

## Corrigé de l'épreuve d'électricité du BTS 88

**1° question** : Si K est ouvert, seuls les ateliers et les bureaux sont alimentés. Dans ce cas :  $I = I_1$

□ **BUREAUX** :

\* La puissance active consommée par les bureaux s'écrit littéralement :  $P_b = U I_2 \sqrt{3}$  ; elle vaut :  $P_b = 18 \text{ kW}$ .

On en déduit :  $I_2 = \frac{P_b}{U \sqrt{3}}$  A.N. :  $I_2 = 27,3 \text{ A}$

\* La puissance réactive consommée par les bureaux est nulle (ceux-ci ne sont équipés que de lampes à incandescence et de radiateurs électriques).

□ **ATELIERS** :

\* La puissance active consommée par les ateliers s'écrit littéralement :  $P_{at} = U I_3 \sqrt{3} \cos \varphi_3$  et vaut  $21,6 \text{ kW}$ .

On en déduit :  $I_3 = \frac{P_{at}}{U \sqrt{3} \cos \varphi_3}$  A.N. :  $I_3 = 54,7 \text{ A}$

\* La puissance réactive consommée par les ateliers s'écrit :  $Q_{at} = P_{at} \tan \varphi_3$

□ **ENSEMBLE { BUREAUX + ATELIERS }** :

\* La puissance active consommée par l'ensemble s'écrit :  $P_1 = U I_1 \sqrt{3} \cos \varphi_1$ .

Cette puissance active vaut :  $P_1 = P_b + P_{at}$  soit :  $P_1 = 39,6 \text{ kW}$ .

\* La puissance réactive consommée par l'ensemble s'écrit :  $Q_1 = P_1 \tan \varphi_1$ .

Cette puissance réactive vaut :  $Q_1 = Q_{at} = 28,8 \text{ k var}$  ( $Q_b = 0$ ).

\* La puissance apparente consommée par l'ensemble s'écrit :  $S_1 = \sqrt{Q_1^2 + P_1^2} = U I_1 \sqrt{3}$

Compte tenu de ce qui précède,  $S_1 = 49,0 \text{ kVA}$ .

On en déduit :  $I_1 = \frac{S_1}{U \sqrt{3}}$  A.N. :  $I_1 = 74,4 \text{ A}$

**Remarque 1** : On peut, aussi calculer le facteur de puissance de l'installation (K ouvert).

$\tan \varphi_1 = \frac{Q_1}{P_1}$  soit :  $\tan \varphi_1 = 0,73$  et  $\cos \varphi_1 = 0,81$  ; on en déduit :  $I_1 = \frac{P_1}{U \cos \varphi_1 \sqrt{3}}$  A.N. :  $I_1 = 74,4 \text{ A}$

**Remarque 2** : Ce dernier calcul a l'avantage de montrer que le facteur de puissance de l'ensemble {Bureaux + Ateliers} est différent du facteur de puissance relatif aux ateliers seuls !

**Remarque 3** : Notons bien que **la loi des nœuds n'est pas applicable aux intensités efficaces** !

En effet :  $I_1 \neq I_2 + I_3$

**2° question** :

a) Les condensateurs servent à relever le facteur de puissance d'une installation afin de minimiser les pertes par effet Joule en ligne.

b) Appelons  $\cos \varphi'$  le nouveau facteur de puissance de l'installation.

Comme les condensateurs ne consomment aucune puissance active, la puissance active consommée par la nouvelle installation est toujours égale à  $P_1$  ; cependant, cette puissance active s'écrit, maintenant :  $P_1 = U I \sqrt{3} \cos \varphi'$ .

On en déduit :  $\cos \varphi' = \frac{P_1}{U I \sqrt{3}}$     A.N. :  $\cos \varphi' = 0,96$

c) Soit  $Q_c$  la puissance réactive consommée par la batterie de condensateurs :  $Q_c = U I_c \sin \varphi_c \sqrt{3}$  (la tension aux bornes d'un condensateur est déphasée de  $\varphi_c = -\frac{\pi}{2}$  rad par rapport à l'intensité du courant qui traverse le condensateur). On obtient donc :  $Q_c = -U I_c \sqrt{3}$

La puissance réactive totale consommée par l'installation est égale à :  $Q' = Q_c + Q_1$  (Th. de Boucherot) avec  $Q' = P_1 \tan \varphi'$ .

