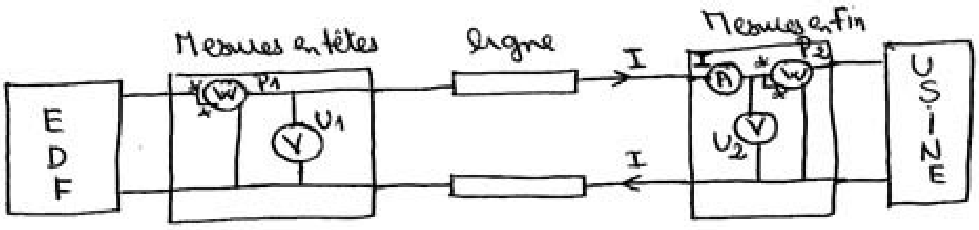
Correction du contrôle N°1 TSTI Electrotechnique

EXO1

1°)



2°) Puissance réactive en tête de ligne :

$Q_1 = \sqrt{S_1^2 - P_1^2}$ avec $S_1 = U_1 I = 160 \times 6 = 960$ MVA

$Q_1 = \sqrt{960^2 - 800^2} = 530,66$ MVar

Puissance réactive en fin de ligne :

$Q_2 = \sqrt{S_2^2 - P_2^2}$ avec $S_2 = U_2 I = 140 \times 6 = 840$ MVA

$Q_2 = \sqrt{840^2 - 720^2} = 432,66$ MVar

3°)

$P_{ligne} = P_{En tête} - P_{en fin}$

$Q_{ligne} = _{en tête} - Q_{en fin}$

	P(MW)	Q(MVar)
en tête	800	530,66
en fin	720	432,66
en ligne	80	98

4°) la puissance active dissipée en ligne se trouve dissipée par la résistance électrique de la ligne (câble)

donc $P_l = RI^2 \Rightarrow R = \frac{P_l}{I^2} = \frac{80}{6^2} = 2,22\,\Omega$

La puissance réactive dissipée en ligne se trouve dissipée dans l'inductance (Réactance de ligne)

$Q_l = X I^2 \Rightarrow X = \frac{Q_l}{I^2} = \frac{98}{6^2} = 2,72\,\Omega$

$X = L \times \omega \Rightarrow L = \frac{X}{\omega} = \frac{2,72}{314} = 8,67$ mH

Exercice 2

1°) $P_1 = \frac{P_{u1}}{\eta} = \frac{2400}{0,8} = 3000W$

2°) $P_2 = \frac{P_{u2}}{\eta} = \frac{3600}{0,75} = 4800W$

3°) $Q_1 = P_1 \times \tan\varphi_1$ avec $\varphi_1 = +\cos^{-1}(0,707) = +45°$

+ car moteur est une charge inductive

$Q_1 = 3000 \times \tan 45° = 3000 \text{ Var}$

4°) $Q_2 = P_2 \times \tan\varphi_2 =$ avec $\varphi_2 = +\cos^{-1}(0,85) = 31,78°$

$Q_2 = 4800 \times \tan 31,78° = 2974 \text{ Var}$

5°) $P_t = 3P_1 + P_2 + P_F = 3 \times 3000 + 4800 + 6000$

$\boxed{P_t = 19,8 \text{ kW}}$ (on a appliqué le théorème de Boucherot).

$Q_t = 3Q_1 + Q_2 + Q_F$ ($Q_{Four} = 0 \text{ Var}$; le four est une charge résistive)

$Q_t = 3 \times 3000 + 2974 + 0 =$

$\boxed{Q_t = 11974 \text{ Var} = 11,974 \text{ kVar}}$

6°) $I_1 = \frac{P_1}{U\cos\varphi_1} = \frac{3000}{240 \times 0,707} = 17,68A$

$I_2 = \frac{P_2}{U\cos\varphi_2} = \frac{4800}{240 \times 0,85} = 23,80A$

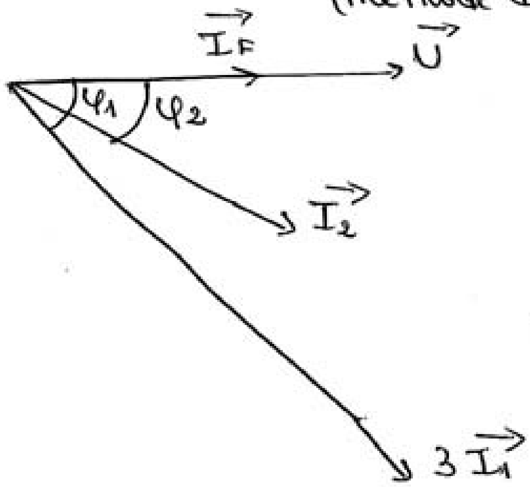
$I_3 = \frac{P_F}{U\cos\varphi_3} = \frac{6000}{240 \times 1} = 25A$

