

# SVT-3411 Sähkövoimajärjestelmän säätö ja käyttö

Tentti, 8.4.2010

Sami Repo

Tentissä saa käyttää omaa ohjelmoitavaa laskinta. Lisäksi tentissä saa olla mukana opiskelijan itsensä laatima kaavaluettelo, joka ei saa sisältää minkäänlaista tekstiä. Kaavaluettelo on palautettava tentin mukana.

## 1. Jännitteen säätö

Laske tyhjäkäyvän siirtojohdon loppupään jännite, kun alkupään jännite on 409 kV. Kuinka suuri reaktori johdon loppupäähän tarvitaan, jotta jännite ei ylitä 420 kV:a? Johdon pituus on 375 km, nimellisjännite 400 kV, reaktanssi  $0,333 \Omega/\text{km}$  ja suskeptanssi  $3,57 \mu\text{S}/\text{km}$ .

## 2. Tehonsäätö

Kaksinapaisen tahtigeneraattorin inertiavakio  $H=4 \text{ MJ/MVA}$ , nimellisteho 100 MVA ja nimellistaajuus 50 Hz. Nimellisteholla toimivan generaattorin kuormitus pienenee 50 MW:iin. Mikä on roottorin pyörimisnopeus, kun tehonsäätäjä alkaa toimia 0.2 s kuluttua häiriöstä? Voit olettaa, että roottori kiihtyy vakiokiihtyvyydessä koko ajan. Generaattorin häviöitä ei tarvitse myöskään huomioida.

## 3. Stabiilisuus

Kuvassa 1 esitetyt kuvaajat ovat järjestelmästä, jossa generaattori syöttää tehoa kahden rinnakkaisen johdon kautta jäykkään verkkoon. Tutkittava vika esiintyy toisen johdon puolivälissä.  $P$  = pätöteho,  $\delta$  = tehokulma, alaindeksit 0 ja c viittaavat vastaavasti ennen vikaa vallitsevaan tasapainotilaan ja vian erottamisajankohtaan.

- Perustele ovatko tilanteet A ja B stabiileja pinta-alakriteerion perusteella. Arvioi pinta-alakriteerion avulla maksimikulmaa johon järjestelmä vian seurauksena heilahtaa ja piirrä kulma kuvaajiin. Piirrä lisäksi kuvaajiin stabiilisuuden määrittämisessä käytettävät pinta-alat.
- Perustele miksi tehokäyrät ovat erilaiset ennen vikaa, vian aikana ja vian jälkeen.
- Kuvaa generaattorin pätötehoa, pyörimisnopeutta ja tehokulmaa tapauksessa A.

## 4. Vastaa lyhyesti

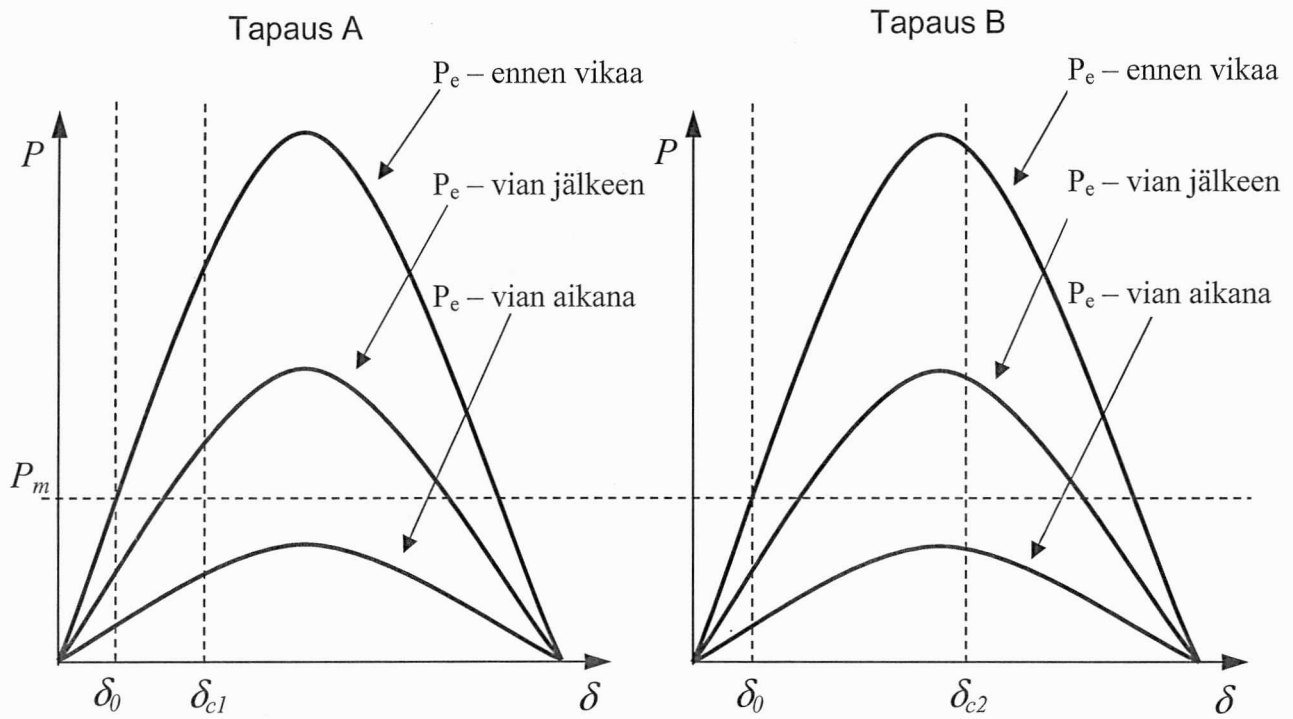
- Mikä on  $(n-1)$ -kriteeri ja mihin sitä käytetään?
- Piirrä suojausvyöhykkeet kuvan 2 sähköjärjestelmälle ja perustele valintasi.
- Millä tavalla voidaan vaimentaa tahtigeneraattorin nopeusvaihteluja ja miten tämä mallinnetaan?

