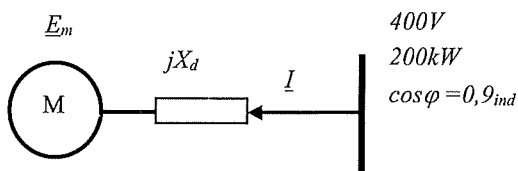


Tentissä saa käyttää omaa ohjelmoitavaa laskinta. Paperin saa viedä mukanaan.

- 1) Vastaa seuraaviin kysymyksiin (Tästä saa max. 12 p.)
  - a) Mitä ovat suurnopeusmoottorit ja miksi ne ovat taloudellisempia kuin perinteinen vaihtosähkökone?
  - b) Mitä tarkoittaa sähkökoneiden yhteydessä käytetty termi sähköaste?
  - c) Mitä tarkoittaa vaihtovirtakoneen vakoluku?
  - d) Selosta omin sanoin miksi oikosulkumoottori on niin yleinen?
  - e) Mitä tarkoitetaan käsitteellä askelmoottori?
  - f) Miksi avonapakoneiden yhteydessä tarvitaan d- ja q-akselin reaktanssit?
  - g) 50 Hz verkkoon liitetyn tahtikoneen nopeus on 75 r/min. Kuinka monta napaa koneessa on?
  - h) Miksi tasavirtakoneita ei enää juurikaan käytetä liikennevälineissä päämoottoreina (juna, raitiovaunu, metro, jne.)?
  
- 2) Erään 3-vaiheisen, 6-napaisen, 400V, 50 Hz oikosulkumoottorin jättämä tietyllä kuormituksella on 2,0 %. Taajuusmuuttajan avulla haluttiin moottorille pyörimisnopeus 822 r/min.
  - a) Laske taajuusmuuttajan antaman jännitteen taajuus, kun jättämä ei muutu.
  - b) Kuinka suuri on a) kohdan tilanteessa roottorivirran taajuus?
  
- 3) Vastaa tahtikoneita koskeviin kysymyksiin
  - a) Tahtikoneen toimintaperiaate
  - b) Tahtikoneiden käyttökohteet
  - c) Piirrä induktiivisesti kuormitetun tahtigeneraattorin osoitinpiirros. Vuokomponentteja ei tarvitse piirtää.
  
- 4) 8-napaisen umpinapaisen tahtimoottorin tahtireaktanssi  $0,6 \Omega$ . Kone ottaa verkosta (kuva 1), jonka pääjännite on 400V (pysyy vakiona), kolmivaiheisen tehon 200 kW,  $\cos\varphi = 0,9_{ind}$ . Pätötehohäviöitä ja kyllästystä ei oteta huomioon.
  - a) Laske lähdejännitteen  $\underline{E}_m$  suuruus
  - b) Laske moottorin vääntömomentti
  - c) Moottorin kuormitusta lisätään hitaasti niin kauan, kunnes moottori putoaa tahdistä. Laske päätötehon arvo moottorin pudotessa tahdistä



Kuva 1.

jatkuu seuraavalla sivulla

## Muutama yhtälö

Vaihtovirtakoneen käämityksiin indusoituva lähdejännite

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

missä  $k_w$  käämikerroin

$f$  taajuus,  $Hz$

$N$  käämin kierrosluku

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

**Avonapakoneen yhtälöitä  $\underline{E}_{ef}$  ja  $\underline{U}$  ovat pääjännitteitä.**

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

Jäykkään verkkoon liitetyn avonapakoneen pätö- ja loisteho

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

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