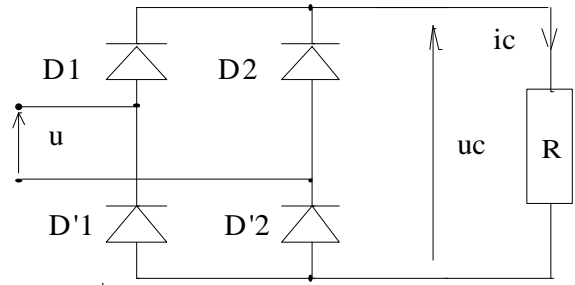


## Série 1 : Convertisseurs statiques

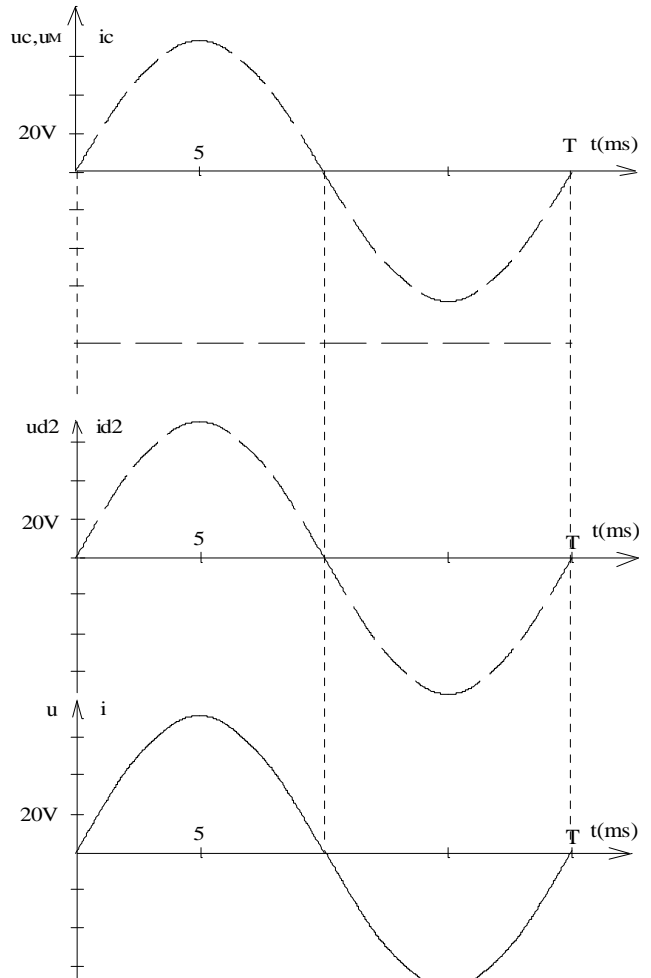
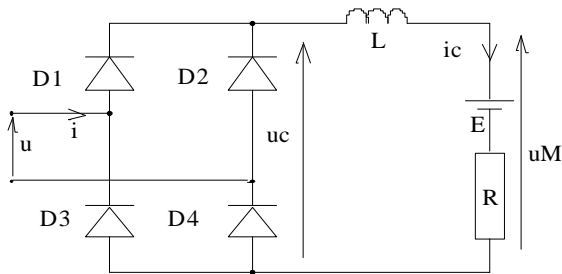
**EX1 :** Montage redresseur en pont.  $U=48V- 50Hz$

- 1) Préciser les conductions des diodes et la relation entre  $u_c$  et  $u$  dans chaque intervalle. Tracer  $u_c(t)$
- 2) Donner les expressions de la valeur moyenne et de la valeur efficace de  $u_c$  en fonction  $U$ . Calculer ces valeurs.
- 3) Quel type d'appareil doit-on utiliser pour mesurer ces 2 valeurs :



**Réponses :** 1) (D1 et D'2)  $u_c = u$  (D2 et D'1)  $u_c = -u$  2)  $u_{c\text{moy}} = 2U\sqrt{2}/\pi$  et  $U_c = U$   $u_{c\text{moy}} = 43,21V$   $U_c = 48V$

**EX2 :** Un montage en pont à diodes est alimenté par un transformateur 220/48V. La charge est constituée d'un moteur de f.e.m  $E$  et de résistance  $R=2\ \Omega$ . Le courant est parfaitement lissé :  $i_c = I_c = i_{c\text{moy}} = 2A$ . La tension représentée sur les différents graphes ci-contre est  $u(t)$ .