7°) $I_t = \frac{S_t}{U}$ avec $S_t = \sqrt{P_t^2 + Q_t^2}$

$S_t = \sqrt{19,8^2 + 11,974^2} = 23,14 \text{ kVA}$

$I_t = \frac{23,14 \cdot 10^3}{240} = 96,4A$

Autre méthode : $\vec{I_t} = 3\vec{I_1} + \vec{I_2} + \vec{I_F}$
(méthode de Fresnel)



$\varphi_1 = (\vec{I_1}, \vec{U}) = 45°$
$\varphi_2 = (\vec{I_2}, \vec{U}) = 31,78°$
$\varphi_3 = (\vec{I_F}, \vec{U}) = 0°$

il faut additionner vectoriellement les 3 vecteurs
(Echelle conseillée 1cm $\rightarrow$ 8 A

8°) le facteur de Puissance de l'installation

$$\cos\varphi = \frac{P_t}{S_t} = \frac{19,8}{23,14} = 0,855$$

9°) $\cos\varphi' = 0,96 \Rightarrow \varphi' = \cos^{-1}(0,96) = 16,26°$

on calcule la nouvelle puissance réactive :

$$Q'_t = P_t \times \tan\varphi' = 19,8 \times \tan 16,26° = 5775 \text{ Var}$$

on effectue un bilan des puissances réactive après avoir installé le condensateur :

$$Q'_t = Q_t + Q_c \Rightarrow Q_c = Q'_t - Q_t$$

$$Q_c = 5775 - 11974 = -6199 \text{ Var}$$

Donc il faut installer un condensateur dont la puissance réactive vaut $\underline{-6199 \text{ Var}}$.

10°) $Q_c = -U^2 C\omega \Rightarrow C = \frac{-Q_c}{U^2\omega} = \frac{-(-6199)}{240^2 \times 314}$

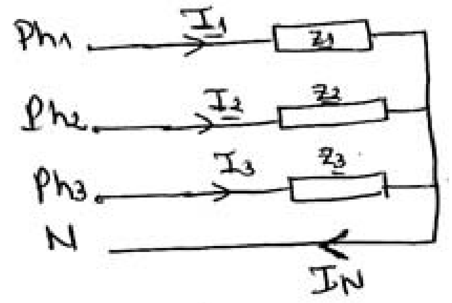
$(F = 50Hz \Rightarrow \omega = 2\pi F = 314 \text{ rd/s})$

$$\boxed{C = 342,74\ \mu F}$$

11°) $$I'_t = \frac{P_t}{U\cos\varphi'} = \frac{19800}{240 \times 0,96} = 85,94 A$$

(la puissance active totale reste la même, puisqu'un condensateur ne consomme pas de puissance active)

Exo3



réseau 240/410 V

$\underline{V_1} = [240 ; 0°]$

$\underline{V_2} = [240 ; -120°]$

$\underline{V_3} = [240 ; +120°]$

a) $\underline{I_1} = \dfrac{\underline{V_1}}{\underline{Z_1}} = \dfrac{[240 ; 0]}{[20 ; -60°]} = [12 ; 0-(-60°)] = [12 ; 60°]$

$\underline{I_2} = \dfrac{\underline{V_2}}{\underline{Z_2}} = \dfrac{[240 ; -120°]}{[30° ; 0°]} = [8 ; -120]$

$\underline{I_3} = \dfrac{\underline{V_3}}{\underline{Z_3}} = \dfrac{[240 ; +120°]}{[40 ; +30°]} = [6 ; 90]$

Rappel pour les complexes : si $\underline{Z_1} = [\rho_1, \theta_1]$ et $\underline{Z_2} = [\rho_2, \theta_2]$

alors $\underline{Z_1} \times \underline{Z_2} = [\rho_1 \times \rho_2 ; \theta_1 + \theta_2]$

et $\dfrac{\underline{Z_1}}{\underline{Z_3}} = \dfrac{[\rho_1, \theta_1]}{[\rho_2, \theta_2]} = [\rho_1/\rho_2 ; \theta_1 - \theta_2]$

b) En appliquant la loi des nœuds au point du neutre

on peut écrire : $\underline{I_1} + \underline{I_2} + \underline{I_3} = \underline{I_N}$

il faut réécrire les courants complexes sous la forme algébrique

Rappel : si $\underline{Z} = [\rho, \theta] \Rightarrow \underline{Z} = \underbrace{\rho \cos\theta}_{a} + j \underbrace{\rho \sin\theta}_{b} = a + jb$

