳолда резистор қаршилигини аниқланг (45- расм, а, б): амперметр 2 А ни, вольтметр 120 В ни кўрсатди. Амперметрнинг қаршилиги 0,2 Ом, вольтметрники 15 кОм.

425. Ўзгарувчан ток двигатели якорининг қаршилигини 45- расм, б да кўрсатилган схема бўйича амперметр ва вольтметр методи билан ўлчаганда асбоблар мос равишда 10 А ва 3 В ни кўрсатди. Амперметрнинг қаршилиги 0,22 Ом, вольтметрники 9 кОм. Агар асбоб-

лар қаршилиги ҳисобга олинмаса, якорь қаршилигини топишдаги рухсат этиладиган нисбий хатоликни аниқланг.

426. Агар амперметр ва вольтметрни 45- расм, *a* даги схемага ўхшаш қилиб уланса, олдинги масала шартларига кўра, двигатель якори қаршилигини ўлчашдаги нисбий хатолик нимага тенг?

427. Кетма-кет уланган  $R_1 = 15$  кОм;  $R_2 = 10$  кОм резисторлардан иборат занжир қаршилигини ўлчашдаги нисбий хатолик  $\gamma R$  ни топинг. Резисторларнинг қаршилиги мос равишда  $\Delta R_1 = 100$  Ом ва  $\Delta R_2 = 80$  Ом абсолют хатолик билан ўлчанган.

428. Якка кўприк схемасида ўлчашлар аниқлиги таъминлаш манбаи э. ю. к. нинг ўзгариб туришига боғлиқми?

429. Ўзгармас ток якка кўприги диагоналида ток нолга тенг (46- расм). Елкалар қаршилиги мос равишда қуйидагича:  $R_2 = 10$  Ом;  $R_3 = 20$  Ом;  $R_4 = 5$  Ом.  $R_x$  ни аниқланг.

430. Ўзгармас ток якка кўприги елкаларининг қаршилиги (46- расм) қуйидагича:  $R_2 = 20$  Ом;  $R_3 = 10$  Ом;  $R_4 = 30$  Ом;  $R_x = 10$  Ом. Агар таъминлаш кучланиши  $U_{AB} = 12$  В бўлса,  $U_{CD}$  кучланиш нимага тенг.

431. Ўлчаш кўприги диагоналига уланган  $R_x = 5$  Ом ли гальванометр 20 мА ни кўрсатади (46- расм). Агар  $R_2 = 20$  Ом;  $R_3 = 40$  Ом;  $R_4 = 80$  Ом бўлиб,  $U_{AB} = 20$  В бўлса,  $R_x$  катталикини аниқланг.

432. Агар вольтметрни  $R_x$  қаршилик билан  $U_1 = 127$  В ли тармоққа кетма-кет улаганда унинг кучланиши  $U_2 = 120$  В, қаршилиги эса  $R_V = 40$  кОм бўлса,  $R_x$  қаршилик нимага тенг бўлади (47- расм, *a*).

433. Переключатель (узгич-улагич) ёрдамида вольтметрни дастлаб бевосита тармоққа, сўнгра худди шу тармоққа қаршилиги  $R_x = 36$  кОм бўлган резистор билан кетма-кет улаб қўшилади (47- расм, *a*). Агар вольтметр 120 В ни, сўнгра 30 В ни кўрсатган бўлса, шу вольтметр қаршилиги  $R_V$  ни топинг.

434. Қаршилик битта амперметр ёрдамида ўлчанади (47- расм, *b*). Калит 2 вазиятда турганда  $I_0 = 0,5$  А га тенг эди, калит 1 вазиятга ўтказилганда ток  $I_1 = 0,2$  А бўлиб қолди. Агар асбобнинг қаршилиги  $R_A = 0,1$  Ом,  $R_0 = 50$  Ом бўлса,  $R_x$  катталикини топинг.

435. Чўткали контактинг ўтиш қаршилиги  $R_x$  ни аниқланг. У  $R_0 = 50$  Ом намунавий қаршиликка таққослаш методи билан аниқланади,  $U_0 = 80$  В ва  $U_x = 30$  в.

436. Юқори ўлчаш чегараси 300 В бўлган электромагнитавий система асбобнинг ўлчаш механизм ғалтаги симининг кўндаланг кесими нимага тенг? Ғалтакнинг актив қаршилиги  $R = 0,1$  Ом, индуктивлиги  $L = 320$  мГ, рухсат этилган ток зичлиги  $j = 1$  А/мм<sup>2</sup>. Асбоб  $F = 50$  Гц частотада ўлчашга мўлжалланган.

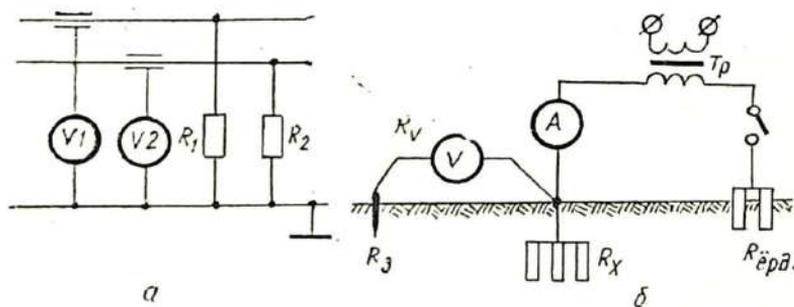
437. Ғалтакнинг ўрамлараро изоляциясини синашда мегометр стрелкаси 40 МОм бўлимда тўхтади. Бу шкала иш қисми узунлигининг 0,4 ини ташкил қилди. Асбобнинг аниқлик класси 1,0. Қаршиликни ўлчашдаги максимал абсолют хатоликни аниқланг.

438. Ички қаршилиги 50 кОм бўлган вольтметр билан икки симли линия изоляциясининг қаршилиги ўлчанди. Сим билан ер орасидаги кучланиш  $U_1 = 30$  В,  $U_2 = 70$  В. Линия 127 В кучланиш остида ишлайди. Ерга нисбатан изоляция қаршилигини ҳисобланг.

439. Антенна изоляциясини синаб кўриш учун кучланиши 120 В бўлган батареянинг бир қутбини антенна корпусига, иккинчи қутбини миллиамперметр орқали ерга уланди. Агар асбоб  $I = 0,01$  мА ни кўрсатса изоляция қаршилиги қандай?

440. Суюқ ўтказгичлар ёки юқори намликка эга бўлган ўтказгичлар қаршилигини ўлчашда ўзгармас токдан фойдаланса бўладими?

441. Ўзгармас ёки бир фазали ўзгарувчан ток тармоғидаги симлар изоляциясининг контрол қилиб туришда 48- рasm, а да тасвирланган схема қўлланилади



8- рasm. а — 441, 442- масалаларга онд, б — 443- масалага онд

( $R$ —изоляциянинг қаршилиги). Изоляция шикастланмаганда ва шикастланганда вольтметрнинг кўрсатиши қандай бўлади?

442. Олдинги масала шартларидан фойдаланиб, симлар орасидаги кучланиш 500 В бўлганда вольтметрларни қандай кучланишга танлаш кераклигини аниқланг.

443. 48- расм, б да ерга уловчи қурилма қаршилиги  $R_x$  ни ўлчаш схемаси берилган. Схемادا вольтметрдан фойдаланилади. Унинг қаршилиги зонд қаршилигидан энг камда юз марта кўп, яъни  $R_V \geq 100 R_3$ . Нима учун шундай шарт бажарилиши керак? Бунда қандай системадаги вольтметр қўлланилади?

444. Олдинги масала шартидан фойдаланиб, зонднинг қаршилиги  $R_3$  зонднинг чуқурланишига ва тупроқнинг намлигига қандай боғлиқлигини тушунтириг.

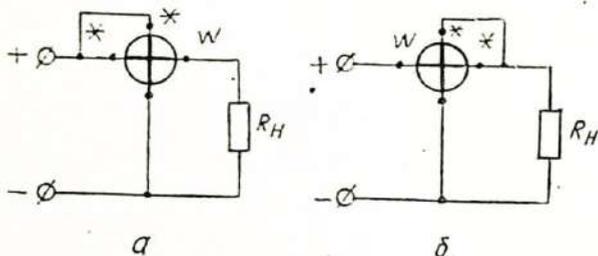
## 20- §. ҚУВВАТ ВА ЭНЕРГИЯНИ ЎЛЧАШ

Ўзгармас ток занжирларида қувват амперметр ва вольтметр методи билан (45- расмга қаранг) ёки 49- расмда кўрсатилган схемаларнинг бири бўйича уланган электродинамик ваттметр ёрдамида ўлчанади:

$$\begin{aligned} P &= UI + U_A I; \\ P &= UI + UI_V, \end{aligned} \quad (92)$$

бунда  $P$  — ваттметрнинг кўрсатиши;  $UI$  — истеъмол қилинаётган қувватнинг ҳақиқий қиймати;  $U_A$  — ваттметрнинг кетма-кет занжиридаги кучланиш;  $I_V$  — ваттметрнинг параллел занжиридаги ток.

Бир фазали ўзгарувчан ток занжирларида актив қувват электродинамик ёки ферромагнит ваттметр ёрдамида ўлчанади (49- расм, а ва б).



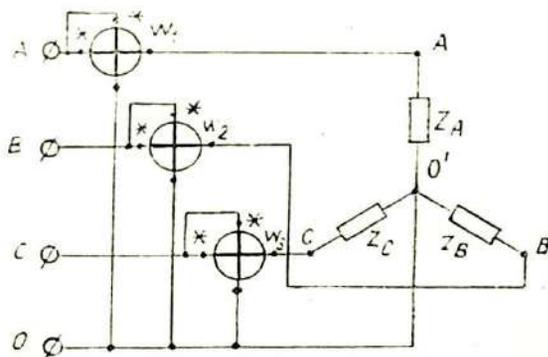
49- расм. Ўзгарувчан ток қувагини ўлчаш схемаси. 448. 449  
450- масалаларга оид.

Бир фазали ўзгарувчан ток занжирларида реактив қувват одатда ваттметр ёрдамида ўлчанади. Унда параллел занжирни тегишлича улаш кучланиш ва ток орасидаги бурчакни  $90^\circ$  силжишига олиб келади. Чулғамлари бундай уланган ваттметрни варметр деб аталади.

Ваттметр қандай қондаларга мувофиқ уланса, варметр ҳам худди шундай уланади.

Тўрт симли уч фазали ўзгарувчан ток занжирларида актив қувват ҳар қайси фазага уланган бир фазали  $W$  ваттметр билан ўлчанади (50- расм):

$$P = P_1 + P_2 + P_3 = U_A I_A \cos \varphi_A + U_B I_B \cos \varphi_B + U_C I_C \cos \varphi_C \quad (93)$$



50- расм. Уч фазали занжирдаги актив қувватни ўлчаш схемалари. 453- масалага оид.

бунда  $P_1, P_2, P_3$  — ваттметрларнинг кўрсатиши;  $I_A, I_B, I_C$  — фаза тоқлари;  $\cos \varphi_A, \cos \varphi_B, \cos \varphi_C$  — қувват коэф-фициентлари.

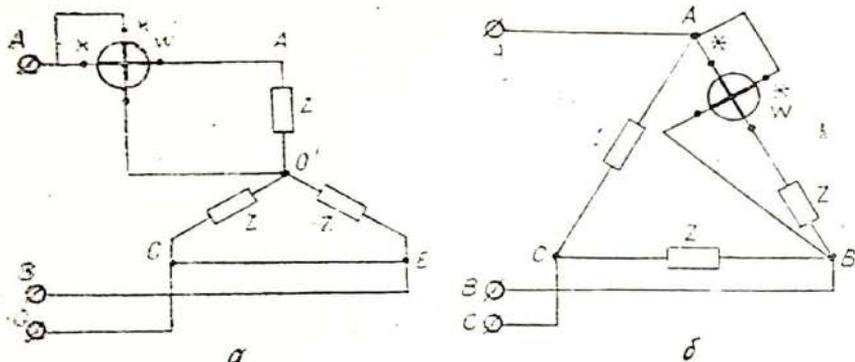
Уч симли (уч фазали) ўзгарувчан ток занжирларида актив қувват, агар фазалар нағрузкаси симметрик бўлса, фазалардан бирига уланган ваттметр ёрдамида ўлчанади (51- расм):

$$P = 3P_\phi = 3U_\phi I_\phi \cos \varphi, \quad (94)$$

бунда  $P_\phi$  — битта фазанинг актив қуввати;

$U_\phi$  — фаза кучланиши;  $I_\phi$  — фаза тоқи;

$\varphi$  — фаза кучланиши ва ток орасида фаза силжиши.



51- расм. Истеъмолчи фазаларидаги нагрзука симметрик бўлганда уч фазали занжирдаги актив қувватни ўлчаш схемаси:

*a* — юллауз усулида улаш, *b* — учбурчак усулида улаш.

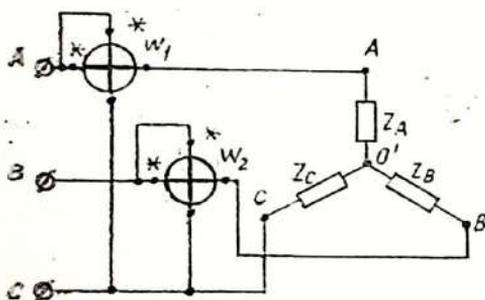
Уч симли ўзгарувчан ток занжирларида реактив қувват икки ваттметр методи билан аниқланади (52- расм):

$$Q = \sqrt{3} (P_1 - P_2) = \sqrt{3} U_{\text{л}} I_{\text{л}} \sin \varphi, \quad (95)$$

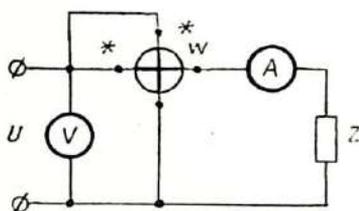
бунда  $U_{\text{л}}$  ва  $I_{\text{л}}$  — линия кучланиши ва токи.

Ток ва кучланишларни ўлчайдиган трансформаторлар қўлланилган (уланган) уч фазали ток занжирларида қувват қуйидаги тарзда аниқланади:

$$P_1 = k_{\text{HI}} k_{\text{HУ}} P, \quad (96)$$



52- расм. Уч фазали занжирдаги реактив қувватни ўлчаш схемаси 455- масаллага оид.



53- расм. Амперметр, вольтметр ва ваттметр усулида ўлчаш схемаси. 481, 482, 483, 484- масалаларга оид

бунда  $P_1$  — бирламчи занжирнинг изланаётган қуввати;  
 $P$  — ваттметрнинг кўрсатиши.

Ўзгарувчан ток занжирларида қувват коэффициентни амперметр, вольтметр ва ваттметр ёрдамида 53- расмдаги схема бўйича ҳисобланади:

$$\cos \varphi = \frac{P}{UI} \quad (97)$$

бунда  $P$ ,  $U$  ва  $I$  — ваттметр, вольтметр ва амперметрнинг кўрсатишлари. Ўзгарувчан ток занжирларидаги энергия электр счетчиклар ёрдамида ўлчанади. Счетчиклар қуйидаги параметрлар билан характерланади.

Счетчикнинг номинал доимийси

$$c_n = \frac{W}{n_{сч}} [\text{Вт} \cdot \text{сек} / \text{айл}], \quad (98)$$

бунда  $W$  — счетчикнинг маълум айланишлар сони билан қайд қилинган энергияси;  $n_{сч}$  — счетчикнинг айланишлар сони;

счетчикнинг ҳақиқий доимийси

$$c = \frac{Pt}{n_{сч}} [\text{Вт} \cdot \text{сек} / \text{айл}], \quad (99)$$

бунда  $n_{сч}$  — синаш вақти ёки ишлаш вақтида счетчик дискининг айланишлар сони;  $P$  — электр занжир истеъмол қиладиган қувват;  $t$  — синаш ёки ишлаш вақти; счетчикнинг абсолют хатолиги

$$\Delta c = c_n - c; \quad (100)$$

счетчикнинг нисбий хатолиги

$$\gamma = \frac{c_n - c}{c} \cdot 100\%. \quad (101)$$

### Масалалар

445. Агар амперметр кўрсатиши 3,5 А ва вольтметр кўрсатиши 28 В бўлса (45- расм), ўзгармас ток занжири истеъмол қиладиган қувватни топинг.

446. Бўлимлари 50 та бўлган шкалали ваттметр ток чулғами 2,5 А ва 5 А бўлган переключателга эга. Переключатель 2,5 А вазиятда турганда ва ваттметрнинг кетма-кет занжирлари 50, 100 ва 200 В бўлганда ваттметрнинг бўлим қийматини ва сезгирлигини аниқланг.

447. Олдинги масала шартларидан фойдаланиб, переключателъ 5 А вазиятда турганда ваттметрнинг бўлим қийматини ва сезгирлигини аниқланг.

448. Номинал кучланиши 220 В бўлган ўзгармас ток истеъмолчиси қувватини ўлчаш учун параметрлари қуйидагича бўлган электродинамик вольтметрдан фойдаланилди:  $U_n = 220$  В;  $I_n = 5$  А; кетма-кет чулгамнинг қаршилиги 0,2 Ом. Бунда 49- расм, а да кўрсатилган схемадан фойдаланиб, истеъмолчи қувватини аниқланг.

449. Яна олдинги масаладаги ваттметрнинг ўзи қўлланилади. Шу билан бирга ваттметрнинг параллел занжирида номинал ток  $I_v = 50$  мА. Истеъмолчи қуввати қандай (49- расм, б)?

450. Олдинги икки масала асосида схемадан максимал ток ўтганда қайси схема бўйича ўлчашда нисбий хатолик энг кам бўлишини аниқланг.

451. Электр занжирдаги қувватни ўлчайдиган асбоб чизигий ўлчаш шкаласига эга. Агар  $P_1 = 10$  Вт бўлганда ток кучи  $I_1 = 2$  мА бўлса, қувват  $P_2 = 30$  Вт бўлганда ток кучи қандай бўлади?

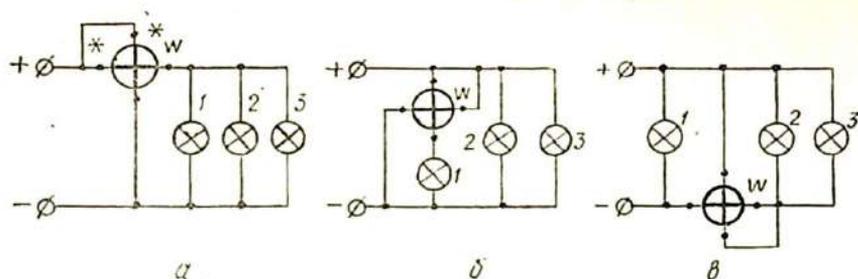
452. Агар токни ўлчашдаги хатолик  $\gamma_I = 3\%$ , кучланишни ўлчашдаги хатолик эса  $\gamma_U = 2,8\%$  бўлса, ўзгармас ток занжирида қувватни амперметр ва вольтметр ёрдамида ўлчашдаги мумкин бўлган энг катта нисбий хатолик  $\gamma_P$  нимага тенг?

453. Ҳч фазали токнинг тўрт симли занжирида (50- расм) қувватни ўлчашда ваттметрдан фойдаланилди. Бу ваттметрнинг ҳар қайси фазадаги кўрсатиши мос равишда қуйидагига тенг: 20,25 ва 38 Вт. Занжирнинг актив қувватини аниқланг.

454. 51- расмдаги схемалар бўйича уланган ваттметр 60 Вт ни кўрсатди. Иккала схемада ҳам фаза нагрузкалари истеъмол қилаётган актив қувват қандай?

455. Ҳч симли занжирга иккита ваттметр уланган (52- расм). Агар биринчи ваттметрнинг кўрсатиши 80 Вт, иккинчи ваттметрики ундан икки марта кам қувватни кўрсатса, занжирнинг актив қуввати қанча бўлади?

456. Бир занжирдаги ток билан иккинчи занжирдаги кучланиш орасидаги фазаларнинг силжиш бурчаги  $1/4$  даврга тенг. Агар иккала занжир ҳам бир-бирига электр жиҳатдан боғлиқ бўлмаса ва улардаги



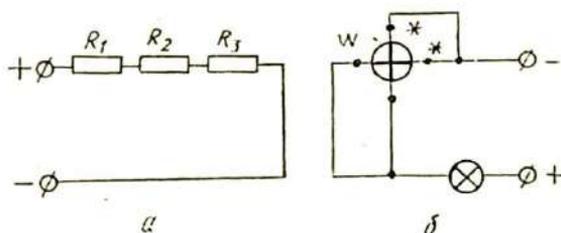
54- расм 457- масалага онд

ток частоталари бир хил бўлса, ваттметр билан фазаларнинг силжиш бурчаги  $1/4$  даврга тенг эканлигини қандай текшириш мумкин?

457. Электр занжирга (54- расм, а, б, в,) ваттметр уланган. Ваттметр қайси лампаларнинг қувватини ўлчайди. Агар 3 лампа ўчириб қўйилса, ваттметр кўрсатиши қандай ўзгаради?

458. Занжирга (55- расм, а) ваттметр қандай уланганда у: а)  $R_1$  резистор; б)  $R_2$  ва  $R_3$  резисторлар;  $R_1$  ва  $R_2$  резисторлар қувватини ўлчайди?

459. 55- расм, б даги схема бўйича уланган ваттметр нимани кўрсатади?



55- расм. а — 458 масалага онд, б — 459- масалага онд

460. Ваттметр ток ўлчаш трансформатори 150/5 ва кучланиш ўлчаш трансформатори 800/100 орқали уланган. Агар ваттметр 300 Вт ни кўрсатса, нагрузка занжири истеъмол қилаётган қувватни аниқланг.

461. Ваттметр шкаласининг бўлимлар сони 100. Унга қўшимча қаршилик улаб, ўлчаш чегараси 200 В га етказилган. Агар ваттметрнинг ток чулғами ток трансформатори 200/5 орқали уланса, асбобнинг бўлим қиймати нимага тенг бўлади?

462. Бир фазали ток тармоғига ток трансформатори 300/5 ва кучланиш трансформатори 8000/100 орқали амперметр, вольтметр ва ваттметр уланган. Қуйидагилар маълум: занжирдаги ток 150 А, кучланиш 4000 В ва қувват коэффициенти  $\cos \varphi = 0,7$ . Ўлчаш схемасини чизинг ва барча асбоблар кўрсатишини аниқланг.

463. 100/5 ток трансформатори орқали ток чулғамни уланган ваттметр  $P_2 = 300$  Вт қувватни кўрсатмоқда. Актив қувват  $P_1$  ни аниқланг.

464. Агар занжирга уланган амперметр, вольтметр ва ваттметрнинг кўрсатиши мос равишда 4 А, 80 В, 200 Вт бўлса, қувват коэффициенти қандай бўлади?

465. Агар счётчикнинг номинал доимийси  $c_H = 1200$  Вт·сек/айл бўлса, счётчик диски 20 марта айланганда қайд қиладиган энергияни аниқланг.

466. Электротехникавий қурилманинг қуввати  $P = 2$  кВт. Агар счётчик диски 40 марта айланса, у қанча вақт ишлаган бўлади? Счётчикнинг ҳақиқий доимийси  $c = 1400$  Вт·сек/айл.

467. Счётчик диски 10 мин ичида 94 марта айланди. Қуввати бир хил бўлган, параллел уланган учта лампа нагрузка бўлиб хизмат қилади. Счётчикдаги 2500 марта айланишга 1 кВт соат қувват тўғри келади деган ёзувга асосланиб, ҳар қайси лампадаги қувватни ҳисобланг.

468. Счётчикнинг номинал доимийси  $c_H = 1300$  Вт·сек/айл. Счётчик 10 сек давомида ишлагандаги қувват 1,32 кВт ни ташкил қилади. Шу счётчик диски 10 марта айланганда счётчикнинг абсолют ва нисбий хатолигини аниқланг.

469. Олдинги масала шартидан фойдаланиб, ҳақиқий энергия сарфини топиш учун счётчик кўрсатишини қандай миқдорга (катталиқка) кўпайтириш керак?

470. Счётчик кўрсатган энергия сарфи 800 кВт·соат. Текширишда шу нарса аниқландики, счётчик ўртача 1,8% нисбий хатоликни фактик сарф бўлаётган энергия томон ошириб кўрсатган. Ҳақиқий энергия сарфини топинг.

471. Ўзгармас ток занжири 220 В ли ўзгармас кучланиш ва 5 А токда текшириб кўрилди. Бешта тенг вақт интервалларида счётчикнинг айланишлар сони мос равишда 201, 202, 198, 198 бўлди. Ҳар бир вақт интервалининг чўзилишини 6 мин деб, счётчик доимийси  $c$  ни аниқланг.

472. Ўзгарувчан ток электр тармоғига счётчик улашнинг принципал схемасини чизинг. Бунда счётчик уланадиган жойни тушунтиринг.

## 21- §. РЕАКТИВ ЭЛЕМЕНТЛАР ПАРАМЕТРЛАРИНИ ЎЛЧАШ

Реактив элементларнинг индуктивлиги ва сифимини қуйидагича ўлчаш мумкин; амперметр ва вольтметр методи билан (45- расм а, б га қаранг)

$$L_x = \frac{U}{\omega I}; \quad (102)$$

$$C_x = \frac{I}{\omega U}.$$

бунда  $U, I$  — асбобларнинг кўрсатиши;  
кўприк схемаси ёрдамида (46- расмга қаранг)

$$L_x = L_3 \frac{R_2}{R_4}; \quad C_x = C_3 \frac{R_4}{R_2}, \quad (103)$$

бунда  $L_3$  — намунавий ғалтакнинг индуктивлиги;  $C_3$  — намунавий конденсаторнинг сифими;  $R_2$  ва  $R_4$  — ростланадиган актив қаршиликлар.

Агар реактив элементларнинг актив қаршилиги ҳисобга олинмаса, юқоридаги ўлчашлар ўринли бўлишини қайд қилиб ўтиш лозим.

Ўзгарувчан ток занжирларининг актив, реактив ва тўла қаршиликлари схема бўйича уланган (53- расмга қаранг) амперметр ва вольтметр ёрдамида ўлчанади:

$$R = \frac{P}{I^2};$$

$$L_x = \frac{1}{\omega I^2} \sqrt{U^2 I^2 - P^2}; \quad C_x = \frac{I^2}{\omega \sqrt{U^2 I^2 - P^2}}; \quad z = \frac{U}{I}, \quad (104)$$

бунда  $P$  — ваттметр кўрсатиши.

### Масалалар

473. Амперметр ва вольтметр методи билан ўлчанган ғалтакнинг индуктивлигини аниқланг. Асбобларнинг кўрсатиши мос равишда: 0,2 А ва 30 В. Кучланиш частотаси 400 Гц.

474. Олдинги масала шартидан фойдаланиб, ўлчаш вақтида йўл қўйилган нисбий хатоликни топинг. Ғалтакнинг актив қаршилиги 15 Ом.

475. Конденсатор ўзгарувчан кучланиш манбаига уланган. Бунда кучланиш 20 В ва частотаси 50 Гц. Агар амперметр (45- расм, а) 0,1 А ни кўрсатса, конденсаторнинг сифими нимага тенг?

476. Агар намунавий ғалтакнинг индуктивлиги 40 мГ бўлса,  $\frac{R_2}{R_1} = 2$  кўприкни мувозанатлашга эришилса, ғалтак индуктивлиги  $L_x$  ни ҳисобланг.

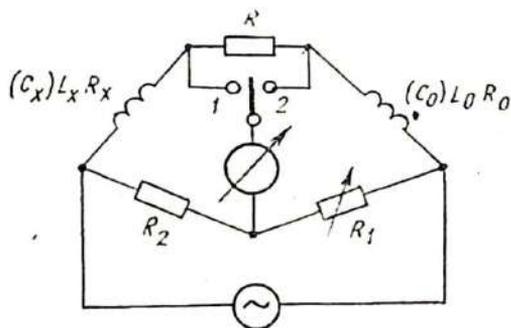
477. Олдинги масала шартига кўра ўлчаш вақтида йўл қўйилган абсолют ва нисбий хатоликни топинг. Ғалтакларнинг актив қаршилиги  $R_x = R_3 = 2$  Ом. Кўприк частотаси 50 Гц бўлган ўзгарувчан манбадан таъминланади.

478. Намунавий конденсаторнинг сифими  $C = 5$  мкф. Кўприк схемасидан фойдаланиб (46-расм), номаълум конденсатор сифими  $C_x$  ни қуйидаги шарт учун аниқланг:  $R_2 = 3,5$  кОм ва  $R_1 = 1$  кОм бўлганда кўприк мувозанатда бўлади.

479.  $L_x$  (ёки  $C_x$ ) ни  $R_1$  билан жойи алмаштирилса (46- расм), кўприк схемани қўллаш мумкинми?

480. 56- расмдаги схемада: а) переключатель (узгич-улагич) 1 вазиятда турганда ва  $R_1 = 3,5$  кОм;  $R_2 = 2$  кОм; б) переключатель 2 вазиятда турганда ва  $R_1 = 0,3$  кОм;  $R_2 = 2$  кОм бўлганда кўприк мувозанатда бўлади. Агар  $L_0 = 50$  мГ,  $R_0 = 5$  Ом,  $R = 80$  Ом, кучланиш частотаси эса 50 Гц бўлса, ғалтакнинг актив қаршилигини ва индуктивлигини ҳисобланг.

481. Ўзгарувчан кучланиш частотаси 50 Гц бўлган (53- расм) тармоққа уланган ғалтакнинг актив қаршилиги ва индуктивлиги нимага тенг? Амперметр, вольтметр ва ваттметрнинг кўрсатишлари мос равишда қуйидагича: 0,2 А; 32 В, 5,8 Вт.



56- расм. 480- масалага оид

482. Частотаси 50 Гц бўлган ўзгарувчан занжирдаги конденсатор сизимини топинг. Амперметр, вольтметр ва ваттметрнинг кўрсатиши (53- расм) мос равишда қуйидагича: 0,1 А, 55 В, 5 Вт.

483. 53- расмдаги схемада уланган асбобларнинг кўрсатишлари бўйича (10 мА, 40 В, 3 мВт) ғалтакнинг актив ва ўла қаршилигини, шунингдек, унинг индуктивлигини ҳисобланг. Кучланиш частотаси 400 Гц.

484. Агар 53- расмдаги схема бўйича ўлчаганда асбоблар мос равишда 2 А, 100 В, 180 Вт ни кўрсатса, энергия истеъмолчининг актив сизим ва ўла қаршилигини аниқланг.

485\*. Ғалтак 50 В ли ўзгарувчан кучланиш манбаига уланган. Унинг частотаси 1—10 кГц диапазонда ўзгаради. Агар  $f_1=3$  кГц ва  $f_2=7$  кГц частотада ғалтак билан кетма-кет уланган миллиамперметрнинг кўрсатиши мос равишда 100 мА ва 50 мА бўлса, ғалтакнинг актив қаршилигини ва индуктивлигини ҳисобланг.

## 22- §. НОЭЛЕКТРИК КАТТАЛИКЛАРНИ ЎЛЧАШ

Температура, босим, намлик, оқим тезлиги каби ноэлектрик катталиклар датчиклар ёрдамида ўлчанади. Ўлчанаётган катталик датчикларда электр сигналга айлантирилади.

Датчиклар ишлаш принципага кўра генераторий ва параметрик датчикларга ажратилади. Генераторий датчикларда ўлчанаётган ноэлектрик катталиклар э. ю. к. га айлантирилади: Холл эффектига асосланган индукцион, пьезоэлектрик, термоэлектрик ва фотоэлектрик э. ю. к. га айлантирилади. Параметрик датчикларда ўлчанаётган катталик таъсири остида реостат, симли, индуктив, сизим ва бошқа датчиклар уланган электр занжиридаги бир ёки бир неча параметрлар ўзгаради.

Датчиклар статик характеристикалар билан характерланади. Бу характеристикалар чиқараётган катталиклар ўзгаришининг кираётган катталиклар ўзгаришига боғлиқлигидан иборат.

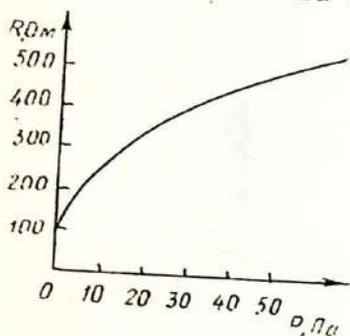
Датчикларнинг сезгирлиги қуйидагича аниқланади:

$$s_d = \frac{\Delta y}{\Delta x} \quad (105)$$

бунда  $\Delta y$  — датчикдан чиқаётган катталикнинг ўзгариши;  $\Delta x$  — кираётган катталикнинг ўзгариши.

486. Доиравий шкалали манометр стрелкасининг  $90^\circ$  га бурилиши босимни 10 дан 100 Па га ўзгаришига тўғри келади. Асбоб сезгирлигини град/Па, 1/Па бирликларда аниқланг.

487. 5, 10, 15, 20, 25 ва  $30^\circ\text{C}$  температураларга платина толасининг қуйидаги қаршиликлари тўғри келади: 100, 120, 150, 200, 270 ва 400 Ом. Статик характеристикани ясанг ва 17, 23 ва  $28^\circ\text{C}$  да тола қаршилигини топинг.



57- расм. 488- масалага оид

488. 57- расмда босим датчигининг статик характеристикаси кўрсатилган.  $P = 10, 20, 30, 40$  ва 50 Па олиб, датчик сезгирлигининг босимга боғлиқлигини, яъни  $S_D = f(P)$  ни чизинг.

489. Индукцион тахометр якорининг айланиш тезлиги 100 дан 300 айл/мин гача ўзгарганда, унинг чиқишидаги кучланиш 5 дан

10 В гача чизигий ўзгаради. Агар асбобнинг абсолют хатолиги 0,1 В бўлса, датчикнинг сезгирлиги ва ўлчашдаги абсолют хатолик қандай?

490. Пьезоэлектрик босим датчигининг статик характеристикаси 100—1000 Па босимлар диапазонида  $E = kP^2$  квадрат параболадан иборат. Агар  $k = 0,01 \text{ В/Па}^2$  бўлса,  $\Delta P = 20$  Па деб олиб, 200, 500 ва 700 Па босимда датчик сезгирлигини аниқланг.

491. Пьезоэлектрик босим датчигининг сезгир элементи эни 10 мм ва узунлиги 20 мм бўлган пластинкадан иборат. Агар датчикнинг сезгирлиги 0,05 В/Па бўлса,  $10^{-2}$  Н куч таъсири натижасида ҳосил бўладиган э. ю. к. ни аниқланг.

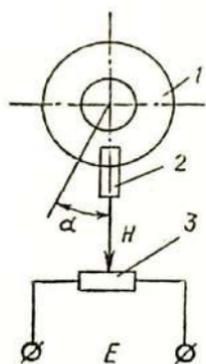
492. Ҳар бир датчикнинг э. ю. к. 1 В, ички қаршилиги 80 Ом. Индикатор занжиридаги ток  $20^\circ\text{C}$  температурала 10 мА дан кам бўлмаслиги учун шундай датчиклардан нечтасини кетма-кет улаш керак? Индикаторнинг қаршилиги 100 Ом.

493. Термоэлектрик датчик индикатори сифатида магнитоэлектрик милливольтметр олинади. Унинг шка-

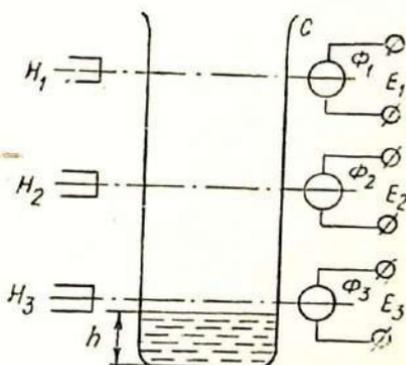
ласи 100 мВ га мўлжалланган бўлиб, ички қаршилиги 1 кОм. Термобатарея датчигининг сезгирлиги 20 мВ/град. Температура 50° С бўлганда стрелка шкаланинг ҳаммасига огиши учун шунтнинг қаршилиги қандай бўлиши керак?

494\*. 58- расмда Холл датчиги ёрдамида заслонканинг бурилиш бурчагини ўлчаш схемаси кўрсатилган. Датчикнинг э. ю. к. датчик сиртига перпендикуляр бўлган кучланганлик вектори ташкил этувчисига пропорционал эканлигини ҳисобга олиб, датчикнинг статик характеристикасини ясанг.

495. Олдинги масала шартларига кўра бурчак  $\alpha = 10, 30, 75, 140$  ва  $290^\circ$  ларда э. ю. к. ни топинг.  $\alpha = 0$  да  $E = 1$  В. Бурилиш бурчаги  $\alpha$  қандай бўлганда (58- расм) чиқишдаги э. ю. к. манфий қийматли бўлади? Э. ю. к. манфий ишорасининг физикавий маъносини тушунтиринг.



58- расм. 494- масалага оид  
1 — заслонка,  
2 — доимий маг-  
нит, 3 — Холл  
датчиги



59- расм. 496- масалага оид

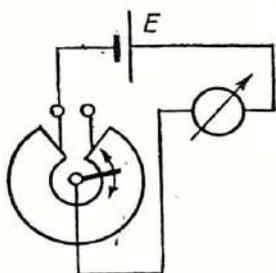
496. 59- расмда уч жуфт нурлатгич — фотоэлемент ёрдамида сатҳни ўлчаш схемаси кўрсатилган. Фотоэлементни индикаторга кетма-кет улаганда датчикнинг статик характеристикасини ясанг. Бунда  $E_1 = E_2 = E_3 = E$  ва  $R_{1ч} \rightarrow 0$ .

497. Нурлатгич фотоалоқаси ва ҳар қайси фотоэлемент сатҳи ёпилганда,  $E = 1,5$  В,  $R_{и} = 1$  кОм, фото-

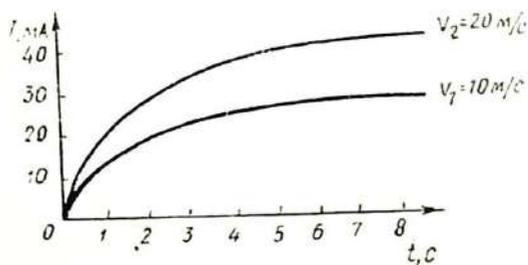
элементнинг ички қаршилиги  $R_{\text{ичф}} = 100 \text{ Ом}$  бўлса, олдинги масала шартларига кўра занжирдаги токни топинг.

498. Генератор датчиги (ноэлектрик катталиклар датчиги) нагрузка қаршилигига  $R_{\text{н}} = 1 \text{ кОм}$  уланган. Агар  $R_{\text{ич}} = 0,6 \text{ кОм}$  бўлса, э. ю. к.  $100 \text{ мВ}$  га ўзгарганда занжирдаги токнинг ортишини аниқланг.

499. 60- расмда реостат датчигининг принципат схемаси келтирилган. Бурчак  $0$  дан  $180^\circ$  гача ўзгарганда датчикнинг қаршилиги  $10$  дан  $1 \text{ кОм}$  гача чизингй ўзгаради. Агар индикатор сифатида  $R_V = 10 \text{ кОм}$  вольтметр олинган бўлса, датчикнинг статик схемасини чизинг,  $E = 10 \text{ В}$ .



60- расм. 499- масалага онд



61- расм. 502- масалага онд

500. Индуктив силжиш датчиги тўла қаршилигининг ғалтак индуктивлигига боғлиқлигини топинг. Стерженни  $10 \text{ мм}$  га сурганда ғалтакнинг индуктивлиги  $0,1$  дан  $1,1 \text{ мГ}$  гача ўзгаради. Ғалтакнинг актив қаршилиги  $10 \text{ Ом}$ , ўзгарувчан кучланиш частотаси  $50 \text{ Гц}$ .

501. Сатҳий сиғим датчиги резонанс контур конденсаторига параллел уланган. Конденсатор параметрлари  $C = 10 \text{ мкФ}$  ва  $L = 0,1 \text{ Г}$ . Контур частотаси  $f = 50 \text{ Гц}$  бўлган ўзгарувчан ток тармоғига уланган. Датчик сиғими катталиги қандай бўлганда кўрсатилган частотада, занжирда резонанс содир бўлади?

502. 61- расмда оқим тезлиги датчиги нагрузкасида токнинг вақтга боғлиқлик графиклари кўрсатилган.  $v_1$  ва  $v_2$  тезликларда ўлчаш вақтини ва датчик сезгирлигини аниқланг.

## ТРАНСФОРМАТОРЛАР

## 23- §. АСОСИЙ ПАРАМЕТРЛАР ВА ХАРАКТЕРИСТИКАЛАР

Трансформатор ўзгарувчан токнинг статик электромагнит аппарати бўлиб, бир кучланишли электр энергияни бошқа кучланишли электр энергияга ўзгартириб бериш учун мўлжалланган.

Бирламчи ва иккиламчи чулғамларда индукцияланган  $E_1$  ва  $E_2$  э. ю. к. вольт ҳисобида ўлчанади ва қуйидаги формулалардан ҳисоблаб топилиши мумкин:

$$\begin{aligned} E_1 &= 4,44 f \omega_1 \Phi_m; \\ E_2 &= 4,44 f \omega \Phi_m, \end{aligned} \quad (106)$$

бунда  $f$  — ўзгарувчан ток частотаси, Гц;  $\omega_1$  ва  $\omega_2$  — бирламчи ва иккиламчи чулғамларнинг ўрамлар сонни;  $\Phi_m$  — магнитавий оқимнинг амплитудавий қиймати, Вб.

Трансформация коэффициенти трансформаторнинг бирламчи ва иккиламчи чулғамлари қисмаларидаги кучланишлар нисбатидан иборат:

$$k = \frac{\omega_1}{\omega_2} \simeq \frac{U_1}{U_2}. \quad (107)$$

Трансформаторнинг фойдали иш коэффициенти қуйидаги формуладан аниқланади:

$$\eta = \frac{P_2}{P_2 + P_k + P_c} \quad (108)$$

бунда  $P_2$  — трансформатор нагрукаси истеъмол қиладиган қувват;

$P_k$  — қисқа туташув режимда трансформатордаги қувват исрофи;

$P_c$  — салт юриш режимда трансформатордаги қувват исрофи.

Номинал нагрукада трансформатор истеъмол қиладиган тўла қувват қуйидаги формуладан топилади:

$$S_{II} = U_{III} I_{III} [\text{BA}], \quad (109)$$

$I_{\text{н}}$   $I_{\text{н}}$   $I_{\text{н}}$  — бирламчи чулғамдаги номинал кучланиш ва ток.

Нагрузка истеъмол қиладиган фойдали қувват билан тўла номинал қувват қуйидагича боғланган:

$$P_2 = \beta_T S_{\text{н}} \cos \varphi_2, \quad (110)$$

бунда  $\beta_T$  — трансформаторнинг нагрузка коэффициентини;  $\varphi_2$  — иккиламчи чулғам токи ва кучланиши орасидаги фазаларнинг силжиш бурчаги.

