

ӘЛ-ФАРАБИ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

Құттыбай Н.Б.

Түрлендіру техникасы

«Өндірістік электроника және басқару жүйелері», «Радиотехника,
электроника және телекоммуникациялар» мамандықтары бойынша білім
алушы студенттерге арналған

Алматы

3 Дәріс

Тақырыбы: Трансформаторлардың мақсаты, классификациясы, параметрлерді есептеу.

Дәрістің мақсаты мен міндеттері:

Дәрістің мақсаты: Трансформаторлардың негізгі қызметін, олардың түрлерін (классификациясын) және негізгі параметрлерін есептеу принциптерін терең және жүйелі түрде түсіну. Трансформаторлардың құрылымдық ерекшеліктерін, қолдану салаларын, әртүрлі жұмыс режимдеріне байланысты классификацияларын меңгеру және олардың техникалық сипаттамаларын бағалау мен есептеу әдістерімен танысу.

Міндеттері:

1. Трансформатордың құрылымы мен жұмыс принципін түсіндіру.
2. Электр энергиясын тиімді жеткізу, кернеуді көтеру немесе төмендету, оқшаулау және бөліп тарату функцияларын түсіндіру.
3. Трансформаторлардың классификациясын (пайдалану мақсаты, фазалар саны, орнату және салқындату түрі, магнит өткізгіш типі) талдау.
4. Негізгі параметрлерін есептеу әдістерін көрсету (номиналды кернеу, ток, қуат, трансформация коэффициенті, ПӘК).
5. Әртүрлі типтегі трансформаторлардың қолдану салаларын нақты мысалдар арқылы көрсету.
6. Студенттердің трансформаторларды таңдауға, жүйеде қолдануға және олардың тиімділігін бағалауға қабілетін дамыту.

Түйінді ұғымдар мен терминдер

- Трансформатор – айнымалы ток кернеуін немесе ток күшін өзгертетін статикалық электр құрылғысы.
- Электромагниттік индукция – электр өрісінің өзгерісі нәтижесінде өткізгіште токтың пайда болуы.
- Номиналды кернеу (U_1, U_2) – трансформатордың стандартты жұмыс кернеуі.
- Номиналды ток (I_1, I_2) – трансформатор арқылы өтетін стандартты ток.
- Номиналды қуат (S) – трансформатордың толық қуаты, В·А немесе кВА.
- Трансформация коэффициенті (k) – кіріс және шығыс кернеулерінің немесе орам сандарының қатынасы: $k = U_1/U_2 = N_1/N_2$.
- Пайдалы әрекет коэффициенті (ПӘК, η) – трансформатордың шығыс қуатының кіріс қуатына қатынасы.
- Құрғақ трансформатор – ауамен салқындатылатын трансформатор.
- Майлы трансформатор – май арқылы салқындатылатын және оқшауланатын трансформатор.
- Шихталы (пластиналы) магнитопровод – жұқа болат пластиналардан жасалған магнит өткізгіш.

- Тороидты (сақиналы) магнитопровод – дөңгелек сақина тәрізді магнит өткізгіш.

Дәріс жоспары

Кіріспе

1. Трансформатордың мақсаты
2. Трансформаторлардың классификациясы
3. Трансформатордың негізгі параметрлері мен сипаттамалары
4. Параметрлерді есептеу

Білімді бекітуге арналған сұрақтар

Қорытынды

Әдебиеттер тізімі

1. Трансформатордың мақсаты

Трансформатор — бұл айнымалы ток тізбегінде қолданылатын статикалық электр құрылғысы, оның негізгі мақсаты — электр энергиясының кернеуін немесе ток күшін өзгерту. Ол электр энергиясын жиілігін өзгертпей, тек кернеу мен токтың деңгейін түрлендіреді. Трансформатордың жұмыс принципі электромагниттік индукция заңына негізделген.

Трансформаторлар қазіргі заманғы электр энергетикалық жүйенің негізгі элементтерінің бірі болып табылады. Олардың көмегімен электр энергиясын өндіру орындарынан (электр станциялары) мыңдаған шақырымға дейін төмен шығынмен тасымалдау, және соңғы тұтынушыларға бейімдеу мүмкін болады.



Негізгі қызметтері мен функциялары

1) Электр энергиясын тиімді жеткізу

- ❖ Электр станцияларында генераторлар кернеуі әдетте 6–24 кВ аралығында болады. Бірақ мұндай кернеу деңгейінде энергияны алыс қашықтыққа тасымалдау кезінде үлкен ток жүріп, жылулық (мыс) шығындар артады.

