

Lösningssförslag till tentamen

i Elkraftsystem I 110428

1. Tillsynsmyndighet för el, vatten och fjärrvärme
Ger även koncession för ledningsnät.

2. Säkringar, brytare, transformator (känsla)
ventilavledare, fränskiljare, elmätare

3. Högspänd likspänningsöverföring

En strömriktarstation består i regel av: tyristorbruggar
(lik/växelriktning)
filter, transformatorer

4. Sammenkoppling av AC-nät med olika
fas, frekvens eller spänningsnivåer,

5. ventilavledare: skydd mot överspänningar för apparater
brytare: kunna bryta ström vid högspänning i ställverk.
fränskiljare: skall ge ett synligt brytställe
för ett säkerställt anläggning ej
är spänn. förande

6.

- Minsta spännfall på ledning.
- Mindre effektförluster
- Mindre ledningslängd

7. Högspänn. anläggning $\geq 1000V$ AC, huvudspänning
Systemspänning = Huvudspänning

8. Nordpool är en elbörs som ägs av de nordiska elbolagen. Där man handlar med el för leverans näste dygn, veckor, månader och år.

9. Sverige producerar mycket energi och har ibland ett överskott sett över ett år.

Tröts detta så kan vi drabbas av effektbrist. T ex under vintern så räcker inte effekten till en kall vardag i januari.

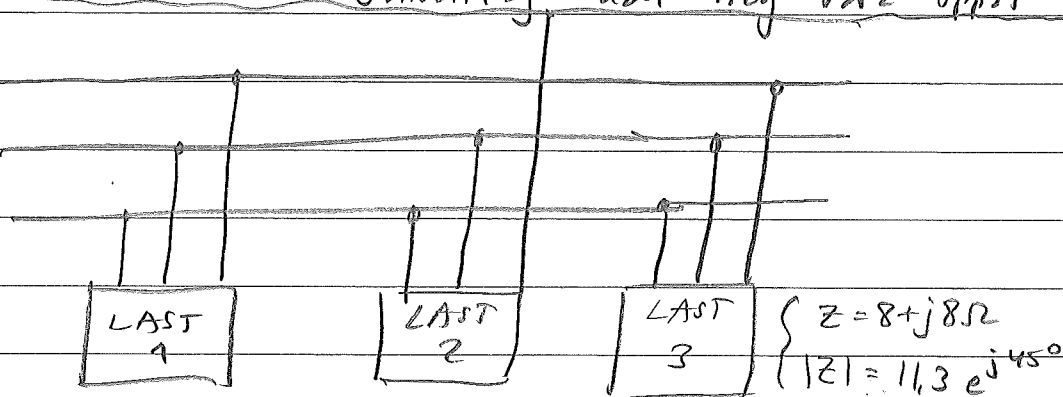
Sverige har ett elenergi behov på ca: 145-150 TWh
 I Helmetad bor ca: 90 000, d v s 1% av Sveriges befolkning \Rightarrow 1,5 TWh

Genomsnittligt effektbehov: $\frac{150 \text{ TWh}}{8760 \text{ h}} \approx 17,1 \text{ GW}$

Toppbehovet en kall januardag kan nog vara uppåt 27 GW.

10.

$U_h = 400 \text{ V}$



$\begin{cases} I_h = 23 \text{ A} \\ \cos \varphi = 0,85 \end{cases}$

$\begin{cases} S = 20 \text{ kVA} \\ \sin \varphi = 0,7 \end{cases}$

$I_h = \frac{U_f}{|Z|} = 20,4 \text{ A}$

$\begin{cases} P_1 = \sqrt{3} \cdot U_h \cdot I_h \cdot \cos \varphi = 13,5 \text{ kW} \\ Q_1 = \sqrt{3} \cdot U_h \cdot I_h \cdot \sin \varphi = 8,4 \text{ kVAR} \end{cases}$

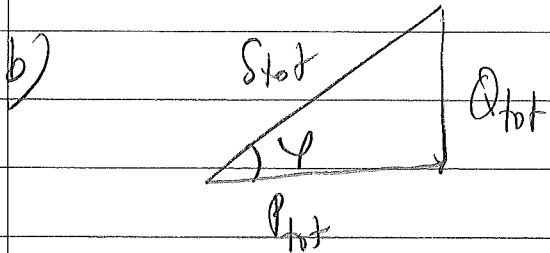
$\begin{cases} P_2 = \sqrt{3} \cdot U_h \cdot I_h \cdot \cos \varphi = 10 \text{ kW} \\ Q_2 = \sqrt{3} \cdot U_h \cdot I_h \cdot \sin \varphi = 10 \text{ kVAR} \end{cases}$

