

Lösningssförslag till tentamen i Elkraftssystem 1 110112

1. Elsäkerhetsverket ansvarar för.
- statistiska övers. elolycksfall oföreskrifter, starkström
 - säkerhetsstandardiseringen elinstallation, elmaterial, behörighet
 - behörighetssystem för elinstallatörer OSV

2. Svenska Kraftnät ansvarar för
- stamnätet dvs 400 & 220 kV nivå
 - ansvar för effektbalansen i nätet.

Produktion = Konsumtion

- ansvar för effektreserv = 2 GW

3. Nätstation är ofta Dyn-kopplad
För att bättre ta upp en obalans
på sekundärsida. Denna kommer då fördelas
på primärsidan.

Dessutom måste en neutralledare finnas
åtkomlig i lågspänn. nätet.

I högspänn. nät har vi ofta YY-kopplade
transformatorer.

4. energi pris
- | | | |
|---|-----------------------|-----------------|
| { | elenergi | - producent |
| | nätavgift | - nätleverantör |
| | energiskatt
+ moms | - staten |

5. Vi kan inte styra vindkraftproduktion.
Det blåser när det vill och vi har idag
mycket små möjligheter att lagra energi så det
betyder för att kunna hålla effektbalans i elnätet
måste vi ha tillgång till reglerbar effekt.
T ex vattenkraft. Bygger vi ut vindkraften mycket så
kan vi få brist på reglerbar effekt.

6. "Övertoner uppstår när vi har icke-linjära laster, dvs $\frac{U}{I}$ varierar.

Övertoner är heltalsmultipler av grundtonen. Grundtonen i det svenska elnätet är 50 Hz. Det är oftast de vdda övertonerne som är värst. Problem upp till ca 25:e övertonen (1250 Hz). Det är inget högfrekvent problem.

Övertoner ger upphov till ökade förluster i apparater och kablar, dvs kan tvinga fram en omdimensionering av trådar, kablar etc. Givetvis kan en del utrustning ta skada motorer, transformatorer, överhettning av olika apparater.

7. DUBA = driftuppbyggnadsautomatik skall byggas upp driften efter störning (t ex isknedslag) om nät/en laggning har bortkopplats. Dvs automatik för återin koppling och spänn. sättnig av nät/anläggning. Denna är gjord med PLC-teknik. Denna går inom 90 sek, om inga skydd blockerar DUBA.

FPS = Fasning, Parallellning och Spänningssättning DUBA kallar FPS för driftsättning av nätet.

FPS-donet mäter spänningarna på bäda sidor om den brytare som skall kopplas in.

Donet känner av ΔU , $\Delta \varphi$ och Δf så att dessa ligger inom rätt gränsvärden.

8. Antag att jag tar samtidigt i fasledare och neutralledare då kommer all ström att passera mig. Jordfelsbrytaren skall upptäcka om det läcker ut ström från elnätet och det gör inte i ovanstående exempel.

Enfas JFB: $I_{L1} + I_N = 0$

Trefas JFB: $I_{L1} + I_{L2} + I_{L3} + I_N = 0$

Om summaströmmen avviker från 0 A (i bostäder 30 mA) kommer detta att inducera en spänning som utlöser JFB.

9.

$$P_{tot} = 10 \text{ kW} + 50 \text{ kW} = 60 \text{ kW}$$

$$Q_{tot} = 0 + 50 \text{ kVAr} = 50 \text{ kVAr}$$

a) $S_{tot} = \sqrt{P_{tot}^2 + Q_{tot}^2} = \sqrt{3} \cdot U_{ne} \cdot I_{ne} \Rightarrow I_{ne} = \frac{78 \text{ kVA}}{\sqrt{3} \cdot 400} \approx 113,7 \text{ A}$

b) $\cos \varphi_{tot} = \frac{P_{tot}}{S_{tot}} \approx 0,77 \rightarrow \varphi_{tot} \approx 39,6^\circ$