Нагрузка коэффициентини катталигини қуйидагича аниқлаш мумкин:

$$\beta_T = \frac{I_1}{I_{\text{н}}}, \quad (111)$$

бунда  $I_1$  — танлаб олинган нагрузкада бирламчи чулғамдаги ток. Салт юриш режимда қувват исрофи қисқа туташув режимдаги қувват исрофига тенг бўлганда, трансформаторнинг фойдали иш коэффициентини максимал қийматга эришади.

Агар трансформаторнинг нагрузка коэффициентини маълум бўлса, унда унинг ф. и. к. ни қуйидаги формуладан аниқлаш мумкин:

$$\eta = \frac{\beta_T S_{\text{н}} \cos \varphi_2}{\beta_T S_{\text{н}} \cos \varphi_2 + P_x + \beta_T^2 P_{\text{кн}}}, \quad (112)$$

бунда  $P_{\text{кн}}$  — номинал токда мисдаги қувват исрофи. Ф. и. к. нинг максимал қиймати нагрузка коэффициентининг қуйидаги қийматига тўғри келади:

$$\beta_T = \sqrt{\frac{P_x}{P_{\text{кн}}}}. \quad (113)$$

### Масалалар

503. Трансформатор ўзагида бир вақтнинг ўзида қандай физикавий ҳодисалар бўлиши мумкин?

504. Нима учун трансформатор ўзагини изоляцияланган пўлат пластинкалардан йиғилади?

505. Трансформаторнинг ўрамлар сони 1000 бўлган бирламчи чулғамда индукцияланган э. ю. к. ни топинг. Трансформатор ўзгарувчан кучланиш частотаси 400 Гц бўлган тармоққа уланган. Ўзакдаги магнитавий оқим  $10^{-4}$  Вб.

506. Ага са, унда 220 В бўл чулғамда ў  
507. Трансформаторнинг линлиги 0,3 салардан йиғ бўлган ўзгарувчан чулғам чулғам шартларда бе юқорида айти тўйиниш реж

508. Агар ўрамлар сони бўлса; б) бир шу трансформатор нимага тенг?

509. Агар и 110 В; 330 В; 110 В коэффициентини топчан кучланиш т

510. Трансформатор ли ўзгарувчан кувват матор иккиламчи актив кесими 50 нитавий индукция трансформация н

511. Частотаси кучланиш тармоқ коэффициентини  $k_T = 50$  казиш кесими қандай индукция 1 Т, ик

512. Қандай тўрада кучланишли чулғамда фарқ қилиш мумкин?

513. Трансформаторнинг ўрамлар сони 1000 бўлган ли ўзгарувчан кувват матор сони 50 та бўлган чулғамда нагрузкада 20 А. Агар магнитавий оқим таъйёрланган бўлиши шартининг узунлиги 0,1 м бўлганда трансформаторнинг тра

қандаги магнитавий оқим  $10^{-3}$  Вб бўл-  
қияланган э. ю. к. 50 Гц частотада  
ушун трансформаторнинг иккиламчи  
лар сони қандай бўлиши керак?  
оматор ўзаги кенглиги 49 мм ва қа-  
бўлган электротехникавий пўлат поло-  
ди. Трансформаторни частотаси 50 Гц  
ан кучланиш тармоғига улаганда икки-  
г э. ю. к. 20 В га тенг бўлиши, икки-  
г ўрамлар сони 60 бўлиши техникавий  
ган. Шундай трансформатор йиғиш учун  
ан полосалардан нечта керак? Ўзак  
да фойдаланилади (4- иловага қаранг).  
ансформатор иккиламчи чулғамининг  
бирламчи чулғамдагидан 10 марта кам  
ичи чулғамдагидан 5 марта кўп бўлса,  
орнинг трансформация коэффициентини

иламчи чулғамдаги кучланиш 20 В;  
В бўлса, керакли трансформация коэф-  
г. Трансформатор 220 В ли ўзгарув-  
ромоғига уланган.

атор частотаси 50 Гц бўлган 220 В  
ланиш тармоғига уланган. Трансфор-  
чулғамининг ўрамлар сони 50. Агар  
 $10^{-3}$  м<sup>2</sup> бўлган ўзагида энг катта маг-  
0,1 Т бўлса, трансформаторнинг  
ффициентини аниқланг.

50 Гц бўлган 2000 В ли ўзгарувчан  
а уланган трансформация коэффи-  
ган трансформаторнинг магнит ўт-  
га тенг? Магнит ўтказгичдаги ин-  
амчи чулғамнинг ўрамлар сони 100.  
қи белгиларига қараб юқори куч-  
ни паст кучланишли чулғамлардан

ор частотаси 50 Гц бўлган 380 В  
миш тармоғига уланган. Ўрамлар  
жиламчи чулғамда ток кучи наг-  
ўзак электротехникавий пўлатдан  
ссими  $2 \cdot 10^{-3}$  м<sup>2</sup>, магнит ўтказгич-  
ўлса (4- иловага қаранг), транс-  
рмация коэффициентини аниқланг.

514. Олдинги масала шартларидан фойдаланиб, ўзак пластинкалари орасидаги изоляция йўғонлигини ҳисобга олган ҳолда трансформаторнинг трансформация коэффициентини топинг. Изоляциянинг йўғонлиги ўзак кесимининг 10% ини ташкил қилади.

515. Трансформация коэффициентини экспериментал аниқлаш учун қандай ўлчаш асбоби керак? Неча марта ўлчаш ўтказиш лозим?

516. Трансформаторнинг бирламчи чулғами 220 В кучланишли тармоққа уланган. Трансформаторнинг  $\omega_1$ ,  $\omega_2$ ,  $\omega_3$  иккиламчи чулғамига қаршиликлари  $R_1 = R_2 = R_3 = 100$  Ом бўлган резисторлар уланган. Бу резисторлардан  $I_1 = 0,55$  А,  $I_2 = 1,1$  А ва  $I_3 = 1,54$  А ток ўтади. Учта иккиламчи чулғамлар учун трансформация коэффициентини аниқланг.

517. Изоляциянинг битта ўрамга рухсат этиладиган кучланиши 0,8 В дан ортмайди деган шартда, кучланишни ўлчаш трансформатори  $\frac{8000}{100}$  нинг бирламчи ва иккиламчи чулғамлари ўрамлар сонини аниқланг.

518. Ток ўлчаш омбури трансформатордан иборат бўлиб, бирламчи чулғами симдан иборат. Иккиламчи чулғамнинг ўрамлар сони қанча? Шу иккиламчи чулғамга юқори ўлчаш чегараси 5 А бўлган амперметр уланган. Симдаги ток 500 А га тенг.

519. Агар қувват исрофи нағрузка истеъмол қилаётган умумий қувватнинг 10% ини ташкил қилса, трансформаторнинг ф. и. к. нимага тенг?

520. Схемани таъминлаш учун трансформатор уланган бўлиб, унинг иккиламчи чулғамидаги кучланиш 6,3 В ва ток 3 А. Трансформатор 220 В ли ўзгарувчан кучланиш манбаига уланган бўлса, ф. и. к. ни 0,98 деб олиб, номинал қувватни ва трансформаторнинг трансформация коэффициентини топинг.

521. 2000 В ли ўзгарувчан кучланиш манбаига уланган трансформаторнинг трансформация коэффициентини аниқланг. Нағрузкада иккиламчи чулғамдаги ток 50 А. Трансформаторнинг трансформация коэффициенти 75, ф. и. к. 0,95.

522. Номинал қуввати 2 кВА бўлган трансформатор 220 В ли ўзгарувчан кучланиш манбаига уланган. Иккиламчи чулғамга нағрузка уланган. Бирламчи чулғамдаги ток 8 А га тенг. Агар  $\cos \varphi = 0,7; 0,85, 0,97$  бўлса, нағрузка истеъмол қилаётган қувватни топинг.

523. Салт юриш режимда трансформаторнинг қувват исрофи 180 Вт, қисқа туташув режимда 600 Вт. Агар нагрузка режимда трансформаторнинг қувват коэффициенти 0,87, нагрузканинг тўла қуввати 20 кВА бўлса, нагрузка режимда трансформаторнинг ф. и. к ни ҳисобланг.

524. Номинал қуввати 10 кВА бўлган трансформатор 1200 В ли ўзгарувчан кучланиш тармоғига уланган. Нагрузка уланганда бирламчи чулғамдаги ток 6 А га тенг бўлса, шу нагрузка истеъмол қилаётган фойдали қувватни топинг. Иккиламчи занжирнинг қувват коэффициенти 0,86.

525. Номинал қуввати 2кВА бўлган трансформатор чулғамларида номинал кучланиш  $U_{н1} = 380$  В ва  $U_{н2} = 27$  В. Иккиламчи занжирнинг қувват коэффициенти 0,8 га тенг бўлганда трансформаторнинг ф. и. к. 97%. Трансформаторнинг бирламчи чулғамдаги номинал токни, шунигдек, нагрузка ва номинал режимда трансформатор истеъмол қиладиган қувватни аниқланг.

526. Номинал қуввати 1 кВА бўлган трансформатор чулғамларидаги номинал кучланиш  $U_{н1} = 400$  В ва  $U_{н2} = 50$  В. Салт юриш режимда қувват сарфи 100Вт, қисқа туташув режимда 150 Вт. Номинал актив нагрузкада ток зичлиги  $4$  А/мм<sup>2</sup> дан ошмаслиги учун иккиламчи чулғамга ўраладиган сим кесимини аниқланг. Трансформаторнинг ф. и. к. нимага тенг?

527\*. Салт юриш режимда трансформаторнинг қувват исрофи 300 Вт, қисқа туташув режимда 900 Вт. Агар қувват коэффициенти 0,85 бўлса, трансформаторнинг ф. и. к. номинал нагрузкада унинг фойдали қуввати  $\eta = f(P_2)$  га боғлиқлик графигини чизинг.

528\*. Сигими 250 мкФ бўлган конденсатор 2 кВт актив қувват истеъмол қилаётган трансформаторга параллел уланган. Агар бутун занжирнинг қувват коэффициенти 0,8 га тенг бўлса, трансформаторнинг қувват коэффициенти нимага тенг? Трансформатор частотаси 50 Гц бўлган ўзгарувчан кучланиш тармоғига уланган. Иккиламчи томоннинг кучланиши 0,2 кВ.

529\*. Трансформаторнинг номинал қуввати 32 кВА, салт юриш режимда қувват исрофи 200 Вт, номинал тоғда мисдаги қувват исрофи 600 Вт. Агар трансформаторнинг актив нагрузкадаги ф. и. к. 95% бўлса, трансформаторнинг нагрузка коэффициетини аниқланг.

530. Агар иккиламчи томоннинг  $\cos \varphi$  қувват коэффициенти 0,8 дан 0,05 гача ўзгариб, нагрузка истеъмом қилаётган қувват 620 Вт бўлса, 380 В ли ўзгарувчан кучланиш тармоғига уланган номинал қуввати  $S_{н} = 0,8$  кВА бўлган трансформатор бирламчи чулғамининг токи қандай ўзгаради?

531. Олдинги масала шартларидан фойдаланиб, трансформаторнинг нагрузка коэффициенти ўзгаришини аниқланг.

532. Номинал қуввати  $S_{н} = 2,5$  кВА бўлган трансформаторнинг қувват исрофи қуйидагига тенг:  $P_c = 80$  Вт ва  $P_{кн} = 120$  Вт. Максимал ф. и. к. га тўғри келган режимда  $\cos \varphi_2 = 0,87$  бўлган нагрузка истеъмом қиладиган фойдали қувватни ва  $\eta_T$  ни топинг.

533. Трансформатор ишлаётган вақтда ерга уланишнинг узилиши туфайли шитирлаган овоз эшитилади. Бу қандай физикавий ҳодиса билан тушунтирилади? (Бошқа бузуқликлар пайқалмаган.)

534. Трансформаторнинг иккиламчи чулғамида кучланишнинг пасайиши қандай бузилишларни келтириб чиқариши мумкин?

535. Кучланиш тақсимлагичдан пасайтирувчи трансформаторнинг қандай афзалликлари бор?

#### 24- §. БИР ФАЗАЛИ ТРАНСФОРМАТОРЛАРНИНГ ИШ РЕЖИМЛАРИ

Салт юриш режимида трансформатор тенгламаси қуйидаги кўринишни олади:

$$\begin{aligned} \dot{U}_1 &= \dot{I}_1 Z_1 - \dot{E}_1; \\ \dot{U}_2 &= \dot{E}_2; \\ \dot{I}_2 &= 0. \end{aligned} \quad (114)$$

Салт юришда трансформатор истеъмом қиладиган қувват пўлатдаги исрофга сарф бўлади

$$|P_c \approx P_n|.$$

Трансформаторнинг қисқа туташуви деганда иккиламчи чулғам қисқа туташтирилган режим тушунилади, бунда

$$\dot{U}_1 = \dot{I}_1 Z_1 - \dot{E}_1; \quad \dot{U}_2 = 0; \quad \dot{I} = \frac{\dot{E}_2}{Z_2}. \quad (115)$$

(114) ва (115) тенгламаларда бирламчи ва иккиламчи занжирларнинг тўла қаршиликлари вектори  $Z_1$  ва  $Z_2$  қуйидаги формулалардан аниқланади:

$$\begin{aligned} Z_1 &= \sqrt{R_1^2 + (\omega L_1)^2}; \\ Z_2 &= \sqrt{R_2^2 + (\omega L_2)^2} \end{aligned}$$

бунда  $R_1$  ва  $R_2$  — чулғамларнинг актив қаршилиги;  $L_1 L_2$  — чулғамларнинг сочилиш индуктивликлари.

Трансформатор қисқа туташганда истеъмол қиладиган қувват трансформатор чулғамларида тақсимланади ( $P_k \cong P_m$ ).

Қисқа туташув режимида чулғамларда номинал токка тенг бўлган ток ўтганда бирламчи чулғамдаги кучланиш қисқа туташув кучланиши  $U_k$  дейилади. Одатда бу кучланиш номинал кучланишга процент нисбатида кўрсатилади:

$$u_k = \frac{U_k}{U_{\text{ин}}} \cdot 100\%. \quad (116)$$

Трансформатор нагрузка остида ишлаётганда трансформатор тенгламаси қуйидаги кўринишни олади:

$$\begin{aligned} \dot{U}_1 &= \dot{I}_1 Z_1 - \dot{E}_1; \\ \dot{U}_2 &= \dot{E}_2 - \dot{I}_2 Z_2; \\ \dot{U}_2 &= \dot{I}_2 Z_{\text{н}}, \end{aligned} \quad (117)$$

бунда  $Z_{\text{н}}$  — нагрузканинг тўла қаршилик вектори.

Трансформатор нагрузка остида бўлганда иккиламчи чулғамда кучланишнинг ўзгариши қуйидаги нисбий катталиқ билан характерланади:

$$\Delta u = \frac{U_{2c} - U_2}{U_{2c}} \cdot 100\% \quad (118)$$

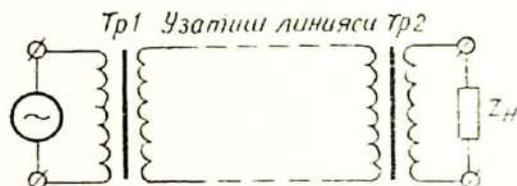
бунда  $U_{2c}$  — салт юриш режимида трансформаторнинг иккиламчи чулғамидаги кучланиш;  $U_2$  — нагрузка режимида трансформаторнинг иккиламчи чулғамидаги кучланиш.

Трансформаторнинг иккиламчи чулғамида кучланишнинг ўзгариши қисқа туташув кучланиши билан қуйидагича боғланган:

$$\Delta u = \beta_T (u_{\text{ка}} \cos \varphi_2 + u_{\text{кх}} \sin \varphi_2), \quad (119)$$

бунда  $u_{ка}$  ва  $u_{кх}$  — қисқа туташув кучланишининг актив ва реактив ташкил этувчилари.

Электр энергияни масофага узатишда трансформаторларнинг уланиш схемаси 62- расмда келтирилган. Юксалтирувчи трансформатор Тр1 узатиш линиясига иккиламчи томони билан уланган, трансформатор Тр2 эса юқори вольтли кучланишни тармоқнинг номинал кучланишигача пасайтиради.



62- расм. Электр энергияни трансформатор ёрдамида узоққа узатиш схемаси. 562- масалага оид

### Масалалар

536. Трансформатор кучланиши 5000 В бўлган электр узатиш линиясига уланган. Агар салт юриш режимида трансформаторнинг иккиламчи чулғами қисмаларидаги кучланиш 100 В бўлса, шу трансформаторнинг трансформация коэффициентини аниқланг.

537. Олдинги масала шартларидан фойдаланиб, бирламчи чулғамнинг ўрамлар сонини аниқланг. Иккиламчи чулғамнинг ўрамлар сони 150.

538. Трансформаторнинг бирламчи чулғамининг ўрамлар сони  $w_1 = 1000$ , иккинчисиники  $w_2 = 50$ . Агар трансформатор 3000 В ли ўзгарувчан кучланиш манбаига уланган бўлса, иккиламчи чулғамнинг салт юриш кучланишини аниқланг.

539. Олдинги масала шартларига кўра трансформаторнинг иккиламчи чулғамидаги токни топинг. Бунда актив нагрузка уланганда бирламчи чулғамдаги ток кучи 10 А. Трансформатордаги исрофни ҳисобга олмаг.

540. Агар салт юриш режимида трансформаторнинг иккиламчи чулғамидаги кучланиш 20 В, ўзақдаги магнатовий оқим  $2 \cdot 10^{-4}$  Вб бўлса, частотаси  $f = 50$  Гц бўл-

ган 220 В ли ўтгарувчан кучланиш тармоғига уланган шу трансформаторнинг бирламчи ва иккиламчи чулғамларининг ўрамлар сони қанчадан?

541. Салт юриш режимида актив қаршилиги 10 Ом ва сочилиш индуктивлиги 0,1 Г бўлган бирламчи чулғамдаги ток 2,5 А га тенг. Индукцияланган э. ю. к. нинг оний қиймати  $100 \sin(314t - 90)$  [В]. Бирламчи чулғамдаги кучланишни ва қувват коэффициентини топинг.  $\dot{I}_1$  ва  $\dot{E}_1$  векторларни ўзаро перпендикуляр деб ҳисоблаб, салт юриш режимида трансформаторнинг вектор диаграммасини ясанг.

542. Олдинги масала шартларидан фойдаланиб, трансформаторнинг иккиламчи чулғамида индукцияланадиган э. ю. к. ни аниқланг. Трансформация коэффициенти 50.

543. Агар ўзак пластинкалари изоляцияси шикастланган бўлса, трансформаторда қандай исрофлар содир бўлади?

544. Трансформаторнинг иккиламчи чулғамининг тўсатдан қисқа туташтирилиши чулғамларнинг деформацияланишига ва трансформаторнинг тузилишига қандай таъсир қилади?

545. Қисқа туташув кучланиши 10% ни ташкил қилади. Агар трансформаторнинг номинал кучланиши 220 В бўлса, қисқа туташтириш тажрибасини ўтказаятганда қандай кучланиш бериш мумкин?

546. Номинал ток 10 А бўлганда трансформатор мисолида қувват исрофи 100 Вт ни ташкил қилади. Агар бирламчи чулғамдаги ток а) 5 А; б) 7 А; в) 9 А бўлса, нагрузка остида бўлган трансформатор мисодаги қувват исрофи нимага тенг?

547. Қисқа туташув режимида актив қаршилиги 20 Ом ва сочилиш индуктивлиги 0,3 Г бўлган бирламчи чулғамдаги ток 10 А га тенг. Индукцияланган э. ю. к. нинг оний қиймати  $80 \sin(314t - 90^\circ)$  [В]. Бирламчи чулғамдаги кучланишни ва қувват коэффициентини топинг.  $\dot{I}_1$  ва  $\dot{E}_1$  векторлар фаза бўйича  $45^\circ$  га силжиган деб ҳисоблаб, қисқа туташув режимида трансформаторнинг вектор диаграммасини ясанг.

548. Олдинги масала шартларидан фойдаланиб, иккиламчи чулғамдаги токни ҳисобланг. Трансформаторнинг трансформация коэффициенти 50.

549. Агар қисқа туташув тажрибаси ўтказилаётганда исрофлар рухсат этилганидан кўп бўлса, трансформаторда қандай бузуқликлар бўлиши мумкин?

550. Трансформатор номинал нагрузкада 9 соат ишлайди, қолган вақтда салт юриш режимида ишлайди. Агар истеъмолчининг номинал қуввати 10 кВт, пўлатдаги қувват исрофи 100 Вт, мисдаги қувват исрофи 350 Вт бўлса, трансформаторнинг ўртача суткали ф. и. к. ни аниқланг.

551. Трансформатор 380 В ли ўзгарувчан кучланиш тармоғига уланган. Трансформаторнинг иккиламчи чулғамига  $\cos \varphi = 1$  бўлган ёритиш тармоғи уланган. Бу тармоқ 127 В кучланишга мўлжалланган. Агар бирламчи чулғамдаги ток 5 А бўлса, умумий нагрузка токи нимага тенг?

552. Номинал қуввати 15 кВА ли трансформаторнинг қувват исрофи қуйидагига тенг:  $P_x = 200$  Вт ва  $P_{\text{ки}} = 500$  Вт. Агар нагрузка остидаги трансформаторнинг қувват коэффициентини 0,85, ф. и. к. эса 93,5% бўлса, унинг нагрузка коэффициентини аниқланг.

553. Трансформация коэффициентини 50 бўлган трансформаторда нагрузка уланганида иккиламчи чулғамдаги ток 200 А бўлди. Агар трансформаторнинг бирламчи ва иккиламчи чулғамларида ток зичлиги 10 А/мм<sup>2</sup> дан ортмаслиги лозим бўлса, чулғамлардаги симларнинг кесими қандай бўлиши керак?

554. Трансформатор 220 В ли ўзгарувчан кучланиш манбаига уланган. Бирламчи чулғамдаги ток 20 А. Агар трансформаторнинг иккиламчи чулғамига уланган нагрузканинг қуввати 2 кВт, трансформаторнинг ф. и. к. 0,95 бўлса,  $\cos \varphi_1$  ни аниқланг.

555.  $R = 300$  Ом ли нагрузка резистори ва индуктивлиги  $X_L = 2$  кОм ли ғалтак трансформаторга уланган. Трансформатор эса 127 В ли ўзгарувчан кучланиш тармоғига уланган. Агар ф. и. к.  $\eta = 0,92$  ва  $U_2 = 24$  В бўлса, бирламчи чулғамдаги ток нимага тенг?

556. Трансформаторнинг трансформация коэффициентини ( $\eta \approx 1$ ,  $\cos \varphi_1 = \cos \varphi_2 \approx 1$ ) ни ўзгаришсиз қолдириб, иккиламчи чулғамга уланган нагрузка қаршилигини икки марта камайтирилса, бирламчи чулғамдаги ток қандай ўзгаради?

557. Нагрузка қаршилигини ( $\eta = 1$ ,  $\cos \varphi_1 = \cos \varphi_2 \approx 1$ ) ўзгаришсиз қолдириб, трансформация коэффициентини

тини икки марта оширсак, трансформаторнинг бирламчи чулғамидаги ток қандай ўзгаради?

558. Номинал қуввати 40 кВА бўлган трансформаторнинг бирламчи ва иккиламчи чулғамларидаги номинал кучланиш  $U_{н1} = 6000$  В ва  $U_{н2} = 400$  В. Қувват коэффициенти  $\cos \varphi_2 = 0,9$  бўлганда трансформатор нарузкаси 25 кВт қувват истеъмол қилса, бирламчи ва иккиламчи чулғамлардаги токни аниқланг.

559. 2000 В ли ўзгарувчан кучланиш тармоғига уланган трансформаторнинг иккиламчи чулғамидаги кучланиш 18 В га тенг. Агар трансформаторнинг трансформация коэффициенти 100 бўлса, иккиламчи чулғамда кучланишнинг нисбий ўзгариши нимага тенг бўлади?

560. Параметрлари  $R_1 = 10$  Ом ва  $X_{L1} = 30$  Ом бўлган трансформаторнинг бирламчи чулғамида номинал кучланиш ва ток мос равишда 100 В ва 1 А га тенг. Агар нарузка остида бирламчи чулғамдаги ток 0,8 А, қувват коэффициенти эса  $\cos \varphi_2 = 0,85$  бўлса, иккиламчи чулғамда кучланишнинг нисбий ўзгариши нимага тенг бўлади?

561. Агар трансформаторнинг трансформация коэффициенти 75 ва у 1500 В ли ўзгарувчан кучланиш манбаига уланган бўлса, олдинги масала шартларидан фойдаланиб, унинг иккиламчи чулғамида қайси диапазонда кучланиш ўзгаришини ҳисобланг.

562. Электр станцияда чиқиш кучланиши 220 В бўлган 110 кВА қувватли генератор ўрнатилган. Юксалтирувчи трансформатор уланмаган узатиш линиясидаги ва трансформация коэффициенти  $10^{-3}$  бўлган юксалтирувчи трансформатор уланган узатиш линиясидати токни аниқланг (62- расм).

563. Нима учун узатиш линиясида кучланиш оширилганда узоқ масофага электр энергия узатишда тежаш имкони туғилади?

564. Нима учун сақлагичлар трансформаторнинг бирламчи чулғами занжирига қўйилади?

## 25- §. УЧ ФАЗАЛИ ТРАНСФОРМАТОРЛАР

Уч фазали трансформаторларнинг чулғамлари асбоб маркировкасида кўрсатилганига қараб, юлдуз усулида ҳам, учбурчак усулида ҳам уланиши мумкин.

Трансформаторлар қуйидаги икки асосий шаронда параллел улаиши мумкин:

$$\begin{aligned} k_{\tau I} &= k_{\tau II} = k_{\tau III} = \dots = k_{\tau n}; \\ u_{\kappa I} &= u_{\kappa II} = u_{\kappa III} = \dots = u_{\kappa n}. \end{aligned} \quad (120)$$

Агар трансформаторнинг трансформация коэффициентлари уларнинг ўртача геометрик қийматларидан  $\pm \pm 0,5\%$  га ортмаса, у ҳолда (120) даги биринчи шартни бузиш мумкин, яъни

$$\Delta k_{\tau} = \frac{k_{\tau I} - k_{\tau II}}{\sqrt{k_{\tau I} k_{\tau II}}} \cdot 100\% \leq \pm 0,5\%. \quad (121)$$

Бундан ташқари, қисқа туташув кучланиши уларнинг ўртача арифметик қийматидан энг кўпи билан 10% дан ортмаслиги мумкин.

Параллел уланган трансформаторлар ўртасидаги нагрузка қуйидаги ифодага мувофиқ тақсимланади:

$$\frac{P_{2I}}{P_{2II}} = \frac{u_{\kappa II}}{u_{\kappa I}} \cdot \frac{S_{\text{III}}}{S_{\text{III}}} \quad (122)$$

### Масалалар

**565.** Маркировкаси 568- масалада келтирилган трансформаторнинг юқори ва паст кучланиш чулғамларида индукцияланадиган э ю. к. ларнинг вектор диаграммаларини ясанг.

**566.** Чулғамлари  $Y/\Delta - 11$  уланиш группасида бўлган уч фазали трансформаторнинг фазавий кучланишлари қуйидагича:  $U_1 = 2200$  В ва  $U_2 = 220$  В. Агар ўзакдаги магнитавий оқим  $3 \cdot 10^{-4}$  Вб, частота эса  $f = 50$  Гц бўлса, кучланишни юқори ва паст кучланиш чулғамлари ҳар қайси фазасининг ўрамлар сонини аниқланг.

**567.** Номинал қувват 50 кВА ва чулғамларнинг улаиш группаси  $Y/Y - 0$  бўлган уч фазали трансформатор бирламчи чулғамида номинал фаза кучланиши 6000 В, иккиламчи чулғамида номинал фаза кучланиши 200 В. Трансформатор ўзагининг кесими  $10^{-2}$  м<sup>2</sup>, ўзакдаги энг катта индукция 1,3 Т. Ҳар қайси фаза чулғамидаги ўрамлар сони ва номинал ток нимага тенг? Трансформатордаги исрофни ҳисобга олманг.  $f = 50$  Гц.

**568.** Фазадаги ўрамлар сони  $w_1 = 2000$  ва  $w_2 = 100$  бўлган уч фазали трансформатор линия кучланиши

3000 В бўлган уч фазали тармоққа уланган. Трансформаторнинг чулғамлари а)  $Y/Y-0$ , б)  $Y/\Delta-11$  в)  $Y/\Delta-11$  г)  $Y/Y-4$  маркировкадаги уланишлар учун трансформация коэффициентини ва иккиламчи линия кучланишларини ҳисобланг.

569. Линия кучланиши 6600 В бўлган уч фазали тармоққа уланган уч фазали трансформатор чулғамларини қандай усулда улаганда иккиламчи линия кучланишини 220 В қилиш мумкин? Бунда трансформация коэффициенти 30 бўлиши керак.

570. Трансформация коэффициентини 17 деб олиб, олдинги масалани ечинг.

571. Битта уч фазали трансформаторнинг бирламчи чулғами юлдуз усулида, иккинчи уч фазали трансформаторники учбурчак усулида уланган. Бу трансформаторларнинг иккаласини ҳам уч фазали тармоққа улаганда ўзаклардаги магнитавий оқимлар бир хил бўлиши учун трансформаторларнинг қайси бирида бирламчи чулғамдаги фазада ўрамлар сонни кўп бўлиши керак?

572. Олдинги масала шартига қараб, қайси трансформаторнинг бирламчи чулғами кучлироқ қизиниши аниқланг.

573. Чулғамлари  $Y/Y-0$  гурпуада уланган уч фазали трансформаторда қуйидаги маълумотлар бор:  $S_n = 20$  кВА,  $P_x = 200$  Вт,  $P_k = 700$  Вт. Агар номинал нагрузкада қувват коэффициентлари мос равишда қуйидагига тенг бўлса:  $\cos \varphi_{HA} = 0,85$ ;  $\cos \varphi_{HB} = 0,81$ ;  $\cos \varphi_{HC} = 0,89$ , ҳар қайси фазанинг ф. и. к. ни аниқланг.

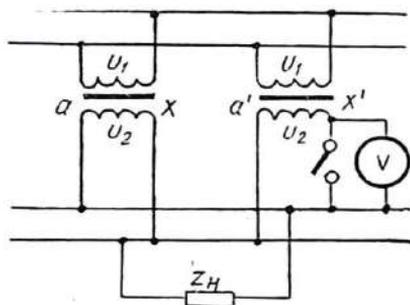
574. Номинал қуввати 3 кВА ва чулғамлари  $Y/\Delta-11$  гурпуада уланган уч фазали трансформатор бирламчи ва иккиламчи чулғамларда  $U_{H1} = 6000$  В ва  $U_{H2} = 200$  В номинал кучланишга эга. Агар салт ишлаш режимида қувват исрофи 170 Вт, қисқа туташув режимида эса 550 Вт бўлса, ф. и. к. нинг энг катта қийматини ва актив нагрузка катталигини ҳисобланг.

575. Чулғамлари  $Y/Y-0$  гурпуада уланган ва трансформация коэффициенти 80 бўлган уч фазали трансформатор  $U_n = 12000$  В бўлган уч фазали тармоққа уланган. Симметрик нагрузкада иккиламчи чулғамдаги фаза кучланишлари 127 В га тенг. Иккиламчи фаза кучланишларининг нисбий ўзгаришини топинг.

576. Нима учун куч трансформатор подстанцияларида бир эмас, параллел уланган бир неча трансформаторлар фойдаланилади?

577. Трансформаторларни параллел улаганда тенглаштирувчи ток пайдо бўлишига сабаб нима? Нима учун бунинг бўлмагани маъқул?

578. Чулғамлари 6- ва 0- гурпада уланган трансформаторлар параллел ишлаши учун амалда нима қилиш керак?



63- расм. 579- масалага оид

улаш мумкин бўлган трансформаторнинг трансформация коэффициентини қандай чегарада танлаш мумкин?

581. Трансформация коэффициентлари қуйидагича бўлган трансформаторларни параллел улаш мумкинми: а)  $k_{\text{ТИ}} = 150$ ,  $k_{\text{ТII}} = 170$ ; б)  $k_{\text{ТИ}} = 130$ ,  $k_{\text{ТII}} = 135$ ; в)  $k_{\text{ТИ}} = 180$ ,  $k_{\text{ТII}} = 185$ ?

582.  $u_{\text{кI}}/u_{\text{кII}}$  нисбатнинг қандай диапазонида трансформаторларни параллел улашнинг иккинчи шarti бажарилади?

583\*. Трансформаторларни параллел улашнинг иккинчи шартини аниқловчи тенгламани ёзинг.

$0,8 \leq \frac{u_{\text{кII}}}{u_{\text{кI}}} \leq 1,2$  чегарада  $\Delta u_{\text{к}} = f\left(\frac{u_{\text{кII}}}{u_{\text{кI}}}\right)$  боғланиш графигини ясанг.

584. Номинал қувватлари 50 кВА дан, лекин қисқа туташув кучланишлари турлича ( $u_{\text{кI}} = 5\%$ ;  $u_{\text{кII}} = 7\%$ ) бўлган иккита трансформатор параллел уланган. Уларда нагрузка қандай тақсимланади?

585. Параллел ишлаш учун уланган иккита трансформатор қуйидаги параметрларга эга:  $S_{\text{нI}} = 42$  кВА;

579. Иккита трансформатор параллел уланган (63- расм). Вольтметр нимани кўрсатади? Вольтметр кўрсатишига қараб трансформаторларнинг параллел ишлаши учун тўғри ёки нотўғри улангани ҳақида нима дейиш мумкин?

580\*. Трансформаторнинг трансформация коэффициенти 100. Параллел

$\eta_{\text{к1}} = 5,5\%$ ;  $S_{\text{нп}} = 32$  кВА;  $\eta_{\text{кII}} = 5\%$ . Нагрузканинг йиғинди қуввати 72 кВт га тенг. Бу қувват трансформаторларга қандай тақсимланади? Ҳар қайси трансформатор қай даражада юкланган бўлади?

586. Номинал қуввати 4 кВА бўлган трансформаторнинг қисқа туташув кучланиши 5%. Кучланиши 5,3% бўлган иккинчи трансформаторнинг номинал қувватини аниқланг (иккала трансформатор параллел ишлаганда улар нагрузкага текис тақсимланиши керак).

587. Чулғамларни  $\Upsilon/\Upsilon-0$  гурпуада уланган уч фазали трансформаторга учта бир фазали истеъмолчи уланган бўлиб, улар симметрик нагрузка ҳосил қилади. Агар истеъмолчиларнинг иккитаси узиб қўйилса, истеъмолчилардан бирида кучланиш ва ток ўзгарадими?

588. Нима учун Ш-симон ўзакларни йиғишда совуқлайини прокатка қилинган пўлатдан узунасига кесиб тайёрланган алоҳида-алоҳида полоскалар қўлланилади?

## 26- §. АВТОТРАНСФОРМАТОРЛАР

Бир фазали автотрансформаторнинг принципиал схемаси 64-расмда кўрсатилган. Автотрансформаторнинг иккиламчи занжирдаги ток иккита қўшилувчидан иборат:

$$I_2 = I_1 + I_3 \quad (123)$$

бунда  $I_3$  — чулғамнинг умумий қисмидан ўтаётган ток.

Пасайтирувчи автотрансформаторда  $I_3$  токнинг йўналиши ток йўналиши билан мос тушади, юксалтирувчи автотрансформаторларда ток  $I_2$  токка қарама-қарши йўналган.

Автотрансформаторларда трансформация коэффициенти оддий трансформаторлар учун ёзилган формулалардан аниқланади.

Иккиламчи чулғамнинг қуввати икки ташкил этувчидан иборат:

$$S_{\text{н}} = U_2 I_1 + U_2 I_3 = S_2 + S_{\text{эм}}, \quad (124)$$

бунда  $S_{\text{эм}}$  — бирламчи занжирдан иккиламчи занжирга электромагнитавий йўл билан узатилаётган қувват (типавий қувват), ВА;  $S_2$  — бирламчи занжирдан иккиламчи занжирга электр йўл билан узатилаётган қувват, ВА.

Автотрансформаторнинг типавий қуввати номинал қувват билан қуйидагича боғланган:

$$S_{эм} = k_{ат} S_{н}, \quad (125)$$

бунда  $k_{ат}$  — автотрансформаторнинг фойдалилик коэффициенти. Автотрансформаторнинг фойдалилик коэффициенти трансформация коэффициенти орқали қуйидагича боғланган:

$$k_{ат} = 1 - \frac{1}{k_{т}} \quad (126)$$

Фойдалилик коэффициенти қанчалик кичик бўлса, чулғамларда миснинг ва магнит ўтказгичда пўлатнинг тежамлилиги номинал қуввати худди ўшандай бўлган оддий трансформатордагига қараганда шунчалик кўп бўлади. Шунинг учун ҳам автотрансформаторлар трансформация коэффициенти бирга яқин бўлганда қўлланилади.

### Масалалар

589. Автотрансформаторнинг бирламчи чулғами 1000 ўрамга эга бўлиб, 220 В кучланишли тармоққа уланган. Ўрамлар сони  $\omega = 10, 100, 500$  бўлган иккиламчи чулғамдан қандай кучланиш олиш мумкин?

590. Автотрансформатор 220 В кучланишли тармоққа уланган. Бирламчи чулғамдаги ток  $I_1 = 10$  А. Агар  $U_2 = 110$  В бўлса, иккиламчи занжирдаги  $I_2$  ва  $I_3$  тоқларни аниқланг. Автотрансформатордаги исрофларни ҳисобга олманг.

591. Бир фазали трансформаторни автотрансформатор билан алмаштирилди. Иккала ҳолда ҳам бирламчи ва иккиламчи чулғамдаги номинал кучланишлар ва бирламчи чулғамлардаги тоқлар бир хил бўлиб, мос равишда қуйидагига тенг:  $U_{н1} = 220$  В;  $U_{н2} = 120$  В;  $I = 10$  А. Рухсат этилган ток зичлиги  $2$  А/мм<sup>2</sup>. Бундай алмаштиришда чулғам қилиб ўралган миснинг актив кесими қанчага камаяди? Трансформатордаги исрофларни ҳисобга олманг.

592. Токни чегаралаш учун уч фазали индуктив нагрукани тармоққа уч фазали автотрансформатор орқали уланади. Автотрансформаторнинг трансформация коэффициенти 2. Агар автотрансформатор қўлланилганда нагрукадан 96 А ток ўтса, автотрансформаторнинг юқори кучланиш чулғамидаги токни топинг.

593. Бир фазали автотрансформаторнинг чулғами 1800 ўрамга эга бўлиб, 450 В кучланишга уланган. Кучланишни 300 В гача пасайтириш учун қайси жойда иккиламчи чулғамга чиқиш жойи қилиш лозим?

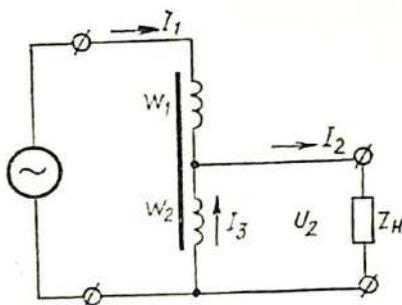
594. Ўрамлар сони 1000 бўлган автотрансформатор 127 В ли ўзгарувчан кучланиш тармоғига уланган. 0 дан 10 В гача; 25 В гача; 75 В гача; 100 В гача; 125 В гача; 150 В гача диапазонларда кучланиш олиш учун чулғамнинг қайси жойларида чиқиш жойи қилиш керак?

595. 65- расмда автотрансформаторнинг принципат электр схемаси кўрсатилган. Бундан телевизорни таъминлашда фойдаланиш мумкин. Агар бирламчи чулғамнинг ўрамлар сони  $w_1 = 400$  бўлса, вольтметр кўрсатишини аниқланг. Автотрансформаторнинг сурилувчи контакти чулғамнинг  $w_2$  ўрамлар сони 50, 100, 200, 400 вазиятга қўйилади. Автотрансформатор 220 В ли ўзгарувчан кучланиш тармоғига уланган.

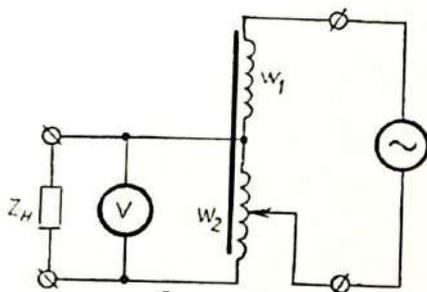
596. Ўрамлар сони  $w_1 = 2000$  ва  $w_2 = 800$  бўлган автотрансформатор (64- расм) 380 В ли ўзгарувчан кучланиш тармоғига уланган. Агар қаршилиги 1 кОм бўлган резистор нагрузка бўлиб хизмат қилса,  $I_1$ ,  $I_2$  ва  $I_3$  токни аниқланг. Автотрансформаторнинг ф. и. к. 98%.

597. Олдинги масала шартларидан фойдаланиб,  $I_2$  ток қандай чегараларда ўзгаришини топинг. Тармоқ кучланиши 350 дан 400 В гача оралиқда ўзгариб туради.

598. Автотрансформаторнинг типавий қуввати унинг номинал қувватидан 2 марта кам бўлган-



64- расм. Бир фазали автотрансформатор схемаси. 596- масалага оид



65- расм. 595- масалага оид

да бирламчи ва иккиламчи чулғамларнинг ўрамлар нисбатини аниқланг.

599\*. Фойдалилик коэффициенти  $k_{ат} = f(R_T)$  нинг боғлиқлик графигини  $1 \leq k_T \leq 10$  диапазонда ясанг. Трансформация коэффициентини шундай танлангки, автотрансформаторнинг фойдалилик коэффициенти 0,5 бўлсин.

600. Номинал қуввати 1 кВА бўлган автотрансформатор чулғамларидаги кучланиш ва ток мос равишда қуйидагига тенг:  $U_2 = 100$  В ва  $I_1 = 8$  А. Автотрансформаторнинг  $S_2$  ва  $S_{эм}$  қувватини ҳамда трансформация коэффициентини аниқланг.

601. Фаза нагрузкаларини юлдуз ва учбурчак усулида улаб, уч фазали автотрансформаторнинг электр схемасини чизинг.

## ЎЗГАРУВЧАН ТОК ЭЛЕКТР МАШИНАЛАРИ

## 27- §. АСИНХРОН ЭЛЕКТР МАШИНАЛАР

Асинхрон электр машиналари сирпаниш билан характерланади:

$$s = \frac{n_1 - n_2}{n_1} \quad (127)$$

бунда  $n_1$  — магнитавий майдоннинг айланиш тезлиги (айланишнинг синхрон тезлиги), айл/мин;  $n_2$  — роторнинг айланиш тезлиги, айл/мин.

