Электр машиналары және электр жетегі



Профессор Досболаев М.Қ.

Трансформатордағы электрлік және магниттік шығындар

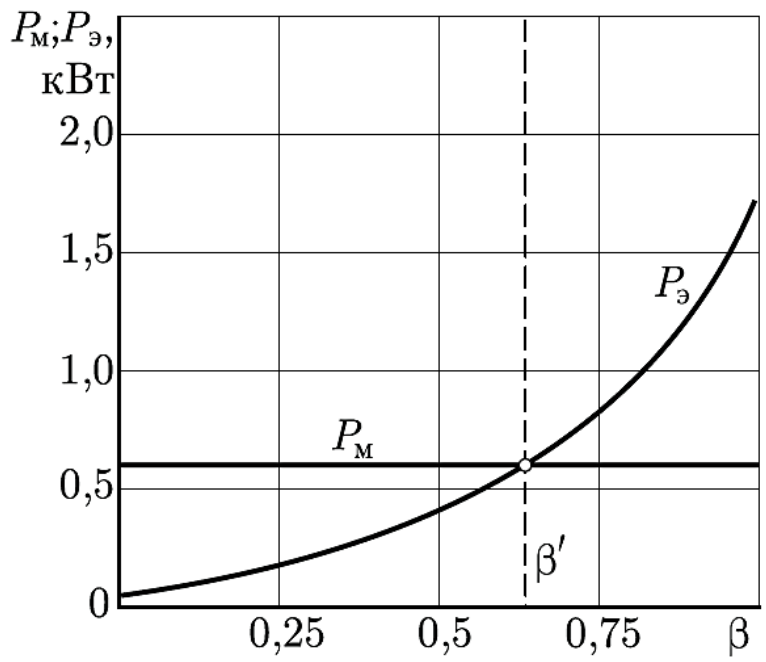
$$P_э = P_{э1} + P_{э2} = mI_1^2 r_1 + mI_2'^2 r_2' \quad (1)$$

Жобалау кезінде

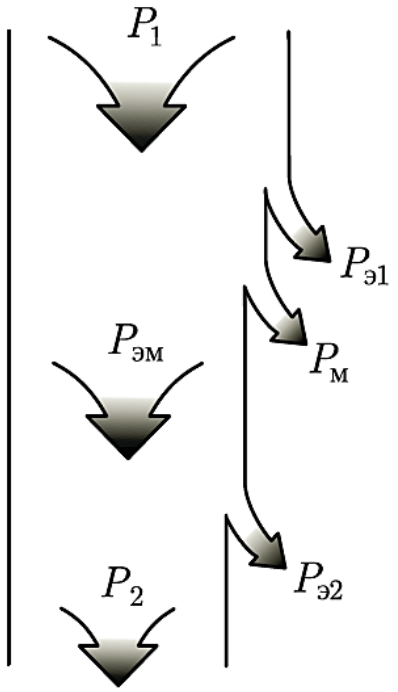
$$P_м = P_Г + P_{құй} \quad (3)$$

$$P_э = \beta^2 P_{қ.т.\ ном} \quad (2)$$

Тәжірибелік жолмен анықтау үшін



а



б

1 сурет

m – фазалар саны

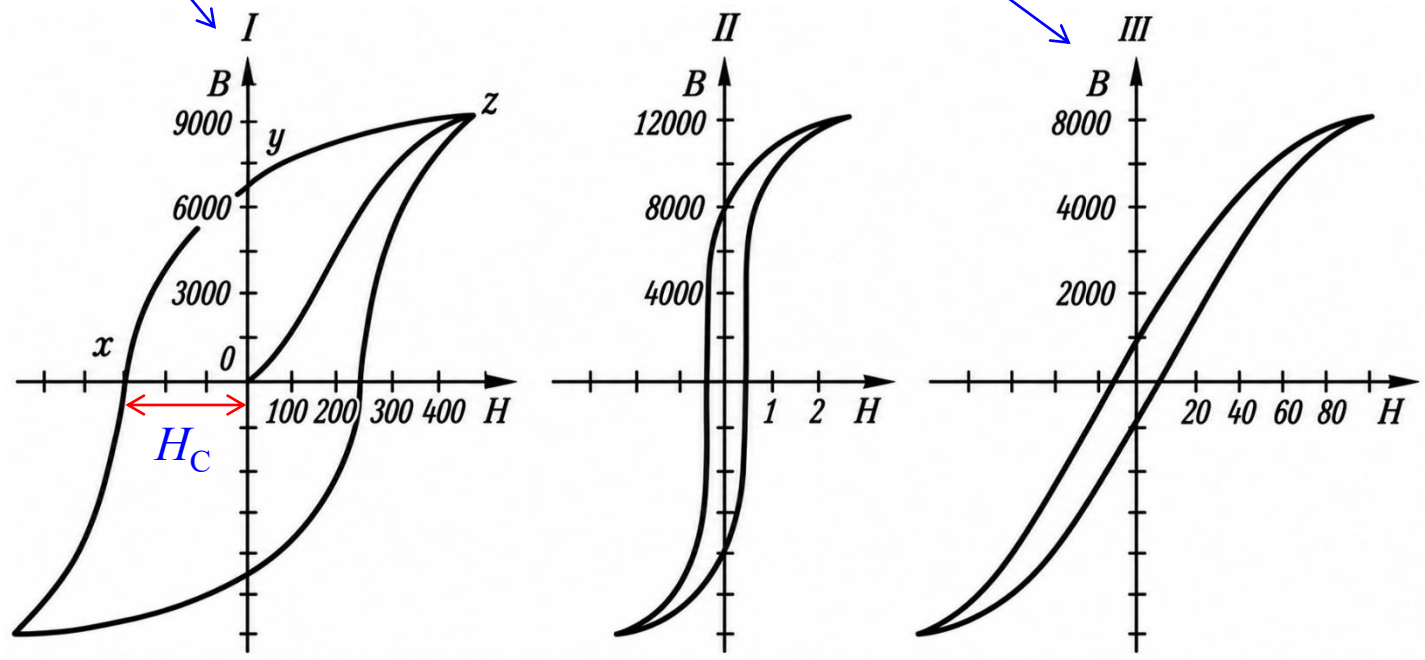
$\beta = I_2/I_{2ном}$ – жүктеме коэффициенті

Трансформатордағы магниттік шығындар

$$P_{\text{м}} = P_{\text{г}} + P_{\text{құй}} \quad (3)$$

$$P_{\text{м}} \equiv f^{1,3} \quad (P_{\text{г}} \equiv f) \quad (P_{\text{в.т}} \equiv f^2)$$

Магнитті қатты (H_C>4 кА/м) және магнитті жұмсақ (H_C<4 кА/м) материалдар



а) *ә)* *б)*

2 сурет

H_C – коэрцетивті күш

Жобалау кезінде магниттік шығындарды есептеу

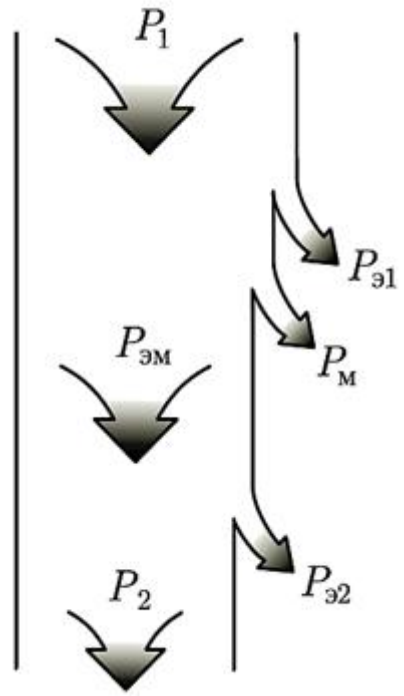
$$P_M = P_{\text{мен.}} \left(\frac{B}{B_x}\right)^2 \left(\frac{f}{50}\right)^{1,3} m \ (4)$$

B – стерженьдегі немесе ярмадағы магнит индукциясы.
B_x =1,0 немесе 1,5 Тл.
m – стержень немесе ярма массасы.
Қалыңдығы 0,5 мм 3411 маркалы болат пластина үшін $P_{мен(1,5/50)}$ = 2,45 Вт/кг.

