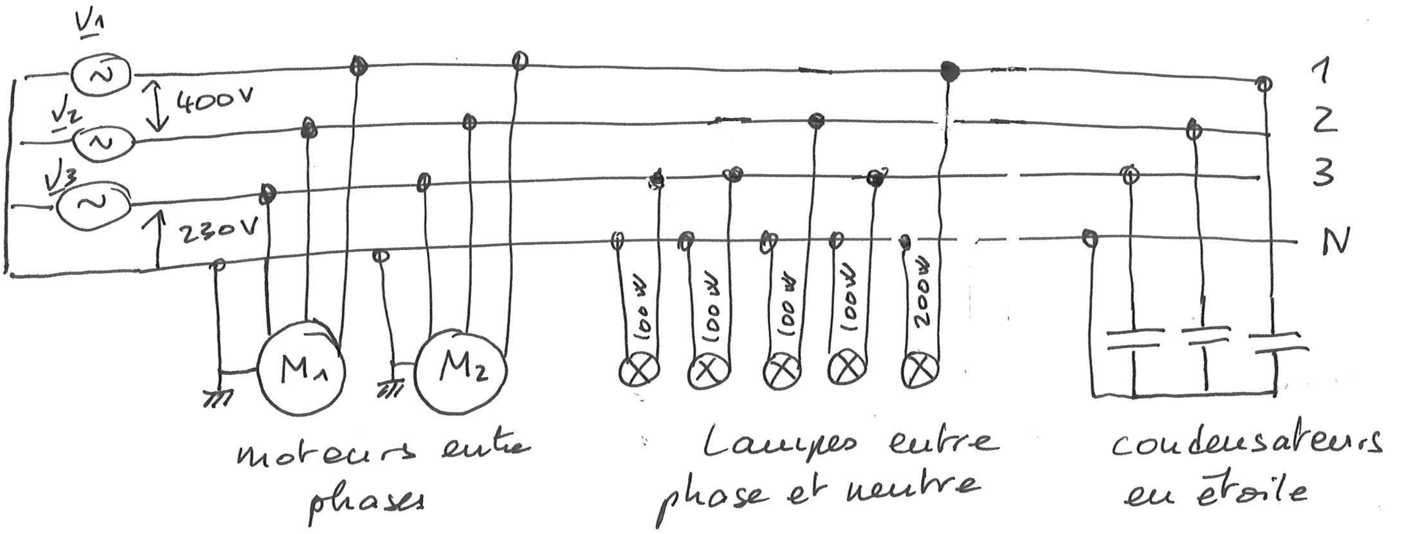
Ex. 1 :

a)



b) P = Somme des puissances actives de chaque appareil

$P = P_1 + P_2 + 6 \times P_{lampes}$. $\quad P_{condensateurs} = 0$

$P = 1200 + 1200 + 6 \times 100 = 3\,000$ W

Q = Somme des puissances réactives de chaque appareil

M1 : $\cos\varphi_1 = 0{,}6 \Rightarrow \sin\varphi_1 = 0{,}8$ et $tg\,\varphi_1 = \frac{4}{3}$ (>0 moteur)

$Q_1 = P_1 . tg\varphi_1 \Rightarrow Q_1 = 1200 \times \frac{4}{3} = 1600$ VAR

M2 : $\cos\varphi_2 = 0{,}8 \Rightarrow \sin\varphi_2 = 0{,}6$ et $tg\,\varphi_2 = \frac{3}{4}$ (>0 car moteur)

$Q_2 = P_2\, tg\varphi_2 \Rightarrow Q_2 = 1200 \times \frac{3}{4} = 900$ VAR

Lampes : éléments purement résistifs, $Q_{lampe} = 0$

Condensateurs : $Q = -3.C\omega.U^2$ avec $U = 230$ V
(car couplage étoile)

$Q_{cond} = -3.10^{-3}.230^2 = -158{,}7$ VAR

$Q = 1600 + 900 - 158{,}7 = 2341{,}3$ VAR

$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = 3805$ VA

$\cos\varphi = \frac{P}{S} = 0{,}788$

c) La batterie de condensateurs permet de relever le facteur de puissance de l'installation.
Pour la situation courante, elle ~~n'est~~ n'est pas suffisante car $\cos\varphi = 0{,}788 < 0{,}8$ réglementaire.

