

LÖSNINGSFÖRSLAG TILL TENTAMEN 080315 I ELKRAFTSYSTEM

- 1.
- Utarbetar föreskrifter för anläggningar, mtrl, behörighet
 - insamlar statistik för elolycksfall.
-

- 2.
- 1mA AC, känslighetsgräns
 - 5-10 mA AC, muskellrämp (beror på individ och storlek)
 - 30-50 mA AC, hjärtslagstimer.
-

- 3.
- En vegebundenare tar en oväntad strömväg, t.ex. återledning via rätteledd. istället för skyddsledning.
-

- 4.
- Ett icke-jordat system får inte användas för allmän eldistribution.

Felströmmen begränsas vid ett enpoligt jordfel, Behöver inte betyda momentant avbrott.

- 5.
- Energimarknadsinspektionen ansvarar för nettkoncession, dvs tillstånd att bygga och använda sina elnät för ett elnät-företag.

6. Konsumentens elpris består av

- energipris (kraftverksägare)
- nätpris (nätägare)
- energiskatt + elcert. (skatt)

25% moms av summan

7. FPS - Fasnig Parallellning Spänningssättning

FPS-utrustningens uppgift är att efter initiering ge automatisk tillkoppling av brytare med hänsyn till fäsvinkel, spänning- och frekvensskillnad.

FPS finns idag på de flesta trefasstationer. Viktigt vid inkoppling av prod. anlägg. & belastningar.

8. Nätvärn är ett begrepp som beskriver ett antal automatiker som skall skydda nätet mot sammanbrott.

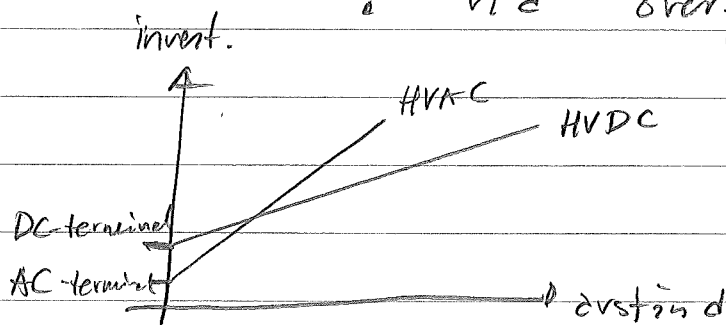
- Belastningsfränkoppl. automatik (BFK) (vid låg f)
— " — till — " — (BTK)
- Prod. fränkoppl. automatik (PKF) (om nätet är snabbt)
- Extrem spänn. automatik. (hög & låg spänning)

9.

HVDC är bättre än HVAC

• vid överföring av stora effekter & stora avstånd.

• vid överföring sjö, hav.



HVDC är också självklart vid ihoppkoppling av 2 HVAC-nät som är asynkrona (olika fas d. spänn.) eller har olika frekvens.

10.

Nätstation är den sista delen

innan den vanlige konsumenten, där sker nertransformering till 400V (3~).

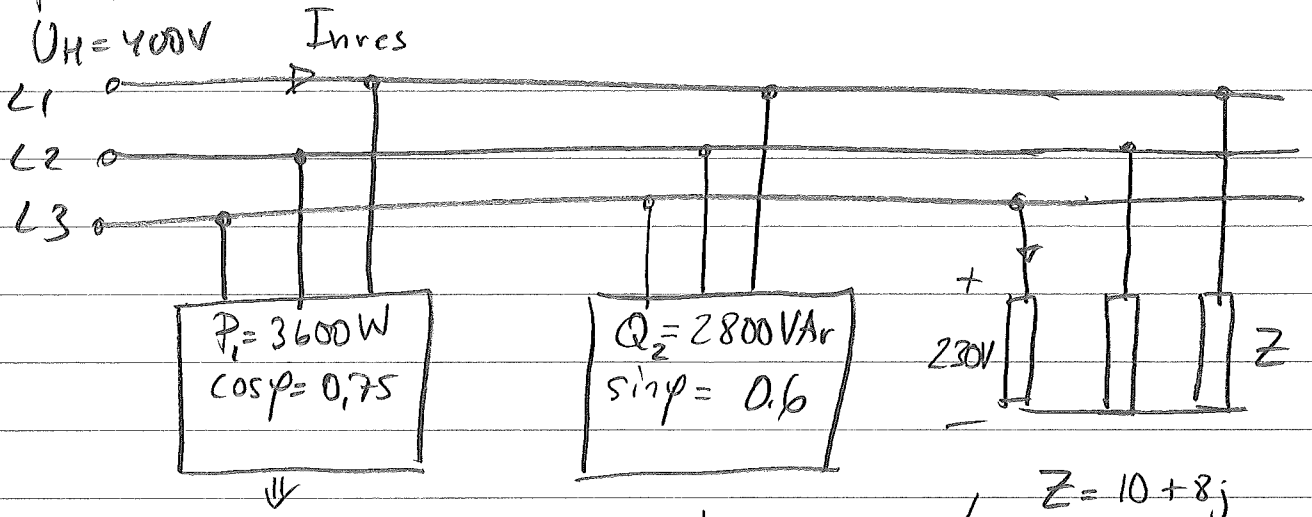
Innehåller ett högspänn. ställverk > 100kV och ett lågspänn. ställverk.

