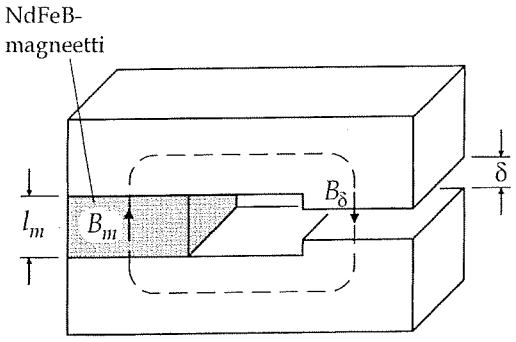
1. a) Piirrä kolmivaihemuuntajan täydellinen pysyvän tilan sijaiskytkentä, ja selosta mitä ilmiöitä parametrit mallintavat.
   b) Millä ehdoilla kaksi kolmivaihemuuntajaa voidaan kytkeä rinnan syöttämään yhteistä kuormaa?
   c) Mitä tarkoitetaan käsitteillä sydänmuuntaja, vaippamuuntaja ja säästömuuntaja?

2. Kuvan magneettipiirissä ilmavälin pituus on 1,5 mm ja ala 60×40 mm². NdFeB-kestomagneetin remanenssivuontiheys on 1,2 T ja koersitiivikentänvoimakkuus on 910 kA/m. Magneetin poikkipinta on 3600 mm² ja pituus 2,5 mm. Rautaosien permeabiliteetti on hyvin suuri, ja vuon leviäminen ilmavälin ympäristöön voidaan jättää huomiotta. Laske vuontiheys ilmavälissä ja kestomagneetissa.



3. a) Esitä tasavirtamoottorin dynaaminen malli (Käämien jänniteyhtälöt, indusoituva liikejännite, vääntömomentti ja liikeyhtälö.)
   b) Mitä tarkoittaa käsite vierasmagnetoitu tasavirtakone?
   c) Mitä tarkoittaa käsite sarjamoottori?
   d) Mitä tarkoittaa käsite sivuvirtageneraattori?
   e) Mitä tarkoittaa käsite pyörimisnopeuden kaskadisäätö?

4. Selosta kolmivaiheisen epätahtimoottorin nopeuden ohjausta ja säätöä.

5. Umpinapaisen kolmivaihetahtigeneraattorin nimellisarvot ovat $U_N = 14\ \text{kV}$, $S_N = 10\ \text{MVA}$, $f_N = 60\ \text{Hz}$ ja $\cos\varphi_N = 0{,}85_{\text{ind}}$. Yksinapaparinen staattorikäämitys on kytketty tähteen, $X_d = 20\ \Omega$ ja $R_s \approx 0$. Generaattori on kytketty verkkoon, jonka jännite $U = 14\ \text{kV}$, $f = 60\ \text{Hz}$.
   a) Laske napapyörän indusoima jännite, kun kone toimii nimellispisteessä, ja piirrä tilannetta vastaava osoitindiagrammi.
   b) Laske napakulma ja vääntömomentti nimellispisteessä.
   c) Määritä suurin teho, jonka kone voi tuottaa, kun magnetointi pidetään nimellispistettä vastaavassa arvossa.