## 5. Valitse toinen tehtävistä

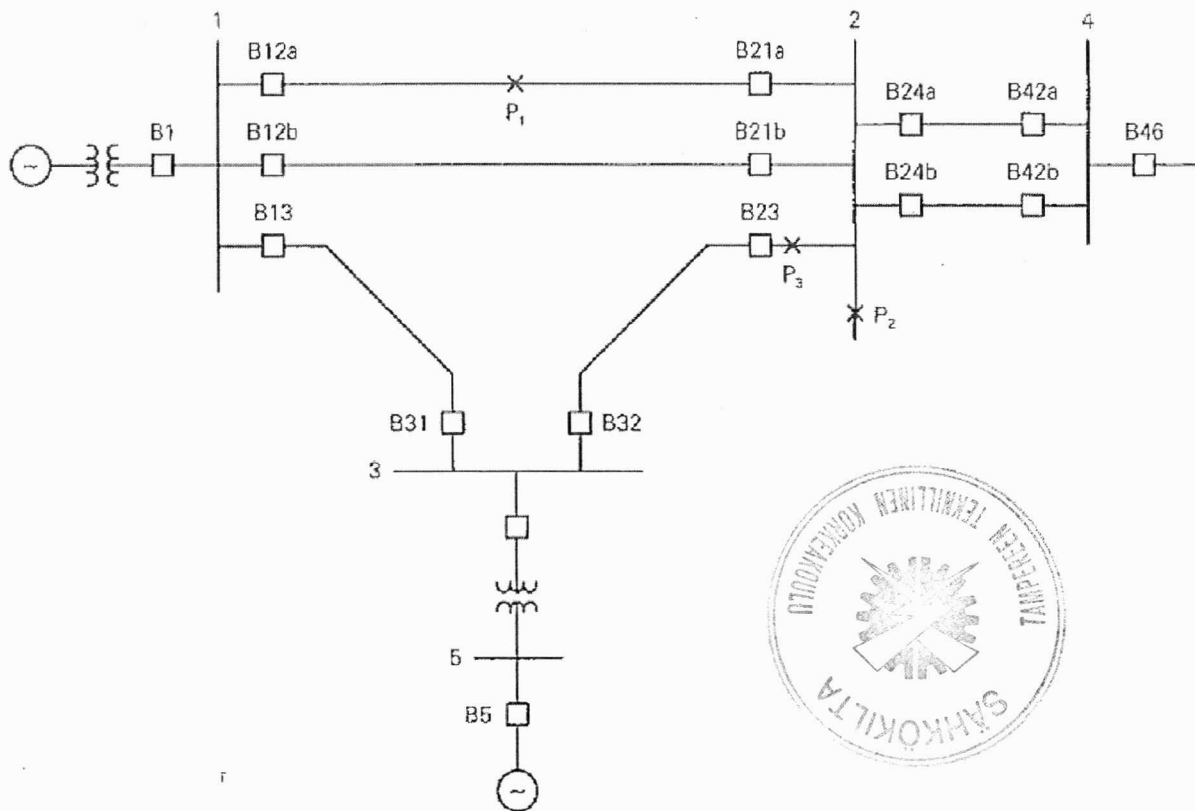
A) Perustele miksi optimaalinen tuotannonjako saavutetaan, kun voimalaitosten lisäkustannukset ovat yhtä suuret. Selosta käytetty periaate tai johda tarvittavat yhtälöt.

B) Kuvaa HVDC-linkin pätötehon säädön pääperiaatteet.





Kuva 1.



Kuva 2.