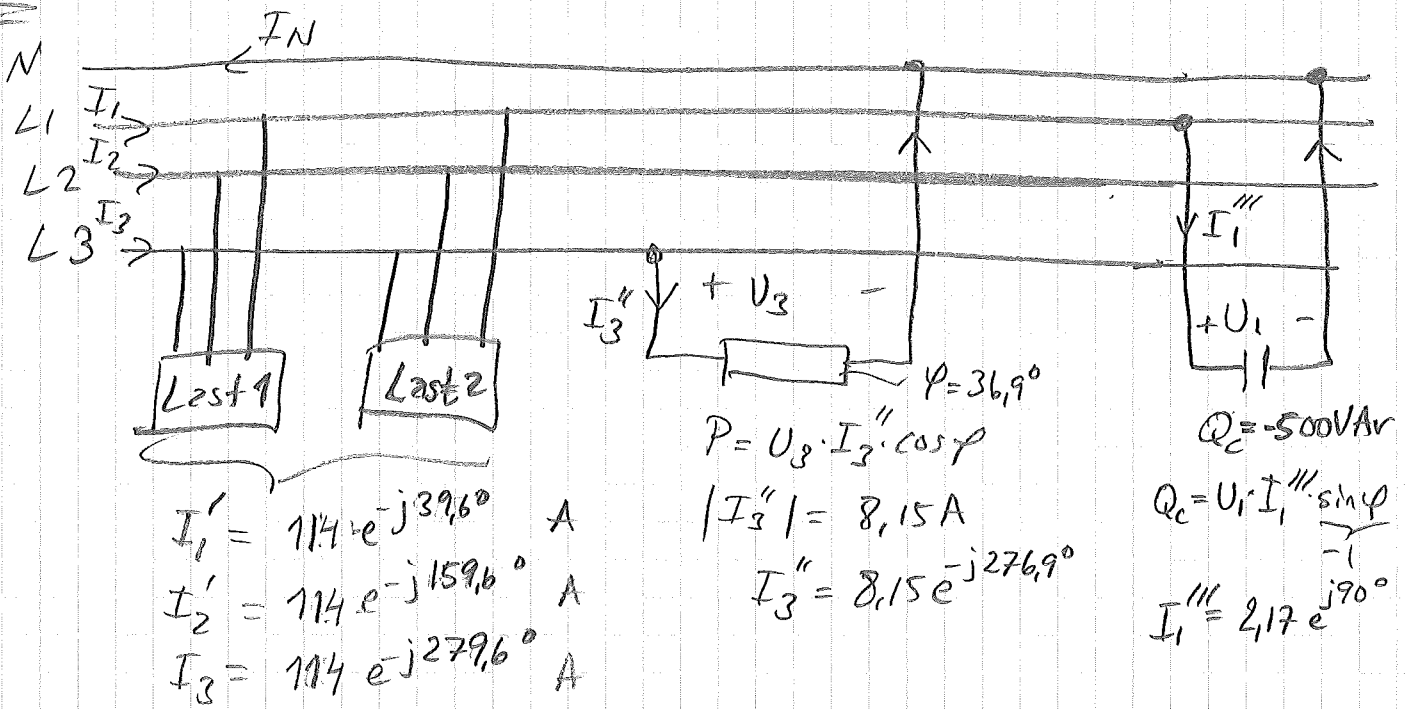
c) $\cos \varphi_{tot} = 0,95 = \frac{P_{tot}}{S'_{tot}} \Rightarrow S'_{tot} = \frac{P_{tot}}{\cos \varphi_{tot}} = 63,2 \text{ kVA}$

$Q'_{tot} = \sqrt{S'^2_{tot} - P_{tot}^2} = 19,9 \text{ kVAr}$ $Q'_{tot} = Q_{tot} + Q_c \Rightarrow Q_c = -31,1 \text{ kVAr}$

$Q_c = -3 \cdot \frac{U_{ne}^2}{\omega C} \Rightarrow C = -\frac{Q_c}{3 \cdot 2\pi \cdot 50 \cdot 400^2} \approx 206 \mu\text{F}$

d) $S'_{tot} = \sqrt{3} \cdot U_{ne} \cdot I'_{ne} \Rightarrow I'_{ne} = \frac{63,2 \text{ kVA}}{\sqrt{3} \cdot 400} \approx \underline{\underline{91,2 \text{ A}}}$

10.



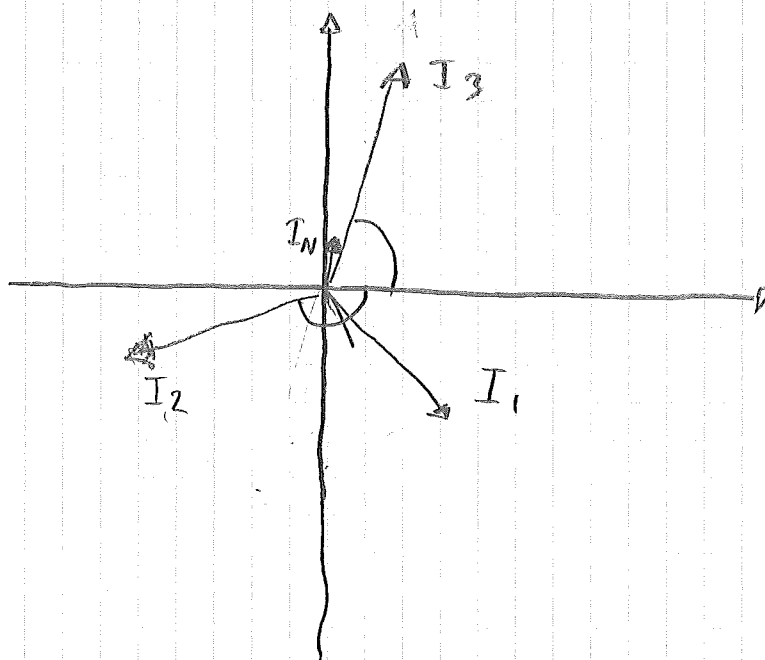
KCL vid de olika nodpunkterna:

$$I_N = I_3'' + I_1''' = 8,15 e^{-j276,9^\circ} + 2,17 e^{j90^\circ} = 10,3 e^{j84,5^\circ} \text{ [A]}$$

$$I_1 = I_1' + I_1''' = 114 e^{-j39,6^\circ} + 2,17 e^{j90^\circ} = 112,6 e^{-j38,7^\circ} \text{ [A]}$$

$$I_2 = I_2' = 114 e^{-j159,6^\circ}$$

$$I_3 = I_3' + I_3'' = 114 e^{-j279,6^\circ} + 8,15 e^{-j276,9^\circ} = 122,1 e^{-j80,6^\circ} \text{ [A]}$$



30A = 1cm

ref.

11. Trefas transformator 6600V/400V

$$S_n = 250 \text{ kVA} \quad \begin{matrix} I_{n1} = 22 \text{ A} \\ I_{n2} = 363 \text{ A} \end{matrix}$$

$$R_{2k} = 0.0127 \Omega / \text{fas}$$

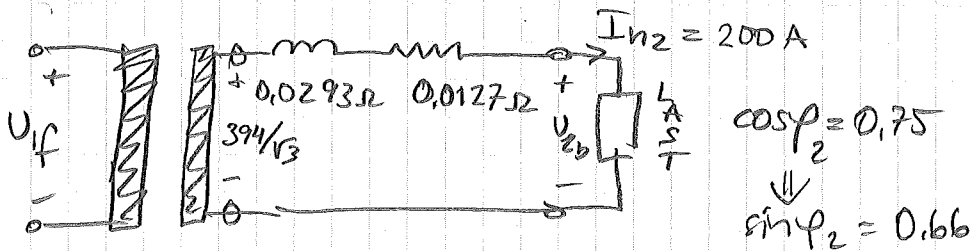
$$X_{2k} = 0.0293 \Omega / \text{fas}$$

a) Vid tomgång så är strömmarna visserligen mycket små på primär sidan.

sekundärströmmarna är noll, då den är obelastad.

$$\frac{U_{10}}{U_{20}} = \frac{N_1}{N_2} \Rightarrow U_{20} = U_{10} \cdot \frac{N_2}{N_1} = 6500 \cdot \frac{400}{6600} = 394 \text{ V}$$

b) Räknar om till ekvivalent/schenz/fas



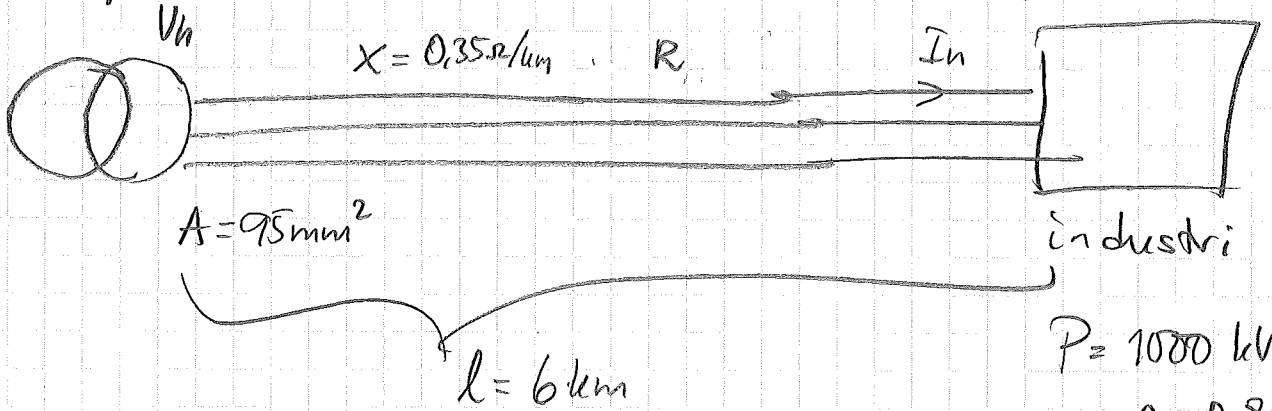
$$\begin{aligned} U_{2b} &= U_{2f} - I_{n2} (R_{k2} \cdot \cos \varphi_2 + X_{k2} \cdot \sin \varphi_2) = \\ &= \frac{394}{\sqrt{3}} - 200 (0.0127 \cdot 0.75 + 0.0293 \cdot 0.66) = \\ &\approx 227.5 - 5.8 = 221.7 \text{ V/lt} \end{aligned}$$

fässpänning över lasten 221,7 V·lt
huvudsp. över lasten $\sqrt{3} \cdot 221,7 \approx 384 \text{ V/lt}$

$$c) P_{Fb} = 3 \cdot R_{2k} \cdot I_{n2}^2 = 1524 \text{ W}$$

12.