On en déduit :  $P_1 \tan \varphi' = Q_1 - U I_c \sqrt{3}$  puis :  $I_c = \frac{Q_1 - P_1 \tan \varphi'}{U \sqrt{3}}$     A.N. :  $I_c = 25,1 \text{ A}$

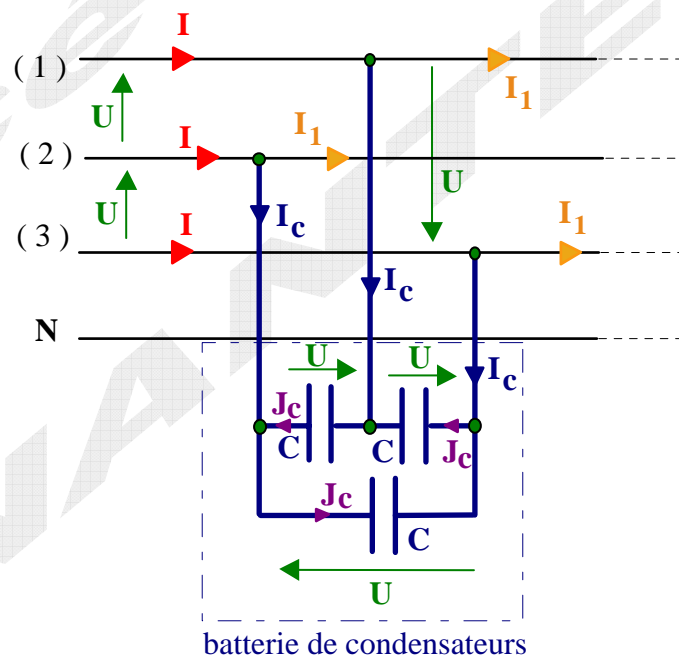
d)

Chaque condensateur, de capacité  $C$ , est soumis à une tension dont la valeur efficace est  $U = 380 \text{ V}$ .

Chaque fil de phase est parcouru par une intensité dont la valeur efficace est  $I$  (en amont de la batterie de condensateurs).

Chaque fil alimentant la batterie de condensateurs est parcouru par une intensité dont la valeur efficace est  $I_c = 25,1 \text{ A}$ .

Chaque condensateur est traversé par une intensité dont la valeur efficace est  $J_c = \frac{I_c}{\sqrt{3}} = 14,5 \text{ A}$ .



**Remarque :** Notons que :  $I \neq I_1 + I_c$

$I_1 = 74,4 \text{ A}$  ; valeur inchangée quelle que soit la position de K

Compte tenu de ce qui précède, on peut écrire :  $U = \frac{1}{C\omega} J_c$  soit :  $U = \frac{1}{C\omega} \times \frac{I_c}{\sqrt{3}}$

$\frac{1}{C\omega}$  représente l'impédance d'un condensateur.

On en déduit :

$$C = \frac{I_c}{U \omega \sqrt{3}} \quad \text{A.N. : } C = 121 \mu\text{F}$$

**Remarque :** On peut aussi exprimer  $Q_c$  pour calculer C :  $Q_c = -U I_c \sqrt{3} = -3 C \omega U^2 = -\frac{I_c^2}{C\omega}$

$$C = \frac{-Q_c}{3 \omega U^2} \quad \text{ou} \quad C = \frac{-I_c^2}{\omega Q_c} \quad \text{A.N. : } C = 121 \mu\text{F}$$

**3° question :**

a) On admet que le couple résistant  $T_r$  est égal au couple utile  $T_u$ .

\* Soit  $P_u$  la puissance délivrée par le moteur (puissance « utile ») :

$$P_u = T_u \times 2 \pi \frac{n}{60} \quad (n \text{ en tr. min}^{-1}) \quad \text{ou bien} \quad P_u = T_r \times 2 \pi \frac{n}{60} \quad (n \text{ en tr. min}^{-1})$$

\* D'après les indications de l'énoncé, on peut écrire :  $T_r = k n^2$  (k est une cte).

Le calcul de la constante k se fait en utilisant les valeurs de n et de  $T_r$  données :

$$k = \frac{60 \text{ N.m}}{(1000 \text{ tr. min}^{-1})^2} = 6 \cdot 10^{-5} \text{ N.m.tr}^{-2} \cdot \text{min}^2$$

\* La puissance utile, compte tenu de ce qui précède, s'écrit

$$\text{alors : } P_u = 2 \pi \frac{k n^3}{60} \quad (n \text{ en tr. min}^{-1}) \quad \text{A.N. : } P_u = 19,2 \text{ kW}$$

b) Indications à préciser : Tension 220 / 380 V

Fréquence 50 Hz

Facteur de puissance du moteur

Rendement

Puissance utile (notons qu'elle **doit** être légèrement supérieure à 19,2 kW à la vitesse de  $1450 \text{ tr. min}^{-1}$ )

Vitesse de rotation pour la puissance utile indiquée.

c) Calcul de la puissance utile  $P'_u$  du moteur réceptionné :  $P'_u = P_{\text{abs}} \times \eta$

$$\text{car } \eta = \frac{P'_u}{P_{\text{abs}}} \quad \text{avec } P_{\text{abs}} = 22 \text{ kW}.$$

$$\text{A.N. : } P'_u = 19,4 \text{ kW}$$

Le moteur réceptionné convient ; la puissance utile est supérieure à 19,2 kW et ceci à la vitesse de rotation souhaitée par l'utilisateur.