

ТРАНСФОРМАТОРЛАР

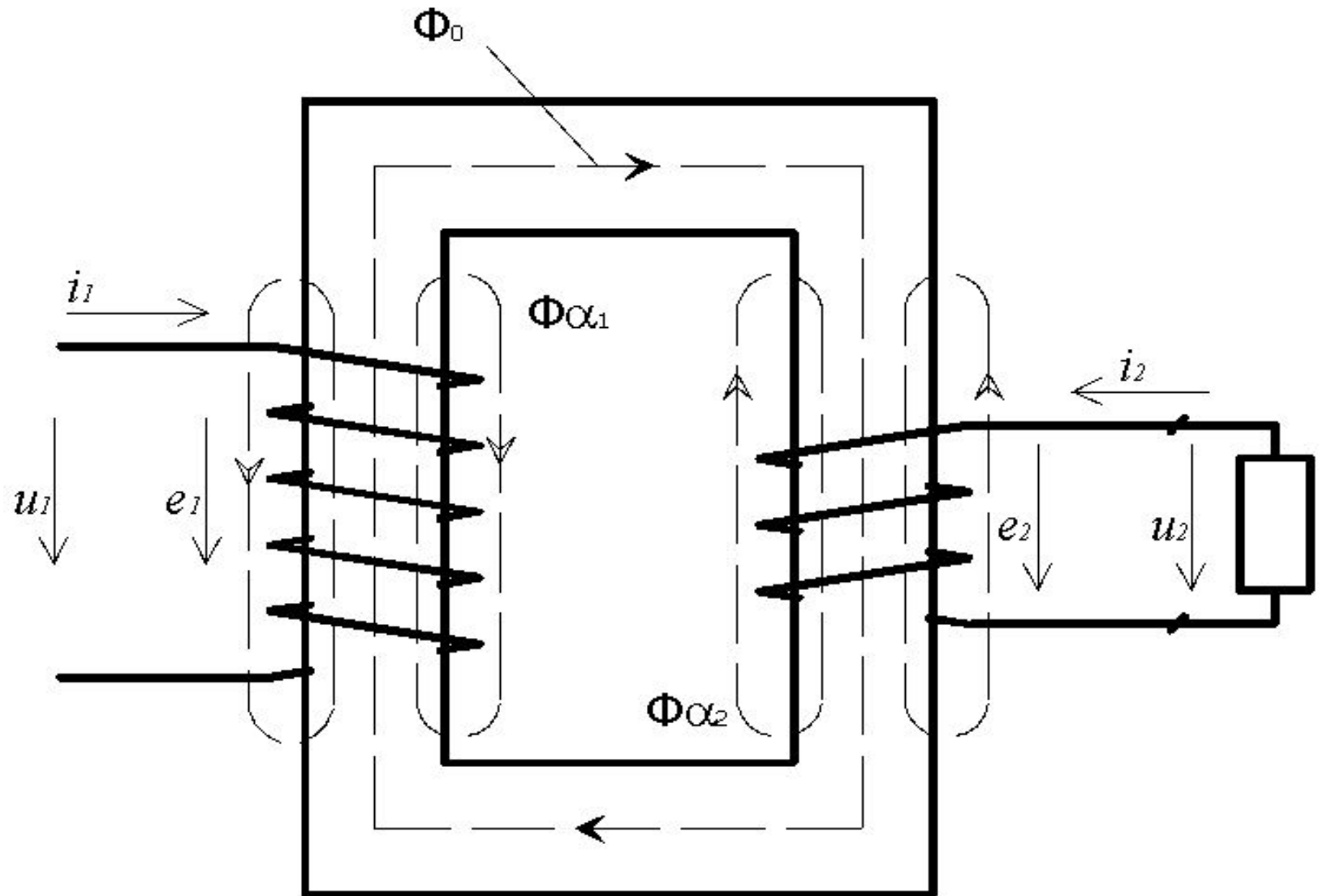
- Трансформатор деп кернеуі бір шамалы айнымалы тоқ электр энергиясын кернеуі басқа шамалы жиілігі сондай айнымалы тоқтың электр энергиясына түрлендіруге арналған статикалық электр магнитті кондырғы

Пайдалану мақсатына қарай трансформаторлар келесі топтарға бөлінеді

1. Күштік жалпы пайдаланатын трансформаторлар (электр энергия тарату және берілу тораптарында және керек кернеуді орнату үшін әр түрлі қондырғыларда)

2. Арнайы трансформаторлар, әр түрлі конструкциясымен және жұмыс сипаттамалармен сипатталады. Бұларға пештік және дәнекерлегіш трансформаторлар, автоматика құрылғыларының трансформаторлары, өлшеуіш және сынақ трансформаторлар және т.б.