Solution : faire un couplage triangle des condensateurs. Ils sont alors alimentés sous 400 V.

$$Q_c = -3.10^{-3}.400^2 = -480 \text{ VAR}$$

d'où $Q = 2020$ VAR, $S = 3617$ VA, $\cos\varphi = 0{,}829$

Ex. 2 :

a) $P = U.I.\cos\varphi \Rightarrow I = \dfrac{P}{U.\cos\varphi}$

$$I = \frac{240.10^3}{15.10^3.0{,}8} = 20 \text{ A}$$

b) Soit Q la puissance réactive de la charge.

$Q = P.\operatorname{tg}\varphi > 0$ car charge inductive

$\cos\varphi = 0{,}8 \Rightarrow \sin\varphi = 0{,}6$ et $\operatorname{tg}\varphi = \dfrac{3}{4}$

$Q = 240.10^3 \times \dfrac{3}{4} = 180.10^3$ VAR

$P = RI^2 \Rightarrow R = \dfrac{P}{I^2}$ $\qquad R = \dfrac{240.10^3}{20^2} = 600\ \Omega$

$Q = X.I^2 \Rightarrow X = \dfrac{Q}{I^2}$ $\qquad X = \dfrac{180.10^3}{20^2} = 450\ \Omega$

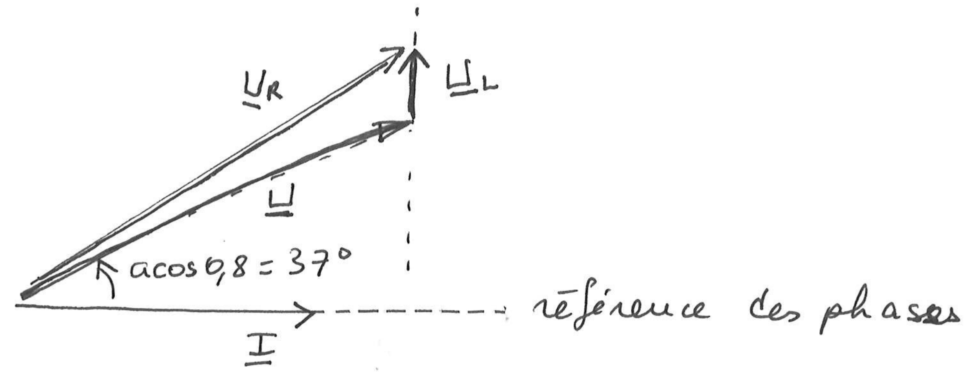
$\underline{Z} = 600 + j.450\ \Omega$

c) $\underline{I} = I$ car référence des phases

$\underline{U} = \underline{Z}.\underline{I} = (600 + j450).20 = 12000 + 9000j$ (V)

$\underline{U}_L = j.X_e.\underline{I} = 50j.20 = 1000j$ (V)

$\underline{U}_R = \underline{U} + \underline{U}_L = 12\,000 + 10\,000j$ (V) $\qquad U_R = 15{,}62$ kV d)



e) $\left.\begin{array}{l} P = 300\ kW \\ U = 15\ kV \\ \cos\varphi = 0,8 \end{array}\right\} \Rightarrow I = 25\ A$ le courant de ligne augmente.

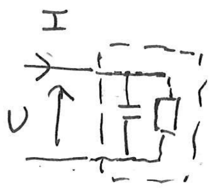
$$\underline{U}_\ell = jX_\ell \cdot \underline{I} = 50j \cdot 25 = 1250\,j\ (V)$$

$\underline{U}$ ne change pas car U et φ n'ont pas changé

$$\Rightarrow \underline{U}_R = 12\,000 + j\,10\,250 \quad (V)$$

$$U_R = 15,78\ kV$$ augmente

f)



$$S = U \cdot I = 15 \cdot 10^3 \cdot 20 = 300\ kVA$$

Par ailleurs : $P = 300\ kW$

donc $Q_{total} = Q_{charge} + Q_{condensateur} = 0$

$$\Rightarrow Q_{condensateur} = -Q_{charge}$$

avec $Q_{charge} = P \cdot \operatorname{tg}\varphi = 300 \cdot 10^3 \cdot \frac{3}{4} = 225 \cdot 10^3\ VAR$

$$Q_{condensateur} = -C\omega \cdot U^2 \Rightarrow \frac{1}{C\omega} = \frac{U^2}{Q_{charge}}$$

$$\frac{1}{C\omega} = \frac{(15 \cdot 10^3)^2}{225 \cdot 10^3} = 66,7\ \Omega$$

Ex. 3 :

a) Il s'agit d'un hacheur, utilisé pour adapter le niveau de tension entre deux sources continues.

