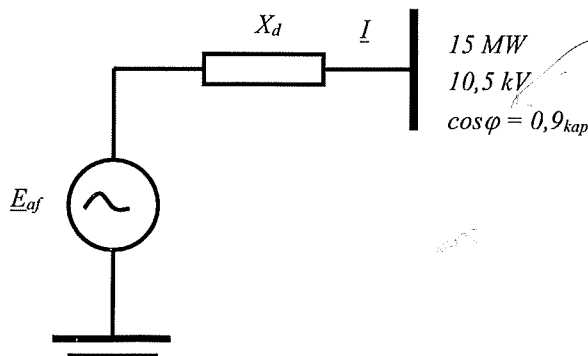


Tentissä saa käyttää omaa ohjelmoitavaa laskinta. Paperin saa viedä mukanaan.

- 1) Vastaa seuraaviin kysymyksiin (12 p)
 - a) Mitä tarkoittaa käsite käänmikerroin?
 - b) 50 Hz verkkoon liitetyn tahtikoneen nopeus on 60 r/min. Kuinka monta napaa koneessa on?
 - c) Miten oikosulkumoottorin nopeutta voidaan säätää, jos taajuusmuuttajaa ei ole käytettävissä?
 - d) Jos oikosulkumoottorin kuormitusta kasvatetaan hitaasti, niin mitä tapahtuu koneen jättämälle?
 - e) Miksi tahtikoneiden käynnistäminen on hankalampaa kuin epätahtikoneen?
 - f) Mitä tarkoitetaan käsitteellä aksiaalivuomoottori? Esitä jokin sovellutuskohde.
 - g) Selosta miten Kone Oy:n kehittämä Ecodisc-moottori on toteutettu?
 - h) Esitä tasavirtakoneiden osalta esimerkiksi piirroksin miten eri tavalla magnetoidut koneet eroavat toisistaan?

- 2) Oikosulkumoottorin kilpiarvot ovat: nimellisteho 15 kW, nimellisjännite 400 V, nimellisvirta 28 A, tehokerroin 0,82 ja nimellinen pyörimisnopeus 1470 r/min. Laske moottorin
 - a) hyötysuhde
 - b) loisteho
 - c) nimellinen vääntömomentti
 - d) jättämän suuruus

- 3) Kuvan 1 mukainen umpinapainen tahtigeneraattori ($S_n = 25 \text{ MVA}$, $U_n = 10 \text{ kV}$, $x_d = 120 \%$) syöttää jäykkään verkkoon 3-v. tehon $P = 15 \text{ MW}$ ja $\cos\varphi = 0,9_{kap}$. Jäykän verkon jännite on $U = 10,5 \text{ kV}$. Koneen kyllästystä ja resistanssia ei oteta huomioon.
 - a) Laske generaattorin lähdejännite \underline{E}_{af} ja verkkoon syötetty loisteho
 - b) Magnetointia lisätään 40 %:ia ja voimakoneen teho pidetään samalla vakiona. Laske generaattorin uusi lähdejännite \underline{E}_{af} ja loisteho.



Kuva 1. Umpinapainen tahtikone liitettynä jäykkään verkkoon

jatkuu seuraavalla sivulla

4) Tarkastellaan avonapaista tahtikonetta

a) Mitä jäykkään verkkoon liitetyn avonapaisen koneen pätötehon lausekkeen jälkimmäinen termi kuvaa?

$$P = \frac{U \cdot E_{af}}{X_d} \sin \delta + \frac{X_d - X_q}{2X_d X_q} \cdot U^2 \sin(2\delta)$$

- b) Avonapakoneen nimellisarvot ovat: $S_n = 250 \text{ MVA}$, $U_n = 20 \text{ kV}$, $x_d = 150 \%$, $x_q = 120 \%$, .
Kone syöttää jäykkään verkkoon, jonka jännite on 21 kV pätötehon 220 MW ja tehokerroin $\cos \varphi = 0,9_{\text{ind}}$. Laske koneen virta.
- c) Selosta tekniikka miten saat b-kohdan virran jaettua d- ja q-akselin komponentteihin?
- d) Laske d-akselin ja x-akselin välinen kulma.

Muutama yhtälö

Vaihtovirtakoneen käämityksiin indusoituva lähdejännite

$$E = \frac{2\pi}{\sqrt{2}} k_w f N \hat{\varphi} = 4,44 k_w f N \hat{\varphi}$$

missä k_w käämikerroin

f taajuus, Hz

N käämin kierrosluku

$\hat{\varphi}$ magneettivuon huippuarvo, T

Avonapakoneen yhtälöitä \underline{E}_{af} ja \underline{U} ovat pääjännitteitä.

$$\underline{E}_{af} = \underline{U} + \sqrt{3} \cdot jX_d \underline{I}_d + \sqrt{3} \cdot jX_q \underline{I}_q$$

Jäykkään verkkoon (jännite U) liitetyn avonapakoneen pätö- ja loisteho

$$P = \frac{U \cdot E_{af}}{X_d} \sin \delta + \frac{X_d - X_q}{2X_d X_q} \cdot U^2 \sin(2\delta)$$

$$Q = \frac{U \cdot E_{af}}{X_d} \cos \delta - \frac{U^2}{2X_d X_q} \cdot (X_d + X_q - (X_d - X_q) \cdot \cos(2\delta))$$