Ett ställverk behöver inte nödvändigtvis bestå av en transformator del.

Däremot består fördelen energin där.

Bortkopplingar, mätning av el-energi, kommer med driftcentral, säkringar.

11. $f = 50 \text{ Hz}$
 $U_H = 400 \text{ V}$



$$\begin{cases} \varphi = 41.4^\circ, \tan \varphi = 0.882 \\ Q_1 = 3170 \text{ VAR} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \varphi = 36.9^\circ, \tan \varphi = 0.75 \\ P_2 = 3730 \text{ W} \end{cases}$$

$$|Z| = \sqrt{10^2 + 8^2} \approx 12.8$$

$$\arg(Z) \approx 38.7^\circ$$

$$|I_f| \approx 18.0 \text{ A}$$

$$P_3 = 3 \cdot R \cdot I_f^2 \approx 9690 \text{ W}$$

$$Q_3 = 3 \cdot X \cdot I_f^2 \approx 7780 \text{ VAR}$$

a)

$$P_{\text{tot}} = P_1 + P_2 + P_3 = 17020 \text{ W}$$

$$Q_{\text{tot}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 13750 \text{ VAR}$$

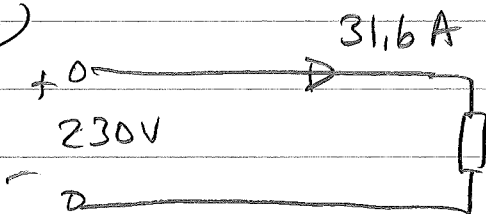
$$S_{\text{tot}} = \sqrt{P_{\text{tot}}^2 + Q_{\text{tot}}^2} \approx 21880 = \sqrt{3} \cdot U_H \cdot I_{n_{\text{res}}}$$

$$I_{n_{\text{res}}} = 31.6 \text{ A}$$

b)

$$\cos \varphi_{\text{res}} = \frac{P_{\text{tot}}}{S_{\text{tot}}} \approx 0.78$$

c)



$$|Z| = \frac{230 \text{ V}}{31.6} \approx 7.28 \Omega$$

$$Z = 7.28 e^{+j38.7^\circ} \approx 5.7 + j4.6 \Omega$$

d)

$$\cos \varphi_{\text{res}} = 0.95 = \frac{P_{\text{tot}}}{S_{\text{tot}}} \Rightarrow S_{\text{tot}} \approx 17920 \text{ VA} = \sqrt{P_{\text{tot}}^2 + Q_{\text{ng}}^2}$$

$$Q_{\text{ng}} = 5590 \text{ VAR}$$

$$Q_C = Q_{\text{tot}} - Q_{\text{ng}} = 8160 \text{ VAR} = 3 U_H^2 \cdot 2 \pi f \cdot C$$

$$\Rightarrow C = 54 \mu\text{F}$$

11 forts
e)

efter feshomp.