Дайын трансформатордың магниттік шығындары тәжірибелік жолмен бос жүріс сынағы арқылы анықталады:

$$P_M \approx P_0$$

Трансформатордың ПӘК-і



Энергетикалық диаграмма

$$P_{эм} = P_1 - P_{э1} - P_м \rightarrow \text{ЭМ қуат} \quad (5)$$

$$P_2 = P_1 - \sum P \rightarrow \text{Жүктемеге түсетін активті қуат} \quad (6)$$

$$\sum P = P_{э1} + P_м + P_{э2} \rightarrow \text{Толық ЭМ шығын} \quad (7)$$

$$\eta = P_2 / P_1 = (P_1 - \sum P) / P_1 = 1 - \sum P / P_1 \quad (8)$$

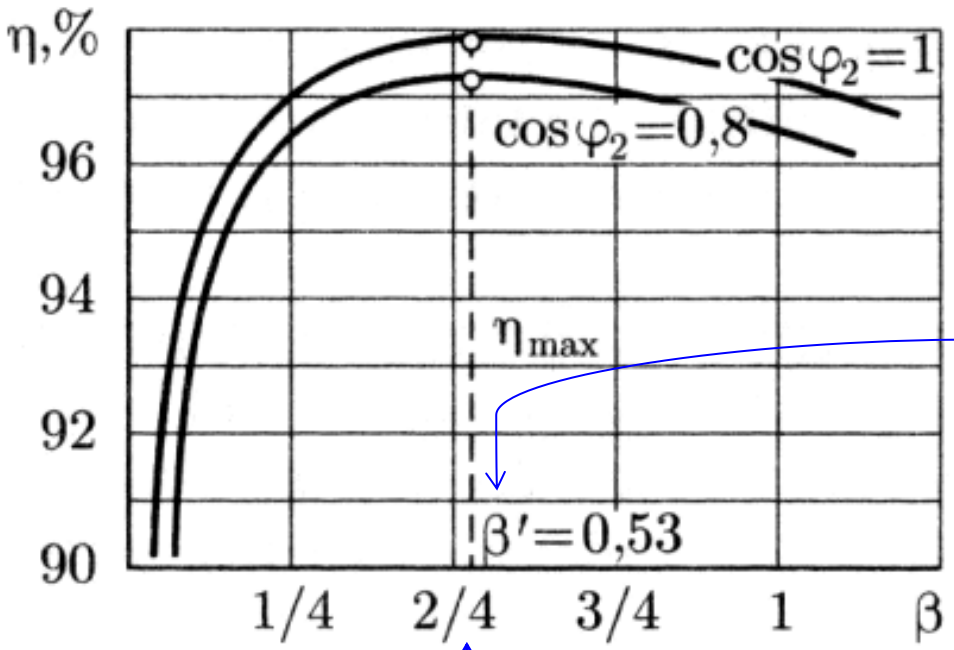
$$(9) \quad \sum P = P_{0ном} + \beta^2 P_{к.ном} \rightarrow \text{ЭМ шығындар суммасы}$$

$$P_2 = \sqrt{3} U_2 I_2 \cos\varphi_2 = \beta S_{ном} \cos\varphi_2 \quad (10)$$

$$P_1 = P_2 + \sum P$$

$$\eta = P_2/P_1 = \frac{\beta S_{ном} cos\varphi_2}{\beta S_{ном} cos\varphi_2 + P_{0ном} + \beta^2 P_{қ.т.ном}}. \quad (11)$$

Трансформатордың ПӘК-і



Магниттік және электрлік шығындар тең болатын мән

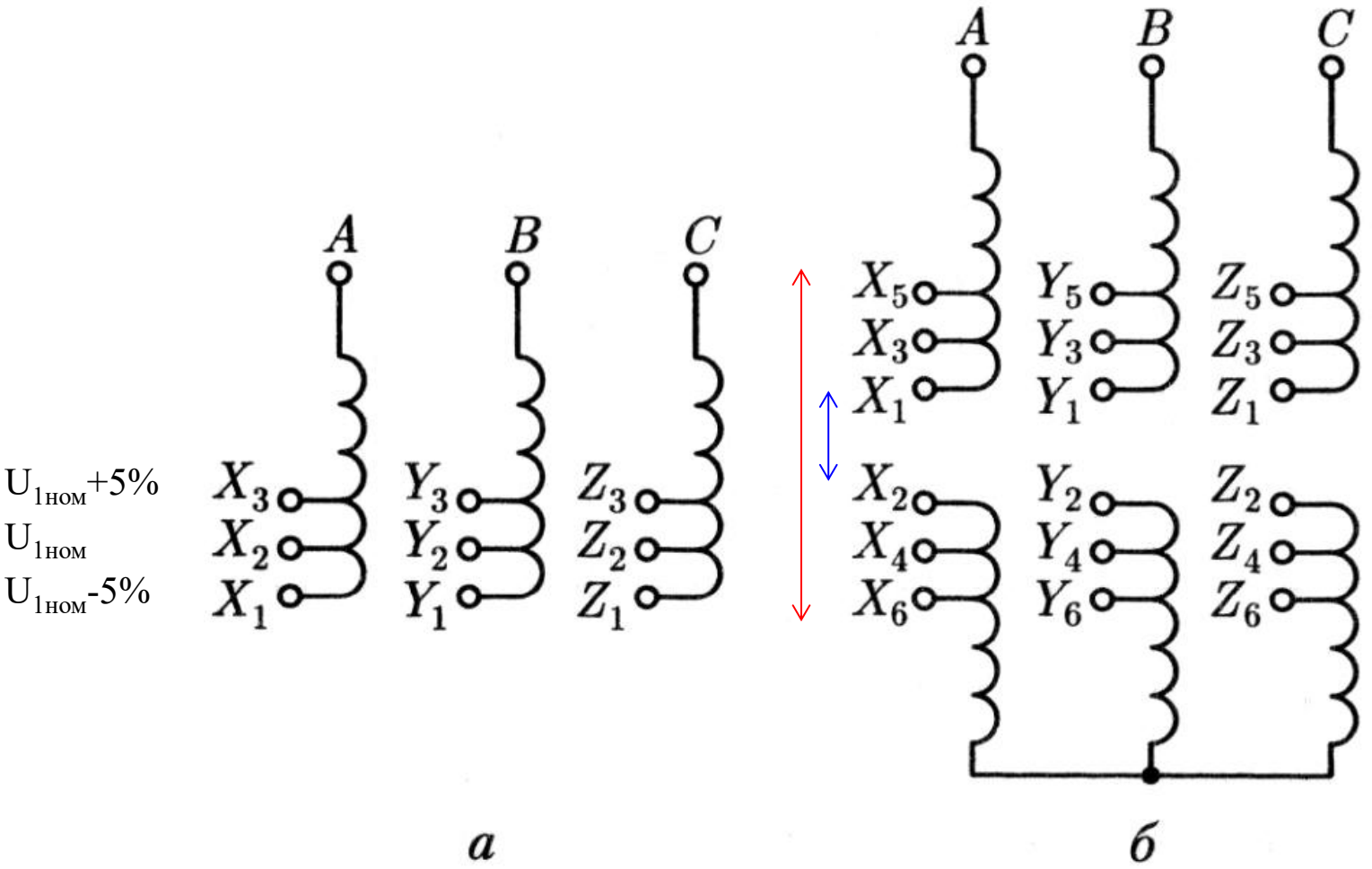
3 сурет

$$P_{0\text{ном}} = \beta'^2 P_{\text{к.ном}} \rightarrow \beta' = \sqrt{P_{0\text{ном}} / P_{\text{к.ном}}} \quad (12)$$

