

# Lösningssförslag till tentamen i

## Ellerftssystem 1 110112

1.

Elsäkerhetsverket ansvarar för.

- statistiska översikter elolycksfall föreskrifter, starkström
- säkerhetsstandardiseringen elinstallation, elmaterial, behörighet
- behörighetssystem för elinstallatörer  $0,5, V$

2.

Svenska kraftnät ansvarar för

- stamnätet dvs 400 & 220 kV nivå
- ansvar för effektbalansen i nätet.

Produktion = Konsumtion

- ansvar för effektreserv  $\approx 26 \text{ GW}$

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 — staten  
+ moms

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 effektbalansen i elnätet måste vi ha tillgång till reglerbar effekt.

Tex 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 udda övertonerna 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 trafo, kablar etc. Givetvis kan en del utrustning t.ex. skada motorer, transformatorer, överhettning av olika apparater.

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

FPS = Fäskning, Parallellning och Spänningsättning DUBA kallar FPS för driftsättning av nätet.

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

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

8. Antag att jag tar samtidigt i fäslådare 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  $0 \text{ V}$  (i bostäder  $30 \text{ mA}$ ) kommer detta att inducera en spänning som utlöser JFB.

9.

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

$$Q_{\text{tot}} = 0 + 50 \text{ kVAr} \cdot 1,02 = 50 \text{ kVAr} \cdot 1,02 = 51 \text{ kVAr}$$

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

b)  $\cos \varphi_{\text{tot}} = \frac{P_{\text{tot}}}{S_{\text{tot}}} \approx 0,77$

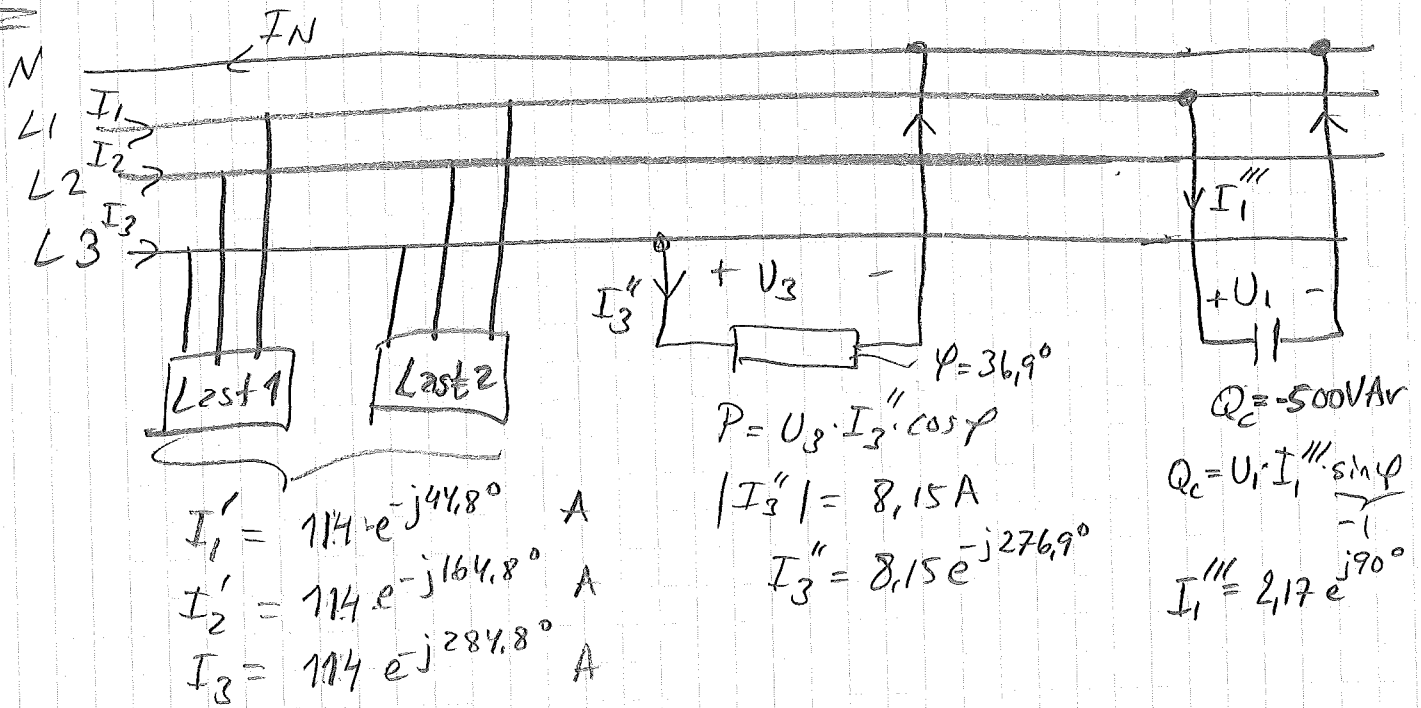
c)  $\cos \varphi_{\text{tot}} = 0,95 = \frac{P_{\text{tot}}}{S'_{\text{tot}}} \Rightarrow S'_{\text{tot}} = \frac{P_{\text{tot}}}{\cos \varphi_{\text{tot}}} = 63,2 \text{ kVA}$

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

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

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

10.