Роторнинг айланиш тезлиги қуйидаги формуладан аниқланади:

$$n_2 = \frac{60 f_1}{p} (1 - s), \quad (128)$$

бунда  $f_1$  — тармоқнинг ўзгарувчан кучланиш частотаси;  $p$  — машинанинг жуфт қутблари сони.

Айланаётган магнитавий оқим статор ва ротор чулғамларини кесиб, уларда э. ю. к. ни индукциялайди. Ротор қўзғалмас бўлганда э. ю. к. ларнинг ҳақиқий қиймати қуйидагига тенг:

$$\begin{aligned} E_1 &= 4,44 k_{\omega 1} f_1 \omega_1 \Phi_m; \\ E_2 &= 4,44 k_{\omega 2} f_1 \omega_2 \Phi_m, \end{aligned} \quad (129)$$

бунда  $\omega_1 \omega_2$  — статор ва ротор чулғамлар фазаларининг кетма-кет уланган ўрамлари сони;  $k_{\omega 1}$ ,  $k_{\omega 2}$  — статор ва роторнинг чулғам коэффиценти;  $\Phi_m$  — айланаётган майдоннинг магнитавий оқими, Вб.

Қўзғалмас ротордаги ток қуйидаги ифодадан топилади:

$$I_2 = \frac{E_2}{\sqrt{R_2^2 + X_2^2}}, \quad (130)$$

бунда  $R_2$  — қўзғалмас ротор чулғамининг актив қаршилиги;  $X_2$  — қўзғалмас роторнинг сочилиш индуктив қаршилиги.

Айланаётган роторнинг чулгамлар фазасида индукцияланадиган э. ю. к. қуйидаги формула билан ифодланади:

$$E_{2s} = 4,44 k_{w2} s f_1 \omega_2 \Phi_m = s E_2. \quad (131)$$

Айланаётган ротордаги ток қуйидагича аниқланади:

$$I_{2s} = \frac{E_{2s}}{\sqrt{R_2^2 + (X_2 s)^2}}. \quad (132)$$

Асинхрон двигателнинг айлантириш momenti қуйидаги формуладан ҳисобланади:

$$M = k_d I_{2s} \Phi_m \cos \varphi_2 \text{ [Н. м]}, \quad (133)$$

бунда  $k_d$  — двигателнинг конструктив маълумотларига қараб аниқланадиган доимий коэффициент;  $\varphi_2$  — ротор токи ва унинг э. ю. к. орасидаги фазанинг силжиш бурчаги.

Асинхрон двигателнинг ф. и. к. қуйидаги формуладан топилади:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100\% = \frac{P_1 - \Sigma P}{P_1} \cdot 100, \quad (134)$$

бунда  $P_2$  — двигатель валидаги фойдали қувват, Вт;  $P_1$  — двигателга берилаётган қувват, Вт;  $\Sigma P$  — двигателда исроф бўлган қувватлар йиғиндиси, Вт.

Асинхрон электр машиналарнинг механикавий хараактеристикаси  $U_1 = \text{const}$  ва  $f_1 = \text{const}$  да  $n_2 = f$  (М).

### Масалалар

**602.** Ротори 2800 айл/мин тезлик билан айланаётган асинхрон двигателнинг сирпаниш коэффициентини аниқланг. Синхрон айланиш тезлиги 3000 айл/мин.

**603.** Частотаси 50 Гц бўлган ўзгарувчан кучланиш тармоғига уланган асинхрон двигатель ( $p = 2$ ) магнитавий майдонининг айланиш тезлиги қандай?

**604.** Асинхрон двигатель магнитавий майдонининг айланиш тезлигини 2 марта ўзгартирилганда унинг сирпаниши 20% га ўзгарди. Роторнинг айланиш тезлиги  $n_2 = 1200$  айл/мин бўлганда, магнитавий майдон айланишининг дастлабки тезлиги ва сирпаниши нимага тенг бўлади?

605\*.  $\frac{n_1}{n_2}$  нисбат 0,5 дан 10 гача ўзгарганда  $s = f\left(\frac{n_1}{n_2}\right)$

боғланиш графигини ясанг.  $\frac{n_1}{n_2} = 0,5$  ва  $\frac{n_1}{n_2} = 1$  да асинхрон машина қандай режимларда ишлайдн?

606. Частотаси 50 Гц бўлган ўзгарувчан кучланиш тармоғидан таъминланаётган асинхрон двигателнинг (статор магнитавий майдонининг айланиш тезлиги 600 айл/мин бўлганда) қутблар жуфти сони нечта бўлиши керак?

607. Тўрт қутбли асинхрон двигатель магнитавий майдонининг айланиш тезлиги 1500 айл/мин. Майдон айланишининг бурчак тезлигини аниқланг.

608. Таъминлаш кучланиши частотаси 2 марта ўзгарганда асинхрон двигатель магнитавий майдонининг айланиш тезлиги 500 айл/мин га ортди. Двигатель тўрт жуфт қутбга эга. Таъминлаш кучланишининг дастлабки частотаси қандай бўлган?

609. 607- масала шартидан фойдаланиб, ротор айланишининг бурчак тезлигини топинг. Сирпаниш 2,9% га тенг.

610. Агар тармоқнинг таъминлаш частотаси 50 Гц бўлса,  $s = -20\%$  олиш учун тўрт қутбли асинхрон машинани статор майдонининг айланиш йўналишига қарши қандай тезликда айлантриш керак?

611. Нагрузка салт юришдан номиналгача ўзгарганда ротори қисқа туташтирилган тўрт қутбли уч фазали асинхрон двигателнинг сирпаниши 0,3 дан 5% гача ўзгаради. Агар тармоқнинг таъминлаш кучланиши частотаси 50 Гц бўлса, ротор тезлигининг ўзгариш диапазоини аниқланг.

612. Асинхрон двигатель статори чулғамлари фазасининг ўрамлар сони  $\omega_1 = 90$ , роторники  $\omega_2 = 78$ , чулғам коэффициентлари мос равишда:  $k_{\omega_1} = 0,95$  ва  $k_{\omega_2} = 0,965$  га тенг. Ротор қўзғалмас бўлганда ва у 0,022 сирпаниш билан айланганда двигатель статори ва роторининг чулғам фазаларида индукцияланадиган э. ю. к ни ҳисобланг. Магнитавий оқим  $1,5 \cdot 10^{-2}$  Вб. Двигатель ўзгарувчан токли саноат тармоғига уланган.

613. Уч фазали асинхрон двигателнинг асосий магнитавий оқими  $1,8 \cdot 10^{-3}$  Вб. Бурчак усулида уланган статор чулғамида индукцияланадиган э. ю. к. 38 В га

тенг. Агар  $k_{\omega_1} = 0,95$ ,  $f_1 = 50$  Гц бўлса, статор чулғами фазасининг ўрамлар сонини аниқланг.

614. Агар асосий магнитавий оқим 2 марта камайтирилганда тармоқнинг таъминлаш кучланиши 1,5 марта ортса, уч фазали асинхрон двигателнинг қўзғалмас ротори чулғамида индукцияланадиган э. ю. к катталигини топинг. Э. ю. к. нинг дастлабки катталиги  $E_2 = 12$  В.

615. Фаза кучланиши 127 В бўлган бир фазали асинхрон двигателнинг айланишлар сонини ўзгартирмаган ҳолда 220 В кучланиш билан таъминланаётган занжирда фойдаланиш лозим бўлиб қолди. Агар статор фазасининг дастлабки ўрамлар сони 100 бўлса, статорнинг чулғам фазасида ўрамлар сони қанча бўлиши керак?

616. Қуйидагилар маълум бўлса:  $R_2 = 2,5$  Ом;  $E = 100$  В;  $I_2 = 18$  А, асинхрон двигател қўзғалмас роторининг сочилиш индуктив қаршилигини аниқланг.

617. Агар ротордаги ток 50 А дан ортмаса,  $E = 200$  В;  $R_2 = 0,5 X_2$  бўлса, қўзғалмас роторнинг минимал сочилиш индуктив қаршилиги нимага тенг?

618. Асинхрон двигател қўзғалмас ротори чулғами фазасининг индуктив қаршилиги 1,2 Ом. 0,032 сирпаниш билан айланаётган ротор чулғами фазасининг сочилиш индуктив қаршилигини аниқланг.

619. 612- масала шартларига кўра 4,4% сирпаниш билан айланаётган ротор фазасидаги э. ю. к ни ва ротордаги э. ю. к. частотасини аниқланг.

620. Тармоқнинг таъминлаш кучланиши частотаси 50 Гц бўлганда саккиз қутбли фаза роторли асинхрон двигателнинг қўзғалмас ротори ҳалқалари орасидаги э. ю. к 300 В га тенг. Ротор 700 айл/мин тезлик билан айланаётганда ротор чулғами фазасининг э. ю. к. ини ҳисобланг.

621. Қўзғалмас роторли асинхрон двигателнинг актив қаршилиги ва сочилиш индуктив қаршилиги мос равишда қуйидагига тенг:  $R_2 = 0,45$  Ом ва  $X_2 = 19$  Ом. Агар ротор 5% сирпаниш билан айланганда фазасида  $E_{2s} = 10$  В э. ю. к. индукцияланса, ротор фазасидаги токни аниқланг.

622. Олдинги масала шартларига кўра двигателни юргизиб юбориш momentiда ротор фазасидаги токни аниқланг.

623. Агар  $\omega = 100, 500, 1000$  рад/сек бўлса,  $P_{II} = 2$  кВт бўлганда асинхрон двигателнинг айлантириш моменти нимага тенг?

624. Муайян сирпанишда асинхрон двигателнинг айлантириш моменти статорга қўйилган кучланиш квадратига пропорционаллигини исботланг.

625. Уч фазали асинхрон двигателнинг максимал айлантириш моменти  $M = 3,5$  Н·м.  $R_2 = 0,8$  Ом ва  $X_{2s} = 2,3$  Ом<sup>1</sup> бўлганда  $M$  ни топинг.

626. Нима учун асинхрон двигателни ишга туширишда э. ю. к. ва ротордаги ток максимал бўлишига қарамай айлантириш моменти катта қийматга эришмаслигини тушувтиринг. Айлантириш моменти максимал қийматга эришиши учун нима қилиш керак?

627. Асинхрон двигатель частотаси 50 Гц бўлган 220 В кучланишли уч фазали тармоққа уланган. Агар айланаётган ротордаги ток 10 А,  $k_d = 150$  бўлса, двигателнинг айлантириш моментини аниқланг. Статор чулғами фазасининг кетма-кет уланган ўрамлар сони  $w_1 = 950$ , чулғам коэффиценти  $k_{w_1} = 0,92$ ,  $\cos \varphi_2 = 0,8$ .

628. Магнитавий индукция  $B$  нинг унинг оптимал қийматига қараганда камайиши уч фазали асинхрон двигателнинг максимал айланиш моментига қандай таъсир қилади?

629. Асинхрон двигатель ротори занжирига қаршилик киритилди. Бу қаршиликнинг катталиги ротор чулғами қаршилигидан катта. Агар двигатель валидаги моментни ўзгаришсиз деб ҳисобласак қаршилик киритилганда сирпаниш ўзгарадими?

630. Агар асинхрон двигатель валидаги моментни ўзгартирмай статор чулғамидаги кучланиш 5—10% камайтирилса, асинхрон двигатель роторининг токи қандай ўзгаради?

631. Таъминлаш тармоғи кучланиши 10% га камайди. Қисқа туташган роторли асинхрон двигателнинг айлантириш моменти қандай ўзгаради?

632. Асинхрон двигателга берилаётган қувват 5 кВт га тенг. Агар исрофлар йиғиндиси 800 Вт ни ташкил қилса, двигателнинг ф. и. к. ини аниқланг.

633. Фаза роторли уч фазали асинхрон двигатель  $I_1 = 14,7$  А токда ва  $U_1 = 220$  В кучланишда 2,8 кВт

<sup>1</sup>  $X_{2s}$  — айланаётган роторнинг сочилиш индуктив қаршилиги.

қувват истеъмол қилади. Агар двигатель валида фойдали қувват 2,34 кВт бўлса,  $\eta$  ва  $\cos \varphi_1$  ни топинг.

634. Агар  $P_1 = 2,2$  кВт бўлса ва асинхрон двигательнинг ф. и. к. 95% дан кам бўлмаса, исроф бўлган йиғинди қувватни топинг.

635. Агар асинхрон двигатель генератор режимда ишласа, асинхрон двигательнинг ф. и. к. учун (134) формула ўринли бўладими?

636. Асинхрон двигатель истеъмол қилаётган қувват 2,2 марта оширилганда ф. и. к. 10% га ортди. Агар исроф йиғиндиси  $\sum P = 0,5$  кВт бўлса,  $P_1$  ва  $\eta$  нинг дастлабки қийматларини аниқланг.

637\*.  $\eta = f\left(\frac{\sum P}{P_1}\right)$  нинг аргументи 0 дан 1 гача ўзгаргандаги боғланиш графигини ясанг.  $\left(\frac{\sum P}{P_1}\right) = 0$  ва  $\left(\frac{\sum P}{P_1}\right) = 1$  қийматларда  $\eta$  нинг физикавий маъносини тунтиринг.

638. Асинхрон двигатель ротори  $n_2 = 750$  ай/мин тезлик билан айланганда двигательга берилаётган қувват  $P_1 = 20$  кВт ни ташкил қилади, йиғинди қувват исрофи эса  $\sum P = 0,5$  кВт. Агар  $p = 3$ ,  $f = 50$  Гц бўлса, двигатель сирпанишини ва унинг ф. и. к. ни топинг.

639. Асинхрон двигатель қайси режимда ишлаганда статорнинг қувват коэффициенти  $\cos \varphi_1$  энг кичик бўлади? Двигатель нагрукаси ортганда  $\cos \varphi_1$  қандай ўзгаради?

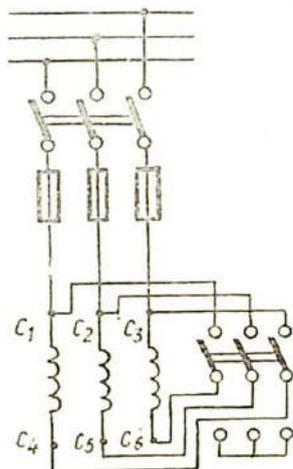
640. Асинхрон двигатель номинал режимда ишлаганда қуйидагилар маълум бўлса:  $P_2 = 6,3$  кВт;  $U_1 = 220/380$  В;  $n_2 = 1540$  ай/мин қувват коэффициенти 0,69 ва  $\eta = 0,79$ . Уч фазали фаза роторли асинхрон двигательга берилаётган қувватни, шунингдек, статор чулғамларини юлдуз ва учбурчак усулида улаганда статор занжиридаги токни аниқланг.

641. Олдинги масала шартларидан фойдаланиб, номинал иш режимда ротор сирпанишини топинг. Агар синхрон тезлик 1600 ай/мин бўлса, двигатель валидаги айлантирувчи моментни ҳам топинг.

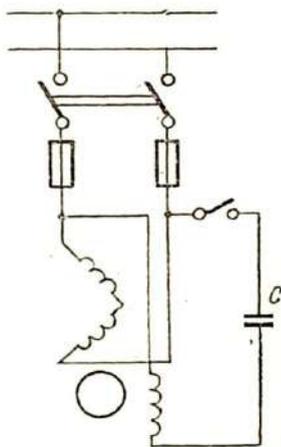
642. Қайси асинхрон двигательда исроф кўпроқ бўлади: фаза роторлидами ёки қисқа туташтирилган роторлидами?

643. Кичик инерцияли асинхрон двигателнинг ичи ҳавол роторида қайси ток иккиламчи ток бўлишини тушунтиринг.

644. Ротори қисқа туташтирилган асинхрон двигатель статор чулғамини юлдуз усулидан учбурчак усулига улашда ишга тушириш схемаси 66- расмда кўрсатилган. Бунда кучланиш, ток, ишга тушириш моменти қандай ўзгаришини тушунтиринг.



66- расм. 644- масалага онд



67- расм. 645- масалага онд

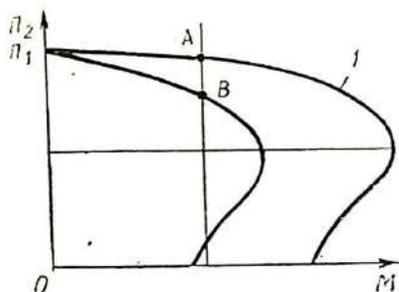
645. Ўзгарувчан токнинг бир фазали тармоғига 67- расмда тасвирланган схема бўйича уланган двигательда айланувчи магнитавий майдон ҳосил бўладими?

646. Бирламчи чулғамлари юлдуз усулида улашиб, уч фазали тармоққа уланган уч фазали трансформатор ўзагида айланувчи магнитавий оқим ҳосил бўладими?

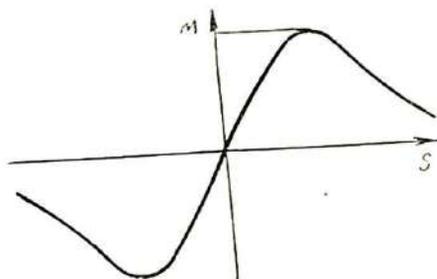
647. Двигатель қисмаларида маркировка бўлмаганда, статорнинг ҳар қайси фазасининг боши (учи) ва охири қандай аниқланади?

648. Ўзгарувчан ток двигатели қисқа туташган роторининг қисқа туташув ҳалқалари қандай физикавий кучлар таъсири остида узилиши мумкин?

649. Фазаларидан бирининг изоляцияси шикастланган электр двигателнинг ерга уланмаган корпусига одам текканда, унинг танасидан ўтайдиган ток ифодасини (аналитик кўринишда) аниқланг.



68- расм. 651, 652- масалаларга онд



69- расм. 653- масалага онд

650. Асинхрон двигател статори чулғамларнинг икки фазаси орасида қисқа туташув содир бўлган ёки бўлмаганлигини қандай белгиларга қараб би-лиш мумкин?

651. Асинхрон дви-гателнинг 68- расмда кўрсатилган механика-вий характеристикаси-нинг кўриниши ( $I$  эгри чизик); а) таъминлаш тармоғи кучланиши ка-майганда; б) таъмин-лаш тармоғининг куч-ланиши частотаси 2 марта камайганда қан-дай ўзгаради ва нима учун ўзгаради?

652. Асинхрон дви-гателнинг механикавий характеристикаси гра-

фигига қараб (68- расм), двигатель А ва В нуқталарга мос келувчи режимда ишлаганда ротор тоқлари қандай бўлади?

653. 69- расмда  $M = f(s)$  боғланиш графиги берил-ган. Графикдан асинхрон электр машина: а) двигатель режимида; б) генератор режимида; в) тормоз режими-да ишлагандаги участкалари кўрсатинг.

654. а) генератор; б) двигатель; в) тормоз режими-да ишлаётган уч фазали асинхрон машина роторнинг айланиш тезлиги ва сирпаниш катталиги қайси чега-раларда ўзгара олади?

655. Уч фазали асинхрон двигателнинг реверсирла-ниш схемасини чизинг (энг оддийсини).

656. Асинхрон двигателларни тормозлаш усуллари-дан бири динамикавий тормозлашдир. Унинг энг од-дий схемаси 70- расмда кўрсатилган. Нима учун пере-ключателни 2 вазиятга қўйганда двигатель тўхтайдми?

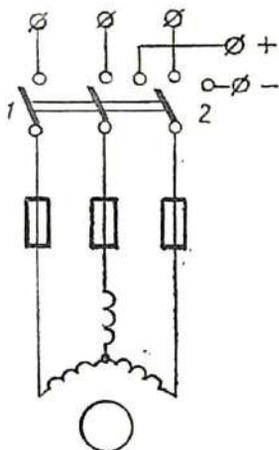
657. Айланиш тезлигини қандай усул билан ростлаш роторнинг айланиш тезлиги  $n_2$  ни статор магнитавий

майдонининг айланиш тезлиги  $n_1$  га каррали бўлиб ўзгартиришга имкон беради?

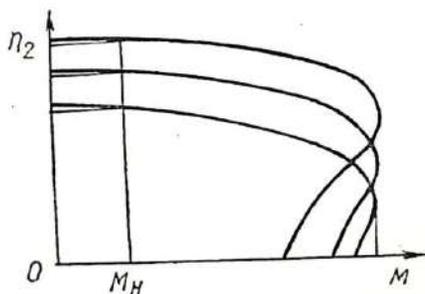
658. Агар  $U_1 = \text{const}$  шартда тармоқнинг таъминлаш кучланиши частотаси 2 марта камайса, асинхрон двигателъ ишлаётганда магнитланувчи ток катталиги ўзгарадими?

659. Олдинги масала шартидан фойдаланиб, асинхрон двигателънинг айланиш тезлигини қандай частотавий ростлашда момент ва токнинг доимий (ўзгармас) бўлишини таъминлаш мумкинлигини тушунтиринг.

660. Асинхрон двигателънинг айланиш тезлигини ростлаб, бир нечта механикавий характеристика олинди (71- расм). Айланиш тезлиги қандай усулда ростланган.



70- расм. 656- масалага онд



71- расм. 660- масалага оид

661. Асинхрон двигателънинг айланиш тезлигини ростлашда сирпаниш катталиги қандай усуллар билан ўзгартирилади?

662. Ротор занжиридаги қаршиликини ўзгартириш йўли билан асинхрон двигателънинг айланиш тезлигини ростлаш схемасини чизинг.

663. Асинхрон двигателъ зазордаги магнитавий майдоннинг ўзгариши унинг айланиш тезлигига қандай таъсир қилади?

## 28- §. СИНХРОН ЭЛЕКТР МАШИНАЛАР

Синхрон машиналарда роторнинг айланиш тезлиги статор магнитавий майдонининг айланиш тезлигига тенг бўлиб, қуйидаги ифодадан аниқланади:

$$n = \frac{60 f}{p}, \quad (135)$$

бунда  $f$  — тармоқни таъминлаш кучланиши частотаси (двигатель учун) ёки э. ю. к. частотаси (генератор учун), Гц.

Салт юришда статорнинг бир фазасида индукцияланадиган э. ю. к. нинг ҳақиқий қиймати қуйидагича топилади:

$$E_x = 4,44 f \omega_1 k_{\omega} \Phi_x, \quad (136)$$

бунда  $\Phi_x$  — роторнинг уйғотиш чулғаида ҳосил бўладиган магнитавий оқим, Вб;  $\omega_1$  — статорнинг кетма-кет уланган битта фазасининг ўрамлар сони.

Симметрик нагрузкада уч фазали генератор берадиган қувват қуйидаги ифодадан топилади:

$$P_2 = 3UI \cos \varphi, \quad (137)$$

бунда  $I$ ,  $U$  — генераторнинг фаза токи ва кучланиши;  $\cos \varphi$  — қувват коэффициенти.

Уч фазали генератор қувватларининг баланс тенгламаси қуйидаги кўринишда ёзилади:

$$P_2 = P_{\text{э.к}} - P_3 = P_{\text{э.к}} - 3R_1 I^2, \quad (138)$$

бунда  $P_{\text{э.к}}$  — электрмагнитавий қувват,  $P_3$  — статор чулғаидаги электр исрофи,  $R_1$  — статор чулғаи фазасининг актив қаршилиги, Ом.

Генераторнинг айлантирувчи momenti қуйидаги кўринишга эга:

$$M = \frac{P_{\text{э.к}}}{\omega} [\text{Н. м}], \quad (139)$$

бунда  $\omega$  — генератор айланишининг бурчак тезлиги, рад/сек.

Уч фазали генераторнинг ф. и. к. қуйидаги формуладан аниқланади:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100\% = \frac{P_2}{P_2 + \Sigma P} \cdot 100\%, \quad (140)$$

бунда  $P_1$  — двигателдан генераторга берилаётган қувват, Вт;  $P_2$  — генератор бераётган фойдали қувват, Вт;  $\Sigma P$  — исроф бўлаётган йиғинди қувват, Вт.

Синхрон двигателнинг ф. и. к. қуйидагича топилади:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100\% = \frac{P_1 - \Sigma P}{P_1} \cdot 100\%, \quad (141)$$

бунда  $P_1$  — тармоқдан двигатель олаётган қувват;  $P_2$  — двигатель валидаги фойдали қувват;  $\Sigma P$  — двигателдаги исроф бўлаётган йиғинди қувват.

Синхрон электр машиналар қуйидаги асосий характеристикаларга эга: а)  $I_s = \text{const}$  ва  $n = \text{const}$  да ташқи характеристикаси  $U = f(I)$ ; б)  $n = \text{const}$  ва  $U = \text{const}$  да ростлаш характеристикаси  $I_s = f(I)$ .

### Масалалар

664. Синхрон генераторнинг жуфт қутблари сони 4. Агар генерацияланаётган ток частотаси 50 Гц бўлса, статор магнитавий майдонининг айланиш тезлигини аниқланг.

665. Агар синхрон генератор ротори 500 айл/мин тезлик билан айланаётган бўлса, э. ю. к. частотаси 50 Гц бўлган шу генераторнинг қутблар сони нечта бўлиши керак?

666. Ўзгарувчан ток генераторида 10 жуфт қутб бўлиб, 1200 айл/мин тезлик билан айланади. Ток бир секундда ўз йўналишини неча марта ўзгартиради?

667. Агар рухсат этилган айлана тезлик 60 м/сек, роторнинг диаметри эса 1,2 м бўлса, турбогенератор ротори учун бир минутда неча марта айланишга рухсат бериш мумкин?

668. Нима учун айланиш тезлиги катта бўлганда ўзгарувчан ток генераторининг ротори (индуктори) ноаниқ қутбли, айланиш тезлиги унча катта бўлмаганда аниқ қутбли бўлиб қолади?

669. Генераторнинг максимал э. ю. к. 112 В, частотаси 100 Гц ва бошланғич фазаси  $\frac{\pi}{3}$ . Агар э. ю. к. синусодал қонун бўйича ўзгариши маълум бўлса, э. ю. к. нинг оний қиймати учун аналитик ифодани топинг.

670. Уч фазали генераторнинг иккинчи фазаси узилганда генератор чиқишидаги тоқлар (э. ю. к.) нинг осциллограммасини тасвирланг.

671. Агар  $\omega_1 = 10$ ;  $k_{\omega_1} = 0,9$ ;  $f = 50$  Гц,  $\Phi_x = 0,008$  Вб бўлса, салт юришда ўзгарувчан ток генератори статорининг бир фазасида индукцияланадиган э. ю. к. ни топинг.

672.  $\Phi_x = 0,006$  Вб бўлганда синхрон генераторнинг салт юришида статор чулғами фазасида 50 Гц частотали 20 В э. ю. к. индукцияланади. Агар чулғам коэффициентини  $k_{\omega_1} = 0,92$  бўлса, статорнинг битта фазасининг ўрамлар сони қанча?

673. Агар а) фаза кучланиш ва ток векторлари орасидаги бурчак  $90^\circ$ ; б) статор чулғамидаги электр исрофлар ҳисобга олинмаса, симметрик нагрузкада синхрон генератор берадиган фойдали қувватни топинг.

674. Синхрон генераторнинг фаза кучланиши 100 В, фаза токи 15 А. Агар ток ва кучланиш орасидаги бурчак силжиши  $60^\circ$  бўлса, фойдали қувват  $P_2$  ни аниқланг.

675. Агар синхрон генераторда фаза токи 10 А дан ошмаса, статор чулғами фазасининг актив қаршилиги 0,3 Ом бўлса, шу синхрон генераторнинг электр магнитавий қувватини топинг. Бу генератор симметрик нагрузкада 900 Вт фойдали қувват беради. Статор чулғамида электр қувват исрофи нимага тенг?

676. Юлдуз ёки бурчак усулида уланган синхрон двигатель статорининг фаза номинал токи қандай бўлиши керак? Бу двигатель паспортида қуйидаги маълумотлар ёзилган.  $P_{ном} = 20$  кВт;  $U_{ном} = 380,220$  В  $\tau_{ном} = 0,86$ ;  $\cos \varphi_{ном} = 0,84$ .

677. Чулғам ўраладиган мис симни худди шундай кесимли ва узунликдаги алюминий сим билан алмаштирилганда двигательнинг электр исрофи неча марта ортади?

678. Уч фазали синхрон генератор истеъмол қилаётган қувват 10 кВт. Агар генератор эришайтган электр магнитавий қувват 9,5 кВт бўлса, актив қаршилиги 4 Ом бўлган статор чулғамидаги токни аниқланг.

679. Синхрон генератор бераётган фойдали қувват 20 кВт. Генератордаги йиғинди қувват исрофи 0,4 кВт. Айланиш бурчак тезлиги 100; 500; 1200 рад/сек да генераторнинг айлантурувчи моменти катталигини ҳисобланг.

680. Агар генератор бераётган фойдали қувватнинг 5% ини йиғинди қувват исрофи ташкил қилса, синхрон генераторнинг ф. и. к ини аниқланг.

681. Синхрон двигателдаги йиғинди қувват исрофи 0,1 кВт. Агар двигателнинг ф. и. к. 98% га тенг бўлса, у тармоқдан қандай қувват истеъмол қилади?

682. Синхрон генератор нарузкаси истеъмол қилаётган фойдали қувват 1 кВт га ўзгарганда, унинг ф. и. к. 2% га ортди. Йиғинди қувват исрофи 0,5 кВт бўлса, ф. и. к. ва генераторга берилётган қувватнинг дастлабки қийматлари қандай?

683. 679- масала шартларидан фойдаланиб, двигатель валига узатиш сони 100 бўлган редуктор орқали уланган нарузка валининг айланиш momenti ва айланиш бурчак тезлиги қийматларини аниқланг.

684. Нима учун қўшамча ишга тушириш чўлғамисиз синхрон двигатель валда ишга тушираш моментини ҳосил қилмайди?

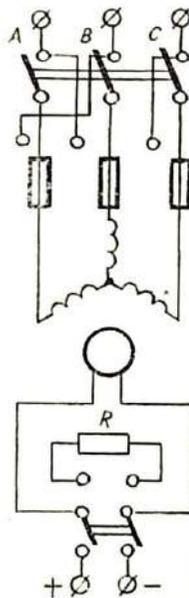
685. Нима учун синхрон двигательни юргизиш юбориш вақтида уйғотиш чўлғам  $R$  қаршиликки туташтирилади (72- расм)?

686. Уч фазали синхрон генератор ишлаётганда: а) статор чўлғамлари фазалари орасида қисқа туташув; б) статор чўлғамининг икки жойидан ерга улангани қандай аниқланади?

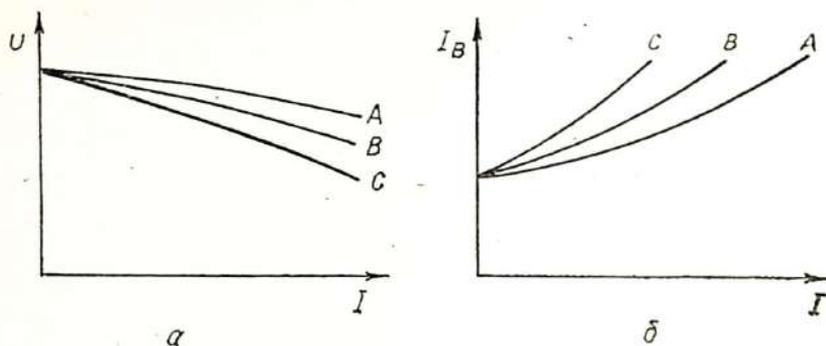
687. Нима учун уч фазали синхрон генератор чўлғамлари: а) учбурчак; б) юлдуз усулида уланиб ишлаётганда статор чўлғамидаги кучланиш фақат иккита фаза орасида бўлган? Бунда уйғотиш занжири бузилмаган э.и.

688. Индуктив-актив қаршиликли истеъмолчиларнинг ( $A, B, C$ ) қувват коэффициентлари қандай муносабатда бўлади? Шундай истеъмолчилар билан ишлаётган синхрон генераторнинг ташқи характеристикаси 73- расм,  $a$  да кўрсатилган.

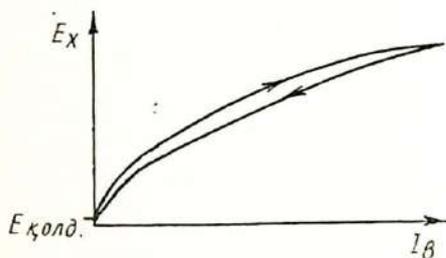
689. Синхрон генератор истеъмолчиларга ишлаяпти. Синхрон генератор 73- расм,  $b$  да тасвирланган рост-



72- расм. 685, 690- масалаларга оид



73- расм. а — 688- масаласа онд, б — 689- масалага онд



74- расм. 691, 728- масалаларга онд

лаш характеристикаларига эга бўлганда, индуктив-актив қаршиликли (A, B, C) истеъмолчиларнинг қувват коэффициентлари қандай муносабатда бўлади?

690. 72- расмдаги схемани қўллаб, синхрон двигателнинг айланиш тезлигини тескарисига ўзгартириш

мумкинми? Бу схеманинг ишлаш принципини тушунтиринг.

691. 74- расмда синхрон электр машинанинг салт юриш характеристикаси  $E_x = f(I_B)$  кўрсатилган, а)  $E_{қол}$  қолдиқ э. ю. к. нинг физикавий маъносини тушунтиринг. б) гистерезис характеристикасини тушунтиринг.

## ЎЗГАРМАС ТОК ЭЛЕКТР МАШИНАЛАРИ

## 29- §. ЎЗГАРМАС ТОК ГЕНЕРАТОРЛАРИ

Ўзгармас ток генераторининг э. ю. к қўйидаги ифодадан аниқланади:

$$E = \frac{pN}{60a} n \Phi = c_E n \Phi, \quad (142)$$

бунда  $N$  — якорь чулғамининг актив ўтказгичлар сони;  $a$  — чулғамнинг жуфт параллел тармоқлар сони;  $p$  — жуфт қутблар сони;  $n$  — якорнинг айланишлар сони, айл/мин;  $\Phi$  — битта қутбнинг магнитавий оқими Вб;  $c_E$  — генераторнинг конструктив маълумотларига боғлиқ бўлган доимий коэффициент.

Уйғотиш усулига боғлиқ бўлмаган ҳолда ўзгармас ток генератори учун.

Генератор қисмаларидаги кучланиш

$$U = E - I_{я} R_{я};$$

фойдали (берилаётган) қувват

$$P_2 = UI; \quad (143)$$

электромагнитавий қувват

$$P_{э.м} = EI_{я};$$

генераторнинг ф. и. к.

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100\% = \frac{P_2}{P_2 + \Sigma P} \cdot 100\%,$$

бунда  $I_{я}$  — якорь токи, А;  $R_{я}$  — якорь занжирининг қаршилиги Ом;  $P_1$  — генераторга берилаётган қувват, Вт;  $\Sigma P$  — йиғинди исрофлар, Вт;  $I$  — нагрузка (ёки ташқи занжир) токи, А.

Генераторларни мустақил ва параллел уйғотишда якорь занжирининг қаршилиги  $R_{я}$  унинг чулғамлари қаршилигига мос келади, кетма-кет ва аралаш уйғо-

тишда эса, якорь чулғамининг  $R_{яч}$  қаршилиги ва уйғотиш чулғамининг қаршилиги  $R_{уқ}$  йнғиндисига мос келади.

Ўзгармас ток генераторларининг асосий характеристикалари:  $n = \text{const}$  ва  $I_n = 0$  да салт юриш характеристикаси  $E = f(I_n)$ ;  $n = \text{const}$  ва  $I_B = \text{const}$  да (муस्ताқил уйғотиш учун),  $R_B = \text{const}$  (ўз-ўзидан уйғотишда) ташқи характеристика  $U = f(I_n)$ ;  $U = \text{const}$  ва  $n = \text{const}$  да ростлаш характеристикаси  $I_B = f(I_n)$ .

### Масалалар

692. Агар тўрт қутбли ўзгармас ток генераторининг якори 1200 айл/мин тезлик билан айланаётган бўлса, қутбнинг магнитавий оқими  $10^{-2}$  Вб, якорь чулғамининг актив ўтказгичлар сонининг унинг жуфт параллел тармоқлар сонига нисбати 500 бўлса, шу генераторнинг э. ю. к. ни аниқланг.

693. Агар генератор битта қутбининг магнитавий оқими  $1,1 \cdot 10^{-2}$  Вб, доимий коэффиценти эса  $c_E = 10$  бўлса, якори 900, 1200, 1600 айл/мин тезликда айланганда генераторнинг э. ю. к. ини топинг.

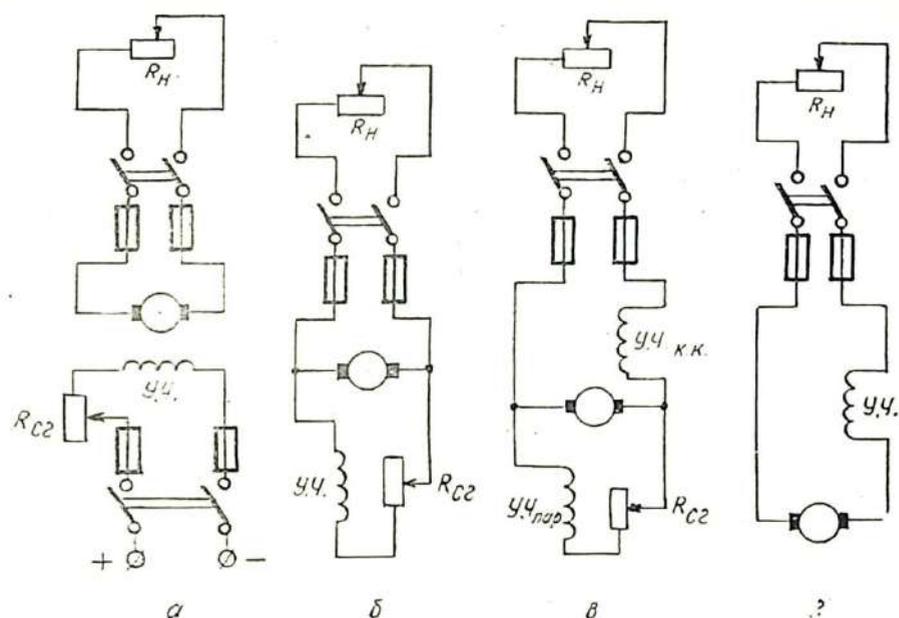
694. Якорнинг айланиш тезлиги 1000 айл/мин бўлганда э. ю. к. 120 В га тенг бўлиши экспериментал усулда топилди. Магнитавий оқим  $10^{-2}$  Вб га тенг  $c_E$  доимийни топинг.

695. Саккиз қутбли ўзгармас ток генераторининг э. ю. к. 200 В га тенг. Агар қутбнинг магнитавий оқими  $1,6 \cdot 10^{-2}$  Вб,  $\frac{N}{a} = 250$  бўлса, якорнинг айланиш тезлиги қандай?

696. Ўзгармас ток генераторининг айланиш тезлигини 1,5 марта оширганда э. ю. к. 50 В га ортди. Магнитавий оқим ўзгармаганда э. ю. к. нинг дастлабки қийматини топинг.

697. Айланиш тезлигини ўлчашда ўзгармас ток генераторидан фойдаланиш мумкинми, яъни шу генератордан тахометр сифатида фойдаланиш мумкинми?

698. Агар якорнинг қаршилиги 0,5 Ом, нагруканинг қаршилиги 12 Ом бўлса, уйғотиш токи 0,1 А бўлганда муस्ताқил уйғотишли генератор кучланишини ва якорь



75- расм. а—698, 700- масалаларга онд, б — 701, 703, 704, 723- масалаларга онд, в — 707- масалага онд, г — 713, 723- масалаларга онд

токини аниқланг (75-расм, а). Масалани ечиш учун генераторнинг салт юришидаги идеаллаштирилган характеристикадан фойдаланинг (76-расм).

**699.** Агар  $c_E = 12$ ,  $\Phi = 2 \cdot 10^{-2}$  Вб, салт юриш кучланиши 100 В бўлса, мустақил уйғотишли ўзгармас ток генератори роторининг айланиш тезлигини ҳисобланг.

**700.** Қуйидаги ҳоллар учун олдинги масалага жавоб беринг: кучланиш 100 В, нагрузка қаршилиги  $R_n = 20$  Ом,  $R_{\text{я}} = 1$  Ом (75-расм, а га қаранг).

**701.** Агар генератор қисмаларидаги кучланиш 100 В, уйғотиш занжирининг қаршилиги 20 Ом бўлса, параллел уйғотишли генераторнинг уйғотиш токини топинг (75-расм, б).

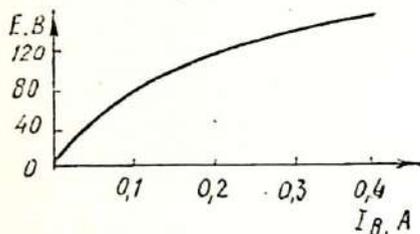
**702.** Агар нагрузка токи 180 А бўлса, олдинги масала шартларидан фойдаланиб якорь токини аниқланг.

**703.** Параллел уйғотишли генераторда уйғотиш токи 6 А га тенг. Агар уйғотиш чулғамининг қаршилиги 10 Ом, ростлаш реостатининг қаршилиги 30 Ом эканлиги маълум бўлса (75-расм, б га қаранг), генератор қисмаларидаги кучланишни топинг.

704. Параллел уйғотишли генераторнинг ростлаш реостати қаршилигини ошириш, яъни  $R_{p.r}$  ни ошириш: а) уйғотиш токига; б) якорь токига (нагрузка доимий бўлганда) қандай таъсир қилади?

705. а) якорь токи ва нагрузка токи, б) якорь токи ва нагрузка ҳамда уйғотиш токлари йиғиндиси ўртасидаги тенглик ўринли бўлиши учун генератор қандай уйғотиш усулига эга бўлиши керак?

706.  $E = 300$  В,  $R_{я} = 0,5$  Ом да генератор якорининг токи 40 А дан ошмаслиги учун нагрузка қаршилиги катталиги қандай бўлиши керак?



76- расм. 698, 725, 726- масалаларга онд

707. Агар якорь токи 50 А, нагрузканинг қаршилиги эса 4,5 Ом бўлса, аралаш уйғотишли генераторнинг э. ю. к. 250 В дан кам бўлмаслиги учун (75- расм, а) якорь қаршилиги қанча бўлишини аниқланг.

708. Якорининг айланиш тезлиги ортганда чиқишдаги кучланиш мустақил уйғотишли генераторда тез ортадимини ёки ўз-ўзидан уйғотишли генератордами?

709. Агар генератор якорининг қаршилиги кам бўлса, кетма-кет ва параллел уйғотишли генераторларда айланешлар сони бир хил бўлиб, нагрузка қаршилигини ўзгартирганда чиқишдаги кучланиш қандай ўзгаради?