- ❖ Осы шығындарды азайту үшін трансформаторлар арқылы кернеуді көтеріп (мысалы, 110 кВ, 220 кВ, 500 кВ және одан да жоғары), токты азайтады.

- ❖ Жоғары кернеу кезінде энергия тасымалдау шығындары азайып, жүйе тиімділігі артады.

2) Кернеу деңгейін бейімдеу (жоғарылату және төмендету)

- ❖ Тұтынушылардың (үй, өнеркәсіп, кәсіпорын) жабдықтары әдетте төмен кернеумен (220 В, 380 В) жұмыс істейді. Сондықтан тарату желісіндегі жоғары кернеуді қайтадан төмендету қажет.

- ❖ Бұл функцияны тарату трансформаторлары атқарады. Олар кернеуді қажетті деңгейге дейін төмендетіп, тұтынушы құрылғыларының қалыпты жұмысын қамтамасыз етеді.

3) Электр қауіпсіздігін қамтамасыз ету

- ❖ Трансформатор электр тізбегін электрлік оқшаулау арқылы жоғары кернеулі тізбектерден бөлектейді.

- ❖ Бұл әсіресе лабораториялық жұмыстарда, жөндеу жұмыстары кезінде, немесе тұрмыстық техникада маңызды. Мысалы, оқшаулағыш трансформаторлар арқылы оператор жоғары кернеумен тікелей жанасудан қорғалады.

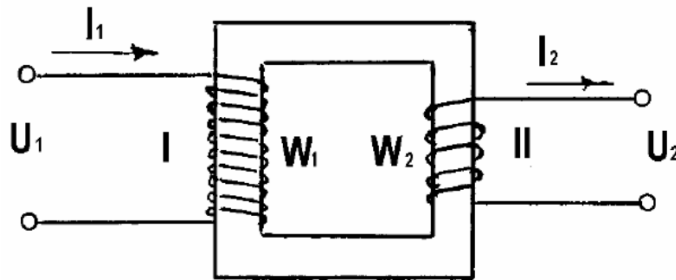
4) Энергияны оқшаулау және бөліп тарату

❖ Электр жүйесінде әртүрлі тұтынушы топтары (өнеркәсіп, ауыл, тұрғын үйлер) үшін жеке-жеке кернеу мен қуат деңгейлері қажет.

❖ Трансформаторлар энергияны бір тізбектен бірнеше тізбекке бөліп, жүктемені тең бөлуге және жүйенің сенімділігін арттыруға мүмкіндік береді.

5) Тұрақты кернеу беру және қуатты басқару

❖ Қазіргі заманғы кейбір трансформаторлар (автотрансформаторлар, реттелетін трансформаторлар) кернеуді біртіндеп реттеуге, жүктеме кезінде кернеуді тұрақты ұстауға, сондай-ақ қуат ағынын басқаруға мүмкіндік береді.



2. Трансформаторлардың классификациясы

Трансформаторлар қолдану мақсатына, құрылымына, фазалар санына, орнату әдісіне және басқа да белгілеріне қарай бірнеше түрге бөлінеді. Бұл классификация трансформаторды нақты жағдайларға сәйкес дұрыс таңдауға және тиімді қолдануға мүмкіндік береді.

Күштік трансформаторлар

❖ Бұл трансформаторлар электр энергиясын беру және тарату жүйелерінде кеңінен қолданылады.

❖ Негізгі қызметі — жоғары кернеуді төмендету немесе төмен кернеуді жоғарылату арқылы энергияны тиімді тасымалдау.

❖ Қолдану аясы: электр станциялары, подстанциялар, өнеркәсіптік кәсіпорындар, қалалық және ауылдық желілер.

Өлшеу трансформаторлары

Олар өлшеу құралдары мен қорғаныс құрылғыларын жоғары кернеулі тізбектерге қауіпсіз қосу үшін қолданылады.

❖ Ток трансформаторлары (ТТ):

- Жоғары тоқты белгілі бір азайтылған мәнге түрлендіреді.

- Мысалы, 1000 А тоқты 5 А етіп өзгертеді.

- Амперметрлер мен қорғау релелерінің жұмысына бейімдейді.

❖ Кернеу трансформаторлары (КТ):

- Жоғары кернеуді өлшеуге ыңғайлы төмен кернеуге түрлендіреді.