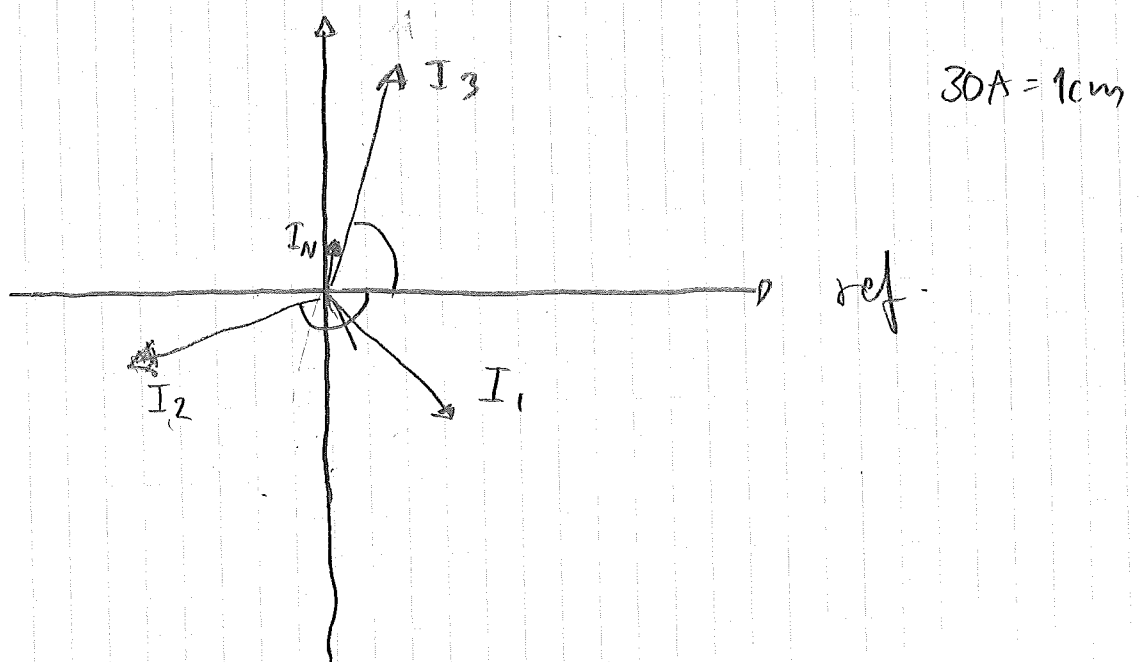
KCL vid de olika nodpunkterna:

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

$$I_1 = I_1' + I_1''' = 114 e^{-j44.8^\circ} + 2,17 e^{j90^\circ} = 112,5 e^{-j44^\circ} \text{ [A]}$$

$$I_2 = I_2' = 114 e^{-j164.8^\circ}$$

$$I_3 = I_3' + I_3'' = 114 e^{-j284.8^\circ} + 8,15 e^{j276.9^\circ} = 122 e^{j75.7^\circ} \text{ [A]}$$



11c

Trefas transformator 6600V/400V

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

$$R_{2k} = 0.0127 \Omega / f_{25}$$

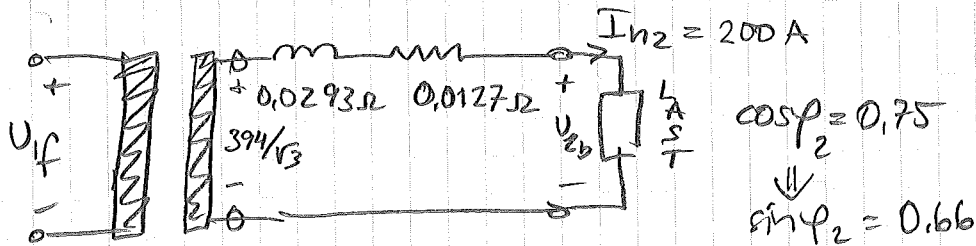
$$X_{2k} = 0.0293 \Omega / f_{25}$$

a) Vid tomgång så är strömmarna väsentligen mycket små på primärsidan.