$$S_{tot} = 17920 = \sqrt{3} \cdot U_n \cdot I_{hres}$$

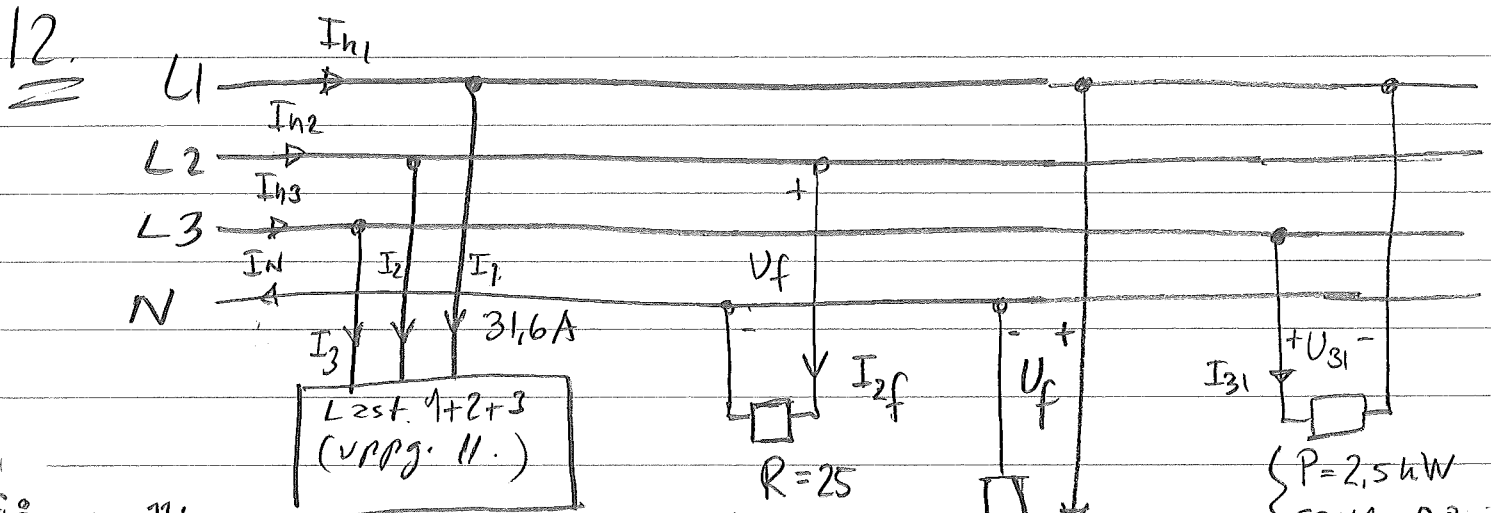
$$I_{hres} = 25,9 \text{ A}$$

f) Om $f = 60 \text{ Hz}$ istället för $f = 50 \text{ Hz}$

Samtliga reaktiva effekter hade ändrats.

P_g är ett reaktanserna i detta fall
fallet induktiva $X_L = 2\pi \cdot f \cdot L$ hade ändrats.

Därmed hade förutsättningarna i $\geq U_n$
deluppgifter påverkats.



Från uppg. 11:

$$\begin{cases} I_1 = 31,6 e^{-j38,7^\circ} \\ I_2 = 31,6 e^{-j158,7^\circ} \\ I_3 = 31,6 e^{-j278,7^\circ} \end{cases}$$

$$I_{2f} = \frac{U_f}{25 \Omega} = \frac{230 e^{-j120^\circ}}{25} = 9,2 e^{-j120^\circ}$$

$$Z = 20 + j20$$

$$I_f = \frac{230 e^{-j0^\circ}}{20\sqrt{2} \cdot e^{j45^\circ}} = 8,1 e^{-j45^\circ}$$

$$I_{31} = 7,8 e^{-j246,9^\circ}$$

Summera strömmar med Kirchoff.

För L1: $I_{h1} + I_{31} = I_1 + I_f$

För L3: $I_{h3} = I_3 + I_{31}$

För L2: $I_{h2} = I_2 + I_{2f}$

N: $I_{2f} + I_f = I_N$

12 forts

$$I_{h1} = I_1 + I_{1f} - I_{31} = 31,6 e^{-j38,7^\circ} + 8,1 e^{-j45^\circ} - 7,8 e^{-j246,9^\circ} \\ \approx 46,9 e^{-j44,4^\circ} \text{ A}$$

$$I_{h2} = I_2 + I_{2f} = 31,6 e^{-j158,7^\circ} + 9,2 e^{-j120^\circ} \approx 39,2 e^{-j150,3^\circ} \text{ A}$$

$$I_{h3} = I_3 + I_{31} = 31,6 e^{-j278,7^\circ} + 7,8 e^{-j246,9^\circ} \approx 38,5 e^{-j87,3^\circ} \text{ A}$$

$$I_N = I_{2f} + I_{1f} = 9,2 e^{-j120^\circ} + 8,1 e^{-j45^\circ} \approx 13,7 e^{-j85,3^\circ} \text{ A}$$

