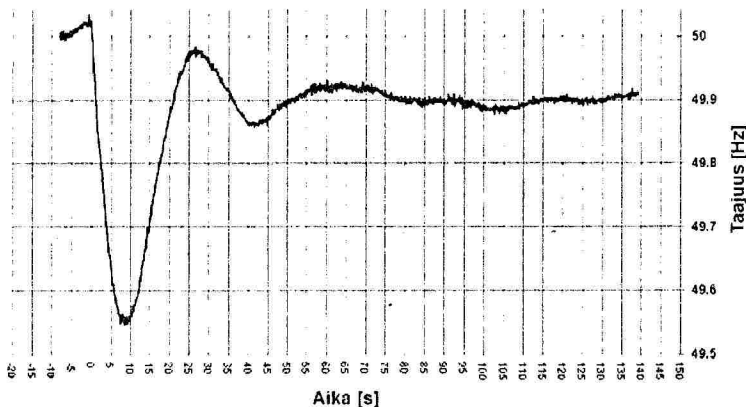


- Tutkitaan kulmastabiiliutta kiskovian aikana ja sen jälkeen pinta-alakriteerin avulla. Kiskovian aikana verkkoon menevä sähköinen teho on nolla ja kaikki johdot, jotka ovat verkossa ennen vikaa, ovat verkossa myös vian jälkeen. Generaattorimuuntajan ja jäykän verkon välissä on normaalitilanteessa kaksi johtoa, toisen reaktanssi on 0,4 pu ja toisen reaktanssi on 0,14 pu. Generaattorin muutos tilan reaktanssi on 0,2 pu ja generaattorimuuntajan reaktanssi on 0,1 pu. Generaattorin hitausvakio H on 3 s ja vian kesto aika on 100 ms. Generaattorin sisäinen jännite on 1,4 pu ja jäykän verkon jännite on 1,0 pu. Voit olettaa, että mekaaninen teho p_1 on kummassakin tapauksessa 1,0 pu eikä se muutu. Oleta, että $\omega_{pu}(t) = 1,0$ heilahtelu yhtälössä.

 - Johto, jonka reaktanssi on 0,14 pu, on kytketty irti. Onko tilanne stabiili kiskovian aikana.
 - Onko tilanne stabiili kiskovian aikana ja sen jälkeen, kun molemmat johdot ovat käytössä?
 - Mitä toisen johdon irrottaminen vaikuttaa stabiiliuteen?
- Ison generaattorin irrottua järjestelmästä, on taajuuskuoppa kuvan 1 mukainen. Tarkastellaan tilannetta, jossa 1025 MW:n tehoinen generaattori irtoaa verkosta taajuuden ollessa 50,012 Hz. Pienin taajuuden arvo on 49,55 Hz. Lopputilanteessa taajuus palautuu 49,9 hertsiin.