Ech: 1A/div 20V/div

- 1) Tracer  $u_c(t)$ ,  $i_c(t)$  et  $u_M(t)$  (aux bornes de la charge)[graphe n°1]. Préciser dans chaque intervalle la conduction des diodes et la relation entre  $u_c(t)$  et  $u(t)$ .
- 2) Calculer  $u_{c\text{moy}}$ ,  $P_c$  (puissance dans la charge) et  $E$ .
- 3) Tracer les graphes de  $i_{d2}(t)$  et  $v_{d2}(t)$  [graphes n°2] (courant dans la diode  $D_2$  et tension à ses bornes)
- 4) Préciser pour chaque intervalle la relation entre  $i$  et  $i_c$ . Tracer le graphe  $i(t)$ . (courant d'alimentation du pont)[graphes 3]. Calculer la valeur efficace de ce courant.

**Réponses :** 1) (D1 et D4)  $u_c = u$  et (D2 et D3)  $u_c = -u$  2)  $u_{c\text{moy}} = 43,21V$   $P_c = 86,42W$   $E = 39,21V$  4)  $I = 2A$

**EX3:** Un pont mixte monophasé soumis à la tension  $v = V\sqrt{2}\cos 100\pi t$  débite dans une résistance  $R = 100\ \Omega$ .

- 1) Lorsque  $v_A > v_B$ , expliquer pourquoi le thyristor  $T_1$  s'amorce lorsqu'il reçoit une impulsion de gâchette.
- 2) On veut obtenir dans  $R$  un courant  $i$  tel que  $i_{\text{moy}} = 3A$  lorsque  $\alpha = 0$  (angle de retard à la conduction des thyristors  $T_1$  et  $T_2$ ). Quelle valeur doit-on donner à  $V$ ?
- 3)  $V$  ayant la valeur précédemment calculée,  $\alpha$  prend maintenant la valeur  $\pi/4$ 
  - a/ Quelle est, durant une période de  $v$ , la durée de conduction de chacun des thyristors?
  - b/ Représenter, en fonction du temps, pour une période de  $v$ , le graphe du courant dans la charge  $R$ .
  - c/ Calculer la valeur moyenne de l'intensité du courant dans  $R$ .