$$\beta' = 0{,}45 \div 0{,}65$$

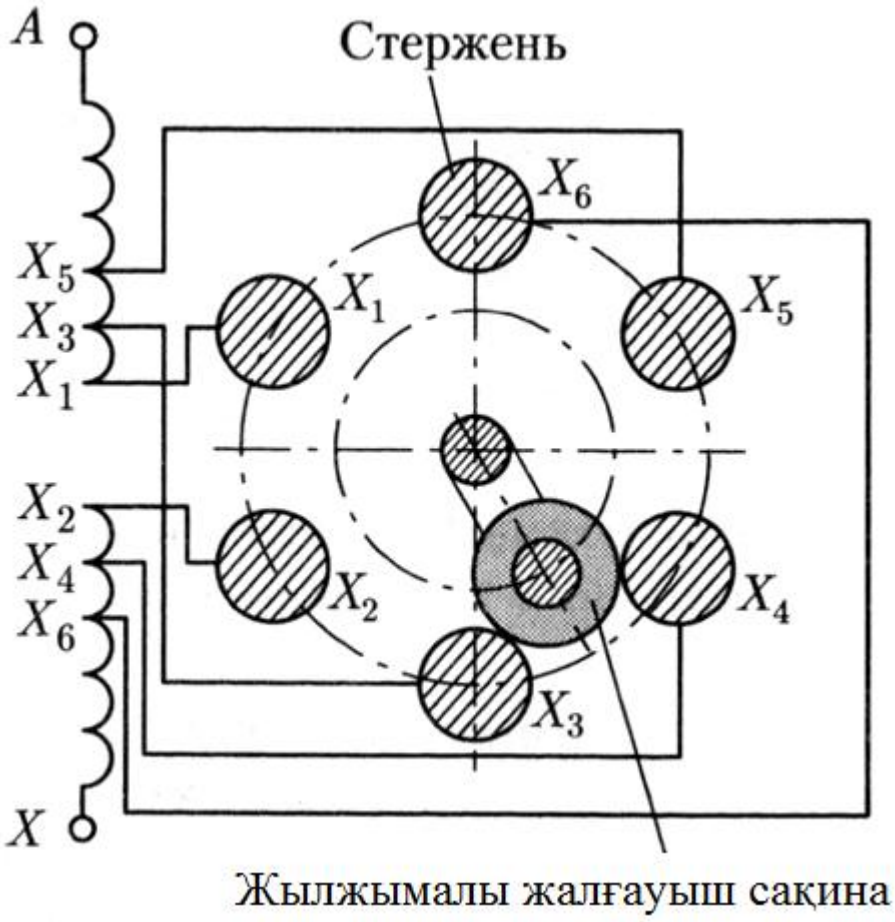
$$\eta_{max} = \frac{\beta` S_{\text{ном}} cos\varphi_2}{\beta` S_{\text{ном}} cos\varphi_2 + 2P_{0\text{ном}}}. \quad (13)$$

Трансформатор кернеуінің шамасын реттеу



4 сурет

Трансформатор кернеуінің шамасын реттеу



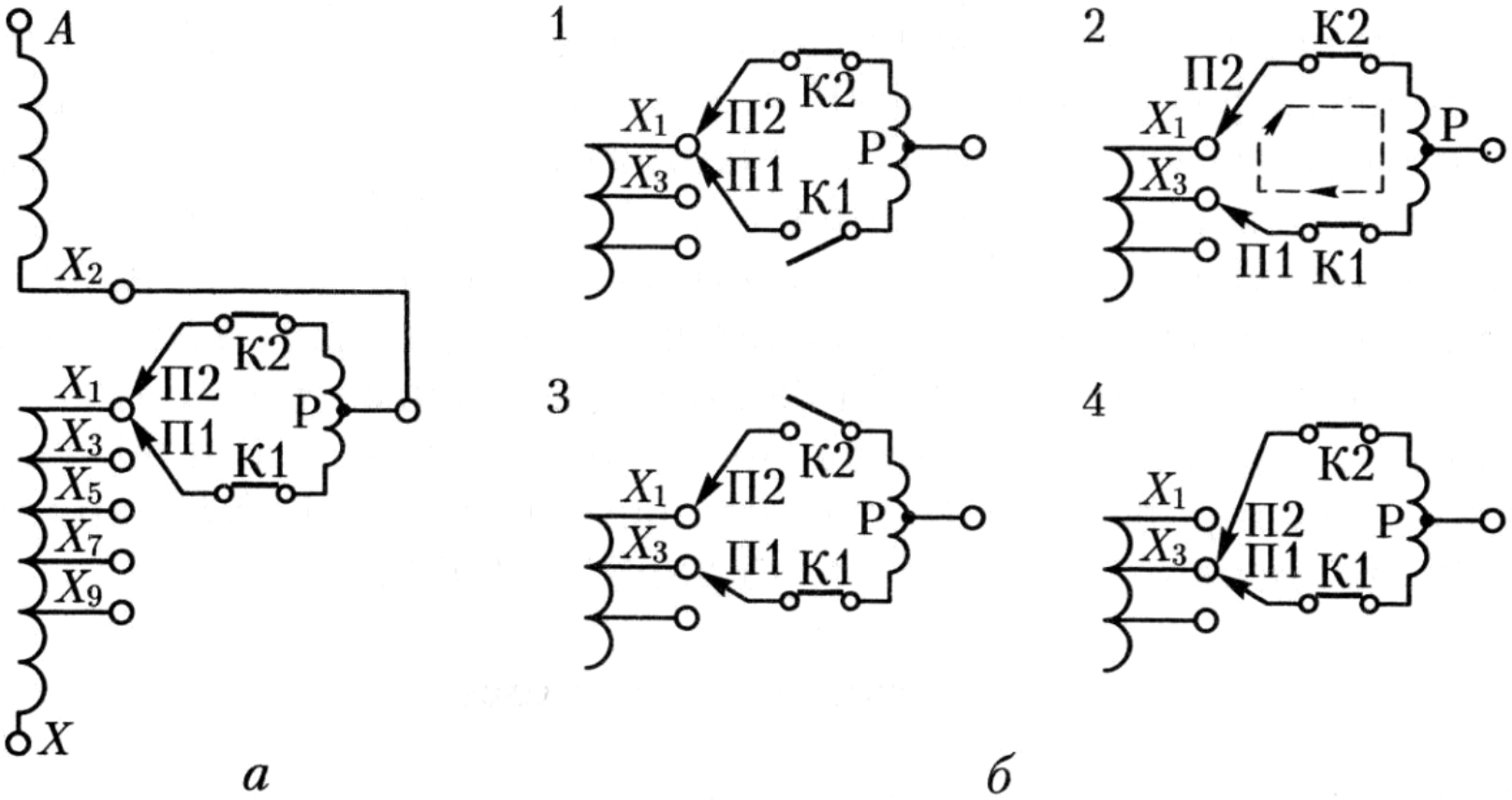
5 сурет



5 сурет*

Трансформатор желіден ажыратылып тұрғанда электрлік шығыстарды бір-бірімен жалғау. Қосулы кезде кернеу реттеу қауіпті доғалы разрядтың пайда болуына әкеледі