- Мысалы, 10 кВ кернеуді 100 В деңгейіне түсіреді.

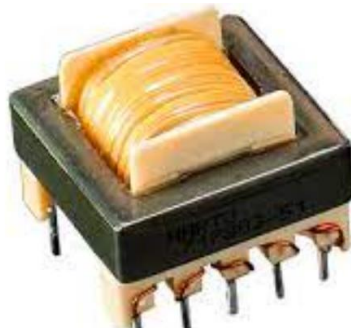
- Вольтметрлер мен есептеу құралдарымен жұмыс істеуге мүмкіндік береді.

Арнайы трансформаторлар

❖ Белгілі бір техникалық талаптарға сәйкес жасалған трансформаторлар.

❖ Түрлері:

- Дәнекерлеу трансформаторлары – доғалық дәнекерлеуде қолданылады, ток күші жоғары, кернеуі төмен.
- Лабораториялық трансформаторлар – ғылыми-зерттеу мақсатында әртүрлі кернеулерге қол жеткізу үшін қолданылады.
- Импульстік трансформаторлар, жиілік түрлендіргіштерге арналған трансформаторлар, т.б.



Бірфазалы трансформаторлар

- ❖ Тек бір айнымалы кернеу фазасымен жұмыс істейді.
- ❖ Көбінесе тұрмыстық техникада, шағын қуатты жабдықтарда, зертханаларда қолданылады.

- ❖ Қарапайым құрылымы мен арзандығымен ерекшеленеді.

Үшфазалы трансформаторлар

- ❖ Үшфазалы электр энергиясын түрлендіруге арналған.
- ❖ Үш орамды жүйе арқылы жұмыс істейді (әр фазада жеке орам).
- ❖ Қолдану аясы: өнеркәсіптік электр желілері, электр станциялары, қалалық және аудандық трансформаторлық қосалқы станциялар.
- ❖ Артықшылығы — қуаттылығы жоғары, тиімділігі жоғары, бірдей фазалық жүктемелерді қамтамасыз етуі.

2.3 Орналасу және салқындату түріне қарай

Құрғақ трансформаторлар

- ❖ Сұйықсыз, яғни ауамен салқындатылады.
- ❖ Экологиялық тұрғыдан қауіпсіз, өртке қарсы талаптарға сай.
- ❖ Әдетте ғимарат ішінде, кеңселерде, ауруханаларда, мектептерде орнатылады.

- ❖ Қуаты шектеулі болады.

Майлы трансформаторлар

- ❖ Трансформатор майымен салқындатылады.
- ❖ Май тек салқындатқыш емес, сонымен қатар электр оқшаулағыш рөлін де атқарады.
- ❖ Жоғары қуатты және сыртқы алаңда орнатылатын трансформаторлар осы типке жатады.
- ❖ Тиімділігі жоғары, бірақ өрт қауіптілігі жоғары болғандықтан, арнайы қауіпсіздік шаралары қажет.

2.4 Магнит өткізгіш (магнитопровод) түріне қарай

Шихталы (пластиналы) трансформаторлар

- ❖ Магнитопровод болаттан жасалған жұқа пластиналардан (шихта) құралады.

- ❖ Пластиналар оқшауланып, құйынды токтардың әсерін азайтады.
 - ❖ Көп таралған құрылым — тұрақты және сенімді жұмыс істеуге мүмкіндік береді.
 - ❖ Түзу және "Ш" әріпті формаларда болуы мүмкін.
- Тороидты (сақиналы) трансформаторлар*
- ❖ Дөңгелек (сақина тәрізді) магнитопроводта орналасқан.
 - ❖ Құйынды токтар мен гистерезис жоғалтулары аз, сондықтан ПӘК жоғары.
 - ❖ Дыбыссыз, ықшам әрі жеңіл трансформаторлар.
 - ❖ Көбінесе электронды құрылғыларда, тұрмыстық жабдықтарда, аудиожүйелерде қолданылады.