**Réponses :** 2)  $V = 333V$  3) a/  $7,5\ ms$  c/  $i_{\text{moy}} = 2,56A$ .

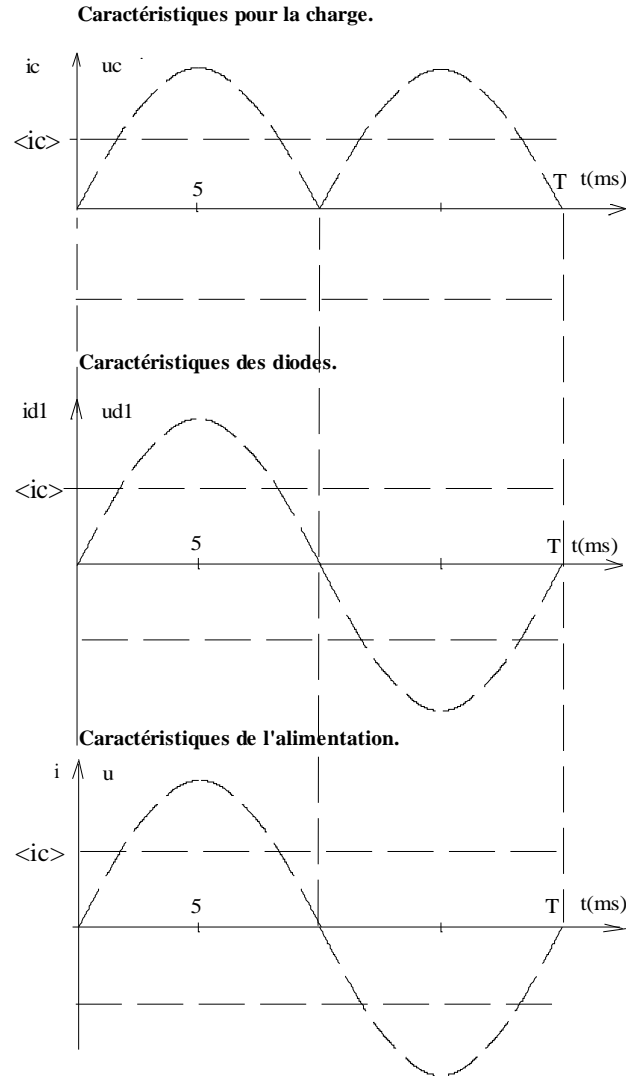
**EX4 :**

Un montage en pont à diodes est alimenté par un transformateur 220/24V. La charge est constituée d'un moteur de fém. E et de résistance  $r = 2 \Omega$ . Le courant est parfaitement lissé :  $i_c = i_{c_{moy}} = 2A$ .

- 1) Donner le schéma du montage. Numéroter les diodes.
- 2) Tracer  $u_c(t)$  (sortie du pont) et  $i_c(t)$  [graphe n°1]. Préciser les intervalles de conduction des diodes.
- 3) Calculer  $u_{c_{moy}}$  et E.
- 4) Tracer les graphes de  $i_{d1}(t)$  et  $u_{d1}(t)$  [graphes n°2] (courant dans la diode et tension à ses bornes)
- 5) Tracer le graphe  $i(t)$ . (courant d'alimentation du pont) [graphes 3]. Calculer la valeur efficace de ce courant.

Ech: 1A/div

Réponses : 3)  $u_{c_{moy}} = 21,6V$  E = 17,6V 5)  $I = 2A$



**EX5:** Un récepteur résistif de résistance  $R = 20 \Omega$  est relié, par l'intermédiaire d'un dispositif redresseur, à un réseau délivrant la tension  $v = 220\sqrt{2} \cos \theta$  (avec  $\theta = 100\pi t$ ).

- 1) Le dispositif redresseur est d'abord un simple thyristor Th.
    - a/ Quel doit être l'angle de retard à la conduction  $\alpha$  pour qu'un ampèremètre magnétoélectrique disposé en série avec R indique 4 A?
    - b/ Quelle est alors l'indication d'un ampèremètre ferromagnétique inséré dans le circuit?
  - 2) On remplace le thyristor précédent par un pont mixte.
    - a/ Analyser le fonctionnement du dispositif.
    - b/ Calculer, en millisecondes, le retard à la conduction des thyristors pour que la valeur moyenne du courant i dans R soit encore égale à 4 A.
    - c/ Calculer la puissance fournie à R.
- Réponses: 1) a/  $\alpha = 52^\circ$  b/  $I = 7,23A$  2) b/  $t_0 = 5,61 ms$  c/  $P = 917,83W$

**EX6 :** Dans toute cette partie, les interrupteurs sont constitués de thyristors supposés idéaux (circuit ouvert à l'état bloqué et court-circuit à l'état passant). Le réseau a pour pulsation  $\omega$ .

On donne figure 1 le schéma d'un gradateur monophasé débitant sur une charge résistive pure. Les thyristors sont amorcés avec un retard angulaire  $\alpha = \omega t_0 = \pi/2$  par rapport aux passages à 0 de la tension  $v(t)$ . On donne  $V = 220 V$  et  $R = 10 \Omega$ .