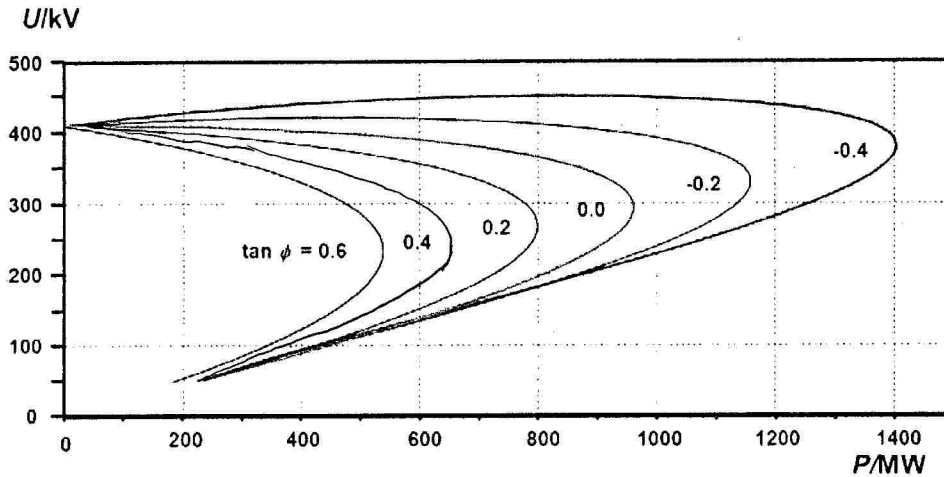


Kuva 1. Taajuus generaattorin irrottua

- Arvioi käyristä verkon liike-energia generaattorin irtoamishetkellä ja verkon taajuudensäätövoima.
- Mikä on pyörivän reservin ja mikä verkon liike-energian rooli ison generaattorin irrotessa verkosta.
- Oleta keskimääräiseksi hitausvakioksi vesivoimalle 3 s ja lämpövoimalle 5 s. Oleta, että sähkö tuotetaan puoliksi vesi- ja puoliksi lämpövoimalla eikä muista yhteiskäyttöjärjestelmistä tuoda tai viedä sähköä. Oleta jokaisen generaattorin tehokertoimeksi 0,9 ja että vesivoima toimii 60 %:n teholla. Paljonko näillä oletuksilla sähkötehosta tuotettiin vesivoimalla ja paljonko lämpövoimalla generaattorin irtoamishetkellä?

3. Vertaile tasa- ja vaihtosähköä suurten tehojen siirrossa. Vertaile myös verkkokommutoivaa ja jännitelähdesuuntaajalla varustettua tasasähköyhteyttä verkon kannalta.
4. Kerro jännitestabiiliuden teho-jännitekäyristä (kuva alla). Arvioi siirtokapasiteetti käyrälle, jossa $\tan \theta = -0,4$. Perustele vastauksesi. Miten johdon ja kuorman ominaisuudet vaikuttavat kapasiteettiin?

Jännitestabiiliuden PV-käyrät, esimerkki



5. Miten siirtokapasiteetti määritetään?

Yhtälöitä:

$$\cosh(\alpha + j\beta) = \frac{1}{2}(e^{\alpha+j\beta} + e^{-\alpha-j\beta}) = \frac{1}{2}(e^{\alpha} \cdot e^{j\beta} + e^{-\alpha} \cdot e^{-j\beta}) = \frac{e^{\alpha}}{2} \angle \beta + \frac{e^{-\alpha}}{2} \angle -\beta$$

$$\sinh(\alpha + j\beta) = \frac{1}{2}(e^{\alpha+j\beta} - e^{-\alpha-j\beta}) = \frac{1}{2}(e^{\alpha} \cdot e^{j\beta} - e^{-\alpha} \cdot e^{-j\beta}) = \frac{e^{\alpha}}{2} \angle \beta - \frac{e^{-\alpha}}{2} \angle -\beta$$

$$\underline{A} = \cosh \underline{\gamma} s \quad \underline{B} = \underline{Z}_0 \sinh \underline{\gamma} s \quad \underline{C} = \frac{\sinh \underline{\gamma} s}{\underline{Z}_0}$$

Heilahteluyhtälö suhteellisarvona:

$$\frac{2H}{\omega_s} \omega_{pu}(t) \frac{d^2 \delta}{dt^2} = p_m(t) - p_e(t)$$

Johdon kuluttama loisteho:

$$Q_1 + Q_2 = \frac{U_1^2}{X} + \frac{U_2^2}{X} - 2 \frac{U_1 U_2}{X} \cos \delta - \frac{B U_1^2}{2} - \frac{B U_2^2}{2} \approx 2 \frac{U^2}{X} (1 - \cos \delta) - B U^2$$

Johdon loppupään jännite u_2 , kun johdon alkupään jännite $e = 1$ pu.

$$u = \sqrt{\frac{(1 - 2xp \tan \phi) \pm \sqrt{1 - 4xp \tan \phi - 4x^2 p^2}}{2}}$$