Трансформатордың жұмыс істеу принципі



- Айнымалы ток электр энергия көзіне қосылатын орама *бірінші реттік*, ал электр энергиясының жүктемелер қосылатын орама *екінші реттік* деп аталады.
- Трансформатордың бірінші және екінші реттік орамалар арасында электр байланысы жоқ, қуат бір орамадан екінші орамаға электр магнит жолымен беріледі

- Трансформатордың әрекет ету принципі *электр магниттік индукция* заңына негізделген.
- Орамалардың бірін айнымалы кернеудің электр энергиясы көзіне қосқанда, орамада электр тоғы i_1 пайда болады. Бұл токтың негізгі бөлігі магнит өткізгіште тұйықталатып (негізгі магнит ағыны Φ_0) магнит ағынын қоздырады. Бұл магнит ағыны орамалардың орамдарына тіркесіп орамаларда ЭҚК қоздырады:

Бірінші реттік орамада өзіндік индукция Э.Қ.К-ң e_1 индукциялайды

$$(1.1) \quad e_1 = -w_1 \frac{d\Phi_0}{dt}$$

екінші реттік орамада өзара индукция Э.Қ.К-ң e_2 индукциялайды

$$e_2 = -w_2 \frac{d\Phi_0}{dt} \quad (1.2)$$

мұнда w_1, w_2 — трансформатордың бірінші және екінші реттік орамаларының орам сандары

Кернеуді жоғарлатқыш трансформаторларда $U_2 > U_1$, ал төмендеткіш $U_2 < U_1$.

Жоғары кернеуге қосылған ораманы жоғары кернеулі (ЖК) орама деп атайды, төмен кернеулі желіге қосылған ораманы төмен кернеулі (ТК) орама деп атайды

Кез келген трансформатор әрі жоғарлатқыш әрі төмендеткіш ретінде қолдануға мүмкін

Трансформаторлардың классификациясын келесі түрге бөлуге болады:

- Атқаратын міндетіне қарай – жалпы күштік және арнайы;
- Салқындату түріне қарай – ауамен және маймен салқындататын;
- Трансформацияланатын фазалар санына қарай – бір фазалы және үш фазалы;
- Магнитопроводтың пішініне қарай — стерженьді (оқтаулы), сауыттты, сауытты-оқтаулы, тороидалды;
- Бір фазаға келетін орам санына қарай – екі орамалы, көп орамалы.

Трансформатордың
параметрлері:

НОМИНАЛДЫ

1) бірінші реттік номиналды желілік кернеу
 $U_{1\text{НОМ}}$, В или кВ;

2) екінші реттік номиналды желілік кернеу $U_{2\text{НОМ}}$,
В или кВ;

3) орамалардағы бірінші реттік $I_{1\text{НОМ}}$ және екінші
реттік $I_{2\text{НОМ}}$ номиналды желілік токтар, А;

4) номиналды толық қуат $S_{\text{НОМ}}$, кВ·А

- бір фазалы трансформатор үшін

$$S_{\text{НОМ}} = U_{1\text{НОМ}} I_{1\text{НОМ}}$$

Үш фазалы трансформатор үшін

$$S_{НОМ} = \sqrt{3}U_{1НОМ}I_{1НОМ}$$

Номиналды желілік токтар трансформатордың номиналды қуаты арқылы анықталады:

Үш фазалы трансформатор үшін

$$I_{1НОМ} = \frac{S_{НОМ} 10^3}{\sqrt{3}U_{1НОМ}}; \quad I_{2НОМ} = \frac{S_{НОМ} 10^3}{\sqrt{3}U_{2НОМ}} \quad (1.3)$$

Трансформатордың кернеу өрнектері

Трансформатордың магнитопроводындағы негізгі магнит ағыны Φ орамалардың орамдарына w_1 және w_2 тіркесіп орамаларда ЭҚК қоздырады:

$$e_1 = -w_1 (d\Phi / dt);$$

$$e_2 = -w_2 (d\Phi / dt).$$

Φ магнит ағынын синусоидалды уақыт функциясы деп алсақ

$$(1.4)$$

$$\Phi = \Phi_{\max} \sin \omega t$$

мұнда Φ_{\max} — ағынның максималды мәні.