710. Агар  $E = 200$  В, якорь токи 10, 20, 50 А, якорь занжирининг қаршилиги 1,5 Ом бўлса, ўзгармас ток генератори қисмаларидаги кучланишни топинг.  $R_{II}$  ва  $R_{III}$  қандай муносабатларда бўлганда генератор қисмаларидаги кучланиш катталиги 0,1; 0,5; 0,8 Е бўлади?

711. Агар  $R_{я} = 1$  Ом, якорь занжирининг кучланиши 4 В бўлса, аралаш уйғотишли генератор якорининг нагрузка қаршилигига боғлиқлик графигини, яъни  $I_{я} = f(R_{II})$  ни ясанг. Ўзгариш днапазони  $R_{II}$  ни 0—50 Ом деб олинг.

712. Нагрузка қаршилигини 2 марта оширганда, кетма-кет уйғотишли ўзгармас ток генератори якорининг токи 10 А га камайди. Агар  $R_{я} = 0,05 R_{II}$  бўлса,  $I_{я}$  нинг дастлабки катталигини топинг.

713. Агар  $R_{y,q} = 4$  Ом,  $R_{n,q} = 0,5$  Ом бўлса, 1000 айл. мин тезлик билан айланаётган кетма-кет уйғотишли генераторга уланган (75-расм, г)  $R_n = 150$  Ом ли нагрузка қаршиликдаги кучланиш қандай? Магнитавий оқим катталиги  $2 \cdot 10^{-2}$  Вб,  $\epsilon_E = 8$ .

714. 692-масала шартларидан фойдаланиб, параллел уйғотишли генератор қисмаларидаги кучланишни аниқланг.  $R_{p,1} = 100$  Ом,  $R_n = 1$  Ом (нагрузка узиб қўйилган).

715. 714 ва 692-масалалар шартларидан фойдаланиб, генераторга  $R_n = 10$  Ом уланганда унинг қисмаларидаги кучланиш қанча бўлишини ҳисобланг.

716. Агар  $E = 130$ ;  $I_n = 3$  А,  $I_n = 80$  А бўлса, параллел уйғотишли генератор якори эришадиган фойдали қувватни топинг.

717. Генераторнинг фойдали қуввати 5 кВт, якорь чулғамидаги қувват исрофи 100 Вт. Агар э. ю. к. 150 В бўлса, якорь токи қанчага тенг?

718. Аргументи 0 дан 1 гача диапазонда ўзгардиган ҳол учун  $\eta = f\left(\frac{\sum P}{P_2}\right)$  боғланиш графигини ясанг.

719. Агар генератор қисмаларидаги кучланиш 150 В бўлса, нагрузка токи 50 А бўлган аралаш уйғотишли генераторнинг фойдали қувватини топинг.

720. Агар якорь токи 22 А, генераторнинг фойдали қуввати 10 кВт, электромагнитавий қуввати 10,5 А бўлса, якорнинг қаршилиги қандай бўлади?

721. Нима учун ўзгарувчан ток генераторининг статори алоҳида пўлат листлардан йнгилади, ўзгармас ток генераторининг статори эса массив пўлат (ёки чўян) қуймадан қилинади?

722. Параллел уйғотишли ўзгармас ток генератори магнитсизланганини ёки ўта магнитланганини (ёки бошқа йўналишда магнитланганини) қандай белгиларга қараб аниқлаш мумкин?

723. Агар кетма-кет уйғотишли (75-расм, з) ёки параллел уйғотишли (75-расм, д) ўзгармас ток генераторига нагрузка уланмаса, у ишга тушадими?

724. Агар ўзгармас ток генераторида ҳеч қандай бузуқликлар топилмаса, салт юришда ва нагрузкада, генераторда кучланиш юқори бўлишига сабаб нима?

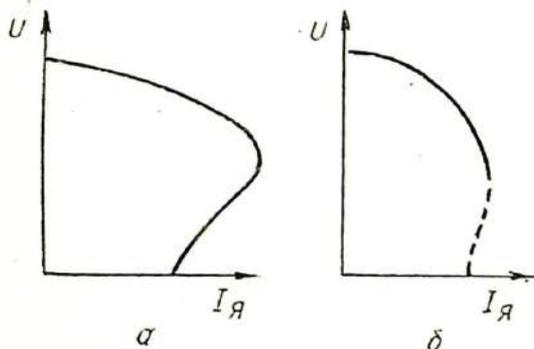
725. Агар айланиш тезлиги ортса, мустақил уйғотишли генератор салт юришининг идеаллаштирилган

характеристикаси қандай ўзгаришини графикда (76-расмга қаранг) кўрсатинг.

726. Нима учун салт юриш характеристикасига қараб (76-расмга қаранг) генераторнинг магнитавий тўйинганлик даражаси ҳақида фикр юритиш мумкин?

727. Статор материалнинг қандай хоссаларига кўра унда қолдиқ магнетизм бўлади?

728. Агар қутблар магнит сингдирувчанлиги катта бўлган материалдан тайёрланса, салт юриш характеристикасининг графиги қандай ўзгаради (74-расм)?



77- расм. а — 729- масалага онд, б — 731- масалага онд

729. Ростлаш реостати қаршилиги (75-расм, б га қаранг) оширилганда параллел уйғотишли генераторнинг ташқи характеристикаси қандай ўзгаради (77-расм, а)?

730. Нима учун нагрузка орттирилганда, аралаш уйғотишли генераторнинг ташқи характеристикаси параллел уйғотишли генераторникига қараганда юқори жойлашган бўлади?

731. Агар генераторнинг ташқи характеристикаси 77-расм, б да тасвирланган кўринишга эга бўлса, аралаш уйғотишли генераторнинг параллел ва кетма-кет уйғотиш чулғамлари қандай тарзда уланган?

### 30- §. ЎЗГАРМАС ТОК ДВИГАТЕЛЛАРИ

Двигатель айланаётганда якорь чулғамида индукцияланадиган э. ю. к. (142) ифодадан аниқланади.

Уйғотиш чулғамининг уланиш усули қандай бўли-

шига қарамай, ўзгармас ток двигатели учун қуйидагиларни ёзиш мумкин:

двигатель қисмаларидаги қувват

$$U = E + I_a R_a;$$

двигателга берилаётган қувват

$$P_1 = UI.$$

Электромагнитавий қувват

$$P_{э.қ} = EI_a,$$

двигателнинг ф. и. к.

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100\% = \frac{P_1 - \Sigma P}{P_1} \cdot 100\%, \quad (144)$$

бунда  $I_a$  — двигатель якорининг токи;  $I$  — двигатель токи;  $R_a$  — якорь чулғамининг қаршилиги;  $P_2$  — двигатель валидаги фойдали қувват;  $\Sigma P$  — исрофлар йиғиндиси.

Двигателнинг айлантирувчи (электромагнитавий) моменти қуйидагича аниқланади:

$$M = \frac{pN}{2\pi a} I_a \Phi_m = c_M I_a \Phi_m [\text{Н. м}],$$

бунда  $c_M$  — двигательнинг конструктив маълумотларига боғлиқ бўлган доимий коэффициент;

$\Phi_m$  — магнитавий оқим, Вб.

Ўзгармас ток двигателларининг асосий характеристикаси қуйидагилар:

$I_a = \text{const}$  ва  $U = \text{const}$  да иш  $M$ ,  $n$ ,  $I_b$ ,  $\eta = f(P_2)$ ;

$U = \text{const}$  ва  $I_b = \text{const}$  да механикавий  $n = f(M)$ .

Ўзгармас ток двигателларини тормозлашнинг учта усули мавжуд:

- 1) рекуператив (энергияни тармоққа қайтариш);
- 2) динамикавий; 3) қарама-қарши улаш.

### Масалалар

**732.** Генераторлар ва двигателларнинг қўшимча қутбларининг қутбланганлиги қандай аниқланади?

**733.** Агар двигательнинг айланиш тезлиги 1000 айл/мин да магнитавий оқим  $1,8 \cdot 10^{-2}$  Вб дан ошмаса,  $c_E = 9$  бўлса, ўзгармас ток двигатели якориди индукцияланадиган э. ю. к. ни топинг.

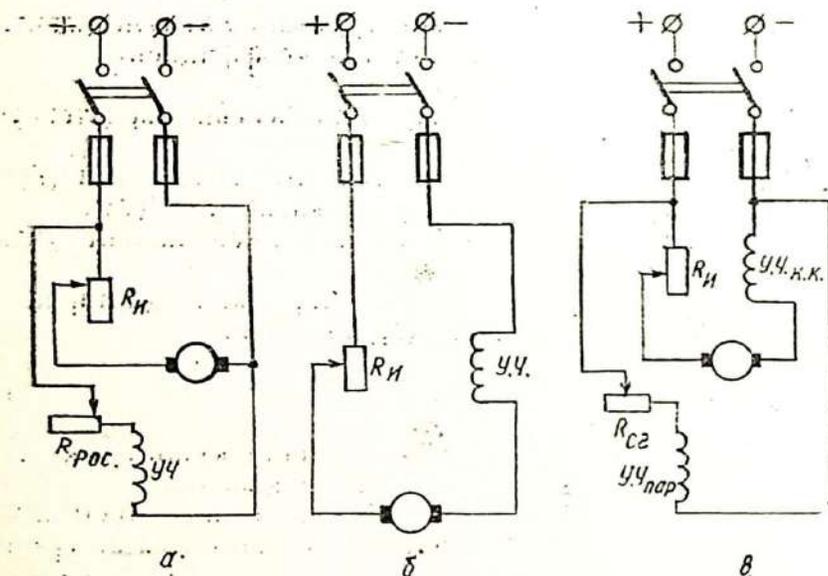
734. Ўзгармас ток двигателяли 1200 айл/мин тезлик билан айланади, қутбнинг магнитавий оқими  $10^{-2}$  Вб. Агар якорь чулгами актив ўтказгичлар сонининг унинг жуфт параллел тармоқлар сонига нисбати 450 га тенг бўлса, двигателда нечта қутб бор? Двигателнинг э. ю. к. 360 В.

735. Ўзгармас ток двигателининг айланиш тезлиги 1,5 марта ортганда э. ю. к. 60 В га кўпайди. Магнитавий оқими ўзгармайди деб ҳисоблаб, э. ю. к. нинг дастлабки қийматини аниқланг.

736. Агар двигателга берилаётган кучланиш 220 В, уйғотиш чулгамининг қаршилиги эса 50 Ом бўлса, уйғотиш токи 2 А дан ошмаслиги учун параллел уйғотишли двигателнинг (78-расм, а) ростлаш реостатининг қаршилиги  $R_{рос}$  қандай бўлиши керак?

737. Кетма-кет уйғотишли двигателга берилаётган кучланиш (78-расм, б) 220 В ни ташкил қилади. Агар якорь токи 25 А бўлса, берилаётган қувват қанчага тенг?

738. Агар уйғотиш чулгамининг қаршилиги  $R_{у.ч} = 80$  Ом бўлса, олдинги масалани параллел уйғотишли двигател учун ечинг.



78-расм. а — 736, 738, 741, 754- масалаларга оид, б — 737- масалага оид, в — 742, 754- масалаларга оид

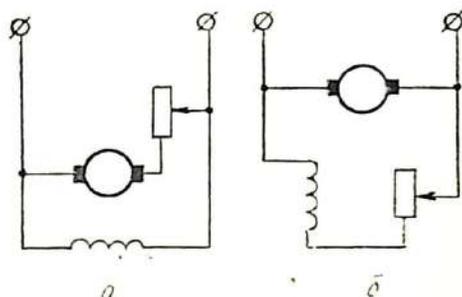
739. 220 В ли кучланиш тармоғига уланган кетма-кет уйғотишли двигатель қандай ф. и. к. билан ишлайди? Двигатель валидаги фойдали қувват 4,2 кВт, якорь токи 24,5 А дан ошмайди.

740. Кетма-кет уйғотишли двигатель 120 В кучланишли маъбага уланган. Агар занжирнинг умумий қаршилиғи 29 Ом бўлса, двигатель қандай максимал қувватга эга?

741. Параллел уйғотишли двигательни 78-расм, а даги схема бўйича қандай ишга туширилишини тушунтиринг. Ростлаш  $R_{\text{рос.}}$  ва ишга тушириш  $R_{\text{и}}$  реостатлари жилгичи юргизиб юбориш олдидан тўғри ўрнатилганми?

742. Аралаш уйғотишли двигательда (78-расм, в) чулғамлар шундай уланганки, улар ҳосил қиладиган оқимлар қарама-қарши йўналган. Бунда двигательнинг айланиш тезлиги номинал кучланишда номинал айланиш тезлигига нисбатан қандай?

743. Агар реостат жилгичи а) юқорига (79-расм, а); б) пастга (79-расм, б) сурилса, ўзгармас ток двигательни якорининг барқарор токи қандай ўзгаради? Двигатель валидаги моментни ўзгармас деб ҳисобланг.



79-расм. 743-масалага оид

744. Ўзгармас ток двигательлари қуйидаги маълумотларга эга:  $P_{\text{ном}} = 50$  кВт;  $U_{\text{ном}} = 220$  В;  $I_{\text{ном}} = 250$  А. Агар ишга тушириш вақтида якорь токи  $2,3 I_{\text{ном}}$  га тенг бўлса, якорь қаршилиғини ва ишга тушириш реостати қаршилиғини топинг.

745. Агар ишга тушириш реостатининг энг катта қаршилиғи 5 Ом ва тармоқ кучланиши 120 В бўлганда ишга тушириш momentiда ток 20 А бўлса, параллел уйғотишли двигатель якорининг қаршилиғи ишга тушириш momentiда қанча бўлишини топинг.

746. Агар ишга тушириш токи якорининг ҳисобланган токидан 2 марта кўп,  $R_{\text{и}} = 1$  Ом бўлса, параллел уйғотишли двигатель якори учун ишга тушириш қаршилиғини топинг. Двигатель 180 В кучланишга мўлжалланган. Якорь токи 15 А.

747. Олдинги масала шартларига кўра ишга тушириш реостати бутунлай чиқарилгандаги ишга тушириш токини аниқланг.

748. Агар уйғотиш чулғами ишга тушириш реостатидан кейин уланса, параллел уйғотишли ўзгармас ток двигателини ишлатиб юбориш мумкинми?

749. 80-расм, *a* да параллел уйғотишли ўзгармас ток двигателининг  $n=f(M)$  боғланиш графиги берилган. Двигатель *A*, *B* ва *C* нуқталарга мос келган режимларда ишлаганда якорь чулғамидаги тоқлар қандай муносабатда бўлади?

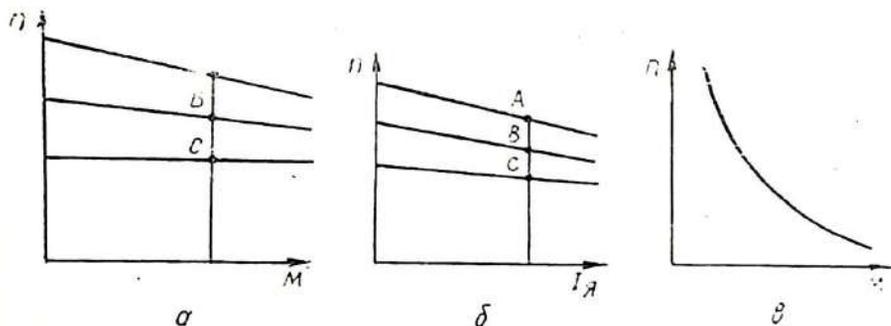
750. 80-расм, *b* да параллел уйғотишли ўзгармас ток двигателининг боғланишлари  $n=f(I_A)$  берилган. Якорь токи бир хил бўлганда *A*, *B* ва *C* нуқталарга мос келувчи режимларга двигатель эришадиган моментлар қандай муносабатда бўлади?

751. Кетма-кет уйғотишли двигателининг механикавий характеристикасига қараб (80-расм, *в*), нима учун бу двигателлар (қуввати унча катта бўлмаган двигателлар) фақат нагрузка остида ишга туширилишини тушунтиринг.

752. Электродвигатель ишлаётган вақтда унинг айла-ниш тезлигини ишга тушириш реостати билан ростлаш мумкинми?

753. Нима учун таъминлаш манбаи қутблилигининг ўзгариши параллел уйғотишли ўзгармас ток двигателининг реверсланишига олиб келмайди?

754. Динамик тормозлашни амалга ошириш мумкин бўлсин учун параллел ва аралаш уйғотишли двигател-



80- расм. *a* — 749- масалага онд, *b* — 750- масалага онд, *v* — 751- масалага онд

лар схемасига (78- расм, а, в) яна қандай элементлар қўшиш кераклигини кўрсатинг.

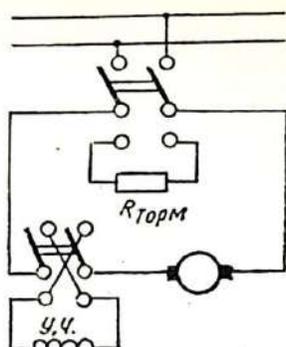
755. Агар якорнинг айланиш тезлиги (ташқи кучлар таъсирида) идеал салт юришдаги айланиш тезлигидан катта бўлиб қолса, параллел уйғотишли двигатель қандай режимда ишлайди?

756. Қуйидаги ифода параллел уйғотишли двигательнинг қандай тормозлаш усулига мос келади:

$$I_{я} = \frac{U + E}{R_{я} + R_{кўш}} .$$

757. Кетма-кет уйғотишли двигательни динамик тормозлаш учун 81- расмда тасвирланган схема қўлланилади. Шу схеманинг ишлаш принципини тушунтиринг.

758. Электромеханикавий юритмалар учун қандай ҳолларда: а) параллел уйғотишли; б) кетма-кет уйғотишли; в) аралаш уйғотишли двигательлардан фойдаланиш мақсадга мувофиқ бўлади?



81- расм. 757- масалага оид

## САНОАТ ЭЛЕКТРОНИКАСИ АСОСЛАРИ

## 31-§. ЭЛЕКТРОН АСБОБЛАР

Модда сиртидан электронларнинг чиқиш ҳодисаси эмиссия деб юритилади, бу ҳодисани қандай тарзда содир бўлишига қараб термоэлектрон эмиссия, фотоэлектрон эмиссия ва электростатик эмиссия бўлади.

Қиздирилган сиртнинг бирлик юзидан чиқаётган эмиссия токининг зичлиги температурага боғлиқ:

$$j = k_A T^2 e^{-\frac{B_2}{T}} \text{ [A/m}^2\text{]}, \quad (145)$$

бунда  $k_A$  ва  $B_2$  — доимий катталиклар.

Икки электродли лампа — диод энг оддий электрон асбобдир. Диоднинг асосий статик характеристикаси вольт-ампер характеристика бўлиб, уни анод характеристика дейиш қабул қилинган, Диод параметрлари қуйидаги ифодадан аниқланади:

$$R_1 = \frac{1}{S_1} = \frac{\Delta U_a}{\Delta I_a}, \quad (146)$$

бунда  $\Delta U_a$  ва  $\Delta I_a$  — анод кучланиш ва токининг ўзгариши;  $R_1$  — ички қаршилик, Ом;  $S_1$  — вольт-ампер характеристика эгрилиги, А/В.

Уч электродли лампа — триоднинг анод токи катталиги анод кучланиши катталиги қандай аниқланса, тўр кучланиш катталиги ҳам шундай аниқланади. Шунинг учун лампа ишини икки статик характеристика: анод  $I_a = f(U_a)$  ва анод-тўр  $I_a = f(U_g)$  характеристика билан баён қилинади. Триод характеристикалари учун  $R_1$  ва  $S_1$  параметрлардан ташқари ва яна қуйидаги икки параметр киритилади:

$$\begin{aligned} I_a = \text{const} \text{ да } k_{\mu} &= -\frac{\Delta U_a}{\Delta U_g}, \\ U_a = \text{const} \text{ да } s_a &= \frac{\Delta I_a}{\Delta U_g}, \end{aligned} \quad (147)$$

бунда  $k_{\mu}$  — статик кучайтириш коэффициентини бўлиб, тўртинг потенциал орттирмаси  $\Delta U_g$  аноднинг потенциал орттирмаси  $\Delta U_a$  га қараганда анод токига неча марта кучлироқ таъсир қилишини кўрсатади;  $s_a$  — анод-тўр характеристика эгрилиги, А/В.  $s_a$ ,  $R_i$  ва  $k_{\mu}$  параметрлар ўртасида қуйидаги боғланиш мавжуд:

$$s_a R_i = k_{\mu}. \quad (148)$$

Электрон схемаларда триодлар билан бир қаторда тўрт ва беш электродли лампалар (тетродлар ва пентодлар) кенг қўлланади. Улар  $k_{\mu}$ ,  $s_a$ ,  $R_i$  ва  $S_i$  параметрлар билан характерланади:

### Масалалар

759. Агар  $k_A = 10^{-1}$  А/(град<sup>2</sup>·мм<sup>2</sup>) бўлса, 300, 350, 400 К температураларгача қиздирилган сиртнинг бирлик юзидан чиққан эмиссия токи зичлигини топинг;  $B_3 = 3500$  К.

760.  $k_A = 10^{-5}$  А/град<sup>2</sup>·мм<sup>2</sup>) бўлса, 300 ÷ 400 К температуралар диапозонида  $j = f(T)$  боғланиш графигини ясанг:  $B_3 = 3500$  К. Температуралар интервалини 20 К қилиб танланг.  $T \rightarrow 0$  ва  $T \rightarrow \infty$  да термоэлектрон эмиссия токининг зичлиги нимага тенг?

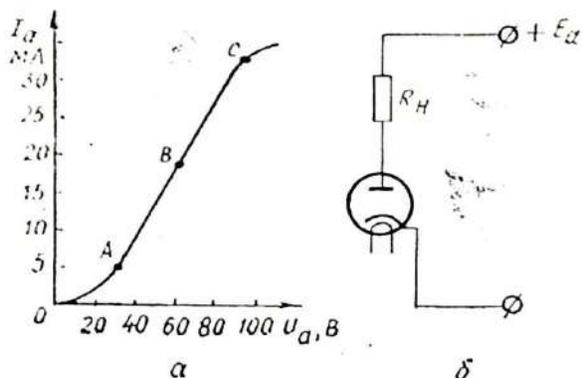
761\*. 400 К да  $j = 10^3$  А/м<sup>2</sup>, 500 К да  $j = 3 \cdot 10^3$  А/м<sup>2</sup> эканлиги экспериментал усул билан аниқланди.  $k_A$  ва  $B_3$  коэффициентларни топинг.

762. Бир схемага бевосита чўғланма катодли лампа, иккинчи схемага эса билвосита чўғланма катодли лампа уланган. Чўғланма қуввати  $P_{чўғ}$  ва анод кучланишлари  $U_a$  бир хил бўлганда қайси ҳолда анод токи катта бўлади?

763. Анодда манфий кучланиш катта бўлганда диодда тескари ток бўлишини тушунтиринг.

764. Агар: 1)  $\Delta U_a = 10$  В ва  $\Delta I_a = 20$  мА; 2)  $R_i = 500$  Ом бўлса, диоднинг вольт-ампер характеристикаси эгри чизигини аниқланг.

765. Лампанинг чўғланиш кучланиши 6 В, лампанинг тўйиниш токи 0,5 А. Агар занжирдаги ток эмиссия токидан 2 марта кичик бўлса, бевосита қиздириш катодининг чўғланиш занжири қаршилиги  $R_{чўғ}$  ни ҳисобланг.



82- расм. *a* — 766- масалага онд, *б* — 768-масалага онд

766. 82-расм, *a* да электровакуум диоднинг экспериментал анод характеристикаси кўрсатилган. *A*, *B* ва *C* нуқталарга мос келган режимда ички қаршилиқни ва лампанинг эгрилик характеристикасини топинг.

767. Агар кучланишни 10 дан 20 В гача оширганда ток 40 мА га ўзгарса, кучланишни 20 дан 30 В гача оширганда 20 мА га ўзгарса, диоднинг  $S_i$  вольт-ампер характеристикаси эгрилиги қандай ўзгаради?

768. 82- расм, *б* да диодни улашнинг энг оддий схемаси кўрсатилган.  $E_a=120$  В. 82-расм, *a* да келтирилган анод характеристикага асосан  $R_H=12; 6$  ва  $4$  кОм да анод кучланишини ва лампа токини аниқланг.

769. Лампага 10 мА токда 500 В кучланиш қўйилган. Тўғри қиздириш катоднинг таъминлаш занжирига  $U_{\text{чўғ}}=6$  В ли манба уланган.  $R_{\text{кат}}=10$  Ом. Ҳар секундда анод ва катоддан қандай миқдорда иссиқлик ажралади?

770. Кенотроннинг анод кучланиши 60 В бўлганда, анод токи 120 мА га тенг. Агар мана шу участкада анод характеристикаси эгрилиги 5 мА/В ни ташкил қилса, анод кучланиши 80 В бўлганда анод токининг қиймати қандай бўлишини аниқланг.

771.  $U_H=100$  В бўлганда бир ярим даврли тўғрилагич нагрузка занжиридаги ток 10 мА га тенг. Агар диодга рухсат этилган ток 20 мА ва  $R_i=0,5$  кОм бўлса, нагрузкага параллел қилиб қандай минимал қаршилиқ улаш мумкин?

772. Агар рухсат этилган ток  $0,1 \text{ A}$ , таъминлаш манбадан схема истеъмол қилаётган қувват  $10 \text{ Вт}$  га тенг бўлса,  $R_i = 50 \text{ Ом}$  бўлган электровакуум лампа нагрукасининг минимал қаршилигини аниқланг.

773.  $U_g$  кучланиш ишорасига боғлиқ ҳолда  $U_a$  кучланиш доимий бўлганда триоддаги  $I_a$  ток қандай ўзгаради?

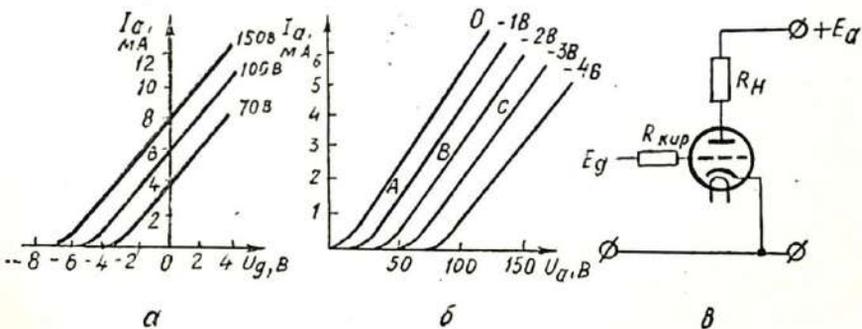
774. Қуйидагилар берилган: 1)  $\Delta U_a = 20 \text{ В}$  ва  $\Delta U_g = 1 \text{ В}$ ; 2)  $s_a = 10 \text{ mA/V}$  ва  $S_i = 2 \text{ mA/V}$ ; 3)  $R_i = 1 \text{ кОм}$ ;  $\Delta I_a = 2 \text{ mA}$  ва  $\Delta U_d = 1 \text{ В}$ . Триоднинг кучайтириш коэффициентини нимага тенг?

775. 83-расм, *а*, *б*, да электровакуум триоднинг анод-тўр ва анод характеристикалари (экспериментал) кўрсатилган. Лампанинг ички қаршилигини, анод ва анод-тўр характеристикалари эгриликларини *A*, *B* ва *C* нуқталарга мос келувчи режимларда лампанинг кучайтириш коэффициентини топинг.

776. Агар тўр кучланиши  $1 \text{ В}$  га ўзгарганда анод токи  $20 \text{ mA}$  га, анод кучланиш эса  $20 \text{ В}$  га ўзгариши лозим бўлса, триоднинг  $k_{\mu}$  ва  $R_i$  катталиклари қандай бўлиши керак?

777. Агар рухсат этилган анод кучланиш  $150 \text{ В}$  бўлса, кириш кучланиши  $0,5 \text{ В}$  га ўзгарганда анод кучланиш  $100$  дан  $140 \text{ В}$  гача ортса, триоднинг максимал кучайтириш коэффициентини аниқланг.

778. Триоднинг кириш қаршилиги  $1 \text{ МОм}$ . Кириш сигнали  $U = 15 \text{ В}$  бўлганда тўр кучланиши  $5 \text{ В}$  дан кам бўлмаслиги учун созлаш вақтида унга кетма-кет қилиб қандай максимал қаршилик улаш мумкин?



83- расм. *а*, *б* — 775, 779- масалаларга онд, *в* — 780- масалага онд

779. Анод характеристикалардан фойдаланиб (83-расм, б) анод кучланиши 50 ва 120 В бўлганда триоднинг анод-тўр характеристикаларини ясанг.

780.\* 83-расм, в да триодни улашнинг энг оддий схемаси кўрсатилган.  $E_a = 180$  В,  $E_g = -3$  В. 83-расм а, б да келтирилган анод-тўр ва анод характеристикаларга кўра лампанинг  $R_{II} = 30$  кОм,  $R_{кир} = 0,5$  кОм да анод токини, тўр ва анод кучланишини аниқланг.

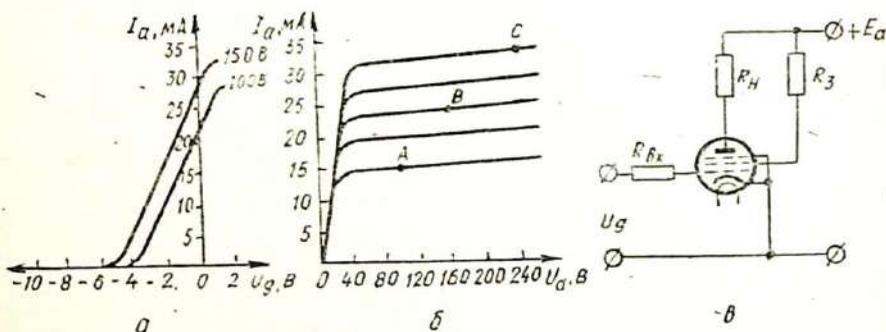
781.  $s_a = 10$  мА/В ва  $R_i = 10$  кОм да триоднинг кучайтириш коэффициенти нимага тенг?

782. Агар бирор токда пентод анодидаги кучланиш 100 В га ўзгарса, пентоднинг бошқарилувчи тўрида кучланишнинг ўзгариш катталигини ҳисобланг.  $k_{\mu} = 20, 50, 100$ .

783. Пентоднинг 84-расм, а, б да келтирилган анод-тўр ва анод характеристикаларига кўра ички қаршиликни, анод-тўр ва анод характеристикалар эгрилигини, А, В ва С нуқталарга тўғри келган режимларда лампанинг кучайтириш коэффициенти топинг.

784. Анод характеристикаларидан фойдаланиб (84-расм, б), пентоднинг 50 ва 250 В кучланишда анод-тўр характеристикаларини ясанг.

785\*. 84-расм, в да пентодни улашнинг энг оддий схемаси келтирилган.  $E_a = 300$  В;  $E_g = -4$  В. Бу лампанинг анод-тўр ва анод характеристикалари 84-расм, а ва б да келтирилган.  $R_{II} = 2$  кОм;  $R_{кир} = 0,1$  кОм да лампанинг анод токини, бошқарувчи кучланишини аниқланг.



84-расм. а, б — 783, 784-масалаларга онд, в — 785- масалага онд

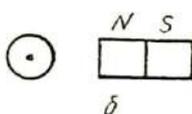
786. Электрон асбобларнинг 82, 83, 84-расмда келтирилган анод характеристикаларидан фойдаланиб, ўзгармас ва ўзгарувчан ток учун  $A$  нуқтага мос келган режимларда лампанинг ички қаршилигини топинг.

787. Осциллограф экранида электрон асбобларнинг анод ва анод-тўр характеристикаларини кузатиш имконини берадиган принципиал электр схема тузинг.

788. 85-расм,  $a$  ва  $b$  га кўра: а) электр майдон таъсири остида; б) магнитвий майдон таъсири остида дастанинг оғиш йўналишини аниқланг.



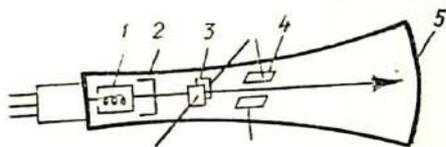
$a$



$b$

85- расм. 788- масалага оид

789<sup>1</sup>. Қуйидаги ҳолларда телевизорнинг ЭЛТ экранида растр қандай ўзгаради: а) вертикал ва горизонтал пластин-



86- расм. ЭЛТ қурилмаси:

1 — электрон прожектор, 2 — фокусиаш системаси, 3 — горизонтал оғдириш қурилмаси, 4 — вертикал оғдириш қурилмаси, 5 — экран

каларга ўзгармас (доимий) кучланиш берилганда; б) вертикал оғдириш пластинкаси  $Y$  га тўғри бурчак шаклидаги импульс кучланиши берилганда; в) горизонтал оғдириш пластинкаси  $X$  га синусоидал шаклдаги кучланиш берилганда?

790. ЭЛТ нинг горизонтал ва вертикал оғдирувчи пластинкаларига 5 В ўзгармас кучланиш берилган. Агар горизонтал ва вертикал оғдирувчи қурилмаларнинг сезгирлиги мос равишда 3 ва 5 мм/В га тенг бўлса, экран марказидан шуълаланувчи нуқтагача бўлган масофани аниқланг.

791. ЭЛТ нинг экрани диаметри 30 мм дан иборат бўлган доирадан иборат. Агар нурни оғдириш катталиги 5 мм/В сезгирликка тўғри келса, ЭЛТ нинг оғдирувчи қурилмаларига қандай максимал кучланиш бериш мумкин?

<sup>1</sup> 789, 790, 791, 793, 794-масалада ЭЛТ горизонтал ва вертикал оғдирувчи қурилма сифатида пластинкалардан фойдаланилади.

792. Осциллограф ўрнатилган хонада ёруғлик оқими катталиги 500 лм га тенг. Агар 1 кВ кучланишда диаметри 2 мм бўлган шуълаланувчи нуқтанинг ёритувчанлиги  $2,5 \cdot 10^8$  лм/м<sup>2</sup> бўлса, электрон прожекторга қандай минимал кучланиш бериш лозим? Нуқтанинг ёритувчанлиги электрон прожектор кучланишига чизигий боғланган деб ҳисобланган.

793. Электрон-нур трубканинг вертикал оғдирувчи пластинкаларига ҳақиқий қиймати 50 В бўлган синусодал ўзгарувчан кучланиш қўйилган. Нурнинг силжиши 20 мм. Нурни мана шу масофага (катталikka) силжиши учун қанча ўзгармас кучланиш бериш лозим?

794\*. Шуълаланувчи нуқта экранда айлана ясаши учун ЭЛТ нинг оғдирувчи пластинкаларига қандай шаклда сигнал бериш лозим?

795. Яримўтказгичли асбобларга қараганда электрон асбобларнинг қандай афзалликлари бор?

### 32-§. ИОН (ГАЗ РАЗРЯД) АСБОБЛАР

Ион асбобларнинг ишлаши электр майдони таъсири остида газли муҳитда биқсима ва ёй разрядга асосланган.

Лампавий стабилитрон икки электродли газ тўлдирилган асбоб бўлиб, унинг ишлаши биқсима разряднинг хоссаларига асосланган. Анод ток нисбатан жуда катта ўзгарганда ёниш кучланишини амалда ўзгартиришсиз тутиб туради.

Совуқ катодли тиратрон уч электродли газ тўлдирилган асбоб бўлиб, унинг асосий характеристикаси ишга тушириш характеристикасидир. Бу характеристика ёниш кучланиши ва тўр кучланиши ўртасидаги  $U_c = f(U_g)$  боғланишни ифодалайди:

$$I_a = \frac{E_a - U_r}{R_n}, \quad (149)$$

бунда  $U_r$ —тиратрондаги кучланиш;  $R_n$ —нагрузка қаршилиги.

Газотрон газ тўлдирилган диоддан иборат бўлиб, унинг ишлаши анод ва катод ўртасидаги фазода бўладиган ёй разрядга асосланган. Бошқарилувчи ёй разрядли асбоблар сифагида тиратронлардан фойдаланилади. Улар конструктив жиҳатидан газ тўлдирилган триодлар ёки пентодлар каби тайёрланади.

796. Бошланғич ионланиш, яъни электр майдон бўлмаганда газда зарядланган зарраларнинг бўлиши қандай аниқланади?

797. Газ разрядли лампанинг дифференциал қаршилиги  $R_d=10$  Ом. Қуйидагиларни: а) ток 10 дан 100 мА гача оширилганда стабилитрондаги кучланиш қандай ўзгаришини; б) таъминлаш кучланиши 0,4 В га ўзгарганда биқсима разряд участкасида ток қандай ўзгаришини аниқланг.

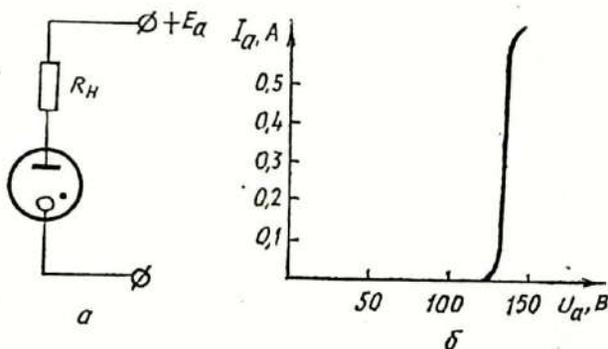
798. Шундай дифференциал қаршиликли стабилитрон танлангки, унда ток 50 мА га ўзгариши билан 100 В кучланишга тенг бўлган стабилитрон кучланишининг ўзгариши 1% дан ошмасин.

799. Лампали стабилитроннинг вольт-ампер характеристикаси симметрик бўлиши, яъни таъминлаш манбаининг қутблилиги ўзгарганда ҳам характеристика ўзгармаслиги учун у конструктив жиҳатдан қандай бўлиши керак?

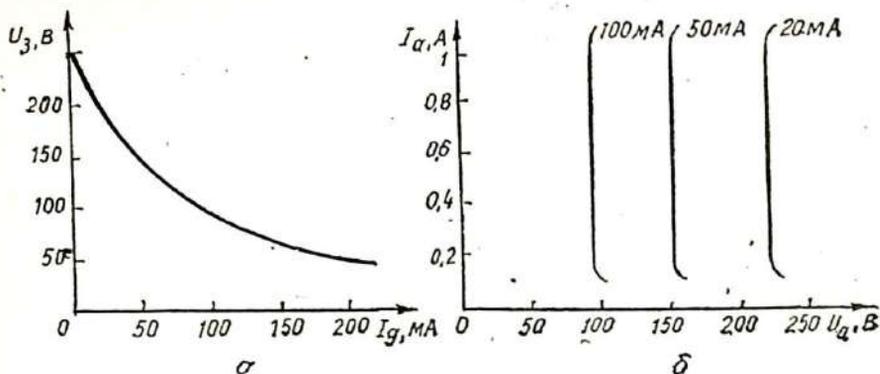
800. 87- расм, а да стабилитронни улашнинг энг оддий схемаси кўрсатилган,  $E_a=220$  В. Лампанинг анод характеристикаси 87- расм, б да кўрсатилган.  $R_H=2; 1; 0,5$  кОм да лампанинг анод токини ва дифференциал қаршилигини аниқланг.

801. Агар анодга берилаётган кучланиш 50 В, анод ток 30 мА, нагрузкавий қаршилик катталиги 1 кОм бўлса, тиратроннинг кучланиши нимага тенг бўлади?

802. 88- расм, а, б да совуқ катодли тиратроннинг ишга тушириш ва вольт-ампер характеристикаси кўр-



87- расм. 800- масалага оид



88- расм. 802- масалага оид

сатилган. Ток 400 мА бўлганда ва турлича ишга тушириш тоқларида тиратроннинг дифференциал қаршилигини аниқланг. Агар ёниш кучланиши  $U_e = 80, 130, 180$  В бўлса, ишга тушириш тоқи қанча бўлганда тиратрон ёнади?

**803.** Тиратрон занжиридаги нагрузкада ажралаётган қувватни ва схеманинг ф. и. к. ни аниқланг, бунда  $E_a = 150$  В;  $U_r = 100$  В;  $R_{II} = 1$  кОм.

**804\*.** Совуқ катодли тиратронни  $U_e = 100$  В да ёндириш учун унинг тўрига қандай ток керак бўлади? Бунда  $I_g$  ни 1 дан 5 мА гача оширганда кучланиш 120 дан 60 В гача чизиқли ўзгаради.

**805.** Тиратрон ва резистордан иборат таъминлаш манбаи э. ю. к. ини 10 В га ўзгартирганда анод тоқи бир ярим марта ортди. Агар ёнаётган тиратрондаги кучланиш 10 В, резисторнинг қаршилиги 1 кОм бўлса, анод тоқининг дастлабки катталигини аниқланг.

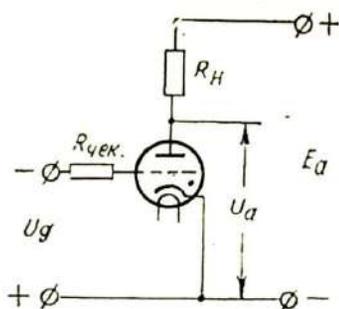
**806.**  $I_a = 0,1$  А бўлганда ёнаётган тиратрондаги кучланиш 50 В дан кам бўлмаслиги учун анод кучланиши манбаи э. ю. к. ининг минимал катталиги қанча бўлиши керак? Нагрузка қаршилиги 1 кОм.

**807.** Газотрон занжиридаги резисторнинг ёнишига тўғри келувчи қаршилигини аниқланг. Бунда  $U_e = 100$  В;  $I_e = 50$  мА ва  $U_{таъм} = 150$  В.

**808.** Тиратроннинг тўр кучланишини 1 дан 5 В гача ўзгарганда ёниш кучланиши 100 дан 70 В гача

чизиқли ўзгарди. Тиратронни 80 В да ёндириш учун керак бўладиган тўр кучланиши катталигини топинг.

809\*. 89- расмда тиратронни улашнинг энг оддий схемаси кўрсатилган. Ёй разряднинг бошланишидаги кучланиш 140 В ва ток 10 А. 10 дан 100 А гача участкадаги дифференциал қаршилик 0,1 Ом,  $R_{II} = 5$  Ом;  $E_a = 250$  В. Тиратроннинг анод токини аниқланг. Лампанинг бошқарилувчи тўридаги чекловчи қаршилик  $R_{чек}$  нима учун хизмат қилади?



89- расм. 809- масалага оид

810. Нима учун ион лампада катод сирти анод сиртидан каттароқ бўлиши лозим?

### 33- §. ЯРИМЎТКАЗГИЧЛИ АСБОБЛАР

Яримўтказгичли асбобларнинг ўтказувчанлиги иссиқлик ва қўшилма характерда бўлади. Термоқаршилик ёки терморезистор энг оддий яримўтказгичли асбобдир.

Терморезисторнинг асосий статистик характеристикаси иш жисм қаршилигининг температурага боғлиқлигидир. Уни температуравий характеристика деб аталади.

$$R_T = R_\infty e^{\frac{B_T}{T}}, \quad (150)$$

бунда  $R_\infty$  ва  $B_T$  — паспорт маълумотларида кўрсатилган доимий коэффициентлар.

