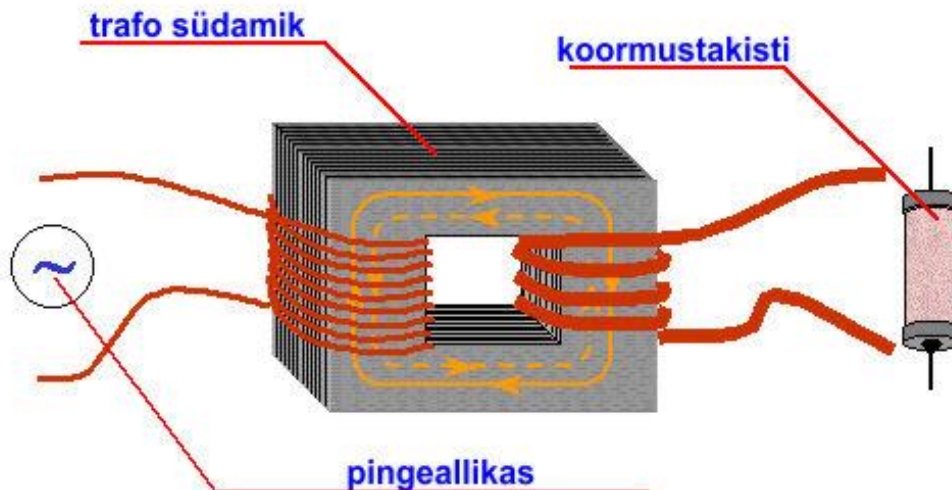


Trafod. Elektrienergia ülekanne.

Vahelduvvoolu kasutamine igapäevases elus on tingitud sellest, et vahelduvvoolu on lihtne ja mugav muuta trafode abil. Trafod on seadmed, mis võimaldavad muuta pinget ja voolutugevust mitmeid kordi, ilma et oleks märgatavaid kadusid võimsuses. Enamlevinud vool, mida kasutatakse on sinusoidaalne vool, sest seda on võrreldes teiste vooludega kõige lihtsam ja ökonoomsem üle kanda, muuta ja kasutada.



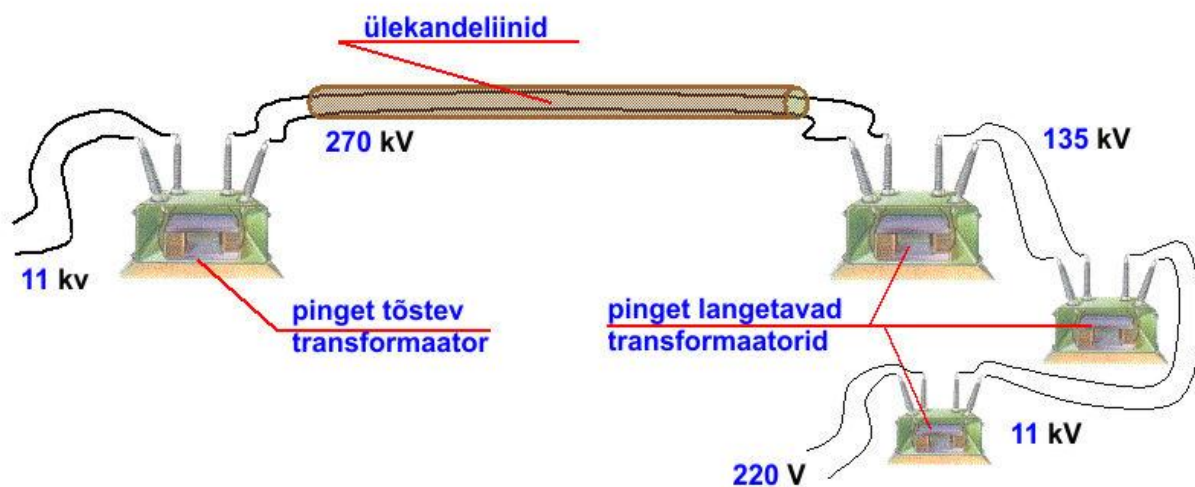
Joonis 1

Trafo põhimõtteline skeem on kujutatud joonisel 1. Trafo koosneb südamikust, mis kujutab endast kinnist kontuuri, ning südamikule mähitud kahest ja mõnikord ka enamast traatmähisest, poolist. Poolid on erinevate keerdude arvuga, kusjuures keerud on teineteisest isoleeritud. Ühte mähist, mis on ühendatud vooluvõrguga nimetatakse primaarmähiseks ja teist mähist, mis on ühendatud tarbijaga nimetatakse sekundaarmähiseks. Olgu U_1 pinge sekundaarmähise klemmidel ja U_2 pinge primaarmähise klemmidel, siis kui $U_1 > U_2$, siis on trafo pinget langetav ja kui $U_1 < U_2$, siis on trafo pinget tõstev.