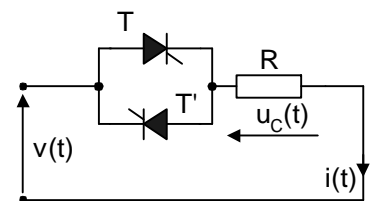


figure 1

- 1) Donner les intervalles de conduction des deux thyristors et le chronogramme de l'intensité  $i(t)$  du courant dans la résistance R.
- 2) Pour la valeur particulière  $\alpha = \pi/2$ , exprimer simplement la puissance active moyenne P fournie par le réseau en fonction de V et R. Application numérique.
- 3) En déduire les valeurs efficaces I de  $i(t)$  et  $U_C$  de  $u_C(t)$ .
- 4) Dans le développement en série de Fourier de  $i(t)$ , on trouve que le fondamental a pour expression :

$$i_1(t) = I_{1\max} \sin(\omega t - \varphi_1) \quad \text{avec } I_{1\max} = 18,4 \text{ A et } \varphi_1 = 32,5^\circ .$$

- a/ Déduire de la connaissance de  $i_1(t)$ , une expression de la puissance  $P$ . A l'aide de cette expression, recalculer  $P$ .  
 b/ Que vaut la puissance réactive fournie par le réseau ?  
 c/ Quelle est la puissance apparente  $S$  de la source ?  
 d/ Calculer le facteur de puissance de l'installation.

Réponses: 2)  $P = 3422,39W$  3)  $I = 18,5A$  et  $U_C = 185V$  4) a/  $P = 2414W$  b/  $Q = 1537,95VAR$  c/  $S = 2862,36VA$   
 d/  $\cos \varphi = 0,84$

**EX7:** On considère l'onduleur de la figure ci-dessous qui alimente une charge inductive équivalente l'association en série d'une résistance  $R = 100$  avec une bobine parfaite d'inductance  $L$ . On donne  $E = 220 \text{ V}$ . Les interrupteurs électroniques sont considérés parfaits.

- On a relevé la tension  $u_c(t)$  aux bornes de la charge et l'intensité  $i_c(t)$  du courant qui la traverse (figure n 3). Déterminer la période puis la fréquence de la tension délivrée par l'onduleur.
- Quelle est la valeur efficace  $U_c$  de la tension  $u_c(t)$  (aucune démonstration n'est exigée) ?
- Des deux éléments  $R$  et  $L$ , quel est celui qui consomme de la puissance active ? La valeur efficace de l'intensité du courant dans la charge est  $I_c = 0,9 \text{ A}$ . Calculer la puissance active consommée par la charge.
- En utilisant les oscillogrammes de  $u_c(t)$  et  $i_c(t)$ , compléter le tableau du document réponse n 3 ..
- Exprimer  $i(t)$  en fonction de  $i_c(t)$  lorsque  $u_c(t) > 0$  et lorsque  $u_c(t) < 0$ .
- Utiliser la question précédente pour tracer  $i(t)$  sur le document réponse n 4