Электрон-тешик ўтишли яримўтказгичли асбоблар энг кўп тарқалган. Электрон-тешик (ёки  $p - n$ -ўтиш) ўтиш электрон ва тешик ўтказувчанликка эга бўлган икки яримўтказгичли соҳанинг контакт жойида ҳосил бўладиган беркитувчи қатламдан иборат.

Диод бу битта  $p - n$ -ўтишли яримўтказгичли асбоб бўлиб, қўйилган кучланишнинг қутблилиги ўзгарганда унинг қаршилиги турлича бўлади. Диодни тўғри улаганда қаршилик унча катта бўлмайди, тескари улаганда эса қаршилик жуда катта бўлади.

Яримўтказгичли диод муҳитнинг температурасига ниҳоятда сезгирлиги билан характерланади (айниқса у тескари уланганда). Шунинг учун диод температура характеристикаси деган тушунча киритилади:

$$I_o = I_{o1} e^{\left( \frac{B_d}{T_1} - \frac{B_d}{T} \right)}, \quad (151)$$

бунда  $I_{o1}$  — муҳит температураси  $T_1$  бўлгандаги тескари ток;  $B_d$  — доимий коэффициент.

Иккита  $p-n$ -ўтишли яримўтказгичли асбобларга транзистор деб аталади. Умумий эмиттерли схемада база токи  $I_b$  бошқарувчи ток бўлади, умумий базали схемада эса эмиттер токи  $I_e$  бошқарувчи ток бўлади. Умумий эмиттерли схемада коллектор токи  $I_k$  нинг база токи  $I_b$  га боғлиқлиги қуйидаги тенглама билан аниқланади:

$$I_k = \beta (I_b + I_{k.o}), \quad (152)$$

бунда  $\beta$  — кучайтириш коэффициенти;  $I_{k.o}$  — база соҳа ва  $I_e = 0$  бўлганда коллектор соҳа ташувчилари билан аниқланадиган ток.

Умумий базали схемада қуйидагига эга бўламиз:

$$I_k = \alpha I_e + I_{k.o}, \quad (153)$$

бунда  $\alpha$  — кучайтириш коэффициенти.  $\alpha$  ва  $\beta$  коэффициентлар ўртасида қуйидаги боғланиш мавжуд:

$$\alpha = \frac{\beta}{1 + \beta}. \quad (154)$$

Температура ортиши билан  $I_{k.o}$  ток ҳам ортади:

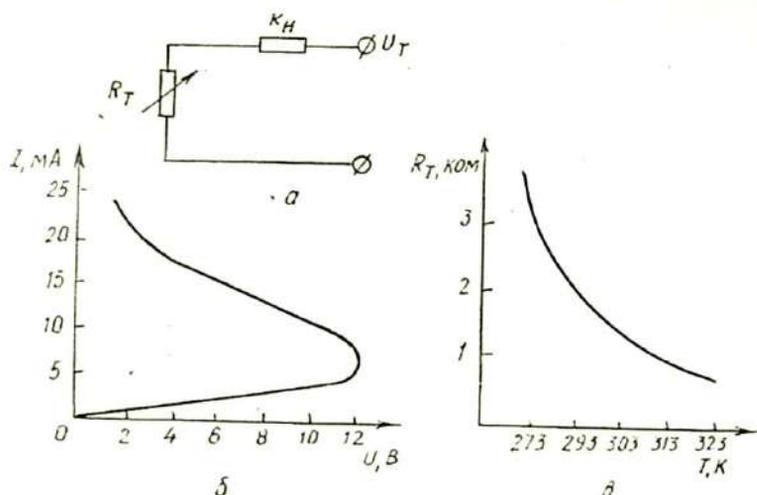
$$I_{k.o} = I_{k.o1} e^{\left( \frac{B_k}{T_1} - \frac{B_k}{T} \right)}, \quad (155)$$

бунда  $I_{k.o1}$  — температура  $T_1$  бўлгандаги  $I_{k.o}$  ток.

### Масалалар

811. Германийли ва кремнийли яримўтказгичларнинг юқори қаттиқликда бўлиши нима билан тушунтирилади?

812. Қуйида келтирилган қайси бирикмалар: фосфор, алюминий, мишьяк, сурьма, галлий, бор, кремний, углерод (карбонат ангидрид) германийли яримўтказгичга электрон ва тешик ўтказувчанлик беради?



90- расм. а, б — 813- масалага оид, в — 814- масалага оид

**813.** 90- расм, а ва б да терморезисторни улашнинг энг оддий схемаси ва унинг вольт-ампер характеристикаси келтирилган. Терморезисторга кетма-кет қилиб 5;1; 0,8 кОм ли қаршилик уланган бўлса, терморезистор токи ва кучланишини топинг.

**814\*.** Терморезисторнинг температуравий характеристикасига мос қилиб (90- расм, в)  $T = 273$  ва  $310$  К бўлган чизиқли қисмида терморезисторнинг вольт-ампер характеристикасини ясанг. Бунда 90- расм, б да келтирилган вольт-ампер характеристикаси  $293$  К температурага тўғри келади.

**815<sup>1</sup>.**  $350$  К терморезистор қаршилигини топинг. Температура  $300$  К бўлганда қаршилик  $10$  кОм,  $B_T = 6000$  К.

**816.**  $300$  К да терморезисторнинг қаршилиги  $100$  кОм га тенг. Агар  $B_T = 4600$  К бўлса, қаршиликнинг  $50$  кОм ва  $150$  кОм қийматлари муҳитнинг қандай температурасига мос келади?

**817.**  $R_\infty = 1$  Ом ва  $B_T = 4600$  К ли терморезистор ва  $1$  кОм нагрузкали занжирда  $U_{\text{таъм.}} = 50$  В да ток  $0,1$  А дан ошмаслиги учун муҳитнинг рухсат этиладиган температураси қанча бўлишини аниқланг.

<sup>1</sup> 815 — 819 масалаларда терморезисторнинг  $\mu$ иш режими унинг вольт-ампер характеристикасининг чизиқли қисмига тўғри келади, деб ҳисобланг.

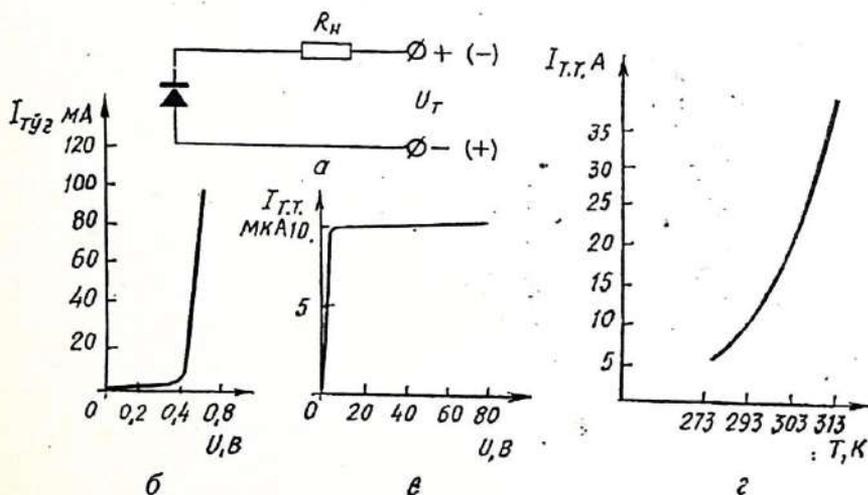
818.  $R_{\infty} = 1$  Ом ва  $B_T = 4000$  К ли терморезистор ва  $R_H = 10$  кОм бўлган нагрузка резистори кетма-кет улашиб занжир тузилган. Агар  $U_{\text{таъ.м.}} = 50$  В, муҳит температураси 300 К бўлса, шу занжирдаги ток нимага тенг?

819\*. Температуралар интервали 300—330 К бўлганда  $R_{\infty} = 0,02$  Ом ва  $B_T = 4500$  К ли терморезисторнинг температуравий характеристикаси графигини ясанг ва  $T_1 = 315$  К ва  $T_2 = 325$  К да терморезисторнинг қаршилиги катталигини график тарзда топинг.

820. 91- расм, *а* да яримўтказгичли диодни тўғри улашнинг энг оддий схемаси кўрсатилган. Бунда  $U_{\text{таъ.м.}} = 2$  В. Агар диоднинг вольт-ампер характеристикаси 91- расм, *б* да келтирилганга мос келса  $R_H = 10, 20, 50$  Ом да диод кучланишини ва токини аниқланг.

821. 91- расм, *а* да яримўтказгичли диодни тескари улашнинг энг оддий схемаси кўрсатилган. Бунда  $U_{\text{таъ.м.}} = 100$  В. Диоднинг 91- расм, *в* да кўрсатилган вольт-ампер характеристикасига кўра  $R_H = 8,01; 1$  кОм да диод кучланишини ва токини топинг.

822\*. Диод тескари токининг температуравий характеристикасидан фойдаланиб (у 91- расм *г* да келтирил-



91- расм. *а, б* — 820- масалага онд, *в* — 821- масалага онд, *г* — 822- масалага онд

ган), 273 ва 313 К температураларда диоднинг вольт-ампер характеристикасини ясанг. Вольт-ампер характеристикаси (91- расм, *в* га қаранг) 293 К температурага мос келади, дифференциал қаршилик эса  $R_d(T) = \text{const}$ .

823. Агар тескари ток 150 мкА, диоднинг рухсат этилган кучланиши 100 В дан ортмаслиги лозим бўлса, диодли ва нагрузкаси  $R_n = 100$  кОм бўлган резисторли схемани таъминлаш кучланишининг максимал қийматини топинг.

824. 820- ва 821- масала шартларидан фойдаланиб, диодни тўғри ва тескари улагандаги дифференциал қаршиликни аниқланг.

825. 91- расм, *а* даги схемада нагрузка қаршилиги катталигини ҳисобланг. Бунда  $U_{\text{таъм.}} = 6$  В, диодда кучланиш 0,5 А бўлганда ток 11 мА га тенг.

826. Диодни тескари улаганда ток 1 мА дан ошмаслиги учун  $T_1 = 300$  К ва  $V_d = 6000$  К да  $I_{o1} = 25$  мкА ли диоддан муҳитнинг температураси қандай бўлгунга қадар фойдаланиш мумкин?

827\*. Агар  $T_1 = 290$  К да  $I_{o1} = 10$  мкА бўлса,  $T_2 = 330$  К да токнинг экспериментал қиймати  $I_{o2} = 50$  мкА га кўра,  $V_d$  доимий катталикини аниқланг.

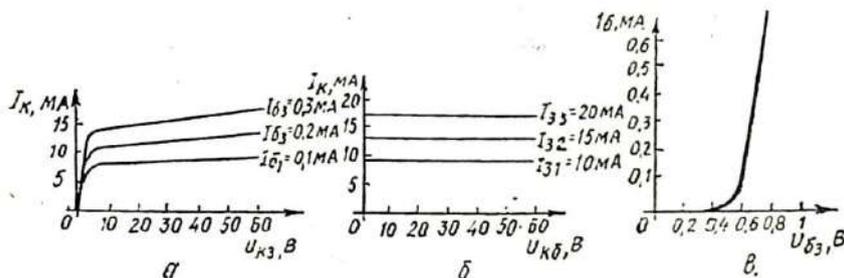
828. Агар 300 К да диод тескари токи 10 мкА га тенг,  $V_d = 7500$  К бўлса, 350 К да тескари ток қанча бўлишини ҳисобланг.

829\*. 293 К ва  $V_d = 6000$  К бўлганда  $I_{o1} = 10$  мкА ли диод тескари токининг температуравий характеристикасини 300 дан 320 К температуралар интервалида ясанг. 308 ва 314 К температурада ток катталигини графикдан топинг.

830. Умумий эмитерли схемада транзисторнинг вольт-ампер характеристикалари 92- расм, *а* да келтирилган. 40 В кучланишда токка қараб транзисторнинг кучайтириш коэффициентини топинг.

831. Умумий базали схемада транзисторнинг вольт-ампер характеристикалари 92- расм, *б* да кўрсатилган.  $R_n = 1; 2; 0,5$  кОм ва  $U_{\text{таъм.}} = 40$  В да транзисторнинг  $I_k$  токини ва  $U_{k,б}$  кучланишини топинг.  $I_3 = 10$  мА да транзисторнинг кучайтириш коэффициентини аниқланг.

832. Умумий эмитерли схемадаги транзисторнинг бошқарувчи токини топинг. Унинг кириш занжирига қаршилиги 4, 6, 8 кОм бўлган резистор уланган бў-



92- расм. а — 830- масалага онд, б — 831- масалага онд, в — 833- масалага онд

либ, таъминлаш манбаининг кириш кучланиши 2 В ни ташкил этади.

833\*. Агар  $U_{кнр} = 1$  В;  $R_{кнр} = 5$  кОм,  $U_{таъм.} = 50$  В;  $R_{н} = 1$  кОм бўлса, умумий эмиттерли схемада база токини, коллектор токини ва коллектор кучланишини топинг. Транзисторнинг кириш ва чиқиш характеристикалари 92- расм, а, в да келтирилган.

834. Олдинги масала шартдан фойдаланиб, ток бўйича кучайтириш коэффициентини ва умумий эмиттерли схемадаги транзистор кучланишини аниқланг.

835. Агар  $I_{к}$  ток 3,6 мА, дан ортмаса,  $I_{б} = 50$  мкА,  $I_{к.о} = 10$  мкА да умумий эмиттерли схемада транзисторнинг максимал кучайтириш коэффициенти  $\beta$  нимага тенг?

836. Агар  $I_{з} = 5$  мА;  $I_{к.о} = 0,05$  мА,  $I_{к} = 4,55$  мА бўлса, умумий базали схемада транзисторнинг кучайтириш коэффициентини топинг.

837. Умумий базали схемада тўйиниш участкасида транзисторнинг коллектор токи 50 мА га тенг. Агар таъминлаш кучланиши 60 В бўлса,  $U_{к.б}$  кучланиш 10 В дан ошмаслиги учун нагрузка қаршилиги қандай бўлиши керак?

838. Умумий эмиттерли схемада транзистордаги кучланиш 15 В. Агар  $\beta = 50$  бўлса, рухсат этилган қувват 0,75 Вт дан ( $I_{к.о} \approx 0$ ) ошмаслиги учун база занжирдаги рухсат этилган ток қанча бўлишини аниқланг.

839.  $T_{о1} = 300$  К,  $B_{к} = 6000$  К да  $I_{к}$  ток 100 мА дан ошмаслиги,  $I_{б} = 1$  мА,  $\beta = 90$ ,  $I_{о1} = 50$  мкА га тенг бўлиши учун умумий эмиттерли схемада транзисторни муҳитнинг температураси қанча бўлгунга қадар ишлатиш мумкин?

840. Агар  $I_{\text{э}} = 4,9$  мА;  $I_{\text{к}} = 5$  мА,  $I_{\text{к.о}} = 0,2$  мА бўлса, умумий базали схемада транзисторнинг кучайтириш коэффициентини қанча бўлишини аниқланг. Умумий эмиттерли схемада шу транзисторнинг кучайтириш коэффициенти нимага тенг?

841. Агар транзисторнинг кучайтириш коэффициенти 10 дан 30 гача ўзгарса, транзисторнинг боғланиш графиги  $\alpha = f(\beta)$  ни ясанг.  $\beta = 14, 21, 28$  да  $\alpha$  катталикни график тарзда топинг.

842\*. Транзисторнинг кучайтириш коэффициенти 30,  $I_{\text{к.о}} = 10$  мкА. Умумий базали ва умумий эмиттерли схемаларда  $I_{\text{к}}$ ,  $I_{\text{э}}$  ва  $I_{\text{б}}$  токни ҳисобланг. Бунда қуйидагилар маълум: иккала ҳолда ҳам  $I_{\text{к}}$  ток бир хил,  $I_{\text{э}} = 65 I_{\text{б}}$ .

843. Умумий эмиттерли схемада базанинг бошқарувчи токини 2 марта ўзгартирганда коллектор токи 10 мА га ортди. Агар  $\beta = 50$ ,  $I_{\text{к.о}} = 5$  мкА бўлса, база ва коллектор тоқларининг дастлабки қийматларини аниқланг.

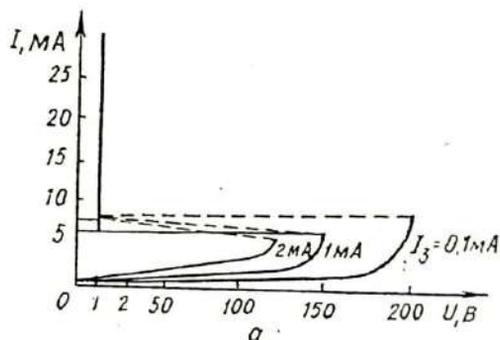
844. Умумий базали схемада  $I_{\text{к.о}}$  токни экспериментал аниқлаганда  $I_{\text{э.1}} = 1$  мА ва  $I_{\text{э.2}} = 2$  мА бошқарувчи тоқларга коллектор тоқининг  $I_{\text{к1}} = 0,98$  мА ва  $I_{\text{к2}} = 1,95$  мА қийматлари тўғри келди.  $\alpha$  ва  $I_{\text{к.о}}$  ни топинг.

845\*.  $T \rightarrow 0$  ва  $T \rightarrow \infty$  да яримўтказгичли асбобларнинг температуравий характеристикаларининг чегаравий шартларини аниқланг (150, 151 ва 155 формулалар).

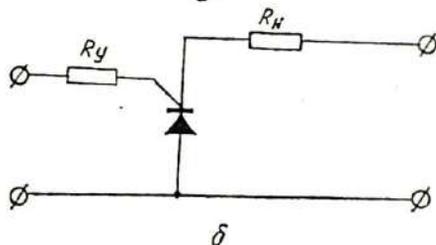
846. Осциллограф экранида транзисторларнинг вольт-ампер характеристикаларини кузатишга имкон берувчи қурилманинг принципиал электрик схемасини тузинг.

847. 93- расм,  $a$  да тиристорнинг вольт-ампер характеристикалари оиласи кўрсатилган.  $I_{\text{э}} = 2$  мА токда тиристордаги кучланишни аниқланг. Уловчи кучланишнинг ишга тушириш тоқига боғлиқлик графигини ясанг.

848\*. 93- расм,  $b$  да тиристори улашнинг энг оддий схемаси кўрсатилган.  $R_{\text{н}} = 100$  кОм; 25 кОм; 10 кОм ва  $U_{\text{таъм.}} = 250$  В да тиристор тоқи ва кучланишини аниқланг. 93- расм,  $a$  да келтирилган характеристикалардан фойдаланиб, тиристорнинг дифференциал қаршилигини нагрузка қаршилигига боғлиқлик графигини ясанг. Бунда  $I_{\text{э}} = 2$  мА.



93- расм. а — 847- масалага оид, б — 848- масалага оид



### 34- §. ФОТОЭЛЕКТРОН АСБОБЛАР

Фотоэлектрон асбобларда кўзга кўринадиган, инфракизил ва ультрабинафша нурланишлар чиқишда электр энергияга айлантирилади.

Фотоэлементлар сифатида электрон, нон ва ярим-ўтказгичли асбоблардан фойдаланилади. Улар шундай тайёрланганки, ёруғлик оқими ўзгариши билан уларнинг характеристикалари ҳам ўзгаради. Фотоэлементларнинг вольт-ампер характеристикасидан ташқари ёруғлик ва спектрал характеристикалари ҳам бор. Ёруғлик характеристикаси асбоб токининг кучланиш доимий бўлганда ёруғлик оқимига боғлиқлигини кўрсатади. Ёруғлик характеристикасининг муҳим параметри фотосезгирликдир:

$$s_{\phi} = \frac{\Delta I_{\phi}}{\Delta \Phi} \text{ [A/лм]}, \quad (156)$$

бунда  $\Delta I_{\phi}$  — фотоэлемент токининг ўзгариши бўлиб,  $\Delta \Phi$  оқим ўзгаришига мос келади.

Спектрал характеристика фотосезгирликнинг ёруғлик тўлқин узунлигига ёки асбобнинг кучланиши ва ёруғлик оқими доимий бўлганда нурланиш спектрига боғлиқлигини кўрсатади.

### Масалалар

849. Электрон фотоэлементларнинг катод сиртларини ишқор-ер группа металлари билан активлаштириш металлларнинг активлик қатори асосида қандай тушунтирилади?

850. Фотокатод температураси оширилганда фотоэлементнинг қоронғи токи қандай ўзгаради? Катоди қиздириладиган электрон лампаларда электрон оқими олиш учун фотокатодлардан фойдаланиш мақсадга мувофиқми?

851. Ёруғлик оқими 10 лм га ўзгарганда анод ток 20, 70, 150 мкА га ўзгаради. Шу фотоэлементнинг сезгирлигини аниқланг.

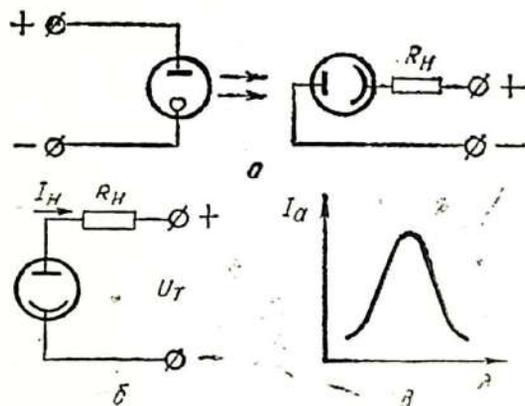
852. Минимал ўлчаш токи 5 мкА га тенг. Фотосезгирлиги 0,5 мкА/лм бўлган фотоэлемент фотооқимнинг қандай минимал катталигини сезади?

853. Фотооқимни 2 марта ўзгартирилганда, фотоэлектрон эмиссиянинг ток зичлиги  $10^{-3}$  А/мм<sup>2</sup> га ортди. Эмиссия токининг зичлиги чизигий фотооқимга боғлиқлигини ҳисобга олиб, иккала ҳолда эмиссия токининг зичлигини топинг.

854. Агар а) нурлатгич фотоэлементдан тўсилган бўлса; б) фотоприёмникка нисбатан фотонурлатгичнинг бурчагий вазияти ўзгартирилган бўлса; в) фотонурлатгичнинг нурланиш равшанлиги оширилган бўлса, 94- расм, а даги схемада токнинг катталиги қандай ўзгаради? Фотонурлатгич занжирида ток бўлмаганда фотоэлемент занжиридан (94- расм, а) қандай ток ўтади?

855. Схемаси 94- расм, б да келтирилган ташқи фотоэффектли фотоэлектрон элемент конструкциясини тавсифлаб беринг. 94- расм, в да бу асбобнинг қандай характеристикаси берилган?

856. 94- расм, а даги схемада фотоприёмникнинг минимал токи 10 мкА. Агар приёмникка умумий ёруғлик оқимининг 10% тушса, фотосезгирлик коэффициенти эса 0,1 мА/лм бўлса, нурлатгич қандай минимал ёруғлик оқимига эга бўлиши керак?

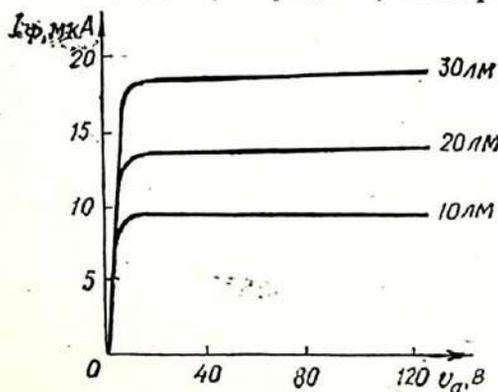


94- расм. а, — 854- масалага онд, б — 862- масалага онд, в — 855- масалага онд

857. 95- расмда турлича ёруғлик оқими учун электрон фотоэлементнинг вольт-ампер характеристикалари келтирилган.  $U_a = 40, 80, 120$  В да ёруғлик характеристикасини ясанг ва фотосезгирлигини аниқланг.

858. Ёруғлик оқими 200 лм да фотоэлементда тўйиниш токи 1 мА га етади. Фотоэлементнинг ички қаршилиги 1 кОм бўлганда бу режим қандай  $U_{\phi}$  кучлашига мос келади?

859. Фотоприёмникнинг ёритилганлик катталиги нурлатгичгача бўлган масофа квадратига тескари пропорционал. Қуйидаги ҳолларда фотоприёмникнинг ёритилганлиги қандай ўзгаради: а) масофа 2 марта узайтирилганда; б) масофа 3 марта қисқартирилганда?



95- расм. 857- масалага онд

860. Фотоэлементнинг фотосезгирлиги 1 мА/лм, ёруғлик оқими эса 100 лм. 1) ёритилаётган юза 2 марта катталаштирилганда; 2) ёритилаётган юза 1,5 марта кичрайтирилганда ток катталиги қандай бўлишини топинг.

861. Фотоэлемент ёритилганлиги  $10^7$  дан  $3 \cdot 10^7$  лк гача оширилганда фототок  $0,5$  мА га ўзгарди,  $3 \cdot 10^7$  дан  $5 \cdot 10$  лк гача оширилганда фототок  $0,1$  мА га ўзгарди. Агар фотоэлементнинг иш юзаси  $15$  мм<sup>2</sup> бўлса, фотосезгирлик қандай ўзгарди? <sup>1</sup>

862. Схемани ўзгарувчан кучланиш билан таъминлаганда фотоэлемент нагрукасида ток осциллограммасини тасвирланг (94-расм, б).

863. 96- расмда учкаскадли фотокўпайтиргичнинг схемаси келтирилган. Ҳар қайси электродда қандай кўринишдаги эмиссия бўлади?

864. Ҳар қайси каскаднинг кучайтириш коэффициенти  $2$  га тенг, фототок эса  $10$  мкА бўлса, учкаскадли фотокўпайтиргич чиқишидаги токни аниқланг.

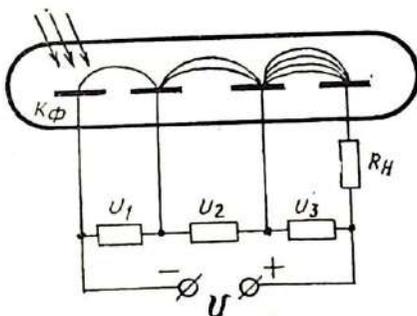
865. Агар фотокатоднинг фотосезгирлик коэффициенти  $10$  мкА/лм, учкаскаддан ҳар бирининг кучайтириш коэффициенти  $2$ , чиқиш токи  $I_{\min} = 20$  мкА дан кам бўлмаслиги лозим бўлса, 96- расмда келтирилган схема ёрдамида қандай минимал ёруғлик оқимини ўлчаш мумкин?

866. Агар ҳар қайси катоддан чиқаётган электронлар сони олдингисидан  $k$  марта кўп бўлса,  $n$  иккиламчи катодли фотокўпайтиргичнинг кучайгириш коэффициенти нимага тенг?

867. Газ тўлдирилган фотоэлементда биқсима разряднинг кучланиш катталигига ёритилганлик қандай таъсир қилади?

868. 97- расм, а да турли хил анод кучланишлар учун газ тўлдирилган фотоэлементнинг ёруғлик характеристикалари кўрсатилган.  $\Phi = 0,05; 0,1; 0,15$  лм ва  $U_a = 100$  В да асбобнинг фотосезгирлигини аниқланг.

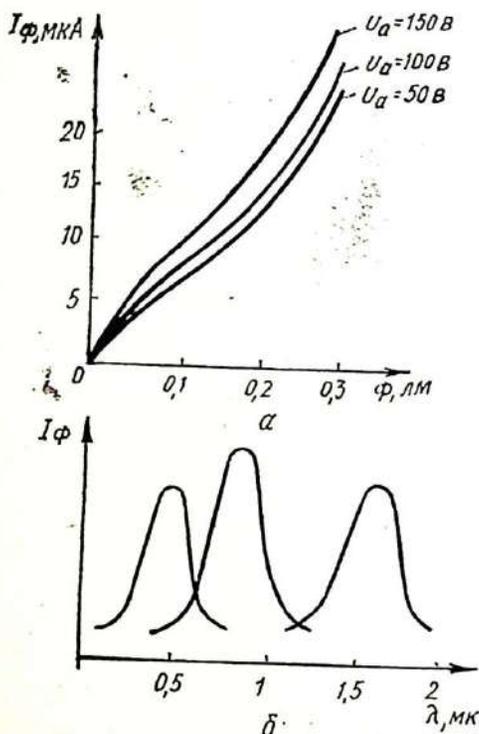
869. 97- расм, б да ҳар хил фотоэлементларнинг спектрал характеристикалари келтирилган. Фотоэлементларнинг ҳар қайси максимал фотосезгирликка эга



96- расм. 863- масалага оид

бўладиган тўлқин узунликни кўрсатинг. Тўлқин узунликларнинг топилган қийматлари спектрнинг қайси частотасига тўғри келишини кўрсатинг.

870\*. Ёруғлик оқимини 100 дан 200 лм гача ўзгартирганда фоторезистор қаршилиги 70 дан 50 кОм гача чизиқли ўзгарди. Қаршилиги 60 кОм га тенг бўлган



97- расм. а — 868- масалага оид,  
б — 869- масалага оид

фоторезистор қандай ёруғлик оқимига мос келади?

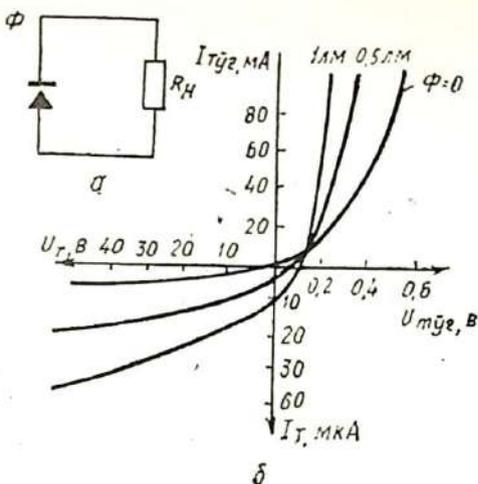
871. 300 К да ёритилганлик ўзгарганда фоторезисторнинг қаршилиги 20 дан 10 кОм гача ўзгарди. Бу 0,1 кОм/лм фотосезгирлик коэффициентига мос келади. Агар  $B_T = 5000$  К бўлса, 350 К да фотосезгирлик қандай ўзгаради?

872\*. Агар  $I_{\min} = 0,5$  мА,  $S_{\phi} = 0,5$  кОм/лм,  $R_{\infty} = 0,1$  Ом,  $B_T = 4000$  К, муҳит температураси 300 К бўлса, схемага уланган  $R_{\Pi} = 5$  кОм ва  $U_{\text{таъм.}} = 50$  В бўлган фоторезистор ёрдамида ўлчаш мумкин бўлган минимал ёруғлик оқимини аниқланг.

873. Ёруғлик оқими 10 лм га ўзгарганда фоторезисторнинг қаршилиги 1,2 марта камайди. Асбобнинг таъминлаш кучланиши 10 В, фотосезгирлиги эса 0,5 мА/лм. Ёруғлик оқимининг дастлабки катталигини ва асбобнинг қаршилигини аниқланг.

874. Фоторезисторнинг қоронғиликдаги қаршилиги 50 кОм. Ёруғлик оқими 0,03 лм бўлганда унинг қаршилиги 30 кОм бўлди. Агар асбобга берилган кучланиш 15 В га тенг бўлса, асбобнинг фотоқаршилигини аниқланг.

875. 98- расм, *a* да фотодиодни қуёш батареясининг таъминлаш элементи сифатида улашнинг энг оддий схемаси кўрсатилган. Агар фото э. ю. к. 0,7 В, диоднинг қаршилиги эса 10 кОм бўлса, қаршилиги 1 кОм бўлган нагрузкавий резистордаги ток нимага тенг?

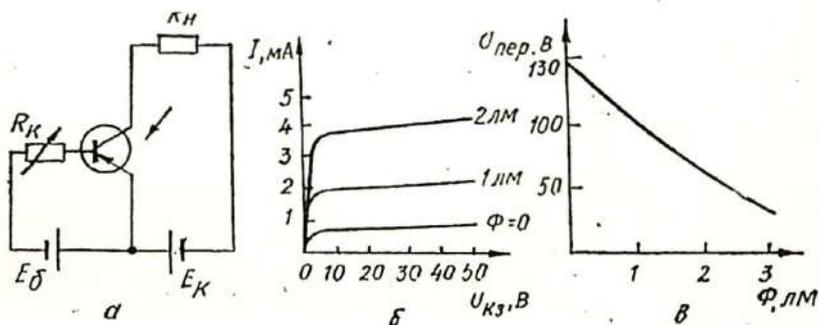


876. 98- расм, *b* да фотодиоднинг вольтампер характеристикалари оиласи кўрсатилган. Таъминлаш қучланиши  $\pm 10$  В ва  $R_H = 0,25$  кОм да ёруғлик характеристикаларини ясанг. Диодни тўғри ва тескари улангандаги сезгирлигини аниқланг.

98- расм. *a* — 875- масалага онд, *b* — 876- масалага онд

877. 99- расм, *a* да фоторезисторни улашнинг энг оддий схемаси, 99- расм, *b* да эса турли ёруғлик оқида унинг вольтампер характеристикалари берилган. Агар  $U_{к.э} = 40$  В;  $R_H = 5$  кОм бўлса, ёруғлик характеристикасини ясанг.

878. Агар  $I_0 = 0,02$  мА бўлса, олдинги масала шартидан фойдаланиб, қоронғи режимга нисбатан ток бў-



99- расм. *a*, *b* — 877- масалага онд, *в* — 880- масалага онд

Йича транзисторнинг кучайтириш коэффициенти қандай ўзгаришини аниқланг.

879. Транзистор базаси соҳасида ёритилаётган юза  $2,2 \text{ мм}^2$ . Агар ёритилганлик  $10^{-5}$  лк га ўзгарганда ток  $0,1 \text{ мА}$  га ўзгарса, транзисторнинг фотосезгирлиги қандай?

880. 99- расм,  $a$  да фототиристорни улаб-узишда кучланишнинг ёруғлик характеристикаси кўрсатилган. Агар  $U_{\text{пер}} = 50, 80, 130 \text{ В}$  бўлса, ёруғлик оқими қандай бўлганда тиристор узилиб-уланади?

### 35- §. ЎЗГАРУВЧАН ТОК ТЎҒРИЛАГИЧЛАРИ

Тўғрилагич қурилма нагрузкада ф. и. к. максимал бўлган доимий кучланишни таъминлаши лозим.

Тўғрилаш коэффициенти қуйидагича аниқланади:

$$k_{\text{тўғ}} = \frac{R_{\text{тек}}}{R_{\text{тўғ}}}, \quad (157)$$

бунда  $R_{\text{тек}}$ ,  $R_{\text{тўғ}}$  — вентилярнинг тескари ва тўғри йўналишдаги қаршилиги.

Тўғрилагич чиқишидаги сигнал формаси пульсланиш коэффициенти билан характерланади:

$$k_{\text{п.о}} = \frac{U_m}{2U_{\text{о.т}}}, \quad (158)$$

бунда  $U_m$  — ўзгарувчан чиқиш кучланиши 1- гармоникаси амплитудаси,  $2U_{\text{о.т}}$  — тўғриланган кучланишнинг доимий ташкил этувчиси (нолинчи гармоника).

Пульсланишларни текисловчи филтрлар қўлланилади, улар шундай қурилмаки, паст частотали чиқиш сигналида қаршилиги унча катта бўлмайди.

Текисловчи филтрларнинг асосий параметрлари текисловчи коэффициентлардир:

$$k_{\text{тек}} = \frac{k_{\text{п.о}}}{k_{\text{п.н}}}, \quad (159)$$

бунда  $k_{\text{п.о}}$  — филтрнинг киришидаги сигналнинг пульсланиш коэффициенти;  $k_{\text{п.н}}$  — филтрнинг чиқишидаги пульсланиш коэффициенти.

Бу коэффициентлар қуйидаги тенгламалардан топилади:

LR-фильтр учун

$$k_{\text{тек.LR}} = \frac{\sqrt{(R_{\text{II}} + R_{\text{др}})^2 + (2\pi f_{\text{II}}L)^2}}{R_{\text{II}} + R_{\text{др}}}; \quad (160)$$

RC-фильтр учун

$$k_{\text{тек.RC}} = 2\pi f_{\text{II}}RC;$$

LC-фильтр учун

$$k_{\text{тек.LC}} = k_{\text{тек.RC}} k_{\text{тек.LR}},$$

бунда  $f_{\text{II}}$  — пульсланиш частотаси, Гц;  $R_{\text{др}}$  — дросселнинг актив қаршилиги, Ом.

Яримўтказгич стабилитронли кучланиш стабилизатори балласт қаршилиқ билан характерланади:

$$R_{\text{бал}} = \frac{\sqrt{U_{\text{кп}} - U_{\text{ст}}}}{I_{\text{ст}} + I_{\text{II}}}, \quad (161)$$

бунда  $U_{\text{ст}}$  — стабилитроннинг паспортда кўрсатилган кучланишининг қиймати;  $I_{\text{ст}}$  ва  $I_{\text{II}}$  — стабилизатор ва нагрузка токи.

Стабилизаторларнинг иш сифати стабиллаш коэффициенти билан баҳоланади:

$$k_{\text{ст}} = \frac{\Delta U_{\text{кп}}}{U_{\text{кпр}}} \cdot \frac{U_{\text{II}}}{\Delta U_{\text{II}}}. \quad (162)$$

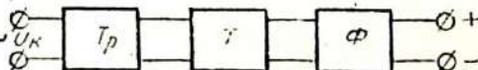
Стабилитрон ва бареттердаги схемалар учун стабиллаш коэффициенти қуйидаги ифодалардан аниқланади:

$$k_{\text{ст.с}} = \frac{R_{\text{бол}} \cdot U_{\text{ст}}}{R_{\text{д}} \cdot U_{\text{кпр}}}, \quad k_{\text{ст.б}} = \frac{R_{\text{д}} I_{\text{ст}}}{U_{\text{кпр}}}, \quad (163)$$

бунда  $R_{\text{д}}$  — стабилитрон ёки бареттернинг иш режимидаги дифференциал қаршилиги.

### Масалалар

881. 100- расмда келтирилган блок схема ҳар қайси элементларининг чиқишидаги сигналларнинг осциллограммаларини: а) бир ярим даврли тўғрилашда; б) икки ярим даврли тўғрилашда тасвирланг.



100- расм, 881- масалага оид:  
 $T_p$  — трансформатор,  $T$  — тўғрилагич,  $\Phi$  — фильтр

882. Агар трансформатор, тўғрилагич ва фильтр истеъмол қиладиган қувватлар мос равишда қуйидагига тенг бўлса  $P_T = 20$  Вт,  $P_{T\text{Ғ}} = 10$  Вт,  $P_\Phi = 5$  Вт; нағрузкада ажралаётган фойдали қувват эса 100 Вт бўлса тўғрилагич қурилманинг ф. и. к. ини ҳисобланг.

883. Агар  $\eta_T = 80\%$ ;  $\eta_{T\text{Ғ}} = 60\%$ ;  $\eta_\Phi = 89\%$  бўлса, тўғрилагич схеманинг ф. и. к. ини аниқланг.

884. Тўғрилаш коэффиценти  $k_{T\text{Ғ}1} = 10^3$  ва  $k_{1\text{Ғ}2} = 10^2$  бўлган иккита тўғрилагич схемаларга ўрнатилган. Схеманинг қайси бирида ф. и. к. юқори бўлади? Агар иккала ҳолда ҳам  $R_{T\text{Ғ}} = 10$  Ом бўлса, тўғрилагичларнинг тескари қаршилигини аниқланг.

885. Тўғрилагич чиқишидаги 1- гармоника амплитудаси 100 В га тенг, чиқишдаги доимий ташкил этувчи эса  $U_{o,T} = 40$  В. Шу тўғрилагичнинг пульсланиш коэффиценти топинг. Агар  $k_{п,о}$  ни 2 марта камайтирилса, доимий ташкил этувчи қандай ўзгаради?

886. Агар  $U_{кпр} = 160$  В;  $R_n = 5$  кОм бўлса, диоднинг вольт-ампер характеристикасига қараб (91- расм, б, в), тўғрилаш коэффиценти топинг.

887. Олдинги масала шартидан фойдаланиб, масштабни 1 мА/мм деб олиб, нағрузка токининг осциллограммасини ясанг.

888. Диоднинг қутбийлиги ўзгарганда, 101- расм, а га кўра схеманинг чиқишида ток осциллограммасини тасвирланг.

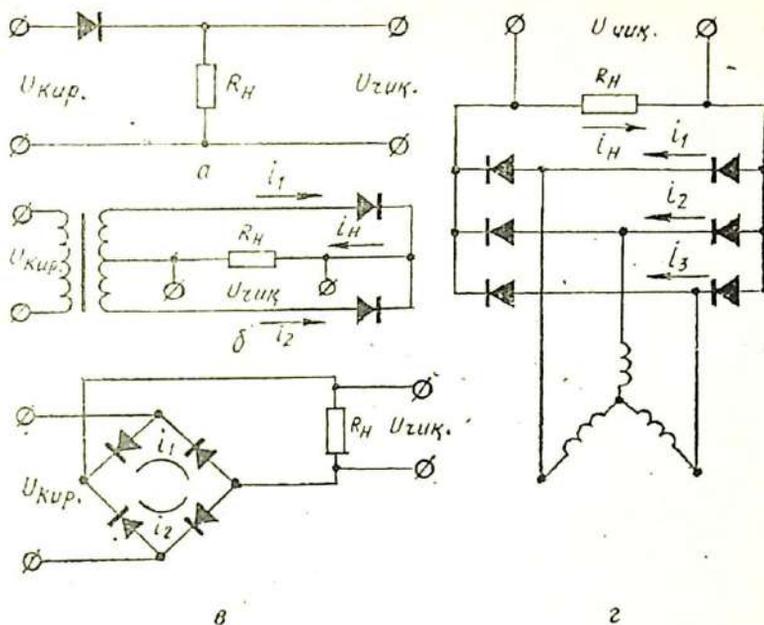
889<sup>1</sup>. Агар нағрузкавий режим  $U_{o,T} = 100$  В;  $I_{o,T} = 50$  мА бўлса, бир ярим даврли тўғрилагичнинг чиқишидаги кучланиш ва ток катталикларини ҳисобланг.

890. Агар нағрузкавий режим  $U_{o,T} = 100$  В ва  $I_{o,T} = 50$  мА бўлса: а) кўприк схема учун; б) ўрта нуқтали схема учун икки ярим даврли тўғрилагичнинг кириш кучланиши ва токи катталигини ҳисобланг.

891. 101- расмда келтирилган тўғрилагич схемалар чиқишидаги токларнинг осциллограммаларини тасвирланг.