Transformatorstation



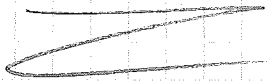
$$R = \rho \cdot \frac{l}{A} = 1,09 \Omega$$

$$P = \sqrt{3} \cdot U_n \cdot I_n \cdot \cos \varphi$$

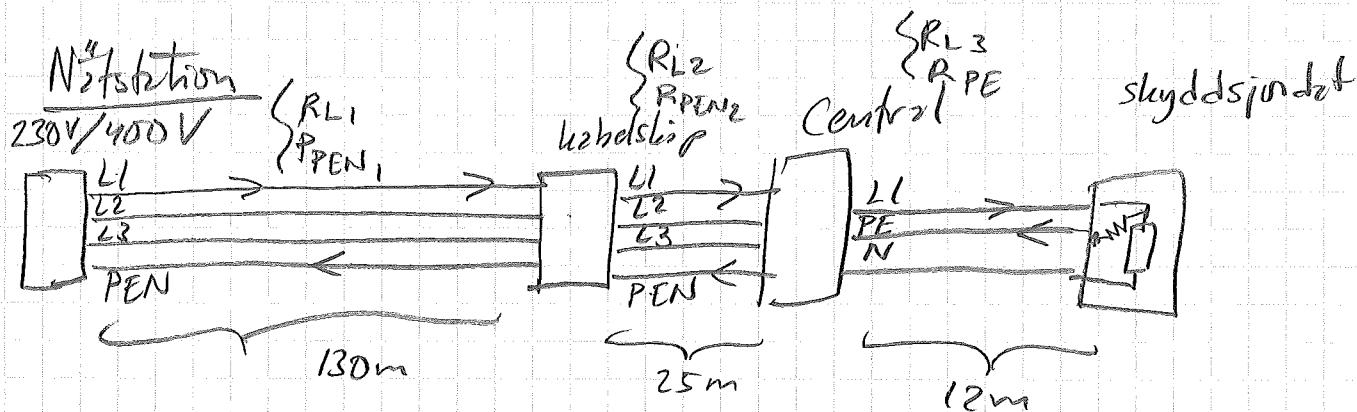
$$\hookrightarrow I_n = 70,4 \text{ A}$$

$$\begin{aligned} \Delta U_h &= U_h - U_{h0} = \sqrt{3} (I_n \cdot X \cdot \sin \varphi + I_n \cdot R \cdot \cos \varphi) \\ &\approx \sqrt{3} (70,4 \cdot \underbrace{0,35 \cdot 6}_{X} \cdot 0,57 + 70,4 \cdot 1,09 \cdot 0,82) \approx 255 \text{ V} \end{aligned}$$

$$U_h = 10,255 \text{ kV}$$



13.



a)

Strömmen begränsas i detta fall av enbart av resistens i ledningarna. Jag har indikerat hur huvuddelen av strömmen flyter, ovan.

$$I_{Fcl} = \frac{U_f}{R_{tot}} \quad \text{där } R_{TOT} = R_{L1} + R_{L2} + R_{L3} + R_{PE} + R_{PEN} + R_{PEN1}$$

$$R = \rho \cdot \frac{l}{A}$$

$$R_{L1} = \frac{0,0172 \cdot 130}{25} = 0,089 \Omega$$

$$R_{L2} = \frac{0,0172 \cdot 25}{6} = 0,072 \Omega$$

$$R_{L3} = \frac{0,0172 \cdot 12}{7,5} = 0,138 \Omega$$

$$R_{PE} = \frac{0,0172 \cdot 12}{1,5} = 0,138 \Omega$$

$$R_{PEN2} = \frac{0,0172 \cdot 25}{6} = 0,072 \Omega$$

$$R_{PEN1} = \frac{0,0172 \cdot 130}{16} = 0,140 \Omega$$

$$R_{TOT} = 0,649$$

$$I_{Fcl} = \frac{230}{0,649} = 354 \text{ A}$$

$$b) \quad I_{Fcl} = \frac{230 \text{ V}}{R_{TOT} + R_{ög}} = \frac{230}{3,649} \approx 63 \text{ A}$$

c) Utlösningstid < 1ms