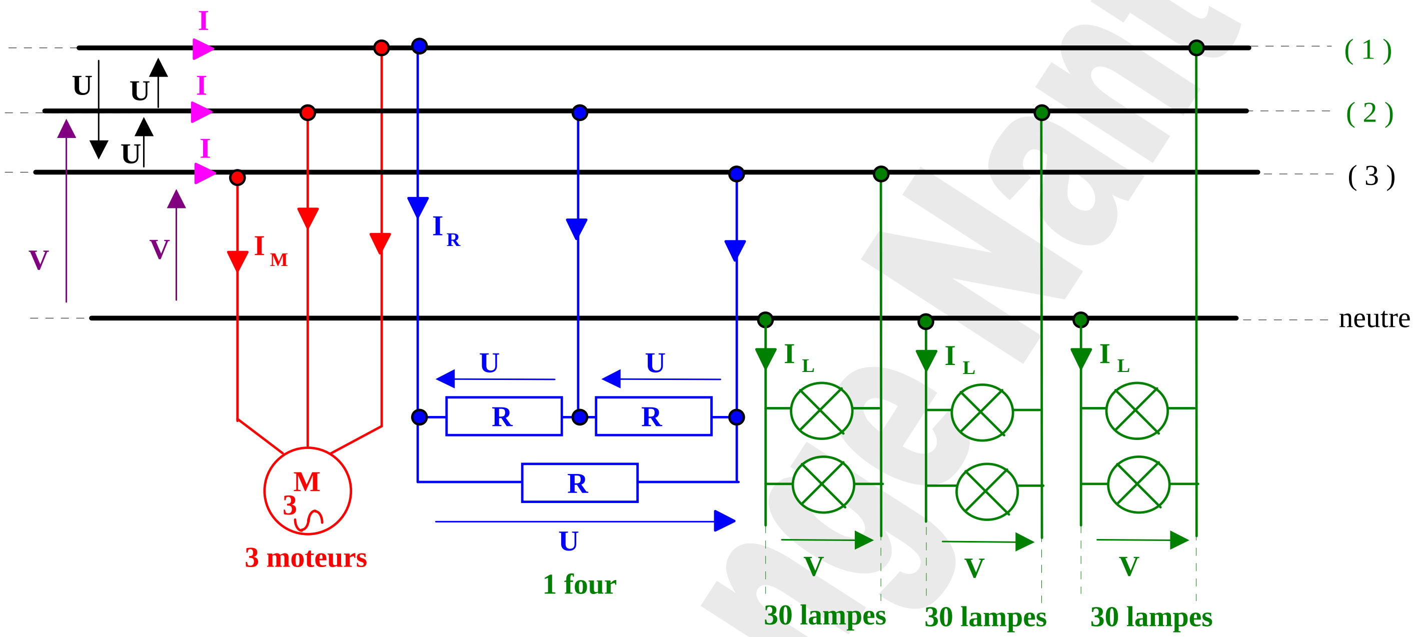
Corrigé de l'épreuve d'électricité B.T.S. 90

1° question :



2° question : Soit I l'intensité efficace du courant en ligne quand tous les appareils fonctionnent ensemble.

* Soient P_L et Q_L les puissances (active et réactive) consommées par les lampes :

Chaque lampe consomme une puissance active de 100 W. On a : $P_L = 90 \times 100$ W soit : $P_L = 9$ kW.

Une lampe ne consomme aucune puissance réactive : $Q_L = 0$.

* Soient P_M et Q_M les puissances (active et réactive) consommées par les trois moteurs :

Chaque moteur consomme une puissance $P_a = \dfrac{P_u}{\eta}$

$P_u = 10$ kW (puissance utile) et $\eta = 0{,}80$ (rendement).

$P_M = 3 \times P_a$ soit : $P_M = 37{,}5$ kW

Chaque moteur a un facteur de puissance égal à : $\cos\varphi = 0{,}80$; on en déduit la puissance réactive consommée par les trois moteurs : $Q_M = P_M \tan\varphi$ soit : $Q_M = 28{,}1$ kvar

* Chaque résistance du four est soumise à une tension dont la valeur efficace est $U = 380$ V. Le four ne comporte que des résistances qui ne consomment aucune puissance réactive ($Q_F = 0$) mais consomment une puissance active égale à : $P_F = 3 \times \dfrac{U^2}{R}$ soit : $P_F = 21{,}7$ kW

* Le théorème de Boucherot nous permet dresser le tableau suivant :

	Lampes	Moteurs	Four	Total
Puissance active (k W)	9	37,5	21,7	68,2
Puissance réactive (kvar)	0	28,1	0	28,1

On a, en effet, pour l'installation complète : $P_{tot} = P_L + P_F + P_M$

$$Q_{tot} = Q_L + Q_F + Q_M$$

* On en déduit la puissance apparente S_{tot} consommée par l'installation : $S_{tot} = \sqrt{P_{tot}^{\,2} + Q_{tot}^{\,2}}$.

