

Énergies

Examen de contrôle continu n°1

Enseignant : E. Laroche

Durée : 1 heure

Documents interdits ; calculatrices autorisées

1 Charge triphasée équilibrée harmonique

Les ponts redresseurs à diodes représentent une source importante de pollution harmonique pour les réseaux. Dans ce problème, on considère un pont triphasé alimenté par des tensions triphasées sinusoïdales équilibrées. Les formes d'ondes sont idéalisées en supposant que le redresseur délivre un courant constant, en négligeant l'empîement et en considérant des commutations de diodes parfaites. Les trois phases sont notées a , b et c et le neutre n'est pas connecté. Pour la phase a , la tension simple et le courant sont donnés sur la figure 1. Sur les autres phases b et c , les formes d'ondes sont identiques mais déphasées respectivement d'un tiers et de deux tiers de période. On note V_m l'amplitude de la tension ($V_m = 320$ V), I_m l'amplitude du courant ($I_m = 1$ A). On note T la période du signal et f sa fréquence ($f = 50$ Hz). On précise que les commutations du courant se font à $T/12$, $5T/12$, $7T/12$, $11T/12$...

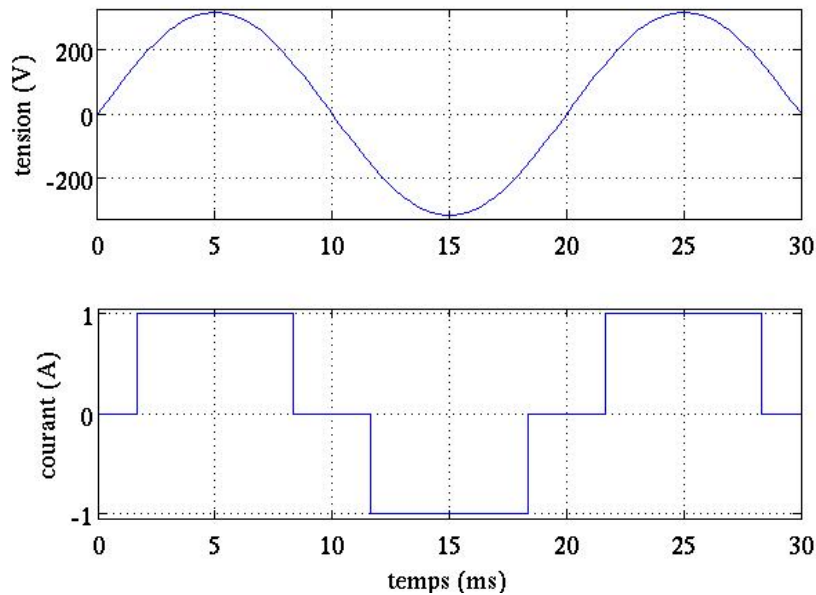


FIGURE 1 – Tension simple et courant relevés sur la phase a en amont de la charge

1. Déterminez la valeur efficace de la tension simple d'une phase.
2. Déterminez la valeur efficace du courant dans une phase.
3. Déterminez la puissance apparente totale de la charge triphasée.
4. Compte tenu des symétries, expliquez quels sont les rangs de la décomposition en série de Fourier du courant qui sont nuls.
5. Déterminez l'expression des valeurs efficaces des rangs non nuls de la décomposition en série de Fourier du courant.
6. Donnez la valeur numérique de la valeur efficace du fondamental du courant.
7. Déterminez l'expression analytique et la valeur numérique du taux d'harmoniques du courant ¹.
8. Déterminez la valeur moyenne de la puissance absorbée par une phase, ainsi que la puissance moyenne totale absorbée par la charge triphasée.
9. Déterminez le facteur de puissance de la charge.
10. Déterminez la puissance réactive absorbée par la charge triphasée.
11. Déterminez la puissance déformante absorbée par la charge triphasée.

Annexe : décomposition en série de Fourier

Un signal $x(t)$ périodique de période T se décompose en série de Fourier sous la forme :

$$x(t) = a_0 + \sum_{k=1}^{\infty} a_k \cos(k\omega t) + b_k \sin(k\omega t) \quad (1)$$

où les coefficients de la série sont déterminés par :

$$a_0 = \frac{1}{T} \int_T x(t) dt \quad (2)$$

$$a_k = \frac{2}{T} \int_T x(t) \cos(k\omega t) dt, \quad k \geq 1 \quad (3)$$

$$b_k = \frac{2}{T} \int_T x(t) \sin(k\omega t) dt, \quad k \geq 1 \quad (4)$$

1. On définit le taux d'harmoniques d'un signal alternatif comme étant le rapport entre la valeur efficace des harmoniques et la valeur efficace du signal complet.