3. Трансформатордың негізгі параметрлері мен сипаттамалары

3.1 Номиналды параметрлер:

- ❖ Номиналды кернеу U_1, U_2
- ❖ Номиналды ток I_1, I_2
- ❖ Номиналды қуат $S = U \cdot I$
- ❖ Жиілік (50 Гц стандартты)

3.2 Трансформация коэффициенті k :

$$k = U_1 / U_2 = N_1 / N_2$$

мұндағы:

- ❖ U_1, U_2 – бірінші және екінші орам кернеулері
- ❖ N_1, N_2 – бірінші және екінші орам саны

3.3 Пайдалы әрекет коэффициенті (ПӘК):

$$\eta = (P_{\text{шығ}} \cdot 100\%) / P_{\text{кір}}$$

3.4 Жоғалту түрлері:

- ❖ Темірдегі жоғалту (гистерезис және құйынды токтар)
- ❖ Мыс жоғалту (орамалардағы жылулық жоғалтулар)

4. Параметрлерді есептеу

Мысал:

Берілген:

- ❖ $U_1 = 220 \text{ В}$
- ❖ $U_2 = 24 \text{ В}$
- ❖ $S = 480 \text{ Вт}$

1) Трансформация коэффициенті:

$$k = U_1 / U_2 = 220 / 24 \approx 9.17$$

2) Номиналды токтар:

$$I_1 = S/U_1 = 480/220 \approx 2.18 \text{ A}$$

$$I_2 = S/U_2 = 480/24 = 20 \text{ A}$$

Білімді бекіту сұрақтары

1. Трансформатордың негізгі мақсаты қандай?
2. Электр энергиясын алыс қашықтыққа тасымалдау кезінде трансформатордың рөлі неде?
3. Қандай жағдайларда трансформатор кернеуді төмендету үшін қолданылады?
4. Бірфазалы және үшфазалы трансформаторлардың айырмашылығы неде?
5. Құрғақ және майлы трансформаторлардың артықшылықтары мен кемшіліктерін салыстырыңыз.
6. Трансформация коэффициенті (k) қалай есептеледі және оның маңызы неде?
7. Пайдалы әрекет коэффициенті (ПӘК) дегеніміз не және оны қалай анықтаймыз?
8. Өлшеу трансформаторларының түрлері мен қолдану салалары қандай?
9. Шихталы және тороидты магнит өткізгіштердің ерекшеліктері қандай?
10. Номиналды ток, кернеу және қуат трансформатордың жұмысын қалай сипаттайды?

Қорытынды:

Трансформаторлар – қазіргі электр энергетикасының негізгі элементтерінің бірі болып табылады. Олар айнымалы токтың кернеуін немесе ток күшін түрлендіру арқылы электр энергиясын тиімді әрі қауіпсіз жеткізуді қамтамасыз етеді. Түрлі мақсаттарға, жұмыс жағдайларына және техникалық талаптарға байланысты трансформаторлар әртүрлі типтерге бөлінеді. Олардың классификациясы – трансформаторды дұрыс таңдаудың және оны нақты жүйеде тиімді пайдаланудың негізі болып саналады.

Күштік, өлшеу және арнайы трансформаторлар – энергетикадан бастап электроникаға дейінгі әртүрлі салаларда қолданылады. Бірфазалы мен үшфазалы, құрғақ пен майлы, шихталы мен тороидты трансформаторлар – әрқайсысы белгілі бір артықшылықтарға ие және нақты жағдайларға бейімделген.

Тиімді электр жүйесін құру үшін трансформаторлардың жұмыс істеу принциптерін, техникалық сипаттамаларын және қолдану салаларын терең түсіну аса маңызды. Бұл білім болашақ инженерлер мен энергетиктер үшін практикалық шешімдер қабылдауда таптырмас құрал болмақ.

Әдебиеттер тізімі:

1. Мельниченко В.П. – Теоретические основы электротехники: Электромагнитное поле и электрические цепи. — Москва: Энергоатомиздат, 2010.

2. Гусев А.А. – Трансформаторы: Теория, расчет, эксплуатация. — Москва: Энергоатомиздат, 2008.
3. Бессонов Л.А. – Теоретические основы электротехники. Том 2: Электромагнитное поле. — Москва: Высшая школа, 2009.
4. Чиркин А.А. – Общие сведения о трансформаторах и автотрансформаторах. — СПб: Политехника, 2011.
5. Гайдар Л. П. – Электрические машины. — Москва: Академия, 2013.
6. Касымов Б.К. – Электротехника және электроника негіздері. — Алматы: Эверо, 2018.
7. Қожахметов Е.Т., Әлиев Б.К. – Электр машиналары және трансформаторлар. — Алматы: КазНТУ, 2015.
8. ANSI/IEEE Std C57.12 – Standard for General Requirements for Liquid-Immersed Distribution, Power, and Regulating Transformers.
9. IEC 60076 – Power Transformers – International Electrotechnical Commission Standard.