---

<sup>1</sup> 889, 890, 892, 895- масалаларни ечишда 5- иловада келтирилган параметрлардан фойдаланиш лозим.



101- расм. Тўғрилаш схемалари:

*a* – битта ярим даврли, *б* – ўрта нуқтали иккита ярим даврли, *в* – кўприк усулида, иккита ярим даврли, *г* – уч фазали иккита ярим даврли. 888, 891, 893-масалаларга оид

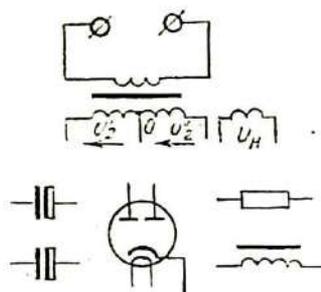
892.  $U_{o.t} = 100$  В ва  $I_{o.t} = 50$  мА да тўғрилагичнинг уч фазали кўприк схемаси чиқишидаги кучланиш ва ток катталикларини ҳисобланг.

893. 101- расм, *г* да тасвирланган схема бўйича тўғрилагич нарузкасида ток осциллограммасини фазаларнинг бири узилган ҳол учун тасвирланг.

894. Уч фазали битта ярим даврли тўғрилагичнинг принцинал электр схемасини тузинг ва унинг чиқишидаги ток осциллограммасини тасвирланг.

895. 101- расмда келтирилган схемаларда қандай максимал кучланиш  $U_{чық}$  ва ток  $I_{чық}$  олиш мумкин? Схемادا рухсат этилган тескари кучланиши 100 В ва рухсат этилган тўғри токи 50 мА бўлган диодлар уланган.

896. Электрон диодда қилинган битта ярим даврли тўғрилагич схема (101- расм, *а*) частотаси 50 Гц бўлган 127 В ўзгарувчан кучланишли тармоққа уланган.



102- расм 898-масалага онд.

Лампанинг анод характеристикаси 82- расм, *a* да келтирилган  $R_n = 2$  кОм резистор токининг оний қиймати графигини ясаи.

897. Олдинги масала шартларидан фойдаланиб, нагрузкавий резисторда ток ва кучланишнинг ҳақиқий қийматларини аниқланг.

898. 102- расмда тасвирланган элементлардан фойдаланиб LC-текисловчи филтрли иккита ярим даврли тўғрилагич кенотронда принципиал электрик схема тунг.

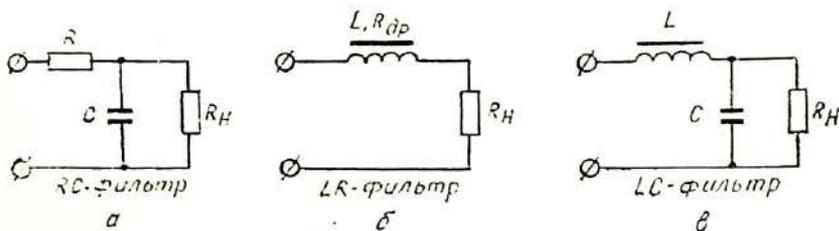
899. Агар RC-филтр конденсаторига параллел қилиб  $C$  сифмли конденсатор уланса (103- расм, *a*), текисловчи коэффициент ортадимиз?

900. Текисловчи коэффициенти  $k_{\text{тек}LR} = 2,5$  бўлганда LR филтрдаги (103- расм, *b*) индуктивликни аниқланг. Филтр иккита ярим даврли схеманинг чиқишига уланган. Таъминлаш тармогининг кучланиш частотаси  $f_{\text{тар.}} = 50$  Гц ва  $R_{\text{др}} = 0$ ,  $R_n = 0,1$  кОм.

901. Агар  $k_{\text{тек}RC} = 5$ ;  $R = 1$  кОм бўлса, RC-филтрдаги (103- расм, *a*) сифмни топинг. Филтр частотаси  $f_{\text{тар.}} = 50$  Гц бўлган битта ярим даврли тўғрилагич схемага уланган.

902. Агар  $k_{\text{тек}LR} = 1,5$ ;  $f_n = 100$  Гц;  $R = 10$  кОм;  $C = 1$  мкФ бўлса, LC-филтрда (103- расм, *b*) текисловчи коэффициент нимага тенг?

903. Агар  $R_{\text{др}} = 0$ ;  $R = 1$  кОм;  $C = 10$  мкФ;  $L = 100$  мГ;  $R_n = 0,1$  кОм;  $f_{\text{тар.}} = 100$  Гц бўлса, уч фазали

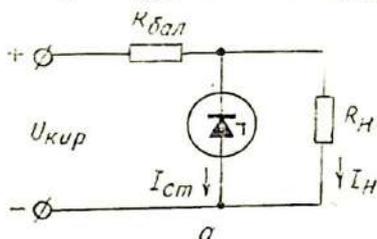


103- расм. Текислаш филтрлари схемалари. 899, 900, 901, 902, 903-масалаларга онд

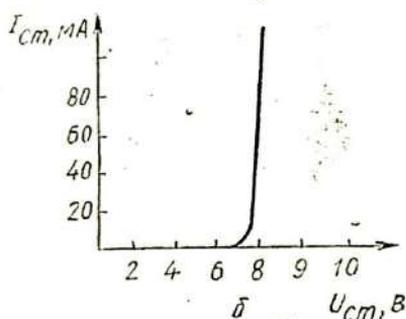
иккита ярим даврли тўғрилаш схемасининг  $LC$ -фильтрида (103- расм, *в*) текисловчи коэффициент нимага тенг?

904. Агар  $U_{\text{квр}} = 80$  В;  $I_{\text{ст}} = 5$  мА;  $I_{\text{н}} = 20$  мА бўлса, стабилитронда  $U_{\text{ст}} = 75$  В бўлганда  $R_{\text{бал}}$  балласт қаршилик катталиги қандай?

905. Кучланиш стабиллизатори схемасида балласт қаршиликни ошириганда стабиллаш коэффициенти ва ф. и. к. қандай ўзгаради (104- расм, *а*)?



906. 104- расм, *а* да тасвирланган схема қуйидаги параметрлар билан характерланади:  $U_{\text{квр}} = 20$  В;  $R_{\text{бал}} = 1,5$  кОм;  $R_{\text{н}} = 3$  кОм;  $U_{\text{ст}} = 18$  В;  $R_{\text{д}} = 0$ . Стабилитроннинг токи нимага тенг?



907. Ярим ўтказгичли стабилитроннинг вольт-ампер характеристикасидан фойдаланиб (104- расм, *б*), стабилитрон токи  $I_{\text{ст}} = 20$  мА бўлганда унинг дифференциал қаршилигини ва стабиллаш коэффициентини топинг.  $U_{\text{квр}} = 16$  В;  $R_{\text{бал}} = 10$  кОм.

104- расм. Ярим ўтказгичли стабилитрон:

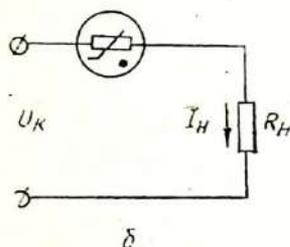
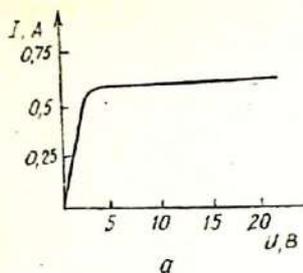
*а* — улаш схемаси. 904, 905, 906, 908- масалаларга оид; *б* — вольт-ампер характеристикаси. 907- масалага оид.

908. Д810 стабилитрон уланган 104- расм, *а* даги схема қуйидаги параметрларга эга:  $U_{\text{квр}} = 12$  В;  $R_{\text{н}} = 2$  кОм;  $I_{\text{ст}} = 40$  мА. Балласт қаршиликни аниқланг.

909. 907- масала шартларидан фойдаланиб, балласт қаршиликнинг шундай коэффициентини топингки, схеманинг стабиллаш коэффициенти 15 дан кам бўлмасин.

910. Бареттернинг вольт-ампер характеристикасидан фойдаланиб (105- расм, *а*), унинг дифференциал қаршилигини ва схеманинг стабиллаш коэффициентини топинг. Бу схема 105- расм, *б* да берилган  $U_{\text{квр}} = 20$  В;  $R_{\text{н}} = 10$  Ом.

911. *а*) агар  $U_{\text{ст}} = 75$  В,  $U_{\text{квр}} = 80$  В,  $R_{\text{бал}} = 1$  кОм,  $R_{\text{н}} = 20$  Ом бўлса, стабилитронли схема учун, *б*) агар



105- расм. Бареттер:

*a* — вольт-ампер характеристикаси,  
*б* — улаш схемаси. 910- масалага онд

$I_{ст} = 10$  мА,  $U_{кнр} = 20$  В,  $R_x = 10$  кОм бўлса, бареттерли схема учун стабиллаш коэффициентини аниқланг.

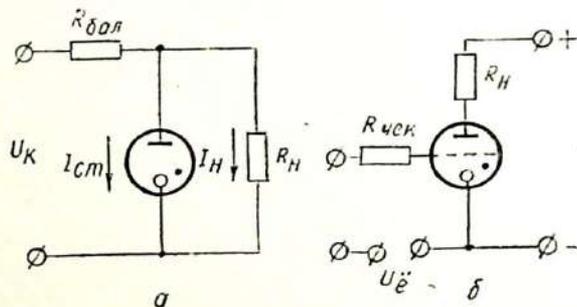
912. Ионавий стабилизаторни ўзгармас ток занжирига улаш схемаси 106- расм, *a* да кўрсатилган. Стабилитроннинг анод характеристикаси 87-расм, *б* да келтирилган. Стабилитрон токи 150—400 мА чегарада ўзгарганда схема чиқишидаги кучланиш қандай ўзгаради? Стабилитроннинг дифференциал қаршилигини аниқланг.

913. 106- расм, *б* да католи совуқ бўлган тиратронли кучланиши бошқарилувчи стабилизаторнинг схемаси тасвирланган. 802- масала шартларидан фойдаланиб, кўрсатилган  $U_3$  кучланишлар учун стабиллаш коэффициентини

аниқланг.  $R_{бал} = 1,6$  кОм,  $U_{кнр} = 200$  В.

914. Агар чиқиш кучланиши 15—19 В диапазонда ўзгарса,  $k_{ст} = 100$  бўлган стабилизатор схемаси нагрукасида кучланиш неча процентга ўзгаради?

915. 100- расмдаги блок-схемага мос келувчи тўғрилашнинг принципаиал электр схемаларидан бирини тузинг.



106- расм. *a* — 912- масалага онд, *б* — 913- масалага онд.

$U_э$  — тиратронни ёқиш кучланиши манбан

### 36- §. ПАСТ ЧАСТОТАЛИ КУЧАЙТИРГИЧЛАР

Кучайтирувчи схемаларнинг чиқиш қаршилиги  $R_{\text{чик}}$  ва нагрузка қаршилиги  $R_{\text{н}}$  нинг катталиклари ифодаларига қараб кучайтиргичлар уч классга бўлинади: 1) кучланиш кучайтиргичлари ( $R_{\text{чик}} \ll R_{\text{н}}$ ); 2) ток кучайтиргичлари ( $R_{\text{чик}} \gg R_{\text{н}}$ ); 3) қувват кучайтиргичлари ( $R_{\text{чик}} \simeq R_{\text{н}}$ ).

Шунинг қайд қилиб ўтиш керакки, 1- ва 2- класс кучайтиргичлар ҳам қувват кучайтиргичлари бўлиб хизмат қилади.

Кучайтиргичларнинг асосий параметрлари: кучайтириш коэффициенти, фойдали иш коэффициенти ва ночизивий бузилиш коэффициенти.

Кучайтириш коэффициенти чиқиш ва кириш сигналларни орттирмаси нисбатларидан иборат:

ток бўйича

$$k_I = \frac{\Delta I_{\text{чик}}}{\Delta I_{\text{кир}}};$$

кучланиш бўйича

$$k_U = \frac{\Delta U_{\text{чик}}}{\Delta U_{\text{кир}}}; \quad (164)$$

қувват бўйича

$$k_P = \frac{\Delta P_{\text{чик}}}{\Delta P_{\text{кир}}}.$$

Кучайтириш коэффициенти катталигини баҳолашда кўпинча логарифмик бирликлар — децибеллардан (дБ) фойдаланилади. Децибеллда ифодаланган кучайтириш коэффициенти қуйидагича аниқланади:

$$k_{\text{дБ}} = 20 \lg \frac{\Delta U_{\text{чик}}}{\Delta U_{\text{кир}}} = 20 \lg k. \quad (165)$$

Кучайтиргичнинг ф. и. к. деганда чиқиш сигнали қувватнинг манбадан истеъмол қилинаётган қувватга нисбати тушунилади.

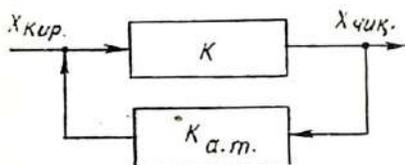
Ночизивий бузилишлар коэффициенти қуйидаги катталикдан иборат:

$$k_{\text{н.н.}} = \sqrt{k_2^2 + k_3^2 + k_4^2 + \dots} \quad (166)$$

бунда  $k_2$ ,  $k_3$ ,  $k_4$  ва ҳ. к. — иккинчи, учинчи ва ҳоказо гармоникаларнинг биринчи гармоника амплитудасига нисбатини ифодаловчи коэффициентлар.

Агар схемада битта кучайтиргич етарли бўлмаса кўп каскадли кучайтиргичлар уланади. Уларнинг кучайтириш коэффициентлари каскадларнинг кучайтириш коэффициентлари кўпайтмасига тенг.

Бузилишларни камайтириш учун кучайтиргичларга тескари манфий алоқа киритилади. Кучайтиргичнинг тескари манфий боғланиши деганда энергиянинг бир қисмини чиқиш занжиридан кириш занжирига узатиш



107- расм. Тескари боғланишли кучайтиргичнинг блок-схемаси

тушунилади. Тескари боғланишли кучайтиргичнинг блок-схемаси 107- расмда кўрсатилган. Тескари боғланишли кучайтиргичнинг кучайтириш коэффициенти қуйидаги тенгламадан аниқланади:

$$k_{\text{куч}} = \frac{R}{1 + k k_{\text{т.б}}}, \quad (167)$$

бунда  $k$  — тўғри кучайтириш коэффициенти;  $k_{\text{т.б}}$  — тескари боғланиш коэффициенти.

### Масалалар

916. Кучайтиргичда кириш сигнаlining кучайиш ҳодисаси энергиянинг сақланиш ва айланиш қонунига зид эмаслигини тушунтиринг. Кучайтирувчи трансформатор,  $RC$ -филтр кучайтиргич бўладими?

917. а) агар  $I_{\text{кир}} = 20$  мкА,  $U_{\text{чик}} = 2 \cdot U_{\text{кир}}$  бўлса, пасив қурилманинг кириш токининг ўзгариш диапазони; б)  $U_{\text{чик}} = 10$  В,  $I_{\text{чик}} = 5 I_{\text{кир}}$  бўлса, актив қурилманинг кириш кучланишининг ўзгариш диапазонини аниқланг.

918. Нолинчи кириш сигналида А класс ва Б класс режимларда кучайтиргичнинг чиқиш сигнали нимага тенг?

919. Кучайтиргичнинг киришида  $I_{\text{кир}} = 1$  мА;  $P_{\text{кир}} = 10$  мВт, чиқишида эса  $U_{\text{чик}} = 250$  В;  $P_{\text{чик}} = 2,5$  Вт. Шу кучайтиргичнинг  $k_I$ ,  $k_U$  ва  $k_P$  кучайтириш коэффициентларини аниқланг.

920.  $k_{\text{дб}} = 10, 20, 40$  дБ катталиклар  $k$  нинг қандай кучайтириш коэффициентига тўғри келади?

921\*. Ўтказиш полосасида  $k_{\text{дб}}$  кучайтириш коэффициенти катталигининг рухсат этилган ўзгариши 1 — 3 дБ дан ошмаслиги керак. Бу катталиклар  $k$  коэффициентининг қандай ўзгариш процентларига мос келади?

922 Амплитудаси 1 В бўлган фойдали сигнал бўйича кучайтиргичнинг кучайтириш коэффициенти 20 дБ, амплитудаси 0,1 В бўлган халақит бўйича эса (— 10) дБ. Кучайтиргич чиқишида халақит даражасини (процентини) аниқланг.

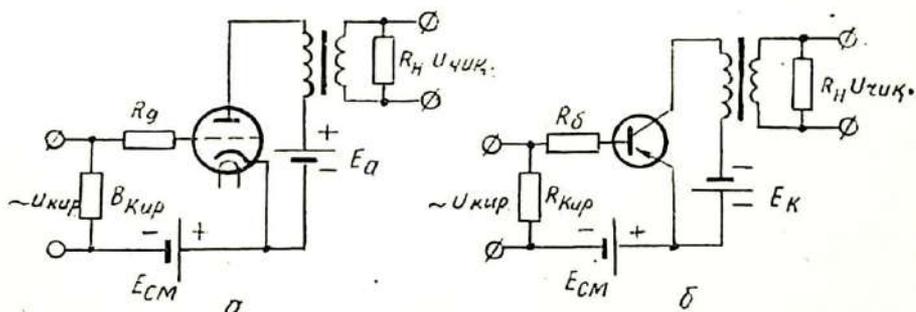
923. Агар кучайтиргич кириш сигналининг қуввати 10 мВт, маънадан истеъмол қилинадиган қувват эса 0,48 Вт га тенг бўлса,  $k_p = 40$  бўлган кучайтиргичнинг ф. и. к. нимага тенг?

924. Агар чўғланиш занжирида ажралаётган қувват  $P_{\text{н}} = 10$  Вт, анод ва катод занжирда сарфланаётган қувват  $P_{\text{а}} = 15$  Вт, нагрукда ажралаётган қувват эса 100 Вт га тенг бўлса, триодли кучайтиргичнинг ф. и. к. ни топинг.

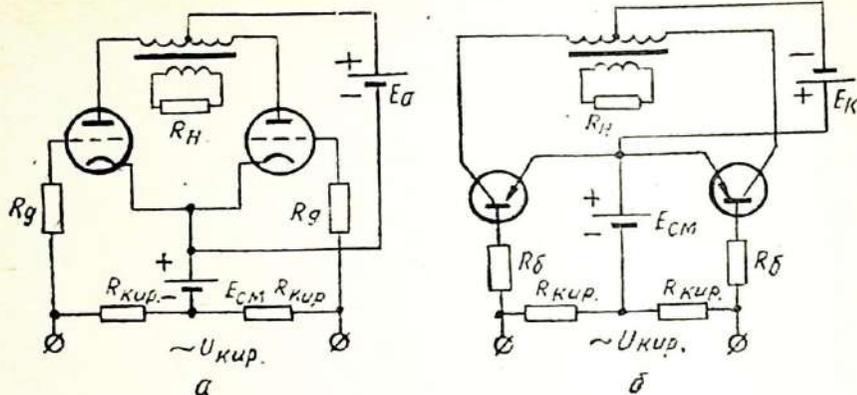
925. Кучайтиргич истеъмол қилаётган умумий қувват 10 Вт,  $\eta = 70\%$  да нагрукдаги ток  $I_{\text{чик}} = 10$  мА бўлса, кучайтиргич нагрукаси қанча бўлишини танланг.

926. Лампанинг анод занжирида амплитудалари  $I_{\text{м1}} = 40$  мА;  $I_{\text{м2}} = 2$  мА;  $I_{\text{м3}} = 0,4$  мА бўлган гармоник ташкил этувчи бўлганда ночизигий бўзилиш коэффициентини аниқланг.

927\*. Агар  $k_2, k_3, k_4$  ва ҳ. к. коэффициентларнинг квадрати умумий махражи  $1/6$  бўлган геометрик прогрессия бўйича камайса,  $k_2 = 1/4$  бўлса, ночизигий бўзилиш коэффициентини топинг.



108- расм. 928- масалага оид



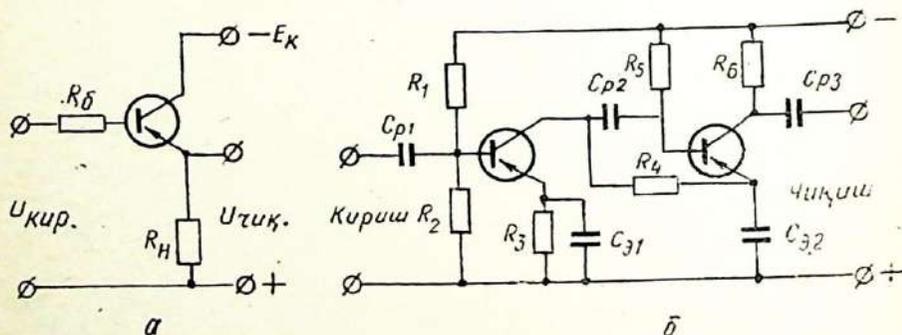
109- расм. 929, 930- масалаларга оид

928. 108- расм, *a*, *б* даги бир тактли кучайтиргич схемаларда  $I_{\text{и}}$ ,  $I_a$  (ёки  $I_{\kappa}$ ) ва  $I_g$  (ёки  $I_{\sigma}$ ) ток осциллограммаларини тасвирланг.

929. 109- расм, *a* ва *б* даги икки тактли кучайтиргич схемаларида  $I_{\text{и}}$ ,  $I_{a1}$ ,  $I_{a2}$  (ёки  $I_{\kappa1}$ ,  $I_{\kappa2}$ ) ва  $I_{g1}$ ,  $I_{g2}$  (ёки  $I_{\sigma1}$ ,  $I_{\sigma2}$ ) ток осциллограммаларини тасвирланг.

930. 109- расм, *б* даги  $R_{\delta}$  қаршиликларнинг бири узилганда нагрузкадаги ток қандай ўзгаради? Узилишга қадар ва узилгандан кейин ток осциллограммасини тасвирланг.

931. 110- расм, *a* да энг оддий транзисторнинг схемаси тасвирланган бўлиб, унга эмиттерли такрорлагич деб ном берилган. Бу схеманинг кучланиш бўйича кучайтириш коэффициенти  $k_U \leq 1$  дан ошмаслигини исботланг. Чиқиш сигнали ўзгарувчан бўлганда 110- расм, *a*



110- расм. *a* — 913-масалалага оид, *б* — 942- масалалага оид

даги схема бўйича нагрукдаги ток осциллограмма-сини тасвирланг.

932. Кириш сигнали частотаси  $f = 100$  кГц, кучайтиргич нагрукаси истеъмол қиладиган қувват эса  $0,1$  Вт дан ошмайдиган шароит учун триодли кучайтиргич схемасига элементлар танланг (108- расм, а).

933. Кириш сигнали частотаси  $0,5$  мГц, нагрукка истеъмол қиладиган қувват  $50$  мВт дан ошмайдиган шароит учун транзисторли кучайтиргичлар схемасига (108-, 109- расм, б лар) элементлар ва транзистор танланг.

934. Агар ҳар қайси каскаднинг кучайтириш коэф-фициенти  $5$  га тенг бўлса, тўрт каскадли кучайтиргич-нинг кучайтириш коэффицентини аниқланг.

935\*. Учта каскаднинг кучайтириш коэффицентини  $8000$  га тенг. Агар ҳар қайси каскаднинг кучайтириш коэффицентини олдингисидан  $10$  марта катта бўлса, ҳар қайси каскаднинг кучайтириш коэффицентини топинг.

936. Уч каскадли кучайтиргичнинг кучайтириш коэффицентлари қуйидагига тенг:  $k_{\text{дб}1} = 24$ ;  $k_{\text{дб}2} = 36$ ;  $k_{\text{дб}3} = 48$  дБ. Кириш токи  $2$  мкА бўлганда чиқиш то-кини ҳисобланг.

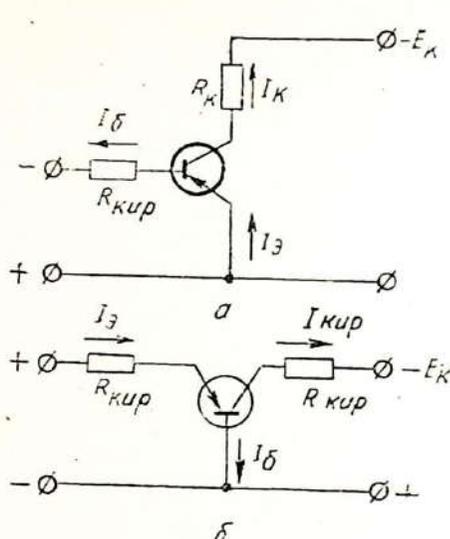
937.  $U_{\text{шр}} = 10$  В да чиқишдаги сигнал  $U_{\text{чик}} = 100$  В. Тескари боғланиш киритилгандан кейин чиқишдаги сигнал  $80$  В гача камайди. Тескари боғланиш коэф-фициентини аниқланг.

938. Агар  $k_{\text{т.б}} k \gg 1$  бўлса, тескари боғланишли кучайтиргичнинг кучайтириш коэффицентини нимага тенг?

939. Агар тескари боғланишли кучайтиргичда кучайтириш коэффицентини  $10$  дан кам бўлмаса, тескари боғланишнинг максимал коэффицентини қандай бўлади? Тескари боғланиш бўлмаганда кучайтириш коэффи-центини  $30$  га тенг.

940. Тўғри ва тескари боғланиш коэффицентлари мос равишда қуйидагига тенг:  $k_{\text{дб}} = 30$  дБ ва  $k_{\text{т.б.дб}} = -5$  дБ. Тескари боғланишли кучайтиргичнинг  $k_{\text{куч}}$  кучайтириш коэффицентини топинг.

941. 107- расмдаги блок-схемадан фойдаланиб, тран-зисторларни улаш схемасига (111- расм, а, б) кучла-ниш ва ток бўйича тескари боғланиш киритинг. Тес-кари боғланиш звеноси резистордан иборат.



111- расм. 941- масалага оид

942. Икки каскадли кучайтиргич схемасидаги элементларнинг вазифасини тушунтириш (110- расм, б). Схеманинг қайси элементларидан биринчи ва иккинчи каскадларнинг кучайтириш коэффициентларини, частотавий бузилиш коэффициентларини, тескари боғланиш коэффициентларини ростлашда фойдаланиш мумкин?

943. Транзисторларнинг паспорт маълумотларига кўра:

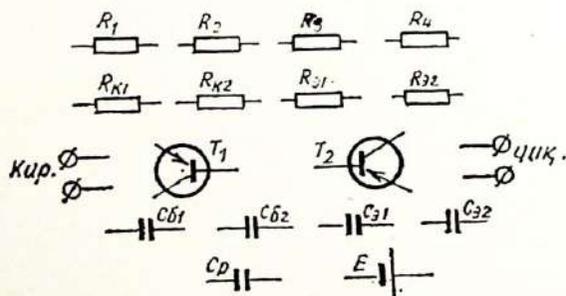
- а)  $f = 50$  кГц;  $I_k = 10$  мА;  $\beta = 50$ ; б)  $f = 1$  МГц;  $I_k = 1$  мА;  $\beta = 100$ ; в)  $f = 1$  кГц;  $I_k = 0,1$  А;  $\beta = 50$

кучайтиргичларда ишлаш учун транзистор танланг.

944. 112- расмда транзисторли икки каскадли кучайтиргичнинг элементлари берилган. Унинг принципал электр схемасини тузинг.

### 37- §. ЮҚОРИ ЧАСТОТАЛИ ТЕБРАНИШ ГЕНЕРАТОРИ

Ўзгармас ток энергиясини юқори частотали гармоник тебранишларга айлантиришда резонанс контурли генераторлар хизмат қилади. Резонанс контур резонанс



112- расм. 944- масалага оид

частота  $f_{рез}$ , асслик  $k$  ва ўтказиш полосаси  $f_d$  билан характерланади:

$$f_{рез} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \text{ [Гц]};$$

$$K = \frac{2\pi f_{рез} L}{R_L} = \frac{1}{2\pi f_{рез} R_L C};$$

$$f_d = \frac{2\pi f_{рез}}{K} \text{ [Гц]},$$
(168)

бунда  $R_L$  — дросселнинг актив қаршилиги, Ом. Юқори частотали тўғри бурчакли тебранишлар олишда мультивibrator ва блокинг-генератордан фойдаланилади. Тўғри бурчакли импульслар қуйидаги боғланиш билан характерланади:

$$T = \tau_{и} + t_{и},$$
(169)

бунда  $T$  — тебраниш даври, сек;  $\tau_{и}$  — импульс вақти;  $t_{и}$  — пауза вақти.

### Масалалар

945. Параметрлари:  $L = 1$  мГ,  $C = 10$  мкФ бўлган контурнинг резонанс частотасини аниқланг.

946. Резонанс контурнинг сифими 1 мкФ. Контур частотаси 10 кГц бўлиши учун қандай индуктивлик танлаш керак?

947. Параметрлари:  $L = 10$  мГ;  $R = 10$  Ом;  $C = 1$  мкФ бўлган контурнинг асслигини аниқланг.

948. Контурнинг асслиги  $\geq 100$  бўлиши керак. Агар  $R_L = 50$  Ом,  $f_{рез} = 5$  кГц бўлса, индуктивлик ва сифим қандай бўлиши керак?

949.  $f = 10$  кГц резонанс частотада контурнинг тўла қаршилиги 10 Ом га тенг. Агар сифим 0,2 мкФ бўлса, унинг асслигини топинг.

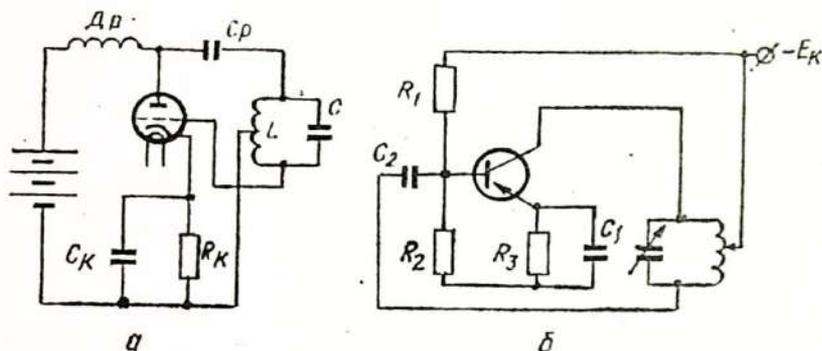
950. Асслиги 80 бўлган резонанс контурнинг ўтказиш полосасини  $f_{рез} = 10, 20, 50$  кГц да ҳисобланг.

951. Агар генераторнинг резонанс контури  $K = 60$  ва  $f_d = 1$  кГц га эга бўлса, генерацияланаётган синусодал тебранишлар частотасини аниқланг.

952. Синусодал тебраниш генераторларида тескарӣ боғланиш характерини аниқланг (113- расм). Резонанс частотада каскаднинг кучайтириш коэффициенти ва тескарӣ боғланиш орасида қандай муносабат бажарилади?

953. Агар генерацияланаётган тебранишлар частотаси 0,5 мГц, уларнинг қуввати эса 10 мВт бўлса, 113-расм, б схема учун қандай типдаги транзистор танлаш керак?

954. Генераторнинг тебраниш частотаси (113-расм) таъминлаш кучланишига қандай боғланган? Генерацияланаётган тебраниш частотасини ростлаш учун генератор схемасидаги қайси элементларни алмаштириш лозим?



113- расм. 952, 953, 954, 955, 956- масалаларга онд

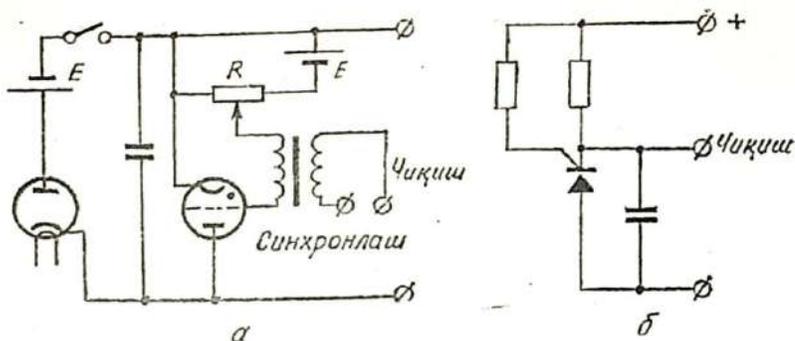
955.  $R_k$  қаршилик узилганда (113-расм, а) генератор ишида қандай ўзгаришлар рўй беради?

956. 113-расм, а даги генератор схемасида лампанинг анод, катод ва тўр занжирларидаги сигналлар характерини кўрсатинг.

957. Тиратронли аррасимон кучланиш генератори схемасидаги элементларнинг вазифасини тушунтиринг (114-расм, а). Агар  $E_a = 180$  В схеманинг чиқишида тебранишлар частотаси 200 кГц бўлса, схемада қандай типдаги диод ва тиратрон танлаш мумкин?

958. Генерацияланаётган тебранишлар частотаси аррасимон кучланиш генератори схемасидаги элементларнинг қайси параметрлари билан аниқланади?

959. Тиристорнинг вольт-ампер характеристикасидан фойдаланиб (93-расм, а),  $R_{II}$  қаршиликнинг шундай максимал катталигини аниқлангки, қаршилик ундан юқори бўлганда аррасимон кучланиш генератори схемаси (114-расм, б) ишламасин.  $U_{таъм} = 250$  В, бошқарувчи токни 2 мА деб олинг.



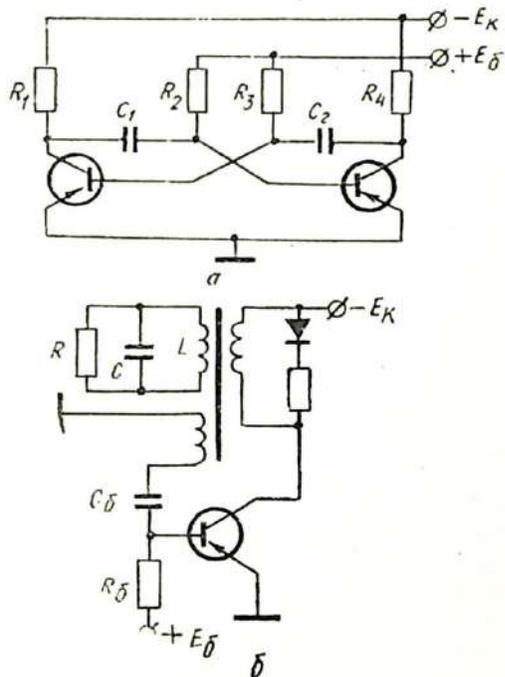
114- расм. Аррасимон тебраниш генераторлари схемаси:

а—тиратронда, б—тиристорда. 957, 958, 959- масалаларга оид

960. Тўғри бурчакли тебранишлар частотаси 100 кГц. Агар  $\tau_u = 0,1 t_n$  бўлса, импульс ва пауза вақти нимага тенг?  $\tau_u = 0,1 t_n$ ;  $\tau_u = t_n$ ;  $\tau_u = 10 t_n$  да импульсларнинг сийраклигини топинг.

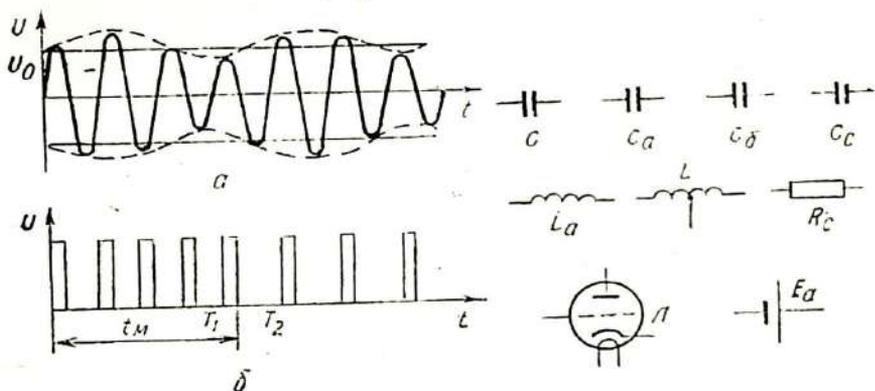
961. Агар схема симметрик бўлса. 115- расм, а даги мультивибратор чиқишида тўғри бурчакли импульсларнинг сийраклиги қайдай бўлади? Сийраклик қандай чегараларда ўзгара олади?

962. Мультивибратор (115- расм, а) ва блокинг-генератор (115- расм, б) схемаларида транзисторларнинг база ва коллектор занжирларининг сигналлари характерини кўрсатинг.



115- расм. Тўғри бурчакли тебраниш генераторлари схемаси:

а — мултититратгич, б — блокинг-генератор. 961, 962, 963, 965- масалаларга оид



116- расм. *a* — 966- масалага оид,  
*б* — 967- масалага оид

117- расм. 968- масалага оид

**963.** Импульсларнинг олдинги ва кетинги fronti тўғри бурчакли тебраниш генератори схемасидаги (115- расм) қайси элементлар билан аниқланади?

**964.** Тебраниш амплитудаси ёки частотасини ростлаш учун 113- расмдаги схеманинг қайси элементларидан фойдаланиш мумкин?

**965.** Генерацияланаётган сигнални амплитудавий ёки частотавий модуляциялаш учун 115- расмдаги схемада қайси элементларнинг катталикларини бошқариш зарур?

**966.** Частотаси 10 кГц бўлган юқори частотали гармоник тебранишларнинг амплитудавий модуляцияси 116- расм, *a* да кўрсатилган. Агар амплитуда  $A = A_0 + A_m \sin 314 t$  бўйича ўзгарса, модуляцияланган сигнал кучланишининг ўзгариш қонунини ёзинг.

**967.** 116- расм, *б* да частота импульсавий модуляцияга мисол келтирилган. Агар вақтнинг бирор  $t_m$  моментидан бошлаб частота уч марта камайса, импульсларнинг сийраклиги қандай ўзгаради?

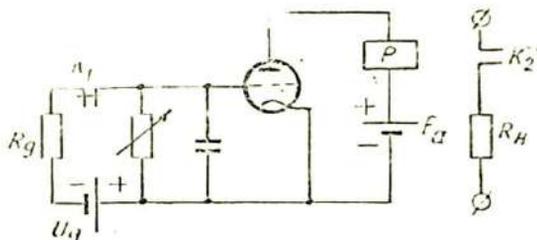
**968.** Электрон генератор элементларидан фойдаланиб (117- расм), унинг принципиал электр схемасини тузинг.

### 38- §. ЭЛЕКТРОН СХЕМАЛАРНИНГ АВТОМАТИКА СИСТЕМАЛАРИДА ҚЎЛЛАНИЛИШИ

Электрон схемаларнинг автоматика системаларида қўлланилиши улар ёрдамида халқ хўжалиги ривожланишининг ҳозирги замон даражасидаги масалаларини ечиш имконини беради.

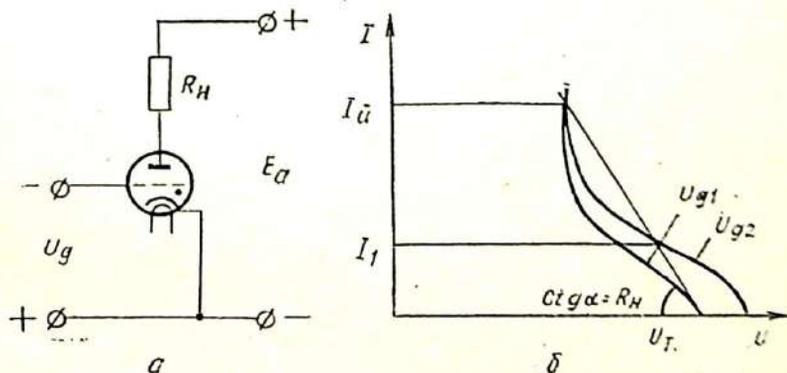
#### Масалалар

969. Агар а)  $C$  сифим оширилса; б)  $R$  қаршилик камайтирилса, вақт релесининг ишлаш вақти қандай ўзгаради (118- расм)?

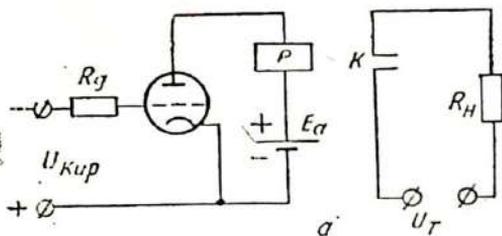


118- расм. 969- масалага онд

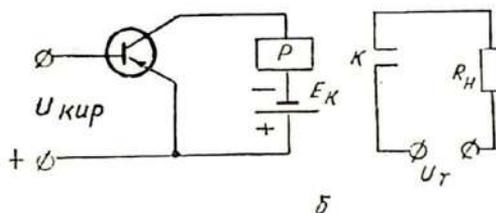
970. 119- расм, а да кучланиш электрон релесининг схемаси, 119- расм, б да эса характеристика келтирилган. Шу характеристикадан фойдаланиб кучланиш электрон релесининг ишлаш принципини тушунтиринг.



119- расм. 970- масалага онд



120- расм. а — 971- масалага онд, б — 973- масалага онд

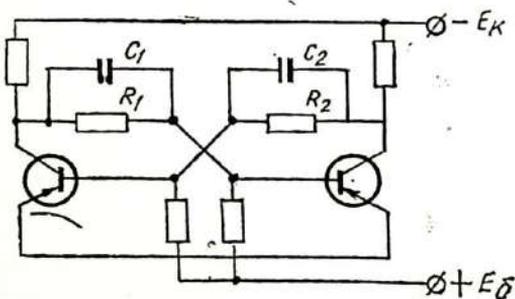


971. Триодли реленинг  $k_I$  кучайтириш коэффициентини аниқланг (120- расм, а). Реленинг ишга тушиши учун  $I_a = I_{н-т} = 100$  мА, тўр токи эса  $I_g = 5$  мА.

972. Умумий эмиттерли схемада  $I_k$  чиқиш токи ижрочи реле чулгамини ток билан таъминлайди. Бу ток температура  $T = 350$  К бўлганда 6 мА дан кам бўлмаслиги керак. Мана шу умумий эмиттерли схемада кучайтириш коэффициенти катталиги  $\beta$  ни ҳисобланг.  $T_1 = 290$  К да  $I_{к01} = 2,5$  мкА,  $I_6 = 25$  мкА,  $V_k = 6000$  К.

973. Агар  $\beta = 50$ ;  $I_k = I_{н-т} = 50$  мА;  $I_{к.о} \approx 0$  бўлса, реленинг ишга тушиши учун база токи қанча бўлишини топинг (120- расм, б).

974. 121- расмда икки барқарор ҳолатли схема симметрик триггер тасвирланган. Дастлабки ҳолатда ўнг транзистор очиқ. Чап транзисторни очиш учун схеманинг киришига қандай қутбли сигнал бериш лозим?



121- расм. 974, 975- масалаларга онд.