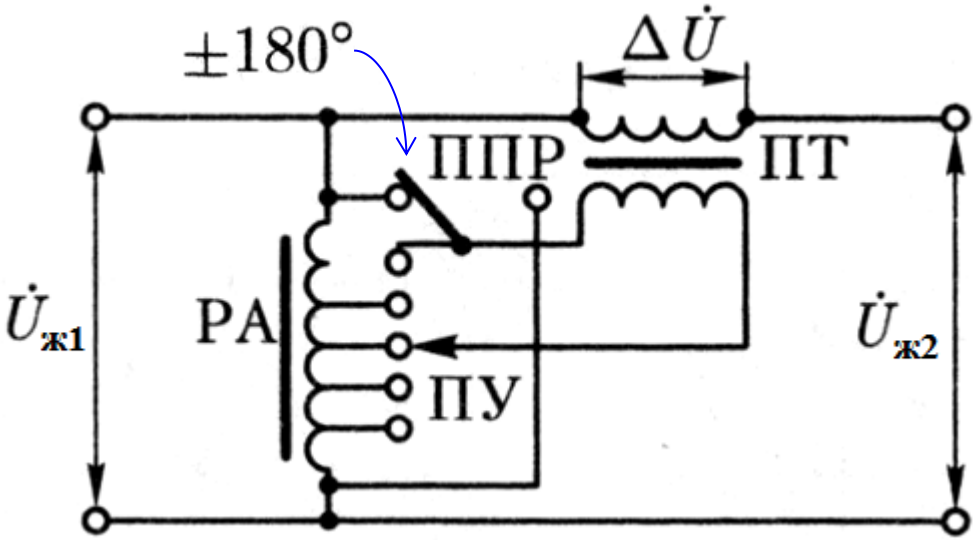
Трансформаторды желіден ажыратпай кернеуін реттеу, 6-10 %



6 сурет

Р – реактор

Жоғары қуатты трансформатор кернеуін реттеу

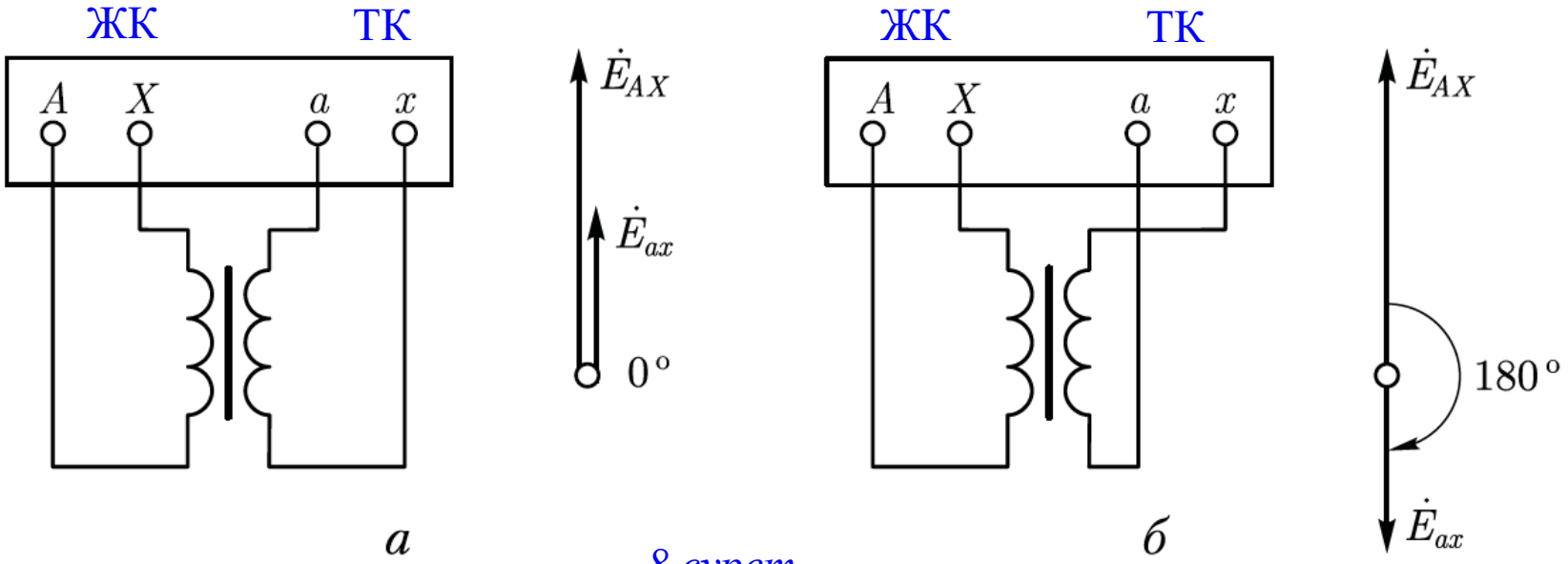


7 сурет

$$\dot{U}_{ж2} = \dot{U}_{ж1} \pm \Delta\dot{U}$$

РА – автотрансформатор; ПТ – кернеу қосқыш трансформатор

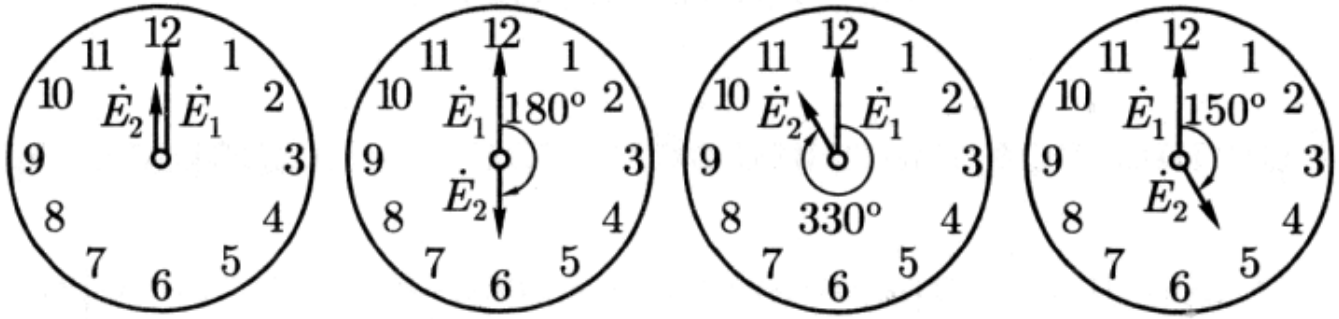
Трансформатор орамаларын жалғау группалары