13. Märket: $S_n = 60 \text{ kVA}$, $10 \text{ kV} / 0,4 \text{ kV}$, Dyn, 50 Hz

$P_{FD} = 800 \text{ W}$ (tomgångseffekt - järn-förluster)

$$I_{n1} = \frac{S_n}{\sqrt{3} \cdot U_{n1}} = \frac{60 \text{ k}}{\sqrt{3} \cdot 10 \text{ k}} \approx 3,46 \text{ A}$$

$$I_{n2} = \frac{S_n}{\sqrt{3} \cdot U_{n2}} \approx \frac{60 \text{ k}}{\sqrt{3} \cdot 0,4 \text{ k}} \approx 86,6 \text{ A}$$

Kortslutningsprov. ger märkström, dvs

$$I_{n1} = 3,46 \text{ A}, \quad U_{n1} = 650, \quad \cos \varphi_k = 0,28$$

$$P_{Fk} = \sqrt{3} \cdot U_{n1} \cdot I_{n1} \cdot \cos \varphi_k \approx 1090 \text{ W} \quad (\text{kortslutn. effekt}) \\ = 3 \left(\frac{I_{n1}}{\sqrt{3}} \right)^2 \cdot R_{k1} \rightarrow R_{k1} = 30,3 \Omega \quad (\approx \text{resistansförluster})$$

Gör ett räknz både på primär/sekundärsida.

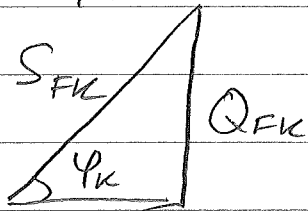
13 forts

$$P_{FK} = 3 \cdot (I_{n2})^2 \cdot R_{K2} = 1090$$

$$\cos \varphi_k = 0,28$$

$$\sin \varphi_k \approx 0,96$$

$$\hookrightarrow R_{K2} = 0,048 \Omega$$



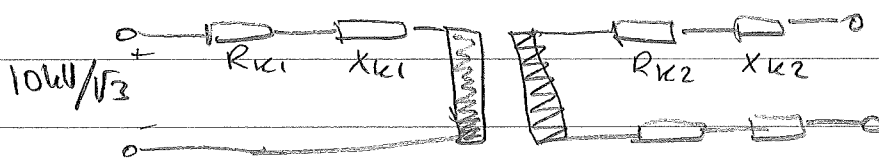
$$S_{FK} = \sqrt{3} \cdot U_{n1} \cdot I_{n1} = 3895 \text{ VA}$$

$$Q_{FK} = S_{FK} \cdot \sin \varphi_k \approx 3740 \text{ VAR}$$

P_{FK}

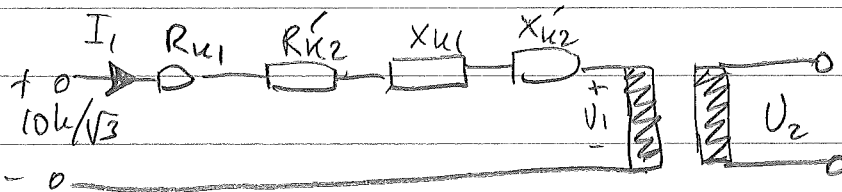
$$Q_{FK} = 3 \cdot X_{K1} \cdot I_{n1}^2 = 3 \cdot X_{K2} \cdot I_{n2}^2$$

$$\begin{cases} X_{K1} = 704 \Omega \\ X_{K2} = 0,166 \Omega \end{cases}$$



Ekvivalent schemat / f₂₅

Räkna om kortslutn. resistanser och -reaktanser till en sida!



$$R'_{K2} = R_{K2} \left(\frac{N_1}{N_2} \right)^2 \approx 30$$

$$X'_{K2} = X_{K2} \left(\frac{N_1}{N_2} \right)^2 \approx 103,8$$

a) Vid märkeffekt går det märkström I_{n1} , $\begin{cases} \cos \varphi \approx 0,85 \\ \sin \varphi \approx 0,53 \end{cases}$

$$U = \frac{10k}{\sqrt{3}} - I_{n1} \left((R_{K1} + R'_{K2}) \cdot \cos \varphi + (X_{K1} + X'_{K2}) \cdot \sin \varphi \right) = 5215 \text{ Volt}$$