975. 121-расмдаги схемада тескари боғланиш занжирини кўрсатинг. Агар дастлабки ҳолатда ўнг транзистор очиқ бўлса,  $R_2$  резистор узилганда схемада нима содир бўлади?

976. Иссиқлик ҳимоя схемасининг (90-расм, *a*) таъминлаш кучланишини аниқланг. Схеманинг сезгир элементи  $R_\infty = 0,1 \text{ Ом}$ ;  $B_T = 4000 \text{ К}$  ли терморезистордан иборат. Реле чулгамининг қаршилиги  $100 \text{ Ом}$ , рухсат этилган  $400 \text{ К}$  температурада ишга тушириш токининг катталиги  $10 \text{ мА}$  ни ташкил қилади.

977. Агар  $U_{\text{таъм}} = 50 \text{ В}$ ;  $R_{\text{н}} = 2 \text{ кОм}$ ;  $I_{\text{н.т}} = 10 \text{ мА}$  бўлса, реле схемада терморезисторнинг максимал кучланиши қандай бўлиши керак?

978\*. Рухсат этилган температура қиймати  $T_{\text{рух}} = 380 \text{ К}$  дан ошиб кетганлиги ҳақида сигнал берувчи бошқариш пультадаги қаршилиги  $2 \text{ кОм}$  бўлган лампа ёниши учун унга  $20 \text{ В}$  кучланиш бериш керак. Агар  $U_{\text{таъм}} = 40 \text{ В}$  бўлса, занжирдаги ток эса  $10 \text{ мА}$  дан ортмаслиги учун лампага кетма-кет қилиб қандай терморезистор улаш лозим?  $300 \text{ К}$  да занжирдаги ток  $1 \text{ мА}$  га тенг.

979. 90- расм, *a* да кўрсатилган схемадаги реледа температуранинг электрик сигналга айланиши қандай содир бўлади? Ечишда 90- расм, *b* даги характеристикадан фойдаланинг.

980. Терморезисторли температура релесини муҳитнинг бошқа температурасига (90- расм, *a*) қандай созилаш мумкин?

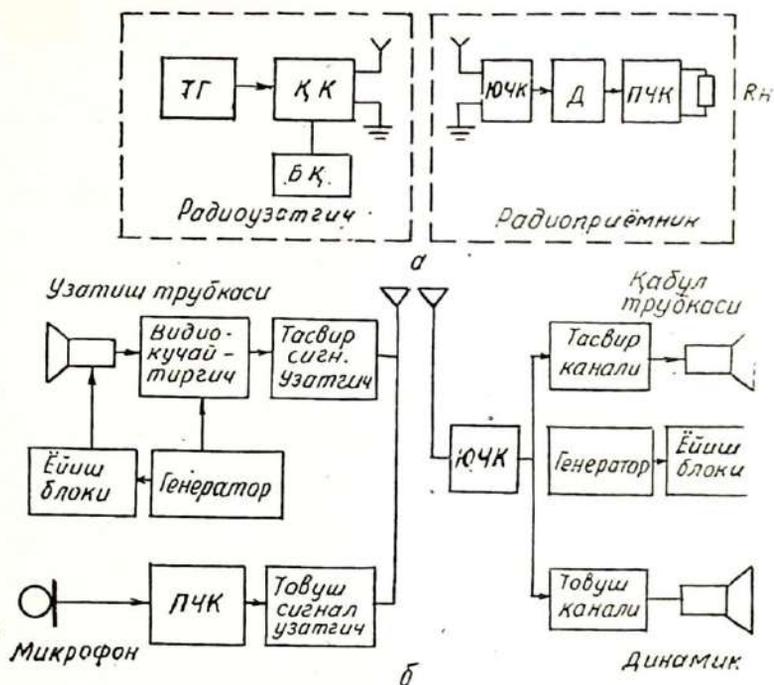
981. Схема  $\Phi = 100 \text{ лм}$  ёруғлик оқимида ишлаб кетиши учун (94- расм, *b*) фотоэлементнинг фотосезгирлик коэффициентини қанча бўлишини аниқланг.  $I_{\text{ср}} = I_{\text{н}} = 10 \text{ мА}$ .

982. Фоторезисторли реле схемаси ишга тушиши учун қандай катталикдаги ёруғлик оқими керак? Бу схема 90- расм, *a* даги схемага ўхшаш.  $\xi_\Phi = 1 \text{ мА/лм}$ , ишга тушириш токи  $I_\Phi = 0,1 \text{ мА}$ .

983. Ёнғиндан ҳимоя қилиш схемаларида қандай реле схемаларидан фойдаланиш мумкин?

984. Оддий радиоприёмникнинг блок схемасидан фойдаланиб (122- расм, *a*), унинг мумкин бўлган принцинал электр схемаларидан бирини тузинг. Ҳар қайси блок-схеманинг чиқишидаги сигнал кўринишини (шаклини) кўрсатинг.

985. Транзисторли радиоприёмникда қандай сигнал-



122- расм. а — 984- масалага онд, б — 987- масалага онд:  
 ТГ — товуш генератори, ҚК — қувват кучайтиргич, БҚ — бошқариш қурилмаси,  
 ЮЧК — юқори частотали кучайтиргич, Д — детектор, ПЧК — паст частотали кучайтиргич

лар кириш ва чиқиш сигналлари бўлади? Бу ҳолда қандай халақитларни кўрсата оласиз?

986. Учта кучайтиргич қуйидаги ўтказиш полосаларига эга: 10 Гц — 20 кГц; 40 — 100 кГц; 1 — 3 МГц. Бу кучайтиргичларнинг қайси бирини товуш каналининг чиқиш каскади сифатида ишлатиш мумкин?

987. Телевизорнинг тасвирини узатиш каналида видеокучайтиргичнинг зарур бўлган кучайтириш коэффициентини аниқланг (122- расм, б). Передатчикнинг минимал токи 0,5 мА, узатувчи трубанинг фотосезгирлик коэффициенти  $s_{\phi} = 10$  мкА/лм, тасвирнинг минимал ёруғлик оқими 2 лм.

988. Телевизор уч йил давомида бузилмасдан ишлади. Агар телевизор бир сутқада 3 соатдан ишлаган

бўлса, кинескопининг гарантия муддати  $t_{\text{гар}} = 2500$  соатда тугаган бўладими?

989. Электрон схемалардаги монтаж зичлиги нима? Шунини тушунтиринг. Электрон аппаратуранинг ишончлилиги монтаж зичлигига қандай боғлиқ?

990. „И“, „ИЛИ“, „НЕ“ логик (мантиқий) операцияларни бажариш имконини берувчи энг оддий принципал электрик схема тузинг.

991. Нима учун электрон ҳисоблаш машиналарида сигнал одатда иккиламчи ҳисоблаш системада кодланади? Ун зарядли ҳисоблаш блоки ёрдамида қандай максимал сон ёзиш мумкин?

I б о б

5.  $5,55 \cdot 10^{14}$  сек. 6.  $6 \cdot 10^{23}$ . 11.2. 12.  $\approx 3,3 \cdot 10^{-8}$  Кл.

Кўрсатма: шарнинг оғирлиги шар ва зарядланган жисм орасидаги Кулон кучи билан мувозанатлашади. 13.  $\approx 0,08$  Кл/м<sup>2</sup> 14. Кичик заряддан  $\approx 33$  мм нарида. 15.  $\approx 8,6 \cdot 10^{-14}$  Кл. 16.  $\epsilon(t) =$

$$= \frac{1}{1 - 0,8 e^{-\frac{t}{\tau}}}; \epsilon = 5.$$

$$1 - 0,8 e^{-\frac{t}{\tau}}$$

Кўрсатма: газнинг диэлектрик киритувчанлиги  $t \rightarrow \infty$  да  $\epsilon(t)$  функциянинг лимити каби аниқланади. 19. 2,9 Н. Кўрсатма: В шарга таъсир қилаётган куч  $F_{AB}$  ва  $F_{CB}$  кучларнинг натижаловчиси бўлади. 20. 0,01 Н. 1 Н. 21. 221 В. 22. 1Н; 0,5Н. 23.  $3 \cdot 10^{-3}$  Ж;  $1,5 \cdot 10^{-3}$  Ж. 24. 0,6 м; —60В. 25. а) 25В; б) 150В; 0,25 м. 26. 0,1 Ж; 27.  $8 \cdot 10^{-3}$  Кл. 28.  $5 \cdot 10^{-5}$  Кл. 29.  $\approx 0,62$  нФ. 33.  $\approx 4,5 \cdot 10^{-2}$  м<sup>2</sup> 34.  $\approx 0,557$  нФ. 35.  $\approx 56,5$ . 36.  $5 \cdot 10^{-3}$  м<sup>2</sup>. Кўрсатма: S ва C га нисбатан иккита тенгламалар системаси тузиш керак. 37. 0,05 Ж. 38.  $\approx 11$ . 39. 10 мкФ; 6,6 мкФ.

II б о б

42.  $1,25 \cdot 10^{15}$ . 43.  $\approx 31,25$  мм/сек. {Кўрсатма: {физика курсидан маълум бўлган  $I = evS$  формуласидан фойдаланиш керак; бунда,  $e$  — электрон заряди, Кл;  $n$  — ҳажм бирлигида зарядланган зарраларнинг сони;  $v$  — электронларнинг ўрин алмашиш тезлиги, м/сек;  $S$  — кесим юзи, м<sup>2</sup>. 44. 10 мм<sup>2</sup>. 45.  $\approx 3,6$  мм. 48.  $\approx 1,5$  мм. 49.  $\approx 0,09$  Ом;  $\approx 78$  Ом. 50. 65 мм<sup>2</sup>. 51.  $3,14 \cdot 10^{-8}$  Ом·м. 52.  $\approx 3,8$  мм. 53. 50 м. 36-масаланинг кўрсатмасига қаранг. 54. 8 Ом; 5 Ом 55.  $294 \cdot 10^{-7}$  Ом·м 56. 303 К. 57.  $5 \cdot 10^{-31}$ /К. 58.  $\approx 420$  Ом. 59. 11 кОм. 60.  $10^{-3}$  1/К 63. 75 Ом. 64.  $\approx 8$  м. 65. 15, 8 мм<sup>2</sup>. Кўрсатма; мис ва алюминий симлар кесимининг нисбати уларнинг солиштирма қаршиликларининг нисбатига тўғри пропорционалдир. 67. 200 В;  $\approx 44,6$  В. 68. 22,5 Вт. 69. 1) 4 марта катталаштирилсин; 2) 9 марта кичрайтирилсин. 71. 1,224 В. 72. 56,1 м. 73. 0,5 Ом. 74. 6 Ом; 4 Ом. 76. 0,5 кОм. 77. 91%. 78. 14 В; 2Ом. 36-масала-

нинг кўрсатмасига қаранг. 80  $P = \frac{E^2 R_{\text{таш}}}{(R_{\text{ич.}} + R_{\text{таш}})^2}$ . Кўрсатма: бу функциянинг графикасини қуйидагича яшаш керак:  $R_{\text{ич.}}$  қийматларга каррали бўлган  $V_{\text{таш}}$  қийматни ординатасини ўқ бўйича қўйиб чиқиш керак, яъни,  $R_{\text{таш}} = 0,1 R_{\text{ич.}}$ ;  $R_{\text{таш}} = 0,5 R_{\text{ич.}}$ .  $R_{\text{таш}} = R_{\text{ич.}}$ .  $R_{\text{таш}} = 2R_{\text{ич.}}$  ва ҳ. к. 81. 1,5 мА га камаяди. 82. 0,55 мм. 83. 15 В; 30 Ом. 84. 350 Ом. 36-масаланинг кўрсатмасига қаранг. 85. а)  $I_1 = \frac{2}{5} \cdot \frac{E}{R}$ ;  $I_2 = -\frac{6}{5} \cdot \frac{E}{R}$ ;  $I_3 = \frac{4}{5} \cdot \frac{E}{R}$ ; б)  $I_1 =$

$= \frac{E}{R}$ ;  $I_2 = 0$ ;  $I_3 = -\frac{E}{R}$ . Кўрсатма: уч тенгламали система тузиш керак: 1)  $I$  узелдаги тоқлар тенгламасини; 2)  $I$  контурдаги кучланишлар тенгламасини; 3) II контурдаги кучланишлар тенгламасини. 86.  $\approx 83,5$  В. 87. 0,1 А. 88. 16 мВт. 89. 50 В; 0. 91.  $\frac{5}{3}$  R. 92. 0;  $R_2$ . 93.  $\approx 1,08$  А. 95.  $R_1 = R_2$ . 97. Кўрсатма:  $aet$  ва  $adb$ ,  $etb$  ва  $cab$  сингари уч бурчакларни кўриб чиқиш. 98. Реостат батамом чиқарилганида:  $I \approx 2,86$  А;  $U = 85,8$  В. Реостат батамом кiritилганида:  $I \approx 1,54$  А;  $U \approx 46,2$  В. 99. 30 кОм. 100. 14,5 кОм. Кўрсатма: арифметик прогрессия ҳадларининг йиғиндиси формуласидан фойдаланинг. 101. 1,4 В. Кўрсатма: арифметик прогрессиянинг  $n$ -ҳади формуласидан фойдаланинг. 102. 500 Ом. Кўрсатма: камаювчи геометрик прогрессия ҳадларининг йиғиндиси формуласидан фойдаланинг. 103. 3,14 мА. Кўрсатма: камаювчи геометрик прогрессиянинг  $n$ -ҳади формуласидан фойдаланинг. 105. Кетма-кет улаш учун  $n = 3$ ; параллел улаш учун  $n = 7$ . 106.  $R_{II} = R_{вн}$ . 107. 16 В. 111. 64 тийин. 112. 1,95 кОм. 113. 1 сўм. 114. 600 Ж. 115.  $\approx 0,7$  А. 116. 0,58А; 3,3 Ж. 36-масаланинг кўрсатмасига қаралсин. 117. Резисторда  $R = 4$  Ом. 119.  $\approx 4$  г. 120. 5А. 121. 12 А. 122. 9,6 соат. 123. а) 9,5 соат; б) 5,4 соат; в) 4,2 соат. Кўрсатма: қоплаш вақтини аниқлаш учун пластиналар юзини топиш керак. 125.  $m = \frac{k_3 I_0 t}{at + 1}$ . 126. 0,5 А; 3 г. 36-масаланинг кўрсатмасига қаралсин.

### III боб

130. 2 Н. 131.  $2,22 \cdot 10^{-4}$  Г/м. 132. 177. 133. 10А. 134. 0,1 Т. 135. 0,25 м. 136.  $1,6 \cdot 10^{-4}$  Вб. 137. 11,8 мм<sup>2</sup>. 138.  $6,28 \cdot 10^{-4}$  Г/м. 139. 3,2 А/м. 140.  $4 \cdot 10^{-6}$  Т. 141. 20 А. 142. 0,4 м. 143. 0,8 Н. 144. 273 А. 145. 750 А/м. 146. 1350 А. 147. 1 А/мм<sup>2</sup>. 12. 148.  $\approx 1,4$  Т. 149.  $\approx 0,4$  Т;  $\approx 1$  Т. 150.  $\approx 14$  А. 151. 1000 1/Г. 152. 568 ўрам. Кўрсатма: магнитавий занжир учун тўлиқ ток қонуни ушбу ҳолда бундай ёзилади:  $I\omega = H_{ст}l_{ст} + H_0l_0$ . 153.  $1,3 \cdot 10^9$  А/м. 152-масаланинг кўрсатмасига қаралсин. 154.  $1,63 \cdot 10^{-1}$  Вб. 155.  $2 \cdot 10^{-2}$  Вб. 157.  $F_1 = 10^{-3}$ Н;  $F_2 = F_3 = 0,87 \cdot 10^{-3}$ Н. Кўрсатма: ҳар қайси ўтказгич таъсир этувчи куч ушбу ўтказгич ва бошқа икки ўтказгич орасидаги натижаловчи ўзаро таъсир кучи сингари аниқланади:  $F = \sqrt{F_A + F_B + 2F_A F_B \cos(2\pi - \alpha)}$ , бунда:  $F_A$  ва  $F_B$  ташкил этувчи кучлар;  $\alpha$  — улар орасидаги бурчак. 158. 1200 Н. 160. 1000 Н. 161. 900 Н. 165. 0,9 В. 166.  $6 \cdot 10^{-4}$  А/м. 167. 0,24 м. 168.  $5 \cdot 10^{-5}$  Т. 169. 1,2 Т. 170. 40м/с. 171. 2 Вб/сек. 172. — 1,25 Вб. 173. 12,5 А. 176. — 10 В. 179.  $4 \cdot 10^{-3}$  Вб. 180. 0,2 Т. 181. 5000. 182. 0,05 Г. 183. 1,4 Г; 0,6 Г. 184. 0,25 185. 0,25. 186. 31,25 мГ. 187. 0,15 Г. 189. 2,02 В. 190. 0,675 Н. 191. 1,125 Т. 193. 1,43 марта. 194. 0,8 Вт.

### IV боб

199. 21 м сек. 200. 7,2°. 201. 0,8 А. 204. 62,8 рад/сек. 205. 635 В; 20 м сек. 207. 2,5 мсек. 208. 50 Гц. 210.  $\psi_1 \pm \psi_2 = \pi$ . 214. 71 В; 142 В. 216. 10 А; 120 В; 12 Ом. 218. 323 К. 219.  $t = 8,5 \sin(314 t - 45^\circ)$ .

[МА]. 220. 35,6 мМ². 221. 640 Ом. 222. 40 нФ. 223. 160 Гц. 224.

$C = \frac{1}{\omega^2 L}$ ;  $P = \frac{U_m^2}{2R}$ . 225.  $i = 0,195 \sin(628t + \pi/2)$  [А]. 228. 105 Вт  
 ,7 А. 229. 4,8 А;  $i = 6,8 \sin(2500t - \pi/2)$  [А]. 230. 3,14 Ом.  
 31. 0,32 мГ. 233. 800 Гц. 236.  $i_R = 10 \sin(314t - 45^\circ)$  [МА];  
 $L = 320 \sin(314t - 135^\circ)$  [МА];  $i_e = 31,4 \sin(314t + 45^\circ)$  [МА].  
 237. 400 Ом; 0,64 Г; 4 мкФ. 239.  $U_{R_1} = 150$  В;  $U_{R_2} = 168$  В;  $U_1 = 94$  В;  
 $U_C = 54$  В. к ўрсатма: Ом қонундан фойдаланиб занжир қисми

учун тенглама тузамиз:  $U_{R_1} = \frac{U}{z_1} \cdot R_1$ ;  $\frac{U}{R_2} = \frac{U}{z_2} \cdot R_2$ ;

$U_L = \frac{U}{z_1} \cdot X_{L_1}$ ;  $U_C = \frac{U}{z_2} \cdot X_{C_2}$ , бунда  $z_1 = \sqrt{R_1^2 + X_L^2}$ ;  $z_2 = \sqrt{R_2^2 + X_C^2}$ .

240. 1,7 мкФ; 239- масаланинг кўрсатмасига қаралсин.

$$241. I_1 = \frac{U}{R_1 \sqrt{1 + \frac{X_L^2}{R_1^2}}}; I_2 = \frac{U}{R_2 \sqrt{1 + \frac{X_C^2}{R_2^2}}}.$$

239-масаланинг кўрсатмасига қаранг. 243. 16 кГц. 244.  
 25,5 лФ. 245. 2,55 мГ. 248. 21,3 А; 106,5 В; 2,25 кВА; 2,1 кВт;  
 0,77 квар. 250. 10 Ом. 252. 0,8. 253. а) 381 Вт; 330 Вт; 190 Вт;  
 0; 6) 0; 190 вар; 330 вар; 381 вар; в) 381 ВА. 254. 22 Вт. 255. 64 ВА;  
 256.  $R = 100$  Ом;  $z = 127$  Ом,  $\cos \varphi = 0,79$ . 257. 970 Вт; 760 Вт.  
 258. 0,4. 36-масаланинг кўрсатмасига қаранг. 259.  
 70,5 мА. 260. а) 16,3 ВА; 10,6 Вт; -12,4 вар; б) 25 ВА; 25Вт; 0;  
 в) 16,3 ВА; 10,6 Вт, 12,4 вар. 261. 6 ВА; 1,5 Вт; 5 вар. 263. R.  
 264. 13,2 мкФ. 265. 1,5 марта камайд. 267. 0,666 мкФ. 102-м а с а л а н и н г  
 кўрсатмасига қаралсин. 269. 6 мЖ. 270. 2,13  
 кОм. 271. 0,4 кОм. 272. 16,5 мкФ. 100-масаланинг кўрсат-

масига қаралсин. 273.  $C_1 = C_2$ . 274.  $\frac{C_1 C_3 + C_2 C_3}{C_1 + C_2 + C_3}$ . 275. 2,2 С.  
 276. 0,215А; 47,5 вар; 73 мЖ. 278. 45 В; 320В; 324 В. 279. 3,655  
 В; 1,353 В; 0,0674 В; 0,0931 мсек.

Кўрсатма 6,7 - изоҳлардан фойдаланилсин. 280. 0;  $U_0$ . 281.  
 6,28 Ом. 282. 0,566 Ом. 283. 0,165 Г. 102-масаланинг кўрсат-

масига қаранг. 284. 1,48 мГ. 285. 3,45 L. 286. 31 мГ. 287. 88  
 мГ; 288. 56,5 Ом; 0,15 мГ. 289.  $F = \frac{U^2 R}{R^2 + X_L^2}$ . 80-масала-

нинг кўрсатмасига қаранг. 290. 22 Ом; 62,5 мГ. 291.  
 $I_R = I_L \approx 10$  А;  $U_R = 150$  В;  $U_L = 157$  В;  $\varphi = 47^\circ$ . 292. а) 68%; б)  
 96%. 293.—96 Ом. 294. 105 Ом. 296. 34 мкФ. 299.  $I_1 = 0,26$  А;  $I_2 = -$   
 $-0,127$  А; 302. 17,2 Ом, 12,8 А. 303. 200 В; 400 ВА 320 Вт; 240 вар.  
 304.  $R = 14,7$  Ом;  $X = 7,15$  Ом;  $z = 16,4$  Ом;  $I = 7,75$  А. 306. 149 Ом;  
 44,7 В. 308. 135 Ом; 110 В. Кўрсатма: занжирнинг тўла қарши-

лиги ўтказувчанликка тесқари бўлган катталиқ каби топлади:  
 $z = \frac{1}{\sqrt{(g_1 + g_2)^2 + (b_1 + b_2)^2}}$ , бунда  $g_1 = \frac{R_1}{z_1^2}$ ;  $g_2 = \frac{R_2}{z_2^2}$ ;  $b_1 = \frac{X_1}{z_1^2}$ ;  
 $b_2 = \frac{X_2}{z_2^2}$ .

309.  $I = 0,115 \text{ A}$ ;  $I_2 = 0,066 \text{ A}$ . 316.  $e_C = E_m \sin \omega t$ ;  $e_B = E_m \sin(\omega t + 120^\circ)$ . 318. 2,5 кВ. 319.  $I_{\text{Л}} = 17,8 \text{ A}$ ;  $I_{\text{Ф}} = 10,3 \text{ A}$ . 320. а) 0,135 А; 380 В; б) 0,107 А; 220 В. 321. а) 80,5 мА; 127 В; б) 46,5 мА; 220 В. 322.  $I_{\text{ЛА}} = 0,153 \text{ A}$ ;  $I_{\text{ЛВ}} = 0,103 \text{ A}$ ;  $I_{\text{ЛС}} = 0,107 \text{ A}$ ;  $U_{\text{ЛА}} = U_{\text{ЛВ}} = U_{\text{ЛС}} = 220 \text{ В}$ . 323.  $\cos \varphi_A = 0,56$ ;  $\cos \varphi_B = 0,196$ ;  $\cos \varphi_C = 0,485$ ;  $P_A = 18,8 \text{ Вт}$ ;  $P_B = 4,65 \text{ Вт}$ ;  $P_C = 11,3 \text{ Вт}$ . 324.  $I_{\text{ЛА}} = 0,212 \text{ A}$ ;  $I_{\text{ФА}} = 0,122 \text{ A}$ ;  $I_{\text{ЛВ}} = 0,153 \text{ A}$ ;  $I_{\text{ФВ}} = 0,083 \text{ A}$ ;  $I_{\text{ЛС}} = 0,131 \text{ A}$ ;  $I_{\text{ФС}} = 20,076 \text{ A}$ . 325.  $\cos \varphi_A = 0,289$ ;  $\cos \varphi_B = 0,555$ ;  $\cos \varphi_C = 0,298$ .  $P_A = 13,5 \text{ Вт}$ ;  $P_B = 18,7 \text{ Вт}$ ;  $P_C = 8,6 \text{ Вт}$ ; 326. 104 Вт; 85 Вт; 60 Вт. 327. 100 Вт. 36-масаланинг кўрсатмасига қараиш. 328. 16,2 МЖ. 329. 34,5 Ом. 336. 0,66 А. 346. 0,455 А. 347.  $I_1 = 0,21 \text{ A}$ ;  $I_2 = 0,275 \text{ A}$ ;  $\varphi_1 = 58^\circ$ ;  $\varphi_2 = 61^\circ$ . Кўрсатма: истеъмолчилар токи мос равишда  $I_{AB}$  ва  $I_{CB}$  фаза токига тенг. 348.  $I_B = I_C = 1,9 \text{ A}$ ;  $I_A = 2,18 \text{ A}$ ;  $U = 220 \text{ В}$ . Кўрсатма: фаза қисқа тутангандагина жавоб тўғри бўлади. 349.  $I_A = 0$ ;  $I_B = I_C = 0,94 \text{ A}$ ;  $U = 63,5 \text{ В}$ . 350. 9,6 кВА; 635 Вт; 9,5 квар. 351. Уч марта кўпаяди. 352.  $z_{\text{ФЛ}} = 3z_{\text{ФТ}}$ .

### В о б

358. а) 0,07 А; б) -0,07 А; в) 1,34%; г) 0,7%. Кўрсатма: тўғрилаш тескари белги билан олинган абсолют хатолик сингари аниқланади. 359. 0,1 В; 0,52%. 360. 0,1 А. 362. 0,66%. 363. 1,05. Кўрсатма. Тузатиш коэффициенти ўлчанаётган катталик ҳақиқий қийматининг унинг ўлчанган қиймагига нисбатидан иборат. 364. 2,4% 365. 4% 367. -0,5 В; 3,57% 368.  $\frac{\Delta U_{m1}}{\Delta U_{m2}} = 5$ . 369. 0,2 А; 5%. 370.  $\gamma_{\text{кўш1}} > \gamma_{\text{кўш2}}$ . 371.  $15,5^\circ$  Кўрсатма. буриш бурчагини аниқлаш формуласидан фойдаланили: бунда:  $M_{\text{ай}}$  ва  $M_{\text{ам}}$  — айлантирувчи ва акс таъсир этувчи моментлар [Н. м]. 372. 1 бўл/мА; 1 мА/бўл 376.  $\frac{C_{x1}}{C_{x2}} = \frac{S_{x1}}{S_{x2}} = 1,75$ . 377. 10 бўл/мкА; 0,25 мкВт. 378. 0,535%; 0,8%; 1,6%; 8% 379. 100 бўл; 2 мА/бўл. 60 мА 384. 3,3 А. 385. 5 R<sub>ш</sub>. 386. 1,11 Ом. 388. 9; 99; 999; 389. 25 к.м. 390. 2,5 А; 50 мА/бўл. 392. 80 мВ; 16 мВ. 394.  $\approx 1\%$ . 395. 1,095 кОм. 396. 0,7 кМОм. 397.  $\frac{1}{9}$ ;  $\frac{1}{99}$ ;  $\frac{1}{999}$ . 398.  $P_V = 0,375 \text{ Вт}$ ;  $P_{R_{\text{кўш}}} = 0,167 \text{ Вт}$ . 399. 555 В. 400. 9,25 кОм. Кўрсатма: вольтметрларнинг бирида кучланиш номинал, яъни  $U_n = 150 \text{ В}$ ; бошқасида эса — умумий ва номинал кучланишлар орасидаги айирмага, яъни 130 В га тенг бўлиши лозим. 403. 6,35 В; 11 В. 404. 12,55 кОм 405. 8 В; 4,8 А. Кўрсатма: кўрсатилган ўлчаш режимга мос келувчи икки тенглама системасини тузиш керак. 406. 2,33%. Кўрсатма: нисбий хатолик ушбу ҳолда  $\gamma_{12} = \frac{\Delta I + \Delta I_1}{I - I_1}$  формуласидан аниқланади. 407. 1) 0,3А; 2) 0,665 А. 408. 286 пФ. Кўрсатма: ўлчаш чегарасини вольтметр ёрдамида кенгайтириш учун қўшимча сифим катталиги  $C_{\text{кўш}} =$

$= \frac{C_V}{U|U_H - 1}$  формула бўйича аниқланади. Бунда:  $U$  — кучланишнинг ўлчанаётган катталиги;  $U_H$  — вольтметрнинг юқори чегаравий ўлчами. 409. 300 В. 408-масала нинг кўрсатмасига қаранг. 410. 814 В. 408-масала кўрсатмасига қаранг. 411. 600 В. 412. 5А. 413. 50; 7500 В. 414. 6%. 415. Кўпи билан 7. 418. 1 Ом; 0,2%. 419. 25 Ом. 420. 23 Ом. 421. 101 Ом. 422. а)  $R_X \gg R_A$ ; б)  $R_X \ll R_V$ . 423. а)  $R_A \leq 0,138$  Ом; б)  $R_V \geq 22$  кОм. 424. а) 58,8 Ом; б) 60,3 Ом. 425. 6,25%. 426. 7,15% 427. 0,72% 406-масаланинг кўрсатмасига қаранг. 429. 40 Ом. 430. 1 В. Кўрсатма:  $C$  ва  $D$  нуқталар орасидаги кучланиш  $R_X$  ва  $R_3$  ёки  $R_1$  ва  $R_2$  қаршиликлар айирмасига тенг. 431. 10,2 Ом. 430-масаланинг кўрсатмасига қаранг. 432. 2,33. кОм. 430-масаланинг кўрсатмасига қаранг. 433. 12 кОм. 434. 125 Ом. 435. 17,5 Ом. 436. 3 мм<sup>2</sup>. 437. 1,6 МОм. 438.  $R_1 \approx 19,3$  кОм,  $R_2 \approx 45$  кОм. Кўрсатма: симлар изоляцияси қаршиликлари:  $R_1 = R_V \frac{U - U_1 - U_2}{U_2}$ ;  $R_2 = R_V \frac{U - U_1 - U_2}{U_1}$  формулалардан аниқланади. 439. 12Мом. 445. 98 Вт. 446. 2,5 Вт/бўл; 5 Вт/бўл; 10 Вт/бўл; 0,4 бўл/Вт; 0,2; бўл/Вт. 0,1 бўл/Вт. 447. 5 Вт/бўл; 10 Вт/бўл; 20 Вт/бўл; 0,2 бўл/Вт; 0,1 бўл/Вт; 0,05 бўл/Вт. 448. 1,095 кВт; 449. 1,089 кВт, 450.  $\gamma_1 = 0,467\%$ ;  $\gamma_2 = 1,011\%$ . 451. 6мА, 452. 5,8%. Кўрсатма: бир неча катталиклар ўлчамининг нисбий хатолиги ҳар бир қиймат ўлчамининг нисбий хатолигига тенг. 453. 83 Вт. 454. 180 Вт. 455. 69,5 вар. 460. 7. кВт 461. 10 Вт/бўл. 462. 50 В; 2,5 А; 87,5 Вт. 463. 6 кВт. 464. 0,625. 465. 24 кЖ. 466. 28 сек. 467. 750 Вт. 468. — 200 Ж, 1,52%. 469. 1,015. 363-масаланинг кўрсатмасига қаранг. 470-785,6 кВт. соат 471 1980 Вт·сек/айл Кўрсатма: счётчик айланишларининг сони айланишлар миқдори шартида келтирилган ўр. тача арифметик миқдорга тенг. 473. 60 мГ. 474.  $\approx 0,845\%$ . 475 16 мкФ. 476. 80 мГ. 477. 9,9% — 8,8 мГ. 478. 1,43 мкФ. 480. 13,4 Ом; 0,151 Г. Кўрсатма: переключателнинг иккала ҳолати учун кўприк мувозанатига мос келувчи икки тенглама системасини тузиш керак. 481. 145 Ом; 216 мГ. 482. 44 мкФ. 483.  $R = 30$  Ом;  $z = 4$  кОм;  $L = 1,14$  Г. 484.  $R = 45$  Ом;  $X_C = 21,8$  Ом;  $z = 40$  Ом. 485. 280 Ом; 22 мГ. Кўрсатма: иккала частотада ҳам ўлчаш режимига мос келувчи икки тенглама системасини тузиш лозим. 486. 1 град/Па;  $1,75 \cdot 10^{-2}$  1/Па. 489. 25 мВ·мин/айл; 4 айл/мин. 490. 4; 10; 14В/Па. 491. 2,5 В. 492. 5. 493. 9 кОм 497.  $I_1 = 3,46$  мА;  $I_2 = 2,5$  мА;  $I_3 = 1,36$  мА. 498. 62,5 мкА. 500.  $z = 10\sqrt{1 + 10^2}$  [Ом]. Кўрсатма: ўлчамлик  $l$  — мм. 501. 90 мкФ. 502.  $t_1 \approx 8$  сек;  $t_2 = 6$  сек;  $S_g \approx \frac{2\text{мА} \cdot \text{сек}}{\text{м}}$ .

## VI боб

505. 17,8 В. 506. 990. 507. 57. 508. 10; 0,2 509. 11; 2; 0,67; 0,2. 510. 40. 511.  $1,8 \cdot 10^{-3}$  м<sup>2</sup>. 513. 12,3. 514. 13,6. 516. 4; 2; 1,3. 517.  $\omega_1 = 10000$ ;  $\omega_2 = 125$ . 518. 100. 519. 91%. 520. 1,93 ВА; 35. 521. 1,4 кВА. 522. 1,23 кВт; 1,49 кВт; 1,71 кВт. 523. 96%. 524. 6,2 кВт. 525. 5,3 А; 1,6 кВт; 49,5 Вт. 526. 5 мм<sup>2</sup>; 80%. 528. 0,21. 529. 0,123. 530. 0,32 А га камаяди. 531. 0,15 га кўпаяди. 532. 92%; 1,78 кВт. 536. 50. 537. 7500.

538. 150 В. 539. 200 А. 540.  $\omega_1 = 4950$ ;  $\omega_2 = 450$ . 541.  $\approx 32$  В; 0,3. 542. 1,4 В. 545. 22 В. 546. 25; 49; 81 Вт. 547.  $\approx 980$  В; 0,21. 548. 23,4 мА. 550. 98%. Кўрсатма: ўртача бир суткалик ф. и. к. номинал нагрукда ишлаш давомида сарфланган энергия йиғиндисини салт ишлаш вақтида сарф қилинган энергияга нисбати каби аниқланади. 551. 15 А. 552. 0,26.  $S_1 = 0,4$  мм<sup>2</sup>;  $S_2 = 20$  мм<sup>2</sup>. 554. 0,48. 555. 25 А. 558.  $I_1 = 6,7$  А;  $I_2 = 70$  А. 559. 10%. 560. 19,5%. 561. 16,1 дан 20 В гача. 562. 500 А; 0,5 А. 566.  $\omega_1 = 33000$ ,  $\omega_2 = 3300$ . 567.  $I_{II} = 8,33$  А;  $I_{II2} = 250$  А;  $\omega_1 = 2100$ ;  $\omega_2 = 70$ . 568. а)  $k_{ТЛ} = 20$ ;  $U_{2Л} = 150$  В; б)  $k_{ТЛ} = 34,7$ ;  $U_{2Л} = 89$  В; в)  $k_{ТЛ} = 34$ ;  $U_{2Л} = 86,5$  В; г)  $k_{ТЛ} = 20$ ;  $U_{2Л} = 150$  В. 569.  $Y/Y$ . 570.  $Y/\Delta$ . 571.  $\omega_\Delta = \sqrt{3\omega_T}$ . 573. 95%; 94,8%; 95,1%. 574. 83,5%; 1,68 кВт. 575. 15,3%. 580. 99,5 дан 100,5 гача. 582. 1,1. Кўрсатма: трансформаторларни параллел улашнинг иккинчи шартини аниқловчи тенгламани ёзиш керак. Бунда  $\frac{u_{KI}}{u_{KI}}$  нисбатини номаълум қиймат кўринишида ифодалаш керак:  $\frac{x-1}{x+1} < \pm 0,05$ . 583. 582-масаланинг кўрсатмасига қаранг. 584.  $P_{2.I} = 1,4$   $P_{2.II}$ . 585.  $P_{2.I} = 39$  кВт;  $P_{2.II} = 33$  кВт. 586. 3,8 кВА. 589. 2,2; 22; 110 В. 590.  $I_2 = 20$  А;  $I_3 = 10$  А. 591. 5 мм<sup>2</sup> га. 592. 28 А. 593.  $\omega_1 = 1080$ ;  $\omega_2 = 720$ . 596.  $I_1 = 62$  мА;  $I_2 = 152$  мА;  $I_3 = 90$  мА. 597. 0,14; 0,16 А. 598.  $\omega_1 = 2\omega_2$ . 600.  $S_3 = 0,8$  кВА;  $S_{3M} = 0,2$  кВА;  $k_T = 1,25$ .

## VII б о б

602. 6,6%. 603. 1500 айл/мин. 604. 3000 айл/мин; 60%. 36-масаланинг кўрсатмасига қаранг. 606. 5. 607. 314 рад/сек. 608. 33 Гц. 36-масаланинг кўрсатмасига қаранг. 609. 305 рад/сек. 610. 1800 айл/мин. 611. 1425 ÷ 1450 айл/мин. 612.  $E_1 = 285$  В;  $E_2 = 250$  В;  $E_{2S} = 5,5$  В. 613. 100. 614. 9 В. 615. 173. 616. 5 Ом. 617. 3,6 Ом. 618. 0; 0385 Ом. 619. 11 В; 48 Гц. 620. 20 В. 621. 9,5 А. 622. 10,5 А. 623. 20; 4; 2 Н·м. 625. 1,15 Н·м. 627. 1,35 Н·м. 632. 84%. 633. 83,5%. 0,865. 634. 110 Вт. 636. 81,5%; 2,7 кВт. 638.  $s = 25\%$ ;  $\eta = 97,5\%$ . 640. 8 кВт; 17,5 А; 30,3 А. 641. 3,75%; 39 Н·м. 664. 750 айл/мин. 665. 6. 666. 400 марта 667. 950 айл/мин. 669.  $e = 112 \sin(628t + 60^\circ)$  [В]. 671. 16 В. 672. 16. 673. а) 0; б)  $P_{3M}$ . 674. 750 Вт. 675. 990 Вт; 90 Вт. 676.  $I_{II\Delta} = 73$  А;  $I_{IIY} = 42$  А. 677. 1,6 марта. 678. 6,45 А. 679. 196; 39,2; 16,3 Н·м. 680. 95,5%. 681. 5 кВт. 682. 92,5%; 6,02 кВт. 36-масаланинг кўрсатмасига қаранг. 683. 1,96; 0,98; 0,163 Н·м; 10 000; 50 000; 120 000 рад/сек.

## VIII-б о б

692. 200 В. 693. 99, 132; 175 В. 694. 12. 695. 750 айл/мин. 696. 100 В. 36-масаланинг кўрсатмасига қаранг. 698. 6,4 А; 77 В. 699. 420 айл/мин. 700. 440 айл/мин. 701. 5 А. 702. 185 А. 703. 240 В. 706. 7 Ом. 707. 0,5 Ом. 710. 185, 170, 125 В;

$\frac{R_{II}}{R_{I}} = \frac{10}{9}$  2; 5. 711. 10 дан 50 Ом гача. 712. 20,5 А. 36-масаланинг кўрсатмасига қаранг. 713. 156 В. 714. 198 В. 715. 180 В. 716. 10,8 кВт. 717. 34 А. 719. 7,5 кВт. 720. 1,03 Ом. 733. 162 В. 734. 8. 735. 120 В. 36-масаланинг кўрсатмасига қаранг. 736. 60 Ом. 737. 5,5 кВт. 738. 6,1 кВт. 739. 78%. 740. 500 Вт. 744.  $R_{II} = 0,08$  Ом;  $R_{I} = 0,3$  Ом. 745. 1 Ом. 746. 5 Ом. 747. 360 А.