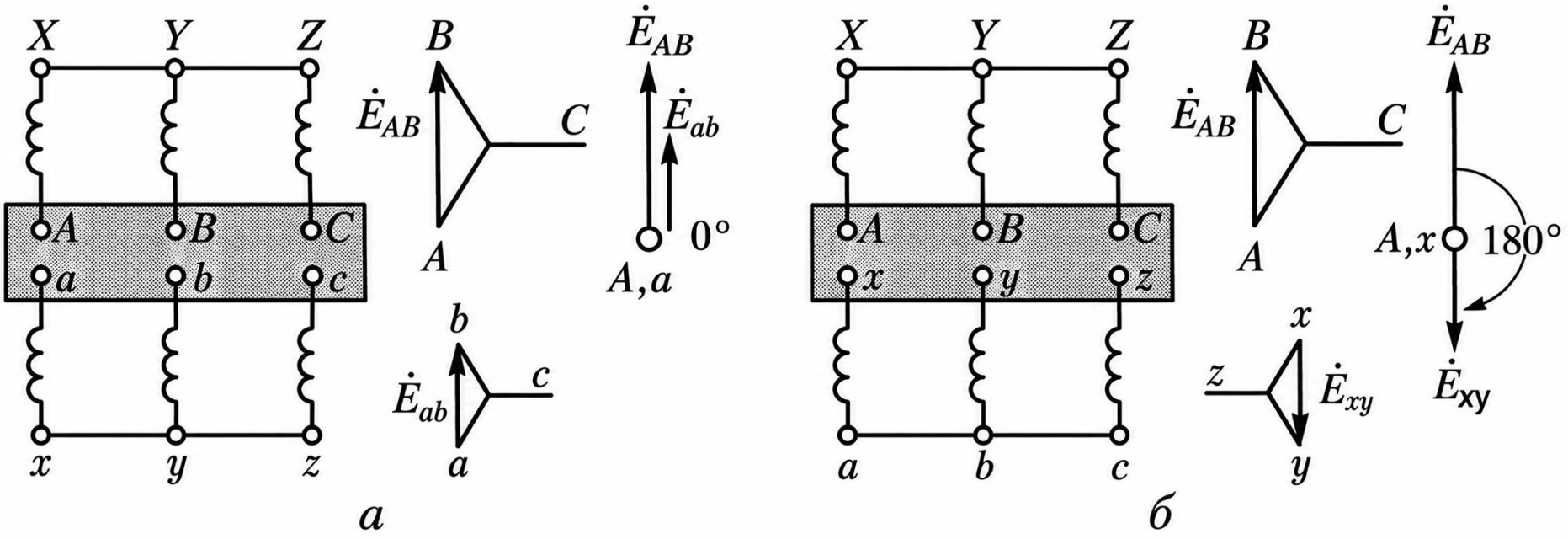
8 сурет

Бір фазалы трансформатор орамдарын жалғауында тек 0 және 6 группалары болады

Жалғау группасы, бір-бірінен 30 градусқа ығысқан 12 группа бар (1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,0)