$\begin{cases} P_2 = 14,3 \text{ kW} \\ Q_2 = 14 \text{ kVAR} \end{cases}$

a) $Q_{tot} = 32,4 \text{ kVAR}$

$P_{tot} = 37,8 \text{ kW}$

$\Rightarrow S_{tot} = \sqrt{3} \cdot U_h \cdot I_h \Rightarrow I_h = 71,8 \text{ A}$
 $= 49,8 \text{ kVA}$



$$\cos \varphi_{tot} = 0,76$$

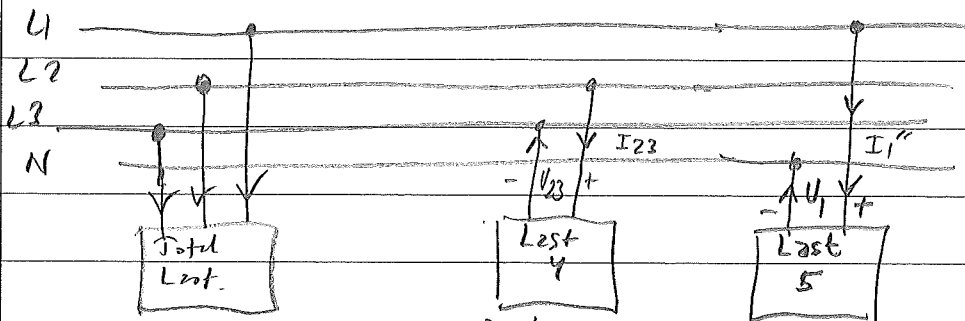
c) $\cos \varphi'_{tot} = 0,95$ $P_{tot} = 37,8 \text{ kW}$

$$S_{tot} = \frac{P_{tot}}{\cos \varphi'_{tot}} = 39,8 \text{ kVA} \Rightarrow Q_{tot}' = 12,4 \text{ kVAR}$$

$$Q_c = Q_{tot} - Q_{tot}' = 20 \text{ kVAR} = 3 \cdot \frac{U_h^2}{\frac{1}{\omega C}} = 3 \cdot \omega \cdot C \cdot U_h^2$$

$$C = \frac{Q_{tot}'}{3 \cdot 2\pi f \cdot U_h^2} = \frac{12400 \text{ VAR}}{3 \cdot 2\pi \cdot 50 \cdot 400^2} = 433 \mu\text{F}$$

11.



$$\begin{cases} Q_{tot} = 32,4 \text{ kVAR} \\ P_{tot} = 37,8 \text{ kW} \\ \cos \varphi_{tot} = 0,76 \\ \varphi_{tot} = 40,5^\circ \end{cases}$$

$$P_4 = 4 \text{ kW} \quad \cos \varphi(\text{ind}) = 0,7$$

$$Q_5 = 3 \text{ kVAR} \quad \sin \varphi = 0,7(\text{ind})$$

$$P_4 = U_{23} \cdot I_{23} \cdot \cos \varphi$$

$$Q_5 = U_i \cdot I_1 \cdot \sin \varphi$$

$$\begin{cases} \vec{I}_1' = 71,8 e^{-j40,5^\circ} \\ \vec{I}_2' = 71,8 e^{j160,5^\circ} \\ \vec{I}_3' = 71,8 e^{j280,5^\circ} \end{cases}$$

$$\begin{cases} I_{23} = \frac{4 \text{ kW}}{400 \cdot 0,7} \approx 14,3 \text{ A} \\ \vec{I}_{23} = 14,3 e^{j(90^\circ + 45,6^\circ)} \\ = 14,3 e^{j135,6^\circ} \end{cases}$$

$$\begin{cases} I_1'' = 18,6 \text{ A} \\ \vec{I}_1'' = 18,6 e^{-j45,6^\circ} \end{cases}$$

Kirchoffs stromlag gere,

$$\vec{I}_1 = \vec{I}_1' + \vec{I}_1'' = 75,4 e^{-j26,2^\circ}$$

$$I_N = I_1'' = 18,6 e^{-j45,6^\circ}$$

$$\vec{I}_2 = \vec{I}_2' + \vec{I}_{23} = 85 e^{j156,4^\circ}$$

$$\vec{I}_3 = \vec{I}_3' - \vec{I}_{23} = 82,9 e^{j73,9^\circ}$$

12.

