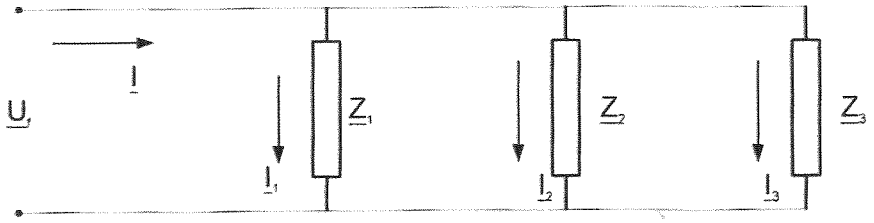
3)

a) Ekvivalent Y-fas krets:



$$\underline{U}_f = \frac{400}{\sqrt{3}} = 230{,}94\angle 0° \text{ - referens}$$

I)

$$\underline{Z}_\Delta = 6 - j9 \Rightarrow \underline{Z}_1 = \frac{\underline{Z}_\Delta}{3} = 2 - j3 = 3{,}6\angle -56{,}31° \,\Omega/\text{fas}$$

$$\underline{I}_1 = \frac{\underline{U}_f}{\underline{Z}_1} = \frac{230{,}94\angle 0°}{3{,}6\angle -56{,}31°} = 64{,}15\angle 56{,}31° = (35{,}58 + j53{,}38)\text{ A}$$

II)

$$\underline{Z}_2 = 4 + j2 = 4{,}47\angle 26{,}57° \,\Omega/\text{fas}$$

$$\underline{I}_2 = \frac{\underline{U}_f}{\underline{Z}_2} = \frac{230{,}94\angle 0°}{4{,}47\angle 26{,}57°} = 51{,}66\angle -26{,}57° = (46{,}20 - j23{,}11)\text{ A}$$

III)

$$I_3 = \frac{S_n}{\sqrt{3}U} = \frac{15000}{\sqrt{3}\cdot 400} = 21{,}65\text{ A} \qquad \underline{I}_3 = 21{,}65\angle -36{,}87° = (17{,}32 - j13{,}00)\text{ A}$$

b)

$$\underline{I} = \underline{I}_1 + \underline{I}_2 + \underline{I}_3 = 35{,}58 + j53{,}38 + 46{,}20 - j23{,}11 + 17{,}32 - j13{,}00 =$$
$$= 99{,}10 + j17{,}27 = 100{,}59\angle 9{,}89°\text{ A}$$

c)

$$\underline{S} = 3\cdot\underline{U}_f\,\underline{I}^* = 3\cdot 230{,}94\angle 0°\cdot(99{,}10 - j17{,}27) = (68658 - j11965)\text{ VA} = P - jQ$$

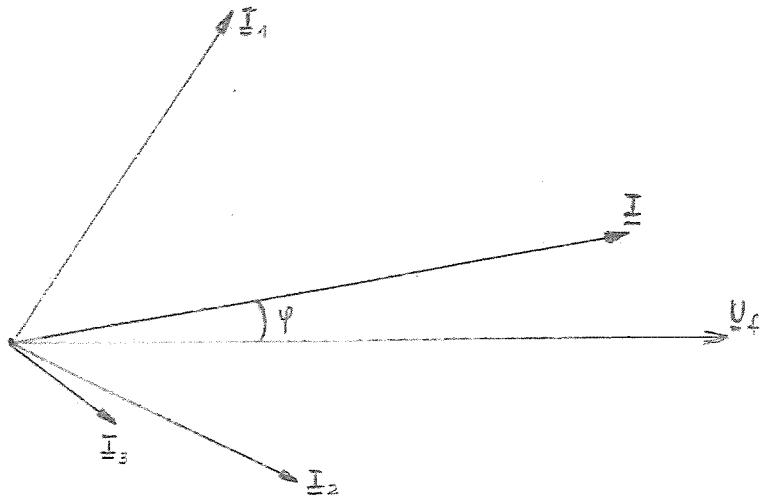
e)

$\cos 9{,}89° = 0{,}985$ $\cos\varphi = 0{,}985$ kapacitiv karaktär

f)

induktiv shuntkompensering, Q = 11965 Var

d)


$\underline{I}_1$
$\underline{I}$
φ
$\underline{U}_f$
$\underline{I}_3$
$\underline{I}_2$

4)

En trefas kraft, YN/yn,

$\begin{cases} z_k = 10\% & R_{fe} = 1500\,\Omega/\text{fas} \\ r_k = 3\% & X_m = 300\,\Omega/\text{fas} \end{cases}$