Трансформатор орамаларын жалғау әдістері

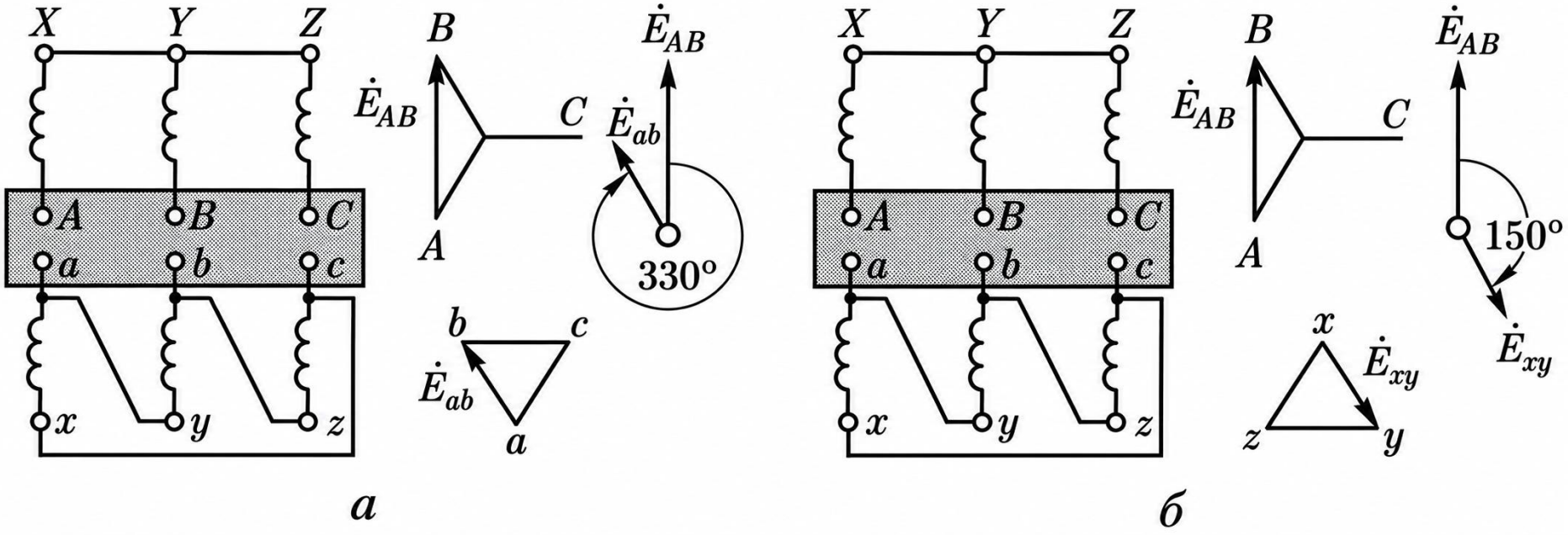


Y/Y-0

Y/Y-6

9 сурет

Трансформатор орамаларын жалғау әдістері

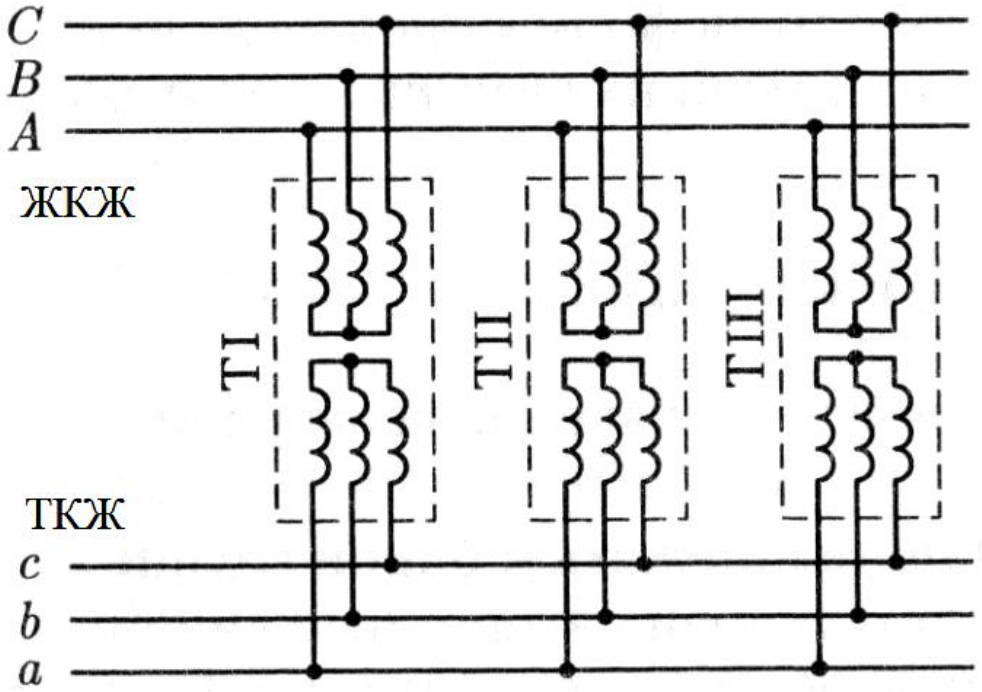


Y/Δ–11

Y/Δ–5

10 сурет

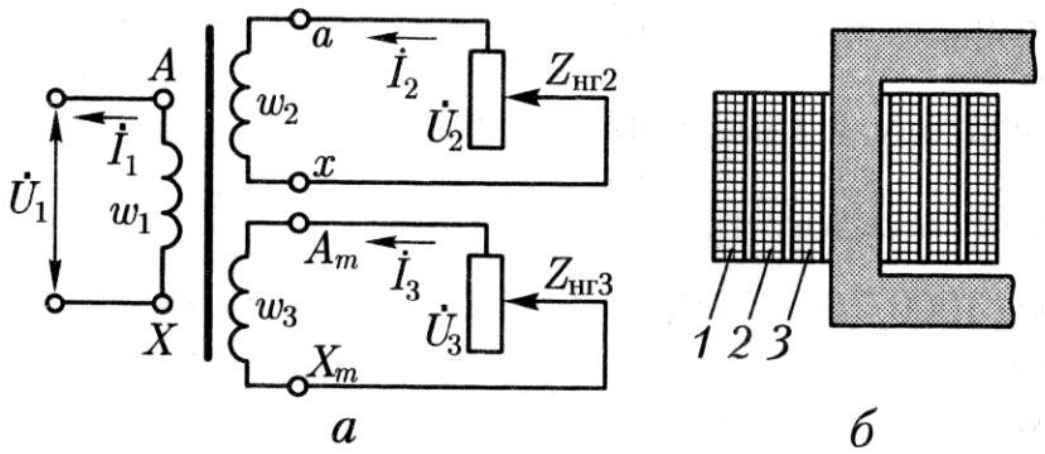
Трансформаторлардың параллель жұмыс істеуі



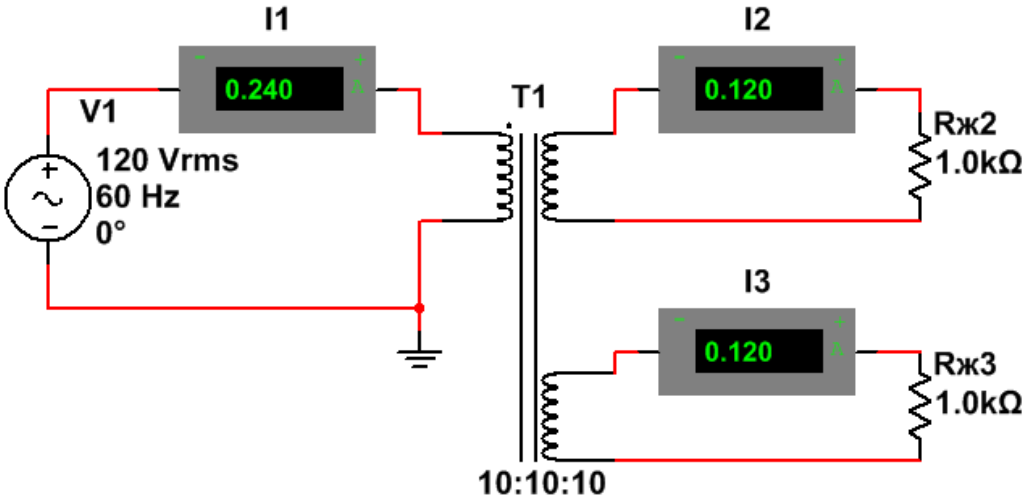
Трансформаторларды өзара параллель жалғау үзіліссіз электр энергиясымен қамтуға негізделген (трансформатордың істен шығуы немесе оны жөндеу кезінде). Сонымен қатар жүктеме графигі айнымалы электр станцияларында қолданылады.

1. Трансформация коэффициенттері өзара тең (±0,5%) болу керек.
2. Трансформаторлардың жалғау топтары бірдей болу керек.
3. Трансформаторлардың қысқа тұйықталу кернеулері өзара тең болу керек.

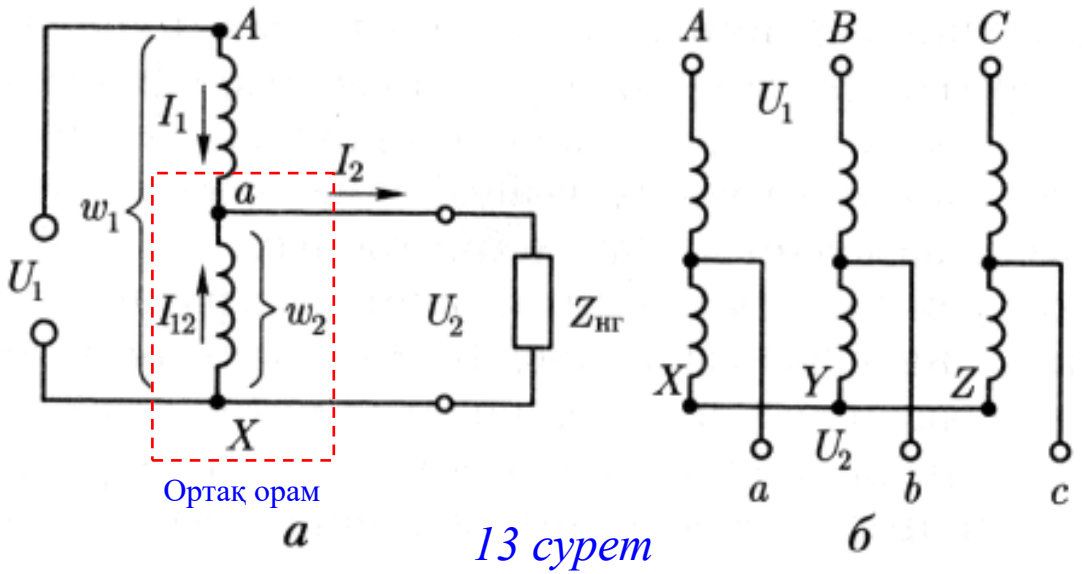
Үш орамды трансформатор



$$\dot{I}_1 \approx -(\dot{I}_2' + \dot{I}_3')$$



Автотрансформатор



13 сурет

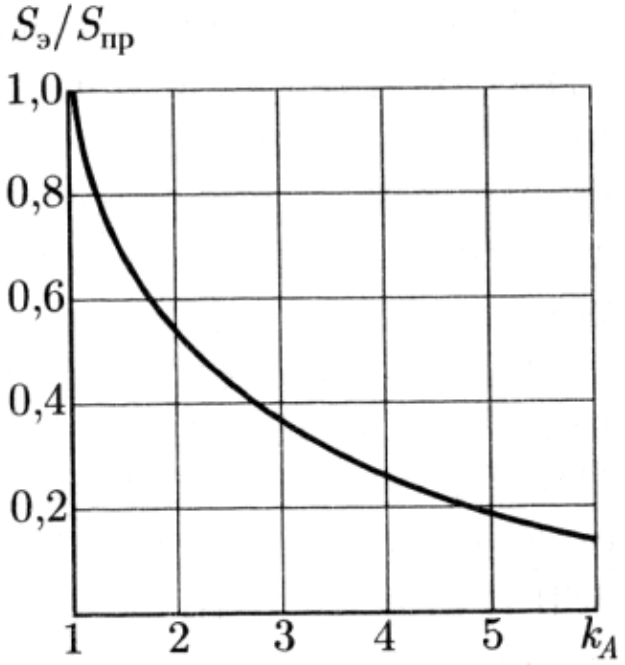
$$I_{12} = I_2 - I_1 \quad \rightarrow \quad I_2 = I_1 + I_{12}$$

$$S_{\text{пр}} = U_2 I_2 = U_2(I_1 + I_{12}) = U_2 I_1 + U_2 I_{12} = S_{\text{э}} + S_{\text{расч}}$$

Есептік (типтік) қуат автотрансформатордың магниттік өзекшесі мен орамаларын жобалау кезінде есепке алынатын қуат. Бұл қуат автотрансформатордың орамалары мен магниттік өзекшесінің қажетті өлшемдерін анықтауға пайдаланылады.