b) L est un élément de transition entre deux sources de tension. L permet également de lisser le courant.
Si on supprime L, on fait un court-circuit entre l'alimentation et la batterie ; ce qui endommage les appareils.

c) sur $[0, \alpha T[$: K1 fermé $\Rightarrow v_{K1} = 0$

$v_{K2} = U > 0$ donc la diode est bloquée, $i_{K2} = 0$

$v_e = U$ $\quad$ $v_s = E$

$i_e = i_{K1} = i_s$

$$L \frac{di_s}{dt} = v_{K2} - v_s = U - E > 0 \Rightarrow i_s \text{ augmente}$$

$$i_s(t) = \frac{U-E}{L} t + i_{min}$$

d) sur $[\alpha T, T[$: K1 ouvert $\Rightarrow i_{K1} = i_e = 0$

Le courant i_s ne peut pas s'annuler ~~au mo~~ αT,
donc $i_{K2} = i_s$ la diode devient passante

$v_{K2} = 0$ donc $v_{K1} = U$

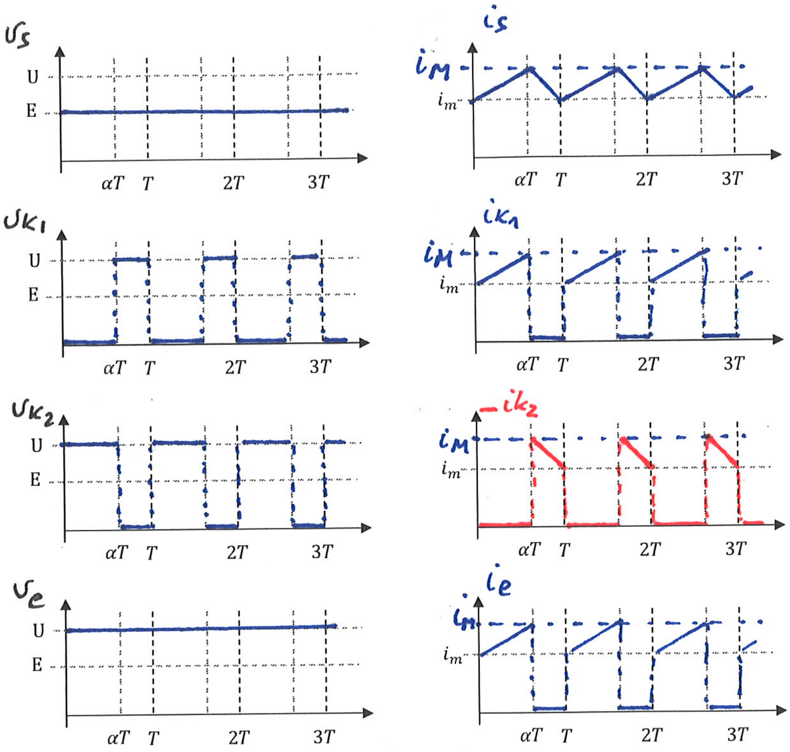
on a toujours $v_e = U$ et $v_s = E$

$$L \frac{di_s}{dt} = v_{K2} - v_s = -E \Rightarrow i_s(t) = \frac{-E}{L}(t-T) + i_{min}$$

car à $t = T$ $i_s = i_{min}$
(signal périodique)

e)

Document-réponse pour la question e.



f) $\langle v_{K2} \rangle = \alpha U$

$$\langle v_L \rangle = \frac{1}{T}\int_0^T v_L(t)\,dt = \frac{L}{T}\int_0^T \frac{di}{dt}\,dt = \frac{L}{T}\left[i(t)\right]_0^T = 0$$

(car périodique)

$\langle v_s \rangle = E$

$\forall t$: $v_{K2} = v_L + v_s$, donc $\langle v_{K2} \rangle = \langle v_L \rangle + \langle v_s \rangle$

$\Rightarrow \alpha U = 0 + E$

$\Rightarrow \alpha = \dfrac{E}{U}$

g) $i_M = i_s(\alpha T) = i_m + \dfrac{U-E}{L}\alpha T$

$\Rightarrow \Delta i = \dfrac{U-E}{Lf} \cdot \dfrac{E}{U}$

pour réduire Δi, il faut augmenter L ou f.