## IX боб

759. 0,127; 0,555; 2,55 мА/мм<sup>2</sup>. Кўрсатма: 6,7-пловалардан фойдаланилсин. 761. 0,182 А/град<sup>2</sup>-м<sup>2</sup>; 1304,6К. Кўрсатма: эмиссия токи зичлигини берилган температурага боғлиқлигига мос икки тенглама системасини тузиш керак. 764. 1) 2 мА/В; 2) 2 мА/В; 765. 24 Ом. 767. Икки марта камайдн. 769.  $Q_3 = 5$  Ж;  $Q_K = 3,6$  Ж. 770. 220 мА. 771. 9 кОм. 772. 0,95 кОм. 774. 1) 20; 2) 5; 3) 2. 776.  $k_{\mu} = 20$ ;  $R_1 = 50$  Ом. 777. 100. 778. 2 МОм. 781. 100. 782. 5; 2; 1 В. 790. 29 мм. 791. 6 В. 792. 160 В. 793. 141 В. 797. а) 0,9 В га кўпаяди; б) 40 мА га ўзгаради. 798. 20 Ом. 801. 20 В. 803. 2,5 Вт; 33,3%. 804. 3 мА. Кўрсатма:  $I_g$ ,  $U_3$  координаталарда нуқталар орқали ўтувчи тўғри чизик тенгламасини тузиш керак. Нуқталар координатаси шартда берилган. 805. 20 мА. 36-масаланинг кўрсатмасига қаранг. 806. 150 В. 807. 1 кОм. 808. 2,33 В. 804-масаланинг кўрсатмасига қаранг. 809. 20 А. 815. 573 Ом. 759-масаланинг кўрсатмасига қаранг. 816. 312 К; 293 К. 817. 560 К. 818. 80 мкА. 823. 115 В. 825. 0,5 кОм. 826. 370 К. 759-масаланинг кўрсатмасига қаранг. 827. 3830 К. 828. 0,366 мА. 832. 0,5; 0,33; 0,25 мА. 835. 60. 836. 0,9. 837. 1 кОм. 838. 1 мА. 839. 313 К. 840. 0,98; 49. 842.  $I_K = 565$  мА;  $I_3 = 0,57$  мА;  $I_6 = 8,8$  мкА. 843.  $I_6 = 0,2$  мА;  $I_K = 10,25$  мА. 36-масаланинг кўрсатмасига қаранг. 844. 0,97; 10 мкА. Кўрсатма: коллектор токининг берилган қийматларига мос келувчи икки тенглама системасини тузиш керак. 851. 2; 7; 15 мкА/лм. 852. 10лм. 853.  $10^{-3}$  А/мм<sup>2</sup>,  $2 \cdot 10^{-3}$  А/мм<sup>2</sup>. 36-масаланинг кўрсатмасига қаранг. 856. 1 лм. 858. 1 В. 860. 1) 20 мА; 2) 6,7 мА. 861. 5 марта камайдн. 864. 80 мкА. 865. 0,25 лм. 866.  $k^n - 1$ . 870. 150 лм. 804-масаланинг кўрсатмасига қаранг. 871. 10 марта камайдн. 872. 16,7 лм. 873. 120 лм; 166 Ом. 36-масаланинг кўрсатмасига қаранг. 874. 25 мА/лм. 875. 63,5 мА. 879. 0,455 мА/лм. 882. 74,5%. 883.  $\eta = 42,7\%$ . 19,6 га кўпаяди. 884. 10; 1 кОм. 885.  $k_{no} = 1,25$ ; 2 марта кўпаяди. 889. 222 В; 78,8 мА. 890. а) 111 В; 55,5 мА. б) 110 В; 39,5 мА. 892. 74 В; 52,7 мА. 895. 32 В; 32 мА; 32 В; 64 мА; 64 В; 64 мА; 95 В; 86 мА. 900. 0,366 Г. 901. 16 мкФ. 902. 9,4. 903. 40. 904. 200 Ом. 906. 0,14 мА. 908. 455 Ом. 911. а) 47; б) 5. 914. 0,267%. 917. а)  $I_{чик} < 10$  мкА; б)  $U_{кпр} < 50$  В. 919.  $k_I = 10$ ;  $k_U = 25$ ;  $k_P = 250$ . 920. 3,16; 10; 100. 921. 12 - 41%. 922. 0,316%. 923. 83,5%. 924. 80%. 925. 700 Ом. 926. 0,051. 927. 0,025 102-масаланинг кўрсатмасига қаранг. 934. 625. 935.  $k_1 = 2$ ;  $k_2 = 20$ ;  $k_3 = 200$ . 936. 0,5А. 937. 0,025. 938.  $\approx 1/k_{т.а}$ . 939. 0,067. 940. 2,33. 945. 1,6

кГц. 946. 0,254 мГ; 947. 10. 948. 0,16 Г; 6,4 нФ. 949. 8. 950. 0,785;  
 1,57 ; 3,84 кГц. 951. 9,6 кГц. 960.  $\tau_{II} = 0,91$  мк-сек;  $t_{II} = 9,1$  мк  
 сек;  $\frac{T}{\tau_{II}} = 11; 2; 1,1$ . 961. 2; 1 дан  $\infty$  гача. 966.  $u = (A_0 + A_m$   
 $\sin 314t) \sin 62800t$ . 967. 3 марта кўпаяди. 971. 20. 972. 53.  
 973. 1 мА. 976. 23 В. 977. 30 В. 978. 4150 К; 0,039 Ом. 759-м а с а -  
 л а н н и г к ў р с а т м а с и г а қ а р а н г. 981. 0,1 мА/лм. 982. 10 лм.  
 987. 25. 988.  $t_{III} \approx 3280$  соат  $> t_{гар}$ . 991. 1023.

---

# И Л О В А Л А Р

1-илова

**Электрик ва механикавий катталиклар ва уларнинг халқаро бирликлар системаси СИ да ўлчаниши**

Катталикларнинг номи	Халқаро бирликлар системаси (СИ) даги асосий бирликлар		
	Номи	Ўлчани	Белгиланиши
1	2	3	4
Узунлик	метр	м	<i>l</i>
Юз, сирт	метр кв.	м <sup>2</sup>	<i>S</i>
Ҳажм	метр куб	м <sup>3</sup>	<i>V</i>
Масса	килограмм	кг	<i>m</i>
Вақт	секунд	сек	<i>t</i>
Тезлик	секундига метр	м/сек	<i>v</i>
Куч	ньютон	Н	<i>F</i>
Иш	жоуль (ватт-секунд)	Ж	<i>W</i>
Иссиқлик миқдори	жоуль	Ж	<i>Q</i>
Температура	кельвин	К	<i>T</i>
Бурчагий тезлик. Бурчагий частота	секундига радиан	рад/сек	$\omega$
Ясси бурчак	радиан	рад	$\alpha, \psi, \varphi$
Куч momenti	ньютон-метр (Жоуль)	Н·м	<i>M</i>
Актив қувват	ватт	Вт	<i>P</i>
Реактив қувват	реактив вольт-ампер	вар	<i>Q</i>
Тўла қувват	вольт-ампер	В·А	<i>S</i>
Кучланиш, электр юритувчи куч	вольт	В	<i>U, E</i>
Ток	ампер	А	<i>I</i>
Ток зичлиги	метр квадратга ампер	А/м <sup>2</sup>	<i>j</i>
Заряд, электр миқдори	кулон	Кл	<i>q</i>
Электрик майдон кучланганлиги	метрга вольт	В/м	<i>E<sub>n</sub></i>
Сигим	фарада	Ф	<i>C</i>
Абсолют диэлектрик киритувчанлик	метрга фарада	Ф/м	$\epsilon_a$
Қаршилик	ом	Ом	<i>R</i>
Солиштирма қаршилик	ом-метр	Ом·м	$\rho$
Ўтказувчанлик	сименс	См	<i>g</i>
Солиштирма ўтказувчанлик	метрга сименс	См/м	$1/g$
Магнитавий оқим	вебер	Вб	Ф
Магнитавий индукция	тесла (метр квадратга вебер)	Т	<i>B</i>
Магнитавий майдон кучланганлиги	метрга ампер	А/м	<i>H</i>
Абсолют магнитавий киритувчанлик	метрга генри	Г/м	$\mu_a$
Индуктивлик	генри	Г	<i>L</i>

1	2	3	4
Реактив (индуктив, сифим) қаршилик	ом	Ом	X
Тўла қаршилик	ом	Ом	z
Частота	герц	Гц	f

2-илова

## Диэлектрик киритувчанликлар (нисбий)

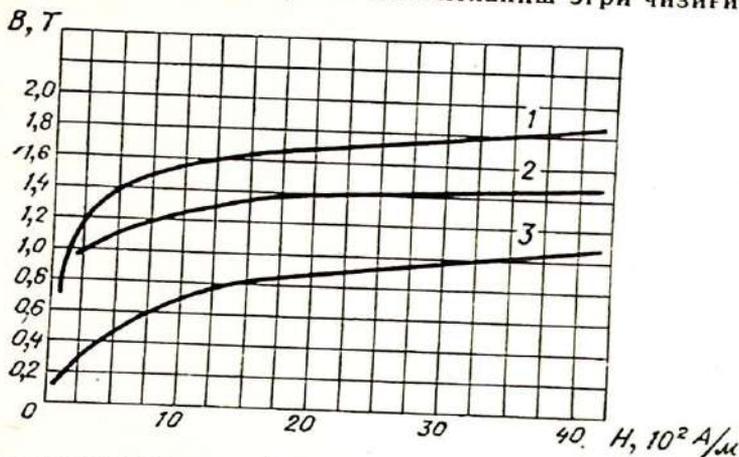
Диэлектрик	$\epsilon$	Диэлектрик	$\epsilon$
Сув . . . . .	81	Слюда . . . . .	7,5
Ҳаво . . . . .	1,00058	Спирт . . . . .	26
Керосин . . . . .	2,0	Шиша . . . . .	6,0
Парафин . . . . .	2,0	Чинни . . . . .	6,0
Плексиглас . . . . .	3,5	Эбонит . . . . .	2,7
Полиэтилен . . . . .	2,3		

3-илова

## Ўтказгич материалларнинг асосий характеристикалари

Материалнинг номи	Зичлик, кг/м <sup>3</sup>	Солиштирма қаршилик, 10 <sup>-6</sup> Ом·м	Солиштирма ўтказувчанлик, 10 <sup>6</sup> См/м	Иссиқлик сифими 0 дан 100°С гача, Ж/кг·°С	Қаршиликнинг температуравий коэффициенти 0 дан 100°С гача, 1/°С
Ўтказгич мис	8900	0,0176	57	0,392	0,004
Алюминий	2700	0,0278	35	0,92	0,004
Латунь (жез)	8500	0,04	25	0,384	0,002
Вольфрам	19100	0,0612	16,34	0,146	0,0047
Пўлат сим	7900	0,13	7,6	0,46	0,00625
Қалай	7300	0,143	7	0,234	0,0044
Қўрғошин	11400	0,221	4,52	0,129	0,0041
Нихром	8200	0,98	1,02	—	0,00015
Константан	8800	0,4—0,51	2,5—1,98	—	0,000005
Фехраль	7600	1,4	0,7	—	0,00028
Манганин	8100	0,42	2,38	—	0,000006

## Баъзи материалларнинг магнитлиниш эгри чизиги



1 — электротехникавий пўлат, 2 — қуйма пўлат, 3 — чўян.

## Тўғрилагич схемаларнинг асосий параметрлари

Схемаларнинг параметрлари	Тўғрилаш схемалари			
	бир ярим даврли (101-расм, а)	бир фазали икки ярим даврли		уч фазали икки ярим даврли (101-расм, з)
		ўрта нуқтали (101-расм, б)	кўприк (101-расм, в)	
Тўғриланган кучлинишнинг доимий ташкил этувчиси (нолинчи гармоника) $U_{0-т}$	$0,45 U_{кир}^1$	$0,9 U_{кир}$	$0,9 U_{кир}$	$1,35 U_{кир}$
Тўғриланган токнинг доимий ташкил этувчиси (нолинчи гармоника) $I_{0-т}$	$0,637 I_{кир}^1$	$1,27 I_{кир}$	$0,9 I_{кир}$	$0,95 I_{кир}$
Ўтказиш йўналишидаги тўғрилагич токи $I_T$	$1,57 I_{0-т}$	$0,78 I_{0-т}$	$0,78 I_{0-т}$	$0,58 I_{0-т}$
Пульсланиш коэффиценти $k_{пб}$	1,57	0,78	0,78	0,26
Тўғрилагичда тескари йўналишдаги кучлиниш $U_{тес}$	$3,14 U_{0-т}$	$3,14 U_{0-т}$	$1,57 U_{0-т}$	$1,05 U_{0-т}$
Пульсланиш частотаси $f_{п}$	$f_T^2$	$2f_T$	$2f_T$	$3f_T$

<sup>1</sup> $U_{кир}$  ва  $I_{кир}$  — кираётган кучлиниш ва токнинг ҳақиқий қиймати.

<sup>2</sup> $f_T$  — таъминлаш тармоғининг кучлиниш частотаси.

## Кўрсаткичли функциялар

$x$	$e^x$	$e^{-x}$	$x$	$e^x$	$e^{-x}$	$x$	$e^x$	$e^{-x}$
0,00	1,0000	1,0000	0,40	1,4918	0,6703	0,80	2,2255	0,4493
01	1,0101	0,9900	41	1,5068	0,6637	81	2,2479	0,4449
02	1,0202	0,9802	42	1,5220	0,6570	82	2,2705	0,4404
03	1,0305	0,9704	43	1,5373	0,6505	83	2,2933	0,4360
04	1,0408	0,9608	44	1,5527	0,6440	84	2,3164	0,4317
0,05	1,0513	0,9512	0,45	1,5683	0,6376	0,85	2,3396	0,4274
06	1,0618	0,9418	46	1,5841	0,6313	86	2,3632	0,4232
07	1,0725	0,9324	47	1,6000	0,6250	87	2,3869	0,4190
08	1,0833	0,9231	48	1,6161	0,6188	88	2,4109	0,4148
09	1,0942	0,9139	49	1,6323	0,6126	89	2,4351	0,4107
0,10	1,1052	0,9048	0,50	1,6487	0,6065	0,90	2,4596	0,4066
11	1,1163	0,8958	51	1,6653	0,6005	91	2,4843	0,4025
12	1,1275	0,8869	52	1,6820	0,5945	92	2,5093	0,3985
13	1,1388	0,8781	53	1,6989	0,5886	93	2,5345	0,3946
14	1,1503	0,8694	54	1,7160	0,5827	94	2,5600	0,3906
0,15	1,1618	0,8607	0,55	1,7333	0,5769	0,95	2,5857	0,3867
16	1,1735	0,8521	56	1,7507	0,5712	96	2,6117	0,3829
17	1,1853	0,8437	57	1,7683	0,5655	97	2,6379	0,3791
18	1,1972	0,8353	58	1,7860	0,5599	98	2,6645	0,3753
19	1,2092	0,8270	59	1,8040	0,5543	99	2,6912	0,3716
0,20	1,2214	0,8187	0,60	1,8221	0,5488	1,00	2,7183	0,3679
21	1,2337	0,8106	61	1,8404	0,5434	01	2,7456	0,3642
22	1,2461	0,8025	62	1,8589	0,5379	02	2,7732	0,3606
23	1,2586	0,7945	63	1,8776	0,5326	03	2,8011	0,3570
24	1,2721	0,7866	64	1,8963	0,5273	04	2,8292	0,3535
0,25	1,2840	0,7788	0,65	1,9155	0,5220	1,05	2,8577	0,3499
26	1,2969	0,7711	66	1,9348	0,5169	06	2,8864	0,3465
27	1,3100	0,7634	67	1,9542	0,5117	07	2,9154	0,3430
28	1,3231	0,7558	68	1,9739	0,5066	08	2,9447	0,3396
29	1,3364	0,7483	69	1,9937	0,5016	09	2,9743	0,3362
0,30	1,3499	0,7408	0,70	2,0138	0,4966	1,10	3,0042	0,3329
31	1,3634	0,7334	71	2,0340	0,4916	11	3,0344	0,3296
32	1,3771	0,7261	72	2,0544	0,4868	12	3,0649	0,3263
33	1,3910	0,7189	73	2,0751	0,4819	13	3,0957	0,3230
34	1,4049	0,7118	74	2,0959	0,4771	14	3,1268	0,3198
0,35	1,4191	0,7047	0,75	2,1170	0,4724	1,15	3,1582	0,3166
36	1,4333	0,6977	76	2,1383	0,4677	16	3,1899	0,3135
37	1,4477	0,6907	77	2,1598	0,4630	17	3,2220	0,3104
38	1,4623	0,6839	78	2,1815	0,4584	18	3,2544	0,3073
39	1,4770	0,6771	79	2,2034	0,4538	19	3,2871	0,3042

$x$	$e^x$	$e^{-x}$	$x$	$e^x$	$e^{-x}$	$x$	$e^x$	$e^{-x}$
1,20	3,3201	0,3012	1,60	4,9530	0,2019	2,00	7,3891	0,1353
21	3,3535	0,2982	1,61	5,0028	0,1999	2,01	7,4633	0,1340
22	3,3872	0,2952	1,62	5,0531	0,1979	2,02	7,5383	0,1327
23	3,4212	0,2923	1,63	5,1039	0,1959	2,03	7,6141	0,1313
24	3,4556	0,2892	1,64	5,1552	0,1940	2,04	7,6906	0,1300
1,25	3,4903	0,2865	1,65	5,2070	0,1920	2,05	7,7679	0,1287
26	3,5254	0,2837	1,66	5,2593	0,1901	2,06	7,8460	0,1275
27	3,5609	0,2808	1,67	5,3122	0,1882	2,07	7,9248	0,1262
28	3,5966	0,2780	1,68	5,3656	0,1864	2,08	8,0045	0,1249
29	3,6328	0,2753	1,69	5,4195	0,1845	2,09	8,0849	0,1237
1,30	3,6693	0,2725	1,70	5,4739	0,1827	2,10	8,1662	0,1225
31	3,7062	0,2698	1,71	5,5290	0,1809	2,11	8,2482	0,1212
32	3,7434	0,2671	1,72	5,5845	0,1791	2,12	8,3311	0,1200
33	3,7810	0,2645	1,73	5,6407	0,1773	2,13	8,4149	0,1188
34	3,8190	0,2618	1,74	5,6973	0,1755	2,14	8,4994	0,1177
1,35	3,8574	0,2592	1,75	5,7546	0,1738	2,15	8,5849	0,1165
36	3,8962	0,2567	1,76	5,8124	0,1720	2,16	8,6711	0,1153
37	3,9354	0,2541	1,77	5,8709	0,1703	2,17	8,7583	0,1142
38	3,9749	0,2516	1,78	5,9299	0,1686	2,18	8,8463	0,1130
39	3,0149	0,2491	1,79	5,9895	0,1670	2,19	8,9352	0,1119
1,40	4,0552	0,2466	1,80	6,0496	0,1653	2,20	9,0250	0,1108
41	4,0960	0,2441	1,81	6,1104	0,1637	2,21	9,1157	0,1097
42	4,1371	0,2417	1,82	6,1719	0,1620	2,22	9,2073	0,1086
43	4,1787	0,2393	1,83	6,2339	0,1604	2,23	9,2999	0,1075
44	4,2207	0,2369	1,84	6,2965	0,1588	2,24	9,3933	0,1065
1,45	4,2631	0,2346	1,85	6,3598	0,1572	2,25	9,4877	0,1054
46	4,3060	0,2322	1,86	6,4237	0,1557	2,26	9,5831	0,1044
47	4,3492	0,2299	1,87	6,4883	0,1541	2,27	9,6794	0,1033
48	4,3929	0,2276	1,88	6,5535	0,1526	2,28	9,7767	0,1023
49	4,4371	0,2254	1,89	6,6194	0,1511	2,29	9,8749	0,1013
1,50	4,4817	0,2231	1,90	6,6859	0,1496	2,30	9,9742	0,10026
51	4,5267	0,2209	1,91	6,7531	0,1481	2,31	10,074	0,09926
52	4,5722	0,2187	1,92	6,8210	0,1466	2,32	10,176	0,09827
53	4,6182	0,2165	1,93	6,8895	0,1451	2,33	10,278	0,09730
54	4,6646	0,2144	1,94	6,9588	0,1437	2,34	10,381	0,09633
1,55	4,7115	0,2122	1,95	7,0287	0,1423	2,35	10,486	0,09537
56	4,7583	0,2101	1,96	7,0993	0,1409	2,36	10,591	0,09442
57	4,8066	0,2080	1,97	7,1707	0,1395	2,37	10,697	0,09348
58	4,8550	0,2060	1,98	7,2427	0,1381	2,38	10,805	0,09255
59	4,9037	0,2039	1,99	7,3155	0,1367	2,39	10,913	0,09163

$x$	$e^x$	$e^{-x}$	$x$	$e^x$	$e^{-x}$	$x$	$e^x$	$e^{-x}$
2,40	11,023	0,09072	2,80	16,415	0,06081	3,20	24,533	0,04076
2,41	11,134	0,08982	2,81	16,610	0,06020	3,21	24,779	0,04036
2,42	11,246	0,08892	2,82	16,777	0,05961	3,22	25,028	0,03996
2,43	11,359	0,08804	2,83	16,945	0,05901	3,23	25,280	0,03956
2,44	11,473	0,08716	2,84	17,116	0,05843	3,24	25,534	0,03916
2,45	11,588	0,08629	2,85	17,288	0,05784	3,25	25,790	0,03877
2,46	11,705	0,08543	2,86	17,462	0,05727	3,26	26,050	0,03839
2,47	11,822	0,08458	2,87	17,637	0,05670	3,27	26,311	0,03801
2,48	11,941	0,08374	2,88	17,814	0,05613	3,28	26,576	0,03763
2,49	12,061	0,08291	2,89	17,993	0,05558	3,29	26,843	0,03725
2,50	12,182	0,08208	2,90	18,174	0,05502	3,30	27,113	0,03688
2,51	12,305	0,08127	2,91	18,357	0,05448	3,31	27,385	0,03652
2,52	12,429	0,08046	2,92	18,541	0,05393	3,32	27,660	0,03615
2,53	12,554	0,07966	2,93	18,728	0,05340	3,33	27,938	0,03579
2,54	12,680	0,07887	2,94	18,916	0,05287	3,34	28,219	0,03544
2,55	12,807	0,07808	2,95	19,106	0,05234	3,35	28,503	0,03508
2,56	12,936	0,07730	2,96	19,298	0,05182	3,36	28,789	0,03474
2,57	13,066	0,07654	2,97	19,492	0,05130	3,37	29,079	0,03439
2,58	13,197	0,07577	2,98	19,688	0,05079	3,38	29,371	0,03405
2,59	13,330	0,07502	2,99	19,886	0,05029	3,39	29,666	0,03371
2,60	13,464	0,07427	3,00	20,086	0,04979	3,40	29,964	0,03337
2,61	13,599	0,07353	3,01	20,287	0,04929	3,41	30,265	0,03304
2,62	13,736	0,07280	3,02	20,491	0,04880	3,42	30,569	0,03271
2,63	13,874	0,07208	3,03	20,697	0,04832	3,43	30,877	0,03239
2,64	14,013	0,07136	3,04	20,905	0,04783	3,44	31,187	0,03206
2,65	14,154	0,07065	3,05	21,115	0,04736	3,45	31,500	0,03175
2,66	14,296	0,06995	3,06	21,328	0,04689	3,46	31,817	0,03143
2,67	14,440	0,06925	3,07	21,542	0,04642	3,47	32,137	0,03112
2,68	14,585	0,06856	3,08	21,758	0,04596	3,48	32,460	0,03081
2,69	14,732	0,06788	3,09	21,977	0,04550	3,49	32,786	0,03050
2,70	14,880	0,06721	3,10	22,198	0,04505	3,50	33,115	0,03020
2,71	15,029	0,06654	3,11	22,421	0,04460	3,51	33,448	0,02990
2,72	15,180	0,06587	3,12	22,646	0,04416	3,52	33,784	0,02960
2,73	15,333	0,06522	3,13	22,874	0,04372	3,53	34,124	0,02930
2,74	15,487	0,06457	3,14	23,104	0,04328	3,54	34,467	0,02901
2,75	15,643	0,06393	3,15	23,336	0,04285	3,55	34,813	0,02872
2,76	15,800	0,06329	3,16	23,571	0,04243	3,56	35,163	0,02844
2,77	15,959	0,06266	3,17	23,807	0,04200	3,57	35,517	0,02816
2,78	15,119	0,06204	3,18	24,047	0,04159	3,58	35,874	0,02788
2,79	16,281	0,06142	3,19	24,288	0,04117	3,59	36,234	0,02760

$x$	$e^x$	$e^{-x}$	$x$	$e^x$	$e^{-x}$	$x$	$e^x$	$e^{-x}$
3,60	36,598	0,02732	3,95	51,935	0,01925	7,0	1096,6	0,000912
3,61	36,966	0,02705	3,96	52,457	0,01906	7,1	1212,0	0,000825
3,62	37,338	0,02678	3,97	52,985	0,01887	7,2	1339,4	0,000747
3,63	37,713	0,02652	3,98	53,517	0,01869	7,3	1480,3	0,000676
3,64	38,092	0,02625	3,99	54,055	0,01850	7,4	1636,0	0,000611
3,65	38,475	0,02596	4,0	54,598	0,01832	7,5	1808,0	0,000535
3,66	38,861	0,02573	4,1	60,340	0,01657	7,6	1998,2	0,000500
3,67	39,252	0,02548	4,2	66,686	0,01500	7,7	2208,3	0,000453
3,68	39,646	0,02522	4,3	73,700	0,01357	7,8	2440,6	0,000410
3,69	40,045	0,02497	4,4	81,451	0,01228	7,9	2697,3	0,000371
3,70	40,447	0,02472	4,5	90,017	0,01111	8,0	2981,0	0,000335
3,71	40,854	0,02448	4,6	99,484	0,01005	8,1	3294,5	0,000304
3,72	41,261	0,02423	4,7	109,95	0,00910	8,2	3641,0	0,000275
3,73	41,679	0,02399	4,8	121,51	0,00823	8,3	4023,9	0,000249
3,74	42,098	0,02375	4,9	134,29	0,00745	8,4	4447,1	0,000225
3,75	42,521	0,02352	5,0	148,41	0,00674	8,5	4914,8	0,000203
3,76	42,984	0,02328	5,1	164,02	0,00610	8,6	5431,7	0,000184
3,77	43,380	0,02305	5,2	181,27	0,00552	8,7	6002,9	0,000167
3,78	43,816	0,02282	5,3	200,34	0,00499	8,8	6634,2	0,000151
3,79	44,255	0,02260	5,4	221,41	0,00452	8,9	7332,0	0,000136
3,80	44,701	0,02237	5,5	244,69	0,00409	9,0	8103,1	0,000123
3,81	45,150	0,02215	5,6	270,43	0,00370	9,1	8955,3	0,000112
3,82	45,604	0,02193	5,7	298,87	0,00335	9,2	9897,1	0,000101
3,83	46,063	0,02171	5,8	330,30	0,00303	9,3	10938	0,000091
3,84	46,525	0,02149	5,9	365,04	0,00274	9,4	12088	0,000083
3,85	46,993	0,02128	6,0	403,43	0,002479	9,5	13360	0,000075
3,86	47,465	0,02107	6,1	445,86	0,002243	9,6	14765	0,000068
3,87	47,942	0,02086	6,2	492,75	0,002029	9,7	16318	0,000061
3,88	48,424	0,02065	6,3	544,57	0,001836	9,8	18034	0,000055
3,89	48,911	0,02045	6,4	601,85	0,001662	9,9	19930	0,000050
3,90	49,402	0,02024	6,5	665,14	0,001503	10,0	22026	0,000045
3,91	49,899	0,02004	6,6	735,10	0,001360			
3,92	50,400	0,01984	6,7	812,41	0,001231			
3,93	50,907	0,01964	6,8	897,85	0,001114			
3,94	50,419	0,01945	6,9	992,27	0,001008			

## Нагурал логарифмлар

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1,0	0,0000	0,0100	0,0198	0,0296	0,0392	0,0488	0,0583	0,0677	0,0770	0,0862
1,1	0,0953	0,1044	0,1133	0,1222	0,1310	0,1398	0,1484	0,1570	0,1655	0,1740
1,2	0,1823	0,1906	0,1989	0,2070	0,2151	0,2231	0,2311	0,2390	0,2469	0,2546
1,3	0,2624	0,2700	0,2776	0,2852	0,2927	0,3001	0,3075	0,3148	0,3221	0,3293
1,4	0,3365	0,3436	0,3507	0,3577	0,3646	0,3716	0,3784	0,3853	0,3920	0,3988
1,5	0,4055	0,4121	0,4187	0,4253	0,4318	0,4383	0,4447	0,4511	0,4574	0,4637
1,6	0,4700	0,4762	0,4824	0,4886	0,4947	0,5008	0,5068	0,5128	0,5188	0,5247
1,7	0,5306	0,5365	0,5423	0,5481	0,5539	0,5596	0,5653	0,5710	0,5766	0,5822
1,8	0,5878	0,5933	0,5988	0,6043	0,6098	0,6152	0,6206	0,6259	0,6313	0,6366
1,9	0,6419	0,6471	0,6523	0,6575	0,6627	0,6678	0,6729	0,6780	0,6831	0,6881
2,0	0,6931	0,6981	0,7031	0,7080	0,7129	0,7178	0,7227	0,7275	0,7324	0,7372
2,1	0,7419	0,7467	0,7514	0,7561	0,7608	0,7655	0,7701	0,7747	0,7793	0,7839
2,2	0,7885	0,7930	0,7975	0,8020	0,8065	0,8109	0,8154	0,8198	0,8242	0,8286
2,3	0,8329	0,8372	0,8416	0,8459	0,8502	0,8544	0,8587	0,8629	0,8671	0,8713
2,4	0,8755	0,8796	0,8838	0,8879	0,8920	0,8961	0,9002	0,9042	0,9083	0,9123
2,5	0,9163	0,9203	0,9243	0,9282	0,9322	0,9361	0,9400	0,9439	0,9478	0,9517
2,6	0,9555	0,9594	0,9632	0,9670	0,9708	0,9746	0,9783	0,9821	0,9858	0,9895
2,7	0,9933	0,9969	1,0006	1,0043	1,0080	1,0116	1,0152	1,0188	1,0225	1,0260
2,8	1,0296	1,0332	1,0367	1,0403	1,0438	1,0473	1,0508	1,0543	1,0578	1,0613
2,9	1,0647	1,0682	1,0716	1,0750	1,0784	1,0818	1,0852	1,0886	1,0919	1,0953

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
3,0	1,0986	1,1019	1,1053	1,1086	1,1119	1,1151	1,1184	1,1217	1,1249	0,1282
3,1	1,1314	1,1346	1,1378	1,1410	1,1442	1,1474	1,1506	1,1537	1,1569	0,1600
3,2	1,1632	1,1663	1,1694	1,1725	1,1756	1,1787	1,1817	1,1848	1,1878	1,1909
3,3	1,1939	1,1969	1,2000	1,2030	1,2060	1,2090	1,2119	1,2149	1,2179	1,2208
3,4	1,2238	1,2267	1,2296	1,2326	1,2355	1,2384	1,2413	1,2442	1,2470	1,2499
3,5	1,2528	1,2556	1,2585	1,2613	1,2641	1,2669	1,2698	1,2726	1,2754	1,2782
3,6	1,2809	1,2837	1,2865	1,2892	1,2920	1,2947	1,2975	1,3002	1,3029	1,3056
3,7	1,3083	1,3110	1,3137	1,3164	1,3191	1,3218	1,3244	1,3271	1,3297	1,3324
3,8	1,3350	1,3376	1,3403	1,3429	1,3455	1,3481	1,3507	1,3533	1,3558	1,3584
3,9	1,3610	1,3635	1,3661	1,3686	1,3712	1,3737	1,3762	1,3788	1,3813	1,3838
4,0	1,3863	1,3883	1,3913	1,3938	1,3962	1,3987	1,4012	1,4036	1,4061	1,4085
4,1	1,4110	1,4134	1,4159	1,4183	1,4207	1,4231	1,4255	1,4279	1,4303	1,4327
4,2	1,4351	1,4375	1,4398	1,4422	1,4446	1,4469	1,4493	1,4516	1,4540	1,4563
4,3	1,4586	1,4609	1,4633	1,4656	1,4679	1,4702	1,4725	1,4748	1,4770	1,4793
4,4	1,4816	1,4839	1,4861	1,4884	1,4907	1,4929	1,4951	1,4974	1,4996	1,5019
4,5	1,5041	1,5063	1,5085	1,5107	1,5129	1,5151	1,5173	1,5195	1,5217	1,5239
4,6	1,5261	1,5282	1,5304	1,5326	1,5347	1,5369	1,5390	1,5412	1,5433	1,5454
4,7	1,5476	1,5497	1,5518	1,5539	1,5560	1,5581	1,5602	1,5623	1,5644	1,5665
4,8	1,5686	1,5707	1,5728	1,5748	1,5769	1,5790	1,5810	1,5831	1,5851	1,5872
4,9	1,5892	1,5913	1,5933	1,5953	1,5974	1,5994	1,6014	1,6034	1,6054	1,6074

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
5,0	1,6094	1,6114	1,6134	1,6154	1,6174	1,6194	1,6214	1,6233	1,6253	1,6273
5,1	1,6292	1,6312	1,6332	1,6351	1,6371	1,6390	1,6409	1,6429	1,6448	1,6467
5,2	1,6487	1,6506	1,6525	1,6544	1,6563	1,6582	1,6601	1,6120	1,6639	1,6658
5,3	1,6677	1,6696	1,6715	1,6734	1,6752	1,6771	1,6790	1,6808	1,6827	1,6845
5,4	1,6864	1,6882	1,6901	1,6919	1,6938	1,6956	1,6974	1,6993	1,7011	1,7029
5,5	1,7047	1,7066	1,7084	1,7102	1,7120	1,7138	1,7156	1,7174	1,7192	1,7210
5,6	1,7228	1,7246	1,7263	1,7281	1,7299	1,7317	1,7334	1,7352	1,7370	1,7387
5,7	1,7405	1,7422	1,7440	1,7457	1,7475	1,7492	1,7509	1,7527	1,7544	1,7561
5,8	1,7579	1,7596	1,7613	1,7630	1,7647	1,7664	1,7681	1,7699	1,7716	1,7733
5,9	1,7750	1,7776	1,7783	1,7800	1,7817	1,7834	1,7851	1,7867	1,7884	1,7901
6,0	1,7918	1,7934	1,7951	1,7967	1,7984	1,8001	1,8017	1,8034	1,8050	1,8066
6,1	1,8083	1,8099	1,8116	1,8132	1,8148	1,8165	1,8181	1,8197	1,8213	1,8229
6,2	1,8245	1,8262	1,8278	1,8294	1,8310	1,8326	1,8342	1,8358	1,8374	1,8390
6,3	1,8405	1,8421	1,8437	1,8453	1,8469	1,8485	1,8500	1,8516	1,8532	1,8547
6,4	1,8563	1,8579	1,8594	1,8610	1,8625	1,8641	1,8656	1,8672	1,8687	1,8703
6,5	1,8718	1,8733	1,8749	1,8764	1,8779	1,8795	1,8810	1,8825	1,8840	1,8856
6,6	1,8871	1,8886	1,8901	1,8916	1,8931	1,8946	1,8961	1,8976	1,8991	1,9006
6,7	1,9021	1,9036	1,9051	1,9066	1,9081	1,9095	1,9110	1,9125	1,9140	1,9155
6,8	1,9169	1,9184	1,9199	1,9213	1,9228	1,9242	1,9257	1,9272	1,9286	1,9301
6,9	1,9315	1,9330	1,9344	1,9359	1,9373	1,9387	1,9402	1,9416	1,9430	1,9445

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
7,0	1,9459	1,9473	1,9488	1,9502	1,9516	1,9530	1,9544	1,9559	1,9573	1,9587
7,1	1,9601	1,9615	1,9629	1,9643	1,9657	1,9671	1,9685	1,9699	1,9713	1,9727
7,2	1,9741	1,9755	1,9769	1,9782	1,9796	1,9810	1,9824	1,9838	1,9851	1,9865
7,3	1,9879	1,9892	1,9906	1,9920	1,9933	1,9947	1,9961	1,9974	1,9988	2,0001
7,4	2,0015	2,0028	2,0042	2,0055	2,0069	2,0082	2,0096	2,0109	2,0122	2,0136
7,5	2,0149	2,0162	2,0176	2,0189	2,0202	2,0215	2,0229	2,0242	2,0255	2,0268
7,6	2,0281	2,0295	2,0308	2,0321	2,0334	2,0347	2,0360	2,0373	2,0386	2,0399
7,7	2,0412	2,0425	2,0438	2,0451	2,0464	2,0477	2,0490	2,0503	2,0516	2,0528
7,8	2,0541	2,0554	2,0567	2,0580	2,0592	2,0605	2,0618	2,0631	2,0643	2,0656
7,9	2,0669	2,0681	2,0694	2,0707	2,0719	2,0732	2,0744	2,0757	2,0769	2,0782
8,0	2,0794	2,0807	2,0819	2,0832	2,0844	2,0857	2,0869	2,0882	2,0894	2,0906
8,1	2,0919	2,0931	2,0943	2,0956	2,0968	2,0980	2,0992	2,1005	2,1017	2,1029
8,2	2,1041	2,1054	2,1066	2,1078	2,1090	2,1102	2,1114	2,1126	2,1138	2,1150
8,3	2,1163	2,1175	2,1187	2,1199	2,1211	2,1223	2,1235	2,1247	2,1258	2,1270
8,4	2,1282	2,1294	2,1306	2,1318	2,1330	2,1343	2,1353	2,1365	2,1377	2,1389
8,5	2,1401	2,1412	2,1424	2,1436	2,1448	2,1459	2,1471	2,1483	2,1494	2,1506
8,6	2,1518	2,1529	2,1541	2,1552	2,1564	2,1576	2,1587	2,1599	2,1610	2,1622
8,7	2,1633	2,1645	2,1656	2,1668	2,1679	2,1691	2,1702	2,1713	2,1725	2,1736
8,8	2,1748	2,1756	2,1770	2,1782	2,1793	2,1804	2,1815	2,1827	2,1838	2,1849
8,9	2,1861	2,1872	2,1883	2,1894	2,1905	2,1917	2,1928	2,1939	2,1950	2,1961

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
9,0	2,1972	2,1983	2,1994	2,2006	2,2017	2,2028	2,2039	2,2050	2,2061	2,2072
9,1	2,2083	2,2094	2,2105	2,2116	2,2127	2,2138	2,2148	2,2159	2,2170	2,2181
9,2	2,2192	2,2203	2,2214	2,2225	2,2235	2,2246	2,2257	2,2268	2,2279	2,2289
9,3	2,2300	2,2311	2,2322	2,2332	2,2343	2,2354	2,2364	2,2375	2,2386	2,2396
9,4	2,2407	2,2418	2,2428	2,2439	2,2450	2,2460	2,2471	2,2481	2,2492	2,2502
9,5	2,2513	2,2523	2,2534	2,2544	2,2555	2,2565	2,2576	2,2586	2,2597	2,2607
9,6	2,2618	2,2628	2,2638	2,2649	2,2659	2,2670	2,2680	2,2690	2,2701	2,2711
9,7	2,2721	2,2732	2,2742	2,2752	2,2762	2,2773	2,2783	2,2793	2,2803	2,2814
9,8	2,2824	2,2834	2,2844	2,2854	2,2865	2,2875	2,2885	2,2895	2,2905	2,2915
9,9	2,2925	2,2935	2,2946	2,2956	2,2966	2,2976	2,2986	2,2996	2,3006	2,3016
N		10	100	1000	10000	100000				
In N		2,8026	4,6052	6,9078	9,2103	11,5129				

- Алукер Ш. М. Электрические измерения. М., „Колос“, 1972.
- Буховцев Б. Б. ва бошқ. Физика. Т., „Ўқитувчи“, 1976.
- Бобровников Л. З. Физические основы электроники. М., „Просвещение“, 1972.
- Гемке Р. Г. Неисправности электрических машин. М., Госэнергоиздат, 1963.
- Под редакцией Н. Н. Горюнова. Справочник по полупроводниковым диодам, транзисторам и интегральным схемам. М., „Энергия“, 1972.
- Дроздов Н. Г., Никулин Н. В. Электроматериаловедение. М., „Высшая школа“, 1968.
- Дикин А. В., Овечкин Ю. А. Электронные и полупроводниковые приборы. М., „Энергия“, 1971.
- Китаев В. Е., Шляпнотх Л. С. Электротехника ва сабоат электроникаси асослари. Т., „Ўқитувчи“, 1975.
- Китаев В. Е. Трансформаторы. М., „Высшая школа“, 1972.
- Коган Б. Ю. Задачи по физике. М., „Просвещение“, 1971.
- Константинов В. И., Симонов А. Ф. Сборник практических примеров и задач по общей электротехнике. М., „Высшая школа“, 1971.
- Маршак Е. Л., Уманцев Р. Б. Ремонт электрических машин общепромышленного назначения. М., „Энергия“, 1972.
- Мякишев Г. Я., Буховцев Б. Б. Физика Т., „Ўқитувчи“, 1976.
- Под редакцией Г. С. Ландсберга. Элементарный учебник физики. 2-том. М., „Наука“ 1971.
- Попов В. С. Николаев С. А. Общая электротехника с основами электроники. М., „Энергия“, 1972.
- Пруслин З. М., Смирнова М. А. Радиотехника и электроника. М., „Высшая школа“, 1970.
- Раскатов А. И. Задачник по электротехнике и электрооборудованию. М., „Высшая школа“, 1964.
- Худобин А. И. и др. Сборник задач по алгебре и элементарным функциям. М., „Просвещение“, 1973.

# МУНДАРИЖА

Сўз боши . . . . .	3
<b>I б о б Электростатика асослари</b>	
1- §. Электрик ҳодисалар физикаси . . . . .	5
2- §. Электрик майдон . . . . .	5
3- §. Конденсаторларнинг сифими . . . . .	8
<b>II б о б. Ўзгармас ток . . . . .</b>	
4- §. Ток кучи ва зичлиги . . . . .	11
5- §. Резисторлар . . . . .	11
6- §. Ўзгармас ток электр занжирларининг қонунлари . . . . .	14
7- §. Истеъмолчилар ва электр энергия манбаларини кетма-кет, параллел ва аралаш улаш . . . . .	18
8- §. Токнинг иссиқлик таъсири . . . . .	21
9- §. Токнинг химиявий таъсири . . . . .	22
<b>III б о б. Электромагнетизм . . . . .</b>	
10- §. Магнитавий майдоннинг асосий характеристикалари ва параметрлари . . . . .	25
11- §. Токнинг магнитавий таъсири. Жисмларнинг магнитланиши, Электромагнитлар . . . . .	27
12- §. Электромагнитавий индукция. Ўзиндукция э. ю. к. Индуктивлик . . . . .	31
<b>IV б о б. Ўзгарувчан ток</b>	
13- §. Асосий характеристикалар ва параметрлар . . . . .	38
14- §. Ўзгарувчан токнинг электр занжири қонунлари . . . . .	41
15- §. Занжир элементларини кетма-кет, параллел ва аралаш улаш . . . . .	49
16- §. Уч фазали ўзгарувчан ток системаси . . . . .	57
<b>V б о б. Электр ўлчаш асбоблари ва электр ўлчашлар . . . . .</b>	
17- §. Асбоблар ва ўлчашлардаги хатоликлар . . . . .	66
18- §. Ток ва кучланишни ўлчаш . . . . .	70
19- §. Қаршилиқларни ўлчаш . . . . .	77
20- §. Қувват ва энергияни ўлчаш . . . . .	82
21- §. Реактив элементлар параметрларини ўлчаш . . . . .	89
22- §. Ноэлектрик катталикларни ўлчаш . . . . .	91

VI боб. Трансформаторлар . . . . .	95
23- §. Асосий параметлар ва характеристикалар . . . . .	95
24- §. Бир фазали трансформаторларнинг иш режимлари . . . . .	100
25- §. Уч фазали трансформаторлар . . . . .	105
26- §. Автотрансформаторлар . . . . .	109
VII боб. Ўзгарувчан ток электр машиналари . . . . .	113
27- §. Асинхрон электр машиналар . . . . .	113
28- §. Синхрон электр машиналар . . . . .	122
VIII боб. Ўзгармас ток электр машиналари . . . . .	127
29- §. Ўзгармас ток генераторлари . . . . .	127
30- §. Ўзгармас ток двигателлари . . . . .	132
IX боб. Саноат электроникаси асослари . . . . .	138
31- §. Электрон асбоблар . . . . .	138
32- §. Ион (газ разряд) асбоблар . . . . .	144
33- §. Яримўтказгичли асбоблар . . . . .	147
34- §. Фотоэлектрон асбоблар . . . . .	154
35- §. Ўзгарувчан ток тўғрилагичлари . . . . .	160
36- §. Паст частотали кучайтиргичлар . . . . .	167
37- §. Юқори частотали тебраниш генератори . . . . .	172
38- §. Электрон схемаларнинг автоматика системаларида қўлланилиши . . . . .	177
Жавоблар . . . . .	182
Иловалар . . . . .	190
Адабиёт . . . . .	202

432

24 т.

Ташкориннаготорг  
Ташкент  
**«УЌИТУВЧИ»**, у. Гагарина, 68  
Тел. 23-0801 в Центральном ош.  
Тосбакиа