$\underline{I_1} = [12 ; 60°] = 12 \cos 60° + j\, 12 \sin 60° = 6 + j\, 10{,}392$

$\underline{I_3} = [6 ; 90°] = \underbrace{6 \cos 90°}_{0} + j\, 6 \sin 90° = j6$

$\underline{I_2} = [8 ; -120°] = 8 \cos(-120°) + j\, 8 \sin(-120°) = -4 - j\, 6{,}928$

finalement $\underline{I_N} = \underline{I_1} + \underline{I_2} + \underline{I_3} = 2 + j\, 9{,}464$ dans le fil du neutre vaut :

la valeur efficace du courant

$I_N = \sqrt{2^2 + 9{,}463^2} = 9{,}67\,A$

Exercice 5

1°) $P = P_1 + P_2 + P_3 + P_4$

$P_3 = \frac{P_u}{\eta} = \frac{3,2}{0,8} = 4\ kW$

$P = 2,2 + 3,5 + 4 + 4,8 = 14,5\ kW$ (P. active totale)

P réactive totale :

$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4$

$Q_4 = 0\ Var$ (le radiateur ne consomme pas de puissance réactive)

$Q_1 = 1,6\ kvar$; $Q_2 = 2\ kVar$;

$Q_3 = P_3 \times \tan \varphi_3$ $\quad \varphi_3 = +\cos^{-1}(0,84) = 32,86°$

$Q_3 = 4 \times \tan 32,86 = 2,58\ kVar$

$Q = 1,6 + 2 + 2,58 + 0 = 6,18\ kvar$

Puissance apparente : $S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{14,5^2 + 6,18^2}$

$\boxed{S = 15,76\ kVA}$

facteur de puissance : $fp = \cos\varphi = \frac{P}{S} = \frac{14,5}{15,76} = 0,92$

2°) $I = \frac{S}{U\sqrt{3}} = \frac{15760}{400\sqrt{3}} = 22,75\ A$

3°) On a un nouveau facteur de puissance $\cos\varphi' = 1$

La nouvelle Puissance réactive : $Q' = P \times \tan\varphi'$

$\varphi' = \cos^{-1}(1) = 0 \Longrightarrow \boxed{Q' = 0\ Var}$

On effectue un bilan des puissances réactive $Q' = Q + Q_c$

$Q + Q_c = 0 \Longrightarrow Q_c = -Q = -6180\ Var$

4°) $Q_{C_\Delta} = -3U^2 C\omega \qquad Q_{C_Y} = -3V^2 C\omega$

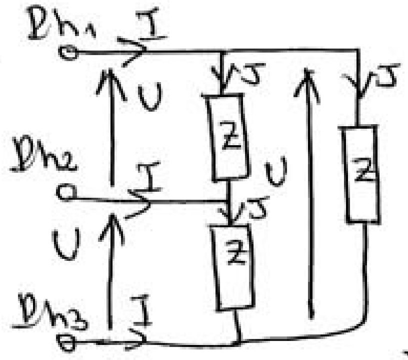
$C_\Delta = \frac{-Q_c}{3U^2\omega} = \frac{-(-6180)}{3 \times 400^2 \times 314} = 41\ \mu F$

$$C_\lambda = \frac{-Q_c}{3V^2\omega} = \frac{-(-6180)}{3\times 230^2\times 314} = 124\,\mu F$$

il vaut mieux choisir un couplage triangle, pour réduire le coût des condensateurs (plus la valeur de la capacité est élevée, plus le condensateur coûte cher).

5°) $$I' = \frac{P}{U\sqrt{3}\cos\varphi'} = \frac{14500}{400\sqrt{3}\times 1} = 20{,}93\,A$$

Exercice 4



a) on a : $I = J\times\sqrt{3}$ avec $J = \frac{U}{Z} = \frac{400}{80} = 5A$

$$I = 5\times\sqrt{3} = 8{,}66A$$

b) $P = U.I.\sqrt{3}\cos\varphi = 400\times 8{,}66\times\sqrt{3}\times 0{,}8$

$P = 4799{,}7\,W$

c) $Q = UI\sqrt{3}.\sin\varphi = P\times\tan\varphi$

$\varphi = \cos^{-1}(0{,}8) = 36{,}86°$

$Q = 4799{,}7\times\tan 36{,}86° = 3599{,}8\,Var$

Autre méthode : b) $P = 3UJ\cos\varphi$

c) $Q = 3UJ\sin\varphi$