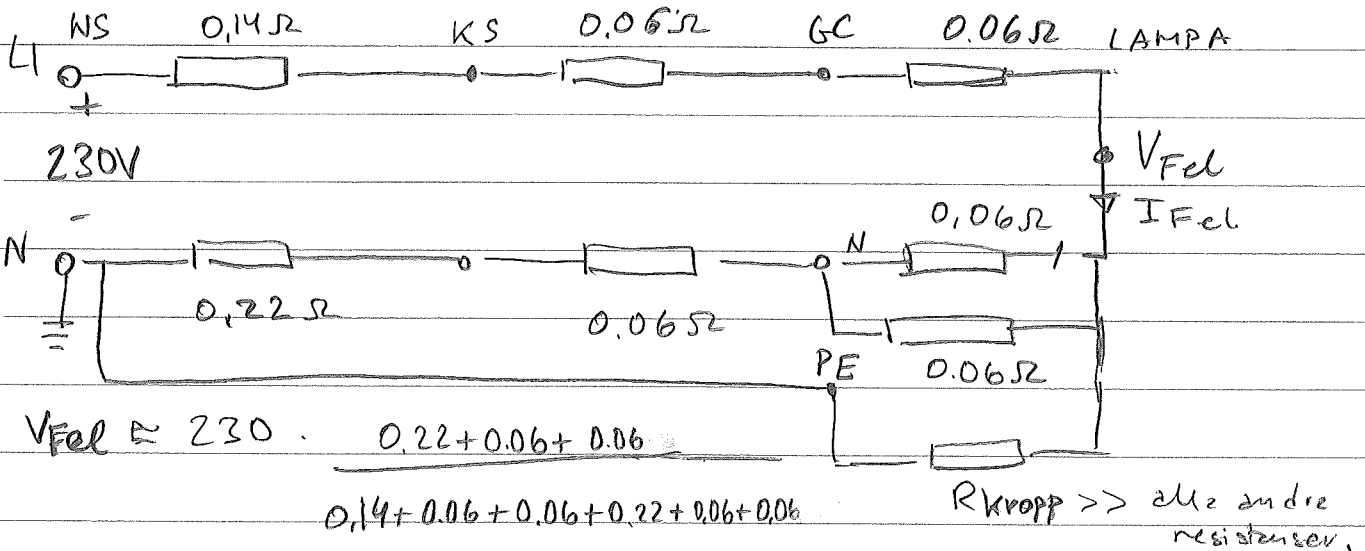
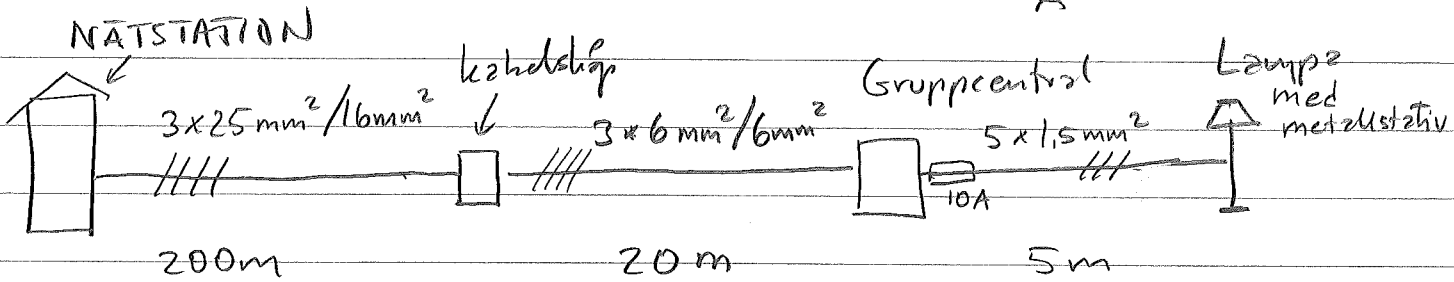
$$(f_{25}) U_2 \approx 208,6 \text{ V} \quad \rightarrow \quad U_{2n} \approx 361,3 \text{ Volt}$$

$$\eta = \frac{x \cdot S_n \cdot \cos \varphi}{x \cdot S_n \cdot \cos \varphi + P_{F0} + P_{FK}} = \frac{S_n \cdot \cos \varphi}{S_n \cdot \cos \varphi + 800 + 1090} \approx 0,964$$

14.

$$\rho_{Cu} = 0.0175 \Omega \text{mm}^2/\text{m}$$

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



c) $V_{Fel} \approx 130 \text{ Volt}$ b) $I_{Fel} = \frac{230}{\Sigma R} = \frac{230}{0.6} = 383 \text{ A}$

d) Söleringen flyger ut snabbt!
(nägre t_2 msec.)

e) Säg att Olle har en resistans på ca: 1000Ω

$$I_{Olle} = \frac{115 \text{ V}}{1000 \Omega} = 115 \text{ mA} \quad \text{klar livsföra.}$$

(om felet uppstår samtidigt som han tändes lampen.)