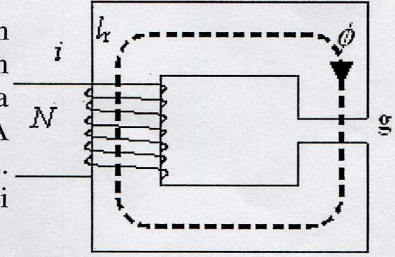


Hyväksytyyn tenttisuorituksen edellytyksenä on vähintään kaksi pistettä vähintään neljästä tehtävästä sekä yhteensä vähintään 12 pistettä.
Omia ohjelmoitavia laskimia saa käyttää.

1. a) Kuvan 1. rautasydän on piillä seostettua (1%) rautaa. Käämin kierrosluku on 400, rautasydämen poikkipinta on 25 cm^2 ja vuon kulkutie raudassa 35 cm. Ilmavälin pituus on 2 mm. Arvioi, kuinka suuri on raudan suhteellinen permeabiliteetti, jos 3,4 A magnetointivirralla ilmavälissä vaikuttaa 0,8 T magneettivuontiheys. Hajavuota, vuon pullistumista ilmavälissä ja raudan täytekerronta ei tarvitse ottaa huomioon. ($\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Vs/Am}$). (3 p.)



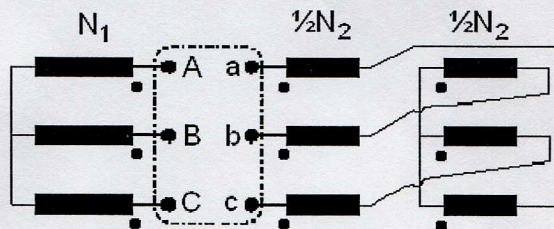
kuva 1.

- b) Laske kuvan 1. rautasydämen muodostama reaktanssi (50 Hz). (3 p.)
induktanssi?

2. Kolmivaiheisesta jakelumuntajasta on annettu seuraavat tiedot:
Dyn11, $S_n = 50 \text{ kVA}$, U_{n1}/U_{n2} on 20500/410 V, $P_k = 885 \text{ W}$, $P_o = 140 \text{ W}$, $z_k = 3,8\%$, $I_o = 1,1\%$
a) Piirrä muuntajan mahdollisimman täydellinen yksivaiheinen sijaiskytkentä ensiön jännitetasossa. Merkitse kuvaan sijaiskytkennässäsi kulkevat virrat ja kerro myös sanallisesti, mitä ne ovat. (2 p.)
b) Laske sijaiskytkennän komponenttien arvot ja sijoita ne piirroksesi. (2 p.)
c) Merkitse piirroksesi myös, missä komponenteissa syntyvät muuntajan pätötehohäviöt ja kuinka suuria ne ovat 80 %:n nimelliskuormalla ensiöjännitteen ollessa nimellisen suuruinen (2 p.)

3. a) Laske edellisen tehtävän muuntajan sijaiskytkennässä kulkevien virtojen suuruudet ja kulmat (toisio- ja ensiön redusoituun vaihejännitteeseen nähden), kun muuntajan toisiossa on 40 kVA:n kuormitus ($\cos\phi = 0,85_{\text{ind}}$) ja toisiojännite on nimellisen suuruinen. (2 p.)
b) Esitä sijaiskytkennän virrat ja jännitteet (myös muuntajassa tapahtuva jännitehäviö) osoitinpiirroksena. (2 p.)
c) Piirrä ensiön ja toisio- ja käämien yli vaikuttavista jännitteistä osoitinpiirroksia, joiden perusteella kellolukeman voisi määrittää. (2 p.)

4. Oheisessa kuvassa 2. on esitetty erään jakelumuntajan (50 kVA, $z_k = 3,9\%$) käämitysten kytkentä. Käämikierrosluvut ovat $N_1 = 2511$ ja $N_2 = 58$
a) Osoita sopivilla osoitinpiirroksilla, mikä kytkentä (kellolukema) on kyseessä? (2 p.)
b) Mikä on muuntajan toisiojännite, jos sen ensiössä vaikuttaa 20500 V pääjännite? Perustele sopivilla laskelmilla tai piirroksilla. (2 p.)
c) Voiko tämän muuntajan kytkeä syöttämään kuormaa tehtävän 2 muuntajan kanssa rinnakkain? Perustele vastauksesi. (2 p.)



kuva 2.

5. a) Yksinapaisen jännitemuuntajan ensiö-, toisio- ja avokolmiokäämityksen kierrosluvut ovat $N_1 = 5000$, $N_2 = 25$ ja $N_3 = 15$. Mikä on jännite toisio- ja avokolmiokäämityksen yli, jos jännitemuuntaja on kytketty verkkoon, jonka jännite on 20,5 kV? (2 p.)
b) a-kohdassa kuvattuja muuntajia on kytketty 20 kV:n verkkoon kolme ryhmäksi nolajännitteen ilmaisua varten. Mikä on jännite toisio- ja avokolmiokäämin yli (terveissä vaiheissa), kun verkossa on jäykkä (vastukseton) maasulku yhdessä vaiheessa? Kuinka suuri on avokolmiokäämin jännite? (4 p.)