Sekundärens strömmar är noll, då den är obelastad.

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

b) Räkna om till ekvivalent/schem/fas



$$U_{2b} = U_{2f} - I_{n2} (R_{k2} \cdot \cos \varphi_2 + X_{k2} \cdot \sin \varphi_2) =$$

$$= \frac{394}{\sqrt{3}} - 200 (0.0127 \cdot 0.75 + 0.0293 \cdot 0.66)$$

$$\approx 227.5 - 5.8 = 221.7 \text{ V} \cdot \text{lt}$$

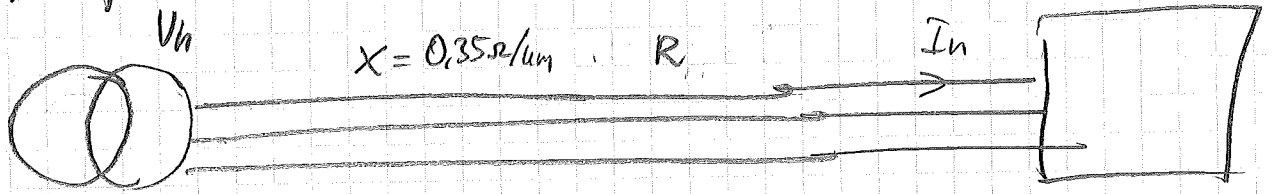
fässpänning över lasten 221.7 V · lt

huvudsp. över lasten  $\sqrt{3} \cdot 221.7 \approx 384 \text{ V} \cdot \text{lt}$

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

12.

Transformatorstation



$$A = 95 \text{ mm}^2$$

$$l = 6 \text{ km}$$

Industri

$$P = 1000 \text{ kW}$$

$$\cos \varphi = 0,82$$

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

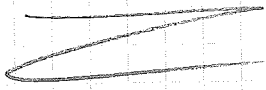
$$P = \sqrt{3} \cdot U_h \cdot I_h \cdot \cos \varphi$$

$$\rightarrow I_h = 70,4 \text{ A}$$

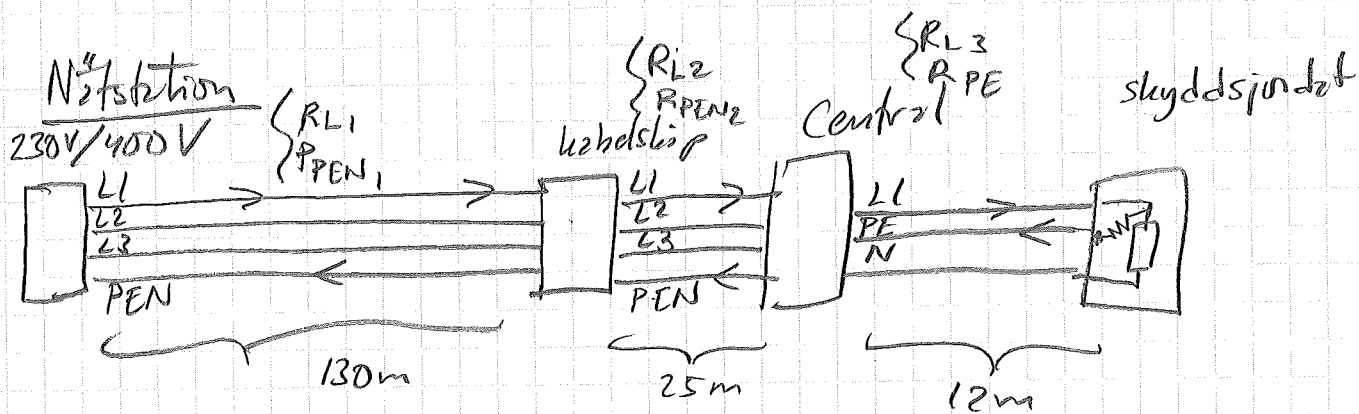
$$\Delta U_h = U_h - U_{h_b} = \sqrt{3} (I_h \cdot X \cdot \sin \varphi + I_h \cdot R \cdot \cos \varphi)$$

$$\approx \sqrt{3} (70,4 \cdot 0,35 \cdot 0,69 + 70,4 \cdot 1,09 \cdot 0,82) \approx 255 \text{ V}$$

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



13.



a) Strømmen begrænses i dette fald enbart af resistens i ledningen. Jeg har indikeret hvor hoveddelen af strømmen flytter over.

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

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

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

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

$$R_{L3} = \frac{0,0172 \cdot 12}{1,5} = 0,138 \Omega$$

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

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

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

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

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

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

c) Utløsnings tid < 1ms