$Z_{bas1} = 266{,}14\,\Omega/\text{fas}$ $S_n = 79\,MVA$

$Z_{bas2} = 1{,}82\,\Omega/\text{fas}$

a) Märkspänningarna ifrån basimpedanserna

$$Z_{bas,i} = \frac{U_n^2}{S_n} \Rightarrow U_n = \sqrt{Z_{bas} \cdot S_n} = \begin{cases} 145\,kV \\ 11{,}99\,kV \\ \sim 12\,kV \end{cases}$$

Kortslutprov utförs från uppsp-sidan

$I_k = I_n$

$$I_k = \frac{S_n}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{79 \cdot 10^6}{\sqrt{3} \cdot 145 \cdot 10^3} = 314{,}6\,A$$

$U_k = ?$ $P_k = ?$ $Q_k = ?$

$$\begin{cases} Z_k = z_k \cdot Z_{bas} = \dfrac{0{,}10 \cdot 145^2}{79} = 26{,}6\,\Omega/\text{fas} \\ R_k = \dfrac{0{,}03 \cdot 145^2}{79} = 7{,}98\,\Omega/\text{fas} \end{cases}$$

$\Rightarrow X_k = 25{,}41\,\Omega/\text{fas}$

$U_{kf} = Z_k \cdot I_k = 26{,}6 \cdot 314{,}6 = 8368\,V$

$\Rightarrow U_k = 14{,}49\,kV$

$$\begin{cases} P_k = 3 \cdot R_k \cdot I_k^2 = 2{,}37\,MW \\ Q_k = 3 \cdot X_k \cdot I_k^2 = 7{,}54\,MVA_r \end{cases}$$

b) Tomgångsprov utförs från nedsp-sidan:

$U_0 = U_n = 12\,kV$, $I_0 = ?$, $P_0 = ?$

$$\begin{cases} P_0 = \dfrac{3 \cdot U_f^2}{R_{fe}} = 960\,kW & Q_0 = ? \\ Q_0 = \dfrac{3 \cdot U_f^2}{X_m} = 4,8\,MW \end{cases}$$

$S_0 = 4,895\,MVA$

$I_0 = \dfrac{S_0}{\sqrt{3} \cdot U_0} = 235,5\,A$

5) 3-fas AM motordrift

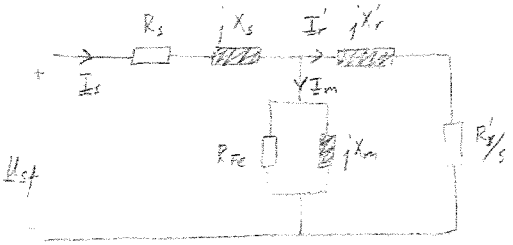
$U_s = 400$ V

vid märkdrift: $\eta = 88\%$, $n_m = 975$ rpm

$R_s = 0{,}4\ \Omega/\text{fas}$ $R'_r = 0{,}5\ \Omega/\text{fas}$ $X_s = X'_r = 0{,}9\ \Omega/\text{fas}$

$X_m = 12\ \Omega/\text{fas}$ $R_{Fe} = 1100\ \Omega/\text{fas}$

a) Ekvivalent Y-fas:



b) Bestäm $\underline{I}_s$, P_s och Q_s, vid märkdrift.

$$\underline{I}_s = \frac{\underline{U}_{sf}}{\underline{Z}_{tot}} \qquad (*)$$

Först behöver eftersläpningen, s, bestämmas.

$$s = \frac{n_s - n_m}{n_s} \qquad n_s = \frac{f}{p}60 \begin{cases} f = 50\text{ Hz} \ \& \ p = 3 \Rightarrow n_s = 1000\text{ rpm} \\ f = 60\text{ Hz} \ \& \ p = 3 \Rightarrow n_s = 1200\text{ rpm} \end{cases}$$