Kui ühendada trafo vahelduvvooluallikaga, siis tekitab sekundaarmähisist läbiv vahelduvvool ajas muutuva magnetvälja, mille jõujooned on kujutatud joonisel 1. Kuna mõlemad mähised asuvad samal südamikul, siis läbivad samad jõujooned mõlemat südamikku, ehk mõlemat südamikku läbib sama magnetvoog. Induktsiooni elektromotoorjõu hetkväärtus mõlema pooli ühes keerus on vastavalt Farady seadusele võrdne magnetvoo esimese tuletisega aja järgi võetuna miinus märgiga $\mathcal{E}_i = -\dot{\Phi}$. Magnetvoo hetkväärtust iseloomustab avaldis $\Phi = \Phi_m \cos \omega t$, selle avaldise esimene tuletis aja järgi on $\dot{\Phi} = -\omega \Phi_m \sin \omega t$, seega induktsiooni elektromotoorjõu hetkväärtus avaldub seosega $\mathcal{E}_i = \omega \Phi_m \sin \omega t = \mathcal{E}_m \sin \omega t$, kus $\mathcal{E}_m = \omega \Phi_m$ on induktsiooni elektromotoorjõu maksimaalne väärtus ehk amplituudväärtus. Kui sekundaarmähises on N_1 keerdu, siis kogu induktsiooni elektromotoorjõud avaldub seosega $\mathcal{E}_1 = N_1 \mathcal{E}_i$ ja kui primaarmähises on N_2 keerdu, siis

induktsiooni elektromotoorjõu koguväärtus selles mähises avaldub seosega $\mathcal{E}_2 = N_2 \mathcal{E}_1$. Kui leida primaar- ja sekundaarmähise induktsiooni elektromotoorjõudude suhted, siis saame $\frac{\mathcal{E}_1}{\mathcal{E}_2} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{U_1}{U_2} = k$. Näeme, et induktsiooni elektromotoorjõudude suhe on võrdne vastavate mähiste keerdude suhtega. Tavaliselt on trafo mähiste aktiivtakistus väike ja selle võib jätta arvestamata, sellisel juhul on pingelang mähise klemmidel ligikaudu võrdne induktsiooni elektromotoorjõuga $U_1 \approx \mathcal{E}_1$. Kui trafo primaarmähis on vooluahelast lahti ühendatud, siis seda ei läbi vool ja selle tõttu $U_2 \approx \mathcal{E}_2$. Mõlema mähise induktsiooni elektromotoorjõu väärtused muutuvad ajas sünkroonselt, selle tõttu võib vaadelda induktsiooni elektromotoorjõudude suhet mis tahes ajahetkel või asendada nad hoopis pinge väärtustega mähiste klemmidel. Seega kehtib eelnevalt kirjutatud avaldis $\frac{\mathcal{E}_1}{\mathcal{E}_2} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{U_1}{U_2} = k$, kus k on ülekandesuhe ehk ülekandetegur. Kui ülekandetegur on suurem kui üks, siis on trafo pinget alandav ja kui ülekandetegur on väiksem kui üks, siis on trafo pinget tõstev.

Vaatleme töötavat trafot. Kui sekundaarmähis ühendada vooluahelaga, ehk nagu öeldakse, koormata trafo, siis ei ole voolutugevus sekundaarmähises enam null. Tekkinud vool tekitab primaarmähises oma magnetvoo, mis vastavalt Lenz'i reeglile peab kompenseerima välise välja muutumist, see aga omakorda peaks vähendama primaarmähise induktsiooni elektromotoorjõu väärtust. Seda aga ei juhtu. Eelnevalt saime, et $U \sim \mathcal{E}$ praktiliselt aga $U = \mathcal{E}$, seega sekundaarmähise ühendamisel vooluahelaga kasvab automaatselt voolutugevus ka primaarmähises. Voolu amplituud kasvab selliselt, et taastada esialgne magnetvoo resultantväärtus. Voolutugevuse kasv primaarmähises on kooskõlas energia jäävuse seadusega, kuna sekundaarmähis annab vooluahelasse mingisuguse osa energiast, siis peab sama võrra kasvama energia ka primaarmähises. Koormatud trafo primaarmähise ja sekundaarmähise võimsused on ligikaudu võrdsed $U_1 I_1 \approx U_2 I_2$. Antud seosest on näha, et $U_1 I_1 = U_2 I_2$. Sellest järeldub, et tõstes trafo abil pinget mingi arv korda alandame voolutugevust sama arv korda ja vastupidi.



Elektri tarbijaid on kõikjal elektrienergiat toodetakse aga kindlates kohtades, tavaliselt, kus on lähedal kütus või muud energiaallikad. Elektrienergiat ei ole võimalik suurtes kogustes konserveerida, elektrienergia tarbimine ja tootmine peavad olema samaaegsed. Seoses sellega on vajadus kanda elektrienergiat pikkade vahemaade taha, selline elektrienergia ülekanne on seotud aga suurte kadudega. Põhjus on selles, et kui juhtmeid läbib elektrivool, siis juhtmed soojenevad. Juhtmetes eralduv soojus on arvatav seosega $Q=I^2R\Delta t$. Väga pika liini korral võib juhtuda, et elektrienergia ülekandmine ei ole enam kasulik. Muidugi, kui vähendada elektriliini takistust, aga see ei ole lõpmatuseni siiski võimalik. Sellisel juhul on ainsaks võimaluseks vähendada voolutugevust pinget tõstmise arvelt. Et aga elektrienergiat saaks kasutada elektril töötavad seadmed, peab pinget ülekandeliini lõpus taas alandama. Seega võiks elektrienergia ülekandeliini skeem olla järgmine: generaator, pinget tõstev trafo, ülekandeliin, pinget alandav trafo, ülekandeliin ja veelkord pinget alandav trafo ja edasi juba tarbija. Kui generaator annab pinget 11 kV, siis pinget tõstev trafo suunab ülekandeliini pinget 270 kV ja igaüks võib ise arvutada, mitu korda väheneb sellisel juhul voolutugevus.