On obtient : $S_{tot} = 73{,}7 \text{ kVA}$.

* Cette puissance apparente s'écrit, de façon littérale : $S_{tot} = U\,I\,\sqrt{3}$.

* On en déduit : $I = \dfrac{S_{tot}}{U\sqrt{3}}$ A.N.: $I \cong 112$ A

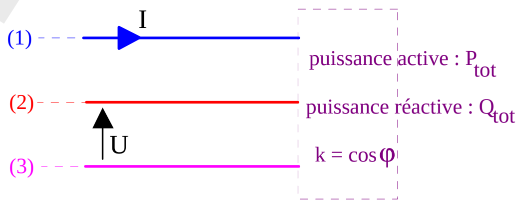
3° question : Le facteur de puissance de l'installation k est tel que : $k = \dfrac{P_{tot}}{S_{tot}}$ A.N.: $k \cong 0{,}92$

4° question : Soit k' le facteur de puissance de l'installation avec condensateurs.

• Sans condensateurs :

$$P_{tot} = U\,I\,k\sqrt{3}$$

$$\text{et } Q_{tot} = P_{tot}\,\tan\varphi$$

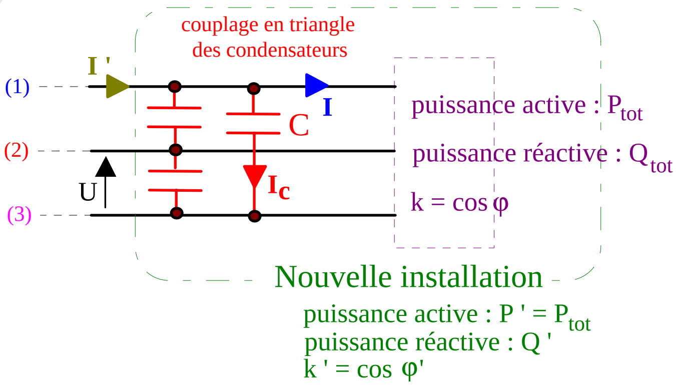


• Avec condensateurs :

Le facteur de puissance de l'installation devient $k' = \cos\varphi'$ (avec $\varphi' < \varphi$)

$$P' = U\,I'\,k'\sqrt{3}$$

$$\text{et } Q' = P'\,\tan\varphi'$$



Les condensateurs ne consomment aucune puissance active $(P_{tot} = P')$ mais consomment une puissance réactive : $Q_c = -3\,C\,\omega\,U^2$. Le théorème de Boucherot donne, alors :

$$Q' = Q_{tot} - 3\,C\,\omega\,U^2 \quad \text{ou encore : } P_{tot}\,\tan\varphi' = P_{tot}\,\tan\varphi - 3\,C\,\omega\,U^2$$

On en déduit : $\boxed{C = \dfrac{P_{tot}\,(\tan\varphi - \tan\varphi')}{3\,\omega\,U^2}}$ A.N.: $C \cong 42\,\mu\text{F}$

5° question : L'égalité des puissances actives donne : $U\,I\,k = U\,I'\,k'$

L'intensité en ligne qui alimente l'installation est modifiée ; elle vaut :

$$\boxed{I' = I\,\frac{k}{k'}} \qquad \text{A.N.} : I' \cong 109\ \text{A}$$

6° question : Dans un branchement en étoile, chaque condensateur serait soumis à une tension de valeur efficace V ; la puissance réactive consommée par **chaque** condensateur serait, alors, égale à :

$$Q_C' = -\,C\,\omega\,V^2 \text{ soit } Q_C' = -\,C\,\omega\,\frac{U^2}{3}$$

On aurait, alors : $Q' = Q_{tot} - C\,\omega\,U^2$ et, enfin :

$$\boxed{C = \frac{P_{tot}\,(\tan\varphi - \tan\varphi')}{\omega\,U^2}} \qquad \text{A.N.} : C \cong 126\ \mu\text{F}$$