↖ för högt i förhållande till verkligt vid märkdrift

$n_s = 1000$ rpm $\Rightarrow s = \frac{1000 - 975}{1000} = 0{,}025$, 2,5%

$R_{Fe} \gg X_m$, försumma R_{Fe}

$$\underline{Z}_1 = (R'_r/s + jX'_r) // jX_m = \frac{(20 + j0{,}9)\,j12}{20 + j0{,}9 + j12} = 5{,}0847 + j8{,}7204\ \Omega/\text{fas}$$

$$\underline{Z}_{tot} = R_s + jX_s + \underline{Z}_1 = 0{,}4 + j0{,}9 + 5{,}0847 + j8{,}7204 = 5{,}4847 + j9{,}6204 =$$

$$= 11{,}074\ \angle 60{,}31^\circ\ \Omega/\text{fas}$$

sätt in i (*) $\Rightarrow$

$$\underline{I_s} = \frac{\underline{U_{sf}}}{\underline{Z}_{tot}} = \left\{ \underline{U_s} \text{ sätts som riktfas} \right\} = \frac{400/\sqrt{3}\ \angle 0^\circ}{11{,}074\ \angle 60{,}31^\circ} =$$

$$= \underline{20{,}854 \angle -60{,}31^\circ \ A}$$

$$\underline{S_s} = P_s + jQ_s = 3\underline{U_{sf}} \cdot \underline{I_s}^* = 3\ \frac{400}{\sqrt{3}} \angle 0^\circ \cdot 20{,}854 \angle 60{,}31^\circ =$$

$$= 14448 \angle 60{,}31^\circ = \underline{7{,}156 + j12{,}551 \ kVA}$$

Svar. Asynkronmaskinen belastar nätet med en fasström på $20{,}85 \angle -60^\circ$ A och upptar 7,16 kW aktiv och 12,55 kVAr reaktiv effekt vid märkdrift.

c) Lasten varieras $T_2 = T_1 - 10$ Nm

Bestäm P_{m2} (effekt avgiven till fläkten) och n_2 (varvtalet vid denna last).

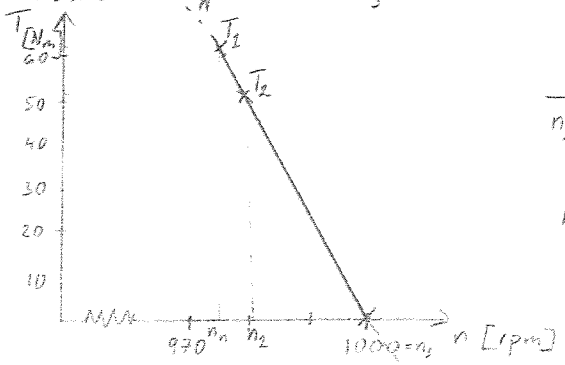
Först behöver T_1 bestämmas

$P_{m1} = \eta \cdot P_s = 0{,}88 \cdot 7{,}156 = 6{,}297$ kW (maskinens märkeffekt)

$$T_1 = \frac{P_{m1}}{\omega_n} = \frac{6{,}297 \cdot 10^3}{\frac{2\pi}{60} \cdot 975} = 61{,}67 \text{ Nm}$$

$T_2 = T_1 - 10$ Nm $= 51{,}67$ Nm

Maskinens momentkurva antas följa en rät linje mellan n_n och n_s (i normaldriftsområdet)



$$\frac{T_1}{n_s - n_n} = \frac{T_2}{n_s - n_2} \Rightarrow$$

$$n_s - n_2 = \frac{T_2}{T_1}(n_s - n_n)$$

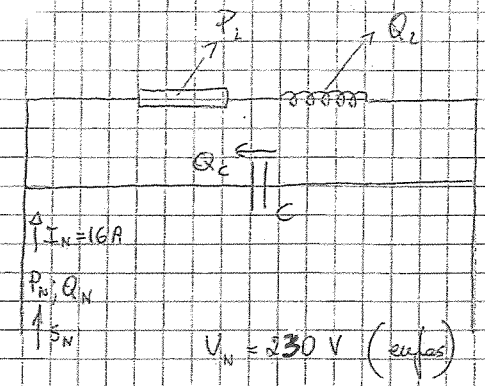
$$\Rightarrow n_2 = n_s - \frac{T_2}{T_1} \cdot (n_s - n_n)$$

$$n_2 = 1000 - \frac{51,67}{61,67}(1000 - 975) = \underline{979 \text{ rpm}}$$

$$P_{m,2} = T_2 \cdot \omega_2 = 51,67 \cdot \frac{2\pi}{60} \cdot 979 = \underline{5,30 \text{ kW}}$$

Svar: Vid denna last roterar maskinen med 979 rpm och avger 5,30 kW till fläkten.

6.



