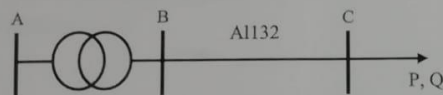


- 1) Vastaa kysymyksiin (jokainen kohta 1 p)
- Määritellään osoittimet  $j = 1 \angle 90^\circ$  ja  $g = 1 \angle 120^\circ$ . Laske osoittimen  $g^2 + j^3$  arvo.
  - Miten 400 kV ja 20 kV verkon maadoituskäytännöt Suomessa eroavat toisistaan?
  - Mitä tarkoittavat käsitteet katkaisija ja erotin?
  - Mitä mielestäsi tarkoittavat KAH-arvot?
- 2) Kolmivaihemuuntajan kilpiarvot ovat:
- $$S_n = 50 \text{ MVA} \quad U_{1n}/U_{2n} = 110/21 \text{ kV} \quad z_k = 12 \%$$
- $$P_o = 27 \text{ kW} \quad P_k = 175 \text{ kW}$$
- Laske muuntajan oikosulkuresistanssin ja -reaktanssin arvot.
  - Laske jännitteenaleneman kaavalla toisiojännitteen itseisarvo, kun ensiojännite on 115 kV ja muuntajan kuormana on 40 MW,  $\cos\phi = 0,8_{\text{ind}}$ ?
  - Määritä muuntajassa tapahtuvat kuormitus- ja rautahäviöt, jos muuntajan kuorma on b-kohdan mukainen ja muuntajan ensiojännite on edelleen nimellinen.
- 3) Kuvan 1 A1132-tyyppinen avojohto on 10 km pitkä ja sen resistanssi on  $0,22 \Omega/\text{km}$  ja reaktanssi  $0,35 \Omega/\text{km}$ . Sähköaseman alajännitepuolen jännite eli pisteen B jännite pysyy vakiona arvossa 20,5 kV.
- Kuinka suuri on johdon lopussa oleva kuormituksen päto- ja loisteho, kun sen tehokerroin on  $0,92_{\text{ind}}$  ja jännitteenalenema on 4 %?
  - Kuinka suuret ovat johdon päto- ja loistehohäviöt?



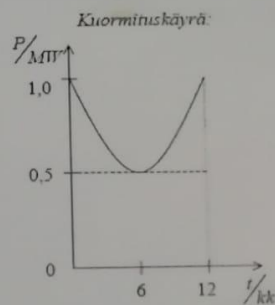
Kuva 1.

- 4) Eräs kuormituskäyrä kalenterivuodelle esitettyä noudattaa funktiota

$$P(t) = \left( 1 - 0,5 \sin\left(\frac{t}{12kk} \pi\right) \right) MW$$

Laske

- vuodessa kulutettu energia W
- vuoden keskiteho  $P_k$
- käyttökerroin  $\epsilon$

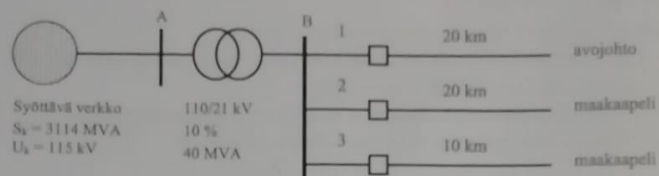


jatkuu seuraavalla sivulla

- 5) Tarkasteillaan kuvan 2 mukaista maasta erotettua kolmen keskijännitelähdön muodostamaa verkkoa. Verkkoa syöttävän sähköaseman kiskon B pääjännite on 21 kV.

Johtotyyppi	Pituus km	$r \Omega/\text{km}$	$x \Omega/\text{km}$	Maakapasitanssi nF/km
avojohto	20	0,22	0,35	6
maakaapeli	20	0,18	0,085	260
maakaapeli	10	0,18	0,085	260

- a) Lähdön 1 alkupäässä 2 km kiskosta B sattuu 3-vaiheinen oikosulku. Laske vikavirran suuruus sekä kiskon B jännite vian aikana.  
 b) Laske 2-vaiheisen oikosulkuvirran suuruus kiskossa B.  
 c) Lähdön 3 lopussa sattuu 1-vaiheinen maasulku. Laske maasulkuvirran suuruus.



Kuva 2.

#### Theveninin menetelmän mukainen vikavirta

$$I_k = \frac{U_{ov}}{Z_{th} + Z_f}, \text{ jossa}$$

$U_{ov}$  = vikapaikan vaihejännite ennen vikaa

$Z_{th}$  = Theveninin impedanssi vikapaikasta katsottuna

$Z_f$  = mahdollinen vikaimpedanssi

#### Johdon rajateho suuremman poikkipinnan käyttöön on

$$S_f \geq U \cdot \sqrt{\frac{K_{M1} - K_{M2}}{\kappa c_k (r_{A1} - r_{A2})}}$$

$K_{M1}$  johdinten investointikustannukset €/km

$c_k$  häviöiden hinta €/kW,a

$\kappa$  häviöiden kapitalisointikerroin

$r_{A1}, r_{A2}$  johtojen resistanssit

#### Talousmatematiikan kaavoja

$$\varepsilon = \frac{(1+r/100)}{(1+p/100)} \quad \varepsilon = \frac{(1+r/100)^2}{(1+p/100)}$$

$r$  = kuormituksen kasvuprosentti

$p$  = korkoprosentti

Kapitalisointikerroin

$$\kappa = \varepsilon \cdot \frac{\varepsilon^T - 1}{\varepsilon - 1}$$

Annuiteettikerroin

$$a = \frac{p/100}{1 - \frac{1}{(1+p/100)^T}}$$

$p$  = korkoprosentti

$T$  = aika vuosina