Автотрансформатор

$$k_A = \frac{w_{AX}}{w_{aX}} = \frac{I_2}{I_1}$$

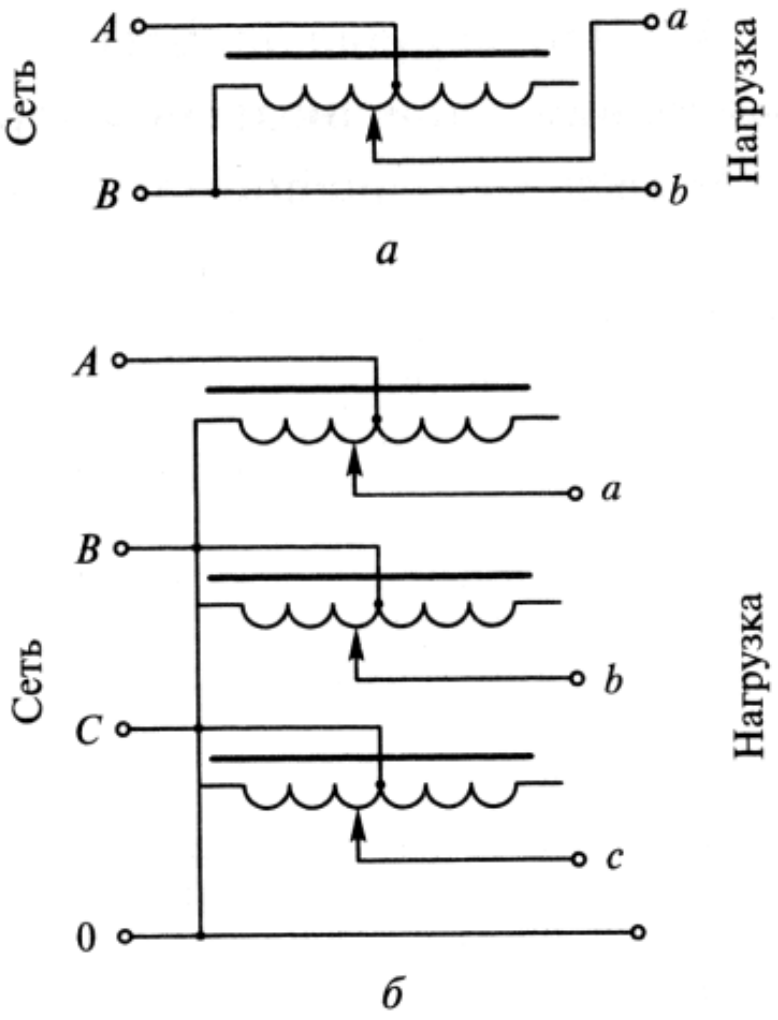


14 сурет

$$S_{расч} = U_2 I_{12} \qquad S_э = U_2 I_1 = \frac{U_2 I_2}{k_A} = \frac{S_{пр}}{k_A} \qquad k_A = \frac{S_{пр}}{S_э}$$

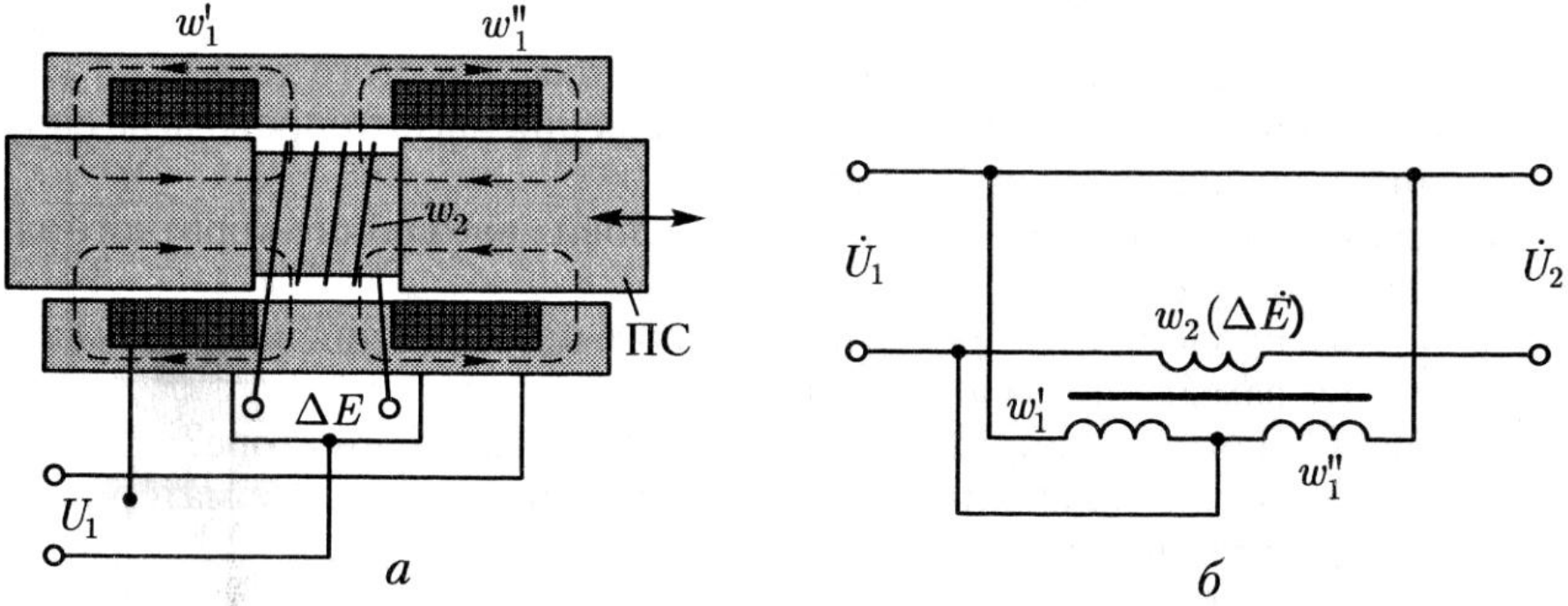
Демек, электрлік жолмен берілетін қуат трансформация коэффициентіне кері пропорционал. Трансформация коэффициенті бірге жақындаған сайын электрлік жолмен берілетін қуат өсіп, АТ материал үнемдеу артықшылығы артады