$f = 50 Hz$

$U_N = 230 V$ (eficaz)

$I = 22,73 A$

1. Lyserören:

$P_L = 3 kW \; ; \; \cos\varphi_L = 0,6 \Rightarrow Q_L = 4 kVAr$

$\Rightarrow$ Bobina: $P_L = 3 kW \; ; \; Q_L = 4 kVAr$

2. Nätet:

$S_N = U_N I_N = 230 \cdot 16 = 3,68 kVA$

$P_N = P_L = 3 kW$

$Q_N = \sqrt{S_N^2 - P_N^2} = \sqrt{3,68^2 - 3^2} = 2,13 kVAr$

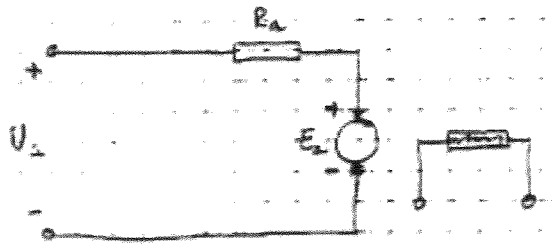
Från nätet: $\begin{cases} P_N = 3 kW \\ Q_N = 2,13 kVAr \end{cases}$

$Q_N + Q_C = Q_L \Rightarrow Q_C = Q_L - Q_N = 4 - 2,13 = 1,868 kVAr$

$Q_C = \omega C U_C^2$ där $U_C = 230 V$

$C = \frac{1868}{100\pi \cdot 230^2} \approx 112,4 \mu F$

4. LM - separatmagn. , $R_a = 0{,}8\ \Omega$



a)

$n = 1200$ rpm , $U_a = 240$ V $I_a = 10$ A ; $T = ?$

$E_a = U_a - R_a I_a = 246 - 16 \cdot 0{,}8 = 232$ V

$E_a = k \omega \phi \Rightarrow 232 = k\phi \frac{2\pi \cdot 1200}{60} \Rightarrow k\phi = 1{,}846$

$\underline{T = k I_a \phi = 1{,}846 \cdot 10 = 18{,}46\ \text{Nm}}$

b) $\phi = \text{konst}$; $T = 0{,}75 \cdot 18{,}46 = 13{,}85$ Nm $n = ?$

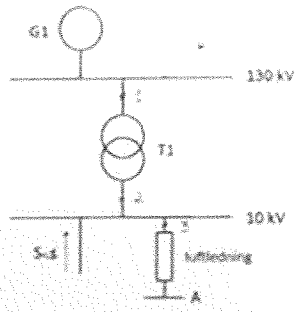
$U_a = 200$ V

$I_a = \frac{T}{k\phi} = \frac{13{,}85}{1{,}846} = 7{,}5$ A

$E_a = U_a - R_a I_a = 200 - 0{,}8 \cdot 7{,}5 = 194$ V

$\frac{2\pi n}{60} = \frac{E_a}{k\phi} \Rightarrow \underline{n = \frac{60 E_a}{2\pi k\phi} = \frac{60 \cdot 194}{2\pi \cdot 1{,}846} = 1063{,}5\ \text{rpm}}$

9. Bestäm kortslutningsström och kortslutningseffekt vid ett fel i punkt A. Använd metoden med delkortslutningseffekter



Följande data gäller:

Generator G1: S_n = 50 MVA; x_d = 20%

Transformator T1: 130/10 kV; S_n = 100 MVA; z_k = 8%

Linjer:

S_{kL1} = 250 MVA;

Delkortslutningseffekter:

$S_{kG_1} = \frac{S_n}{x_d} = \frac{50 \cdot 10^6}{0,2} = 250\,MVA$; $S_{kT_1} = \frac{S_n}{z_k} = \frac{100 \cdot 10^6}{0,08} = 1250\,MVA$

$S_{kL} = \frac{U^2}{X} = \frac{(10 \cdot 10^3)^2}{2,5} = 40\,MVA$

punkt 1:

1/ $S_{kG_1T_1} = \frac{250 \cdot 1250}{1500} = 208,3\,MVA$

punkt 2:

2/ $S_{k_2} = S_{kG_1T_1} + S_{kL_1} = 458,3\,MVA$

Punkt A: $S_{kA} = \frac{S_{k_2} \cdot S_{kL}}{S_{k_2} + S_{kL}} = \frac{458,3 \cdot 40}{458,3 + 40} = 36,8\,MVA$

$I_{kA} = \frac{S_{kA}}{\sqrt{3} \cdot U_L} = \frac{36,8 \cdot 10^6}{\sqrt{3} \cdot 10 \cdot 10^3} = 2,12\,kA$