Онда, (1.4) өрнегін ЭҚК өрнегіне қойып, дифференциалдап ЭҚК e_1 келесі өрнекпен анықтаймыз

$$e_1 = -\omega w_1 \Phi_{\max} \cos \omega t \quad (1.5)$$

$\cos \omega t = -\sin(\omega t - \pi/2)$, болғандықтан

$$e_1 = \omega w_1 \Phi_{\max} \sin(\omega t - \pi / 2) \quad (1.6)$$

Аналогия бойынша

$$e_2 = \omega w_2 \Phi_{\max} \sin(\omega t - \pi / 2) \quad (1.7)$$

(1.6) және (1.7) өрнектерден, ЭҚК-тер e_1 және e_2 магнит ағыннан Φ $\pi/2$ бұрушына қалып отырады. ЭҚК максималды мәні:

$$E_{1\max} = \omega w_1 \Phi_{\max} \quad (1.8)$$

$E_{1\max}$ $\sqrt{2}$ бөліп және $\omega = 2\pi f$ теңғып алып, бірінші реттік ЭҚК әсер етуші мәнін анықтаймыз (В):

$$E_1 = E_{1\max} / \sqrt{2} = (2\pi / \sqrt{2})w_1 f\Phi_{\max} = 4,44w_1 f\Phi_{\max} \quad (1.9)$$

Аналогия бойынша екінші реттік ЭҚК үшін

$$E_2 = 4,44w_2 f\Phi_{\max} \quad (1.10)$$

Орамалардағы орам сандарының қатынасына тең болатын, жоғарғы кернеулі орама э.қ.к.—нің $E_{жк}$ төмен кернеулі орама э.қ.к. $E_{тк}$ — ге қатынасы трансформатордың *трансформация коэффициенті* деп аталады.

$$k = E_1 / E_2 = w_1 / w_2. \quad (1.11)$$

Практикалық есептерде трансформация коэффициентін ЖК және ТК орамалардың номиналды кернеулерінің қатынасына теңғып :

$$k \approx U_{1\text{НОМ}} / U_{2\text{НОМ}}$$

Бірінші және екінші реттік орамдарының сәйкестік ЭҚК:

$$e_{\sigma 1} = -L_{\sigma 1} (di_1 / dt);$$

$$e_{\sigma 2} = -L_{\sigma 2} (di_2 / dt),$$

мұнда $L_{\sigma 1}$ және $L_{\sigma 2}$ - сейілу индуктивтіктер

Сейілу ЭҚК әсер ету мәні бірінші және екінші реттік орамдардың токтарына пропорционалды:

$$E_{\sigma 1} = -jI_1 x_1;$$

$$E_{\sigma 2} = -jI_2 x_2,$$

мұнда x_1 және x_2 — бірінші және екінші реттік орамдардың индуктивті сейілу кедергісі, Ом

Трансформатордың әр бір орамдарында екі ЭҚК индукцияланады: ЭДС от основного потока Φ негізгі ағынның ЭҚК және сейілу ағынның ЭҚК.

Кирхгофтың екінші заңы бойынша желіге U_1 кернеуіге қосылып активті кедергідегі r_1 түскен кернеуін ескертіп трансформатордың бірінші реттік тізбегіне келесі өрнегін жазуға болады:

$$U_1 + E_1 + E_{\sigma 1} = I_1 r_1, \quad (1.12)$$

ЭҚК E_1 жіне E_{σ_1} өрнектің оң жағына ауыстырып, ал сейілу ЭҚК индуктивті сейілу кедергі арқылы x_1 көрсетіп, *трансформатордың бірінші реттік тізбегінің кернеулер өрнегін анықтаймыз*

(1.13)

$$U_1 = (-E_1) + jI_1 x_1 + I_1 r_1.$$

(1.14)

Z_H кедергісі U_1 бар $(-E_1)$ жүктемеге қосылған трансформатордың екінші реттік орамасы үшін кернеулер өрнегі келесі түрде жазуға болады

(1.15)

$$E_2 + E_{\sigma_2} = I_2 r_2 + I_2 Z_H,$$

Жүктемедегі кернеудің төмендеуі трансформатордың екінші реттік орамдарының шықпасындағы кернеу боп табылады:

$$I_2 Z_H = U_2 \quad (1.16)$$

Трансформатордың екінші реттік тізбегінің кернеу өрнегі :

$$U_2 = E_2 - jI_2 x_2 - I_2 r_2 = I_2 Z_H. \quad (1.17)$$