Автотрансформатор



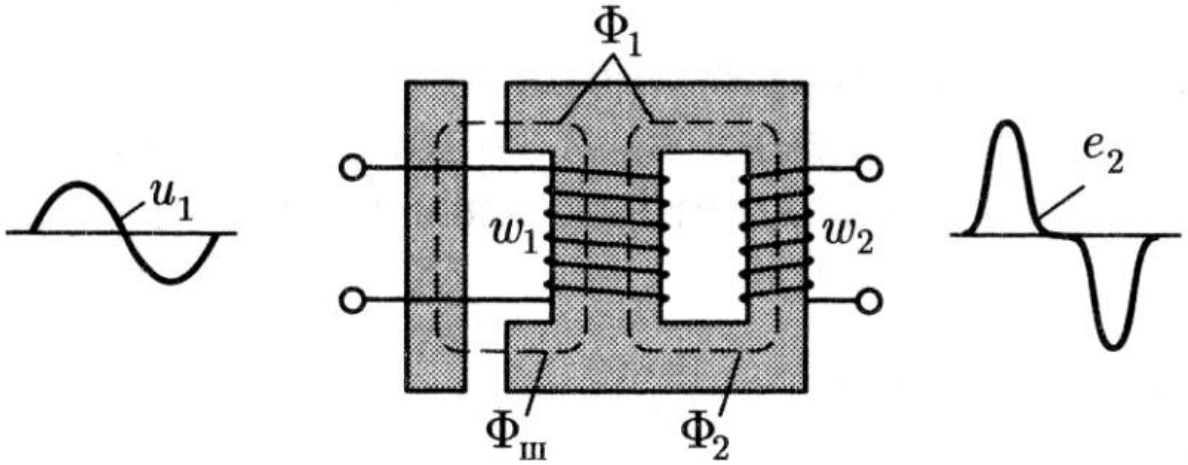
15 сурет

Арнайы трансформаторлар (Кернеу реттеу үшін)



16 сурет

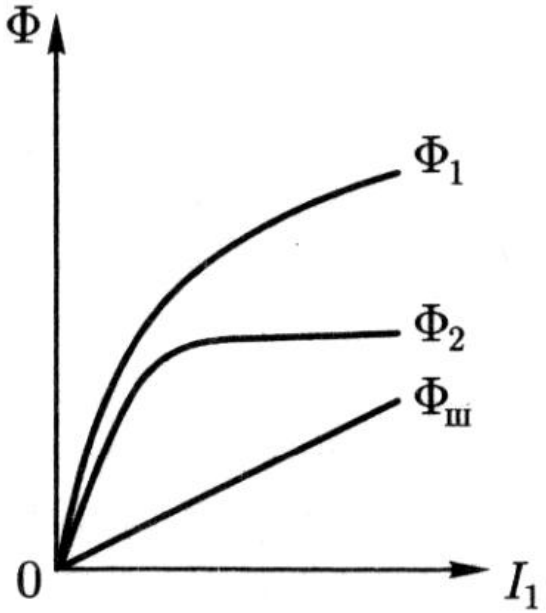
Арнайы трансформаторлар (Пик-трансформатор)



17 сурет

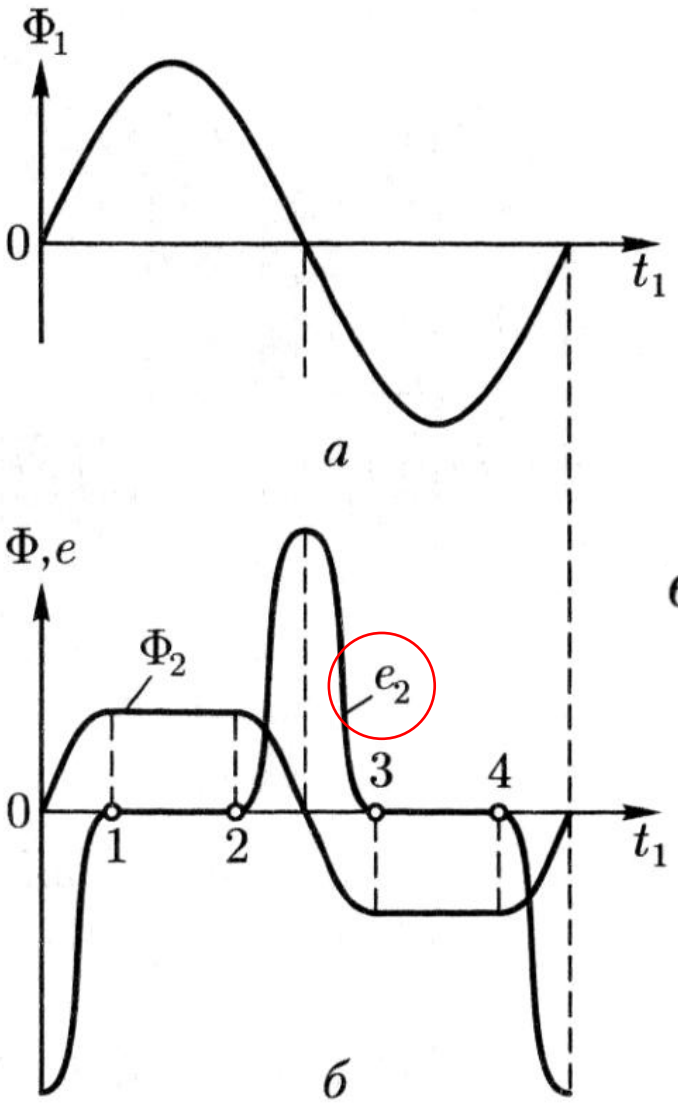
а

$$\Phi_1 = \Phi_ш + \Phi_2$$



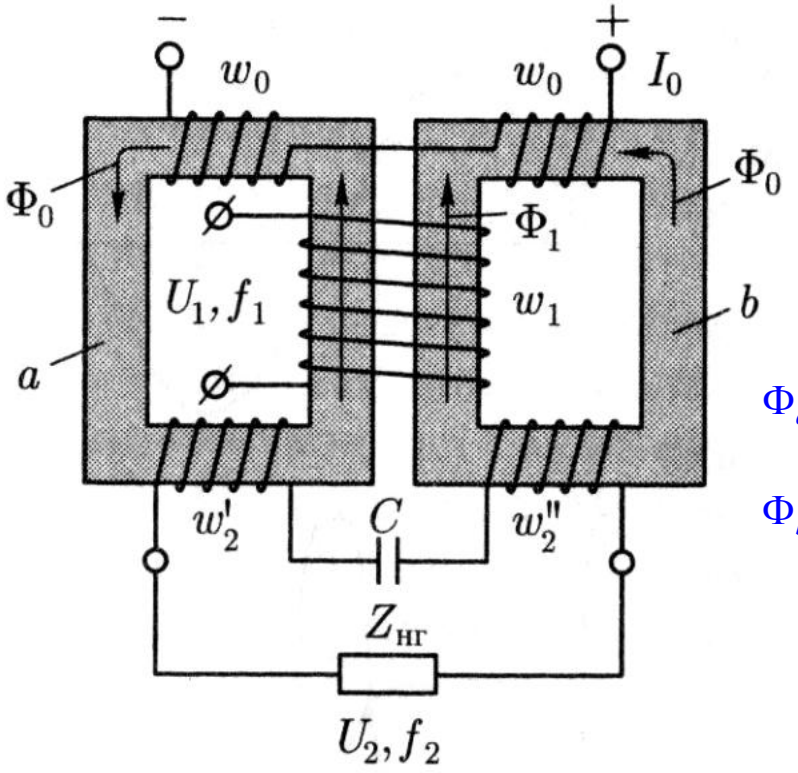
Арнайы трансформаторлар (Пик-трансформатор)

18 сурет



$$e_2 = -w_2 \, d\Phi_2 / dt$$

Арнайы трансформаторлар (Жиілік көбейткіш)



w_0 – тұрақты токпен магниттеуші орамдар

19 сурет