Trrafo:

$$S_n = 10000 \text{ VA}$$

$$3000 \text{ V} / 400 \text{ V}$$

$$R_{k2} = 0.0025 \Omega / \text{km}$$

$$X_{k2} = 0.008 \Omega / \text{km}$$

Motor:

$$214 \text{ kW}$$

$$\cos \varphi = 0.87$$

$$U_n = 400 \text{ V}$$

$$I_{\text{start}} = 6 \cdot I_n \quad (\cos \varphi = 0.3)$$

$$\downarrow$$
$$\sin \varphi = 0.95$$

a) $S_n = \sqrt{3} \cdot U_{n1} \cdot \bar{I}_{n1} \rightarrow I_{n1} = 192,5 \text{ A}$

$$S_n = \sqrt{3} \cdot U_{n2} \cdot I_{n2} \rightarrow I_{n2} = 1443 \text{ A}$$

b) $P_n = \sqrt{3} \cdot U_n \cdot I_n \cdot \cos \varphi$

$$\hookrightarrow I_n = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi} = \frac{214000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.87} = 355 \text{ A}$$

$$I_{\text{start}} = 2130 \text{ A}$$

c) a) $U_n = \sqrt{3} (R_{k2} \cdot \cos \varphi_2 \cdot I_{\text{st}} + X_{k2} \cdot \sin \varphi_2 \cdot I_{\text{st}})$

$$\approx \sqrt{3} (0.0025 \cdot 0.3 \cdot 2130 + 0.008 \cdot 0.95 \cdot 2130)$$

$$\approx 30,8 \text{ V}$$

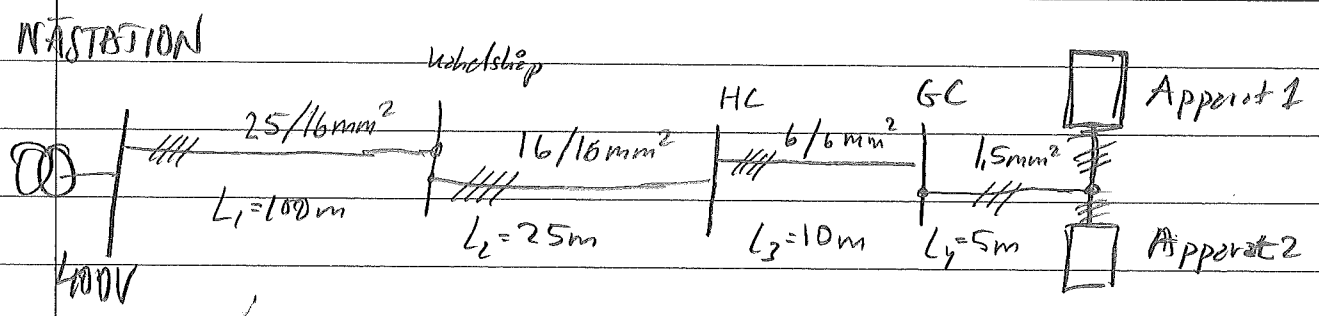
SVAR: $U_n = 369,2 \text{ V/kV}$

d) $P_f = 3 \cdot R_{k2} \cdot I_n^2 = 3 \cdot 0.0025 \cdot 355^2 = 945 \text{ W}$

13.

$$\rho_{Cu} = 0.01724 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$$

$$R = \rho_{Cu} \cdot \frac{l}{A}$$



Antag att apparat 1 dräbbas av ett utbildat jordfel.

$$I_K = \frac{230 \text{ V}}{R_{L1} + R_{L2} + R_{L3} + R_{L4} + R_{PEN1} + R_{PEN2} + R_{PEN3} + R_{PEN4}}$$

$$R_{L1} = \frac{\rho_{Cu} \cdot 100 \text{ m}}{25 \text{ mm}^2} = 0.069 \Omega$$

$$R_{PEN1} = \rho_{Cu} \cdot \frac{l}{A} = 0.108 \Omega$$

$$R_{L2} = \frac{\rho_{Cu} \cdot 25 \text{ m}}{16 \text{ mm}^2} = 0.027 \Omega$$

$$R_{PEN2} = 0.027 \Omega$$

$$R_{L3} = \frac{\rho_{Cu} \cdot 10 \text{ m}}{6 \text{ mm}^2} = 0.029 \Omega$$

$$R_{PEN3} = 0.029 \Omega$$

$$R_{L4} = \frac{\rho_{Cu} \cdot 5 \text{ m}}{1.5 \text{ mm}^2} = 0.057 \Omega$$

$$R_{PEN4} = 0.057 \Omega$$

$$R_{L \Sigma} = 0.182 \Omega$$

$$R_{PEN \Sigma} = 0.221 \Omega$$

$$U_{\text{fall}} = 230 \cdot \frac{R_{PEN \Sigma}}{R_{PEN \Sigma} + R_{L \Sigma}} = 126 \text{ V}$$

a) Samma potential som apparat 1

b) Antag. $C_E = 1000 \Omega = R_{\text{Kropp}}$

$$I_{\text{Kropp}} = \frac{U_{\text{fall}}}{R_{\text{Kropp}}} = 126 \text{ mA}$$

Utan jordfelsbrytare kan detta vara dödlig ström!

c) Truben är alltså i serie med apparat 2 skall lossa ut.

$$I_{\text{fel}} = \frac{230}{R_{PEN \Sigma} + R_{L \Sigma}} = 571 \text{ A}, \quad J_2 \text{ först } 10 \text{ A!} \quad \text{Selektiviteten ger detta.}$$