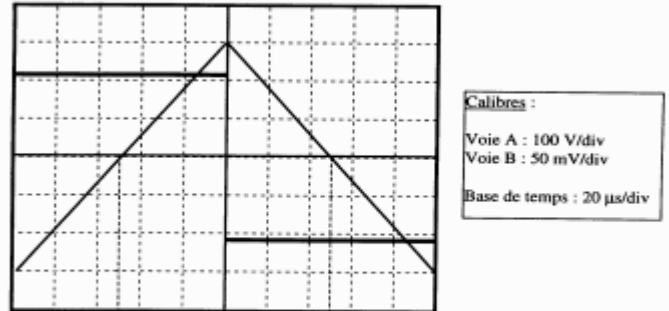
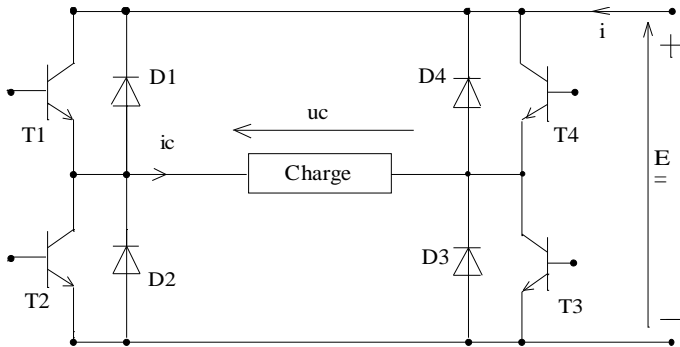
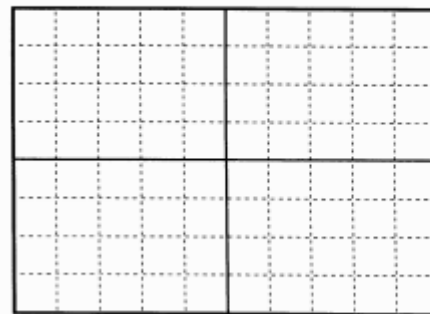


Figure n 3

	Interrupteur(s) commandé(s) ( $K_i$ )
	Elément(s) passant(s) (T1 ou D1)
	Signe de la puissance $p(t)$

Document réponse n 3



Document réponse n 4

Réponses: 1)  $T = 0,2ms$   $f = 5KHz$  2)  $U_c = 220V$  3)  $R$   $P = 198W$  5)  $i = i_c$  si  $u_c > 0$  et  $i = -i_c$  si  $u_c < 0$

**EX8 :** On dispose, dans l'atelier, de trois convertisseurs statiques :

- un hacheur série,
- un onduleur autonome,
- un redresseur non commandé.

L'annexe donne, pour chacun des convertisseurs, le schéma de principe et l'allure de la tension de sortie pour un fonctionnement sur charge inductive.

1) Convertisseur n 1

- Quel est le nom de ce convertisseur ?
- Quelle est la conversion réalisée ?
- Quelle est la fréquence de la tension  $u_1(t)$  ?
- Quelle est la valeur de la tension  $E$  délivrée par chacune des sources de tension ?

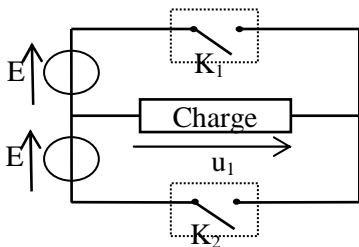
2) Convertisseur n 2

- Quel est le nom de ce convertisseur ?
- Quelle est la conversion réalisée ?

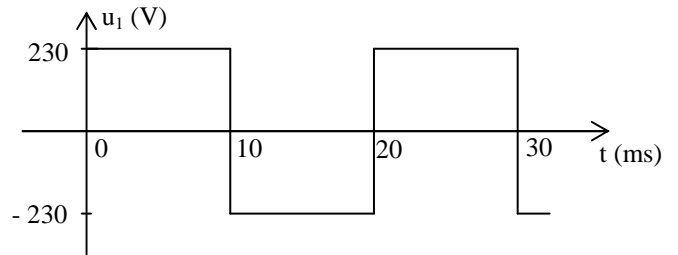
- c/ Quelle est la pulsation de la tension d'entrée  $e(t)$  ?
- d/ Quelle est la valeur efficace de la tension d'entrée  $e(t)$  ?
- 3) Convertisseur n°3
- a/ Quel est le nom de ce convertisseur ?
- b/ Quelle est la conversion réalisée ?
- c/ Quelle est la valeur du rapport cyclique ?
- d/ Quelle est la valeur moyenne de la tension  $u_3(t)$  ?

**Convertisseur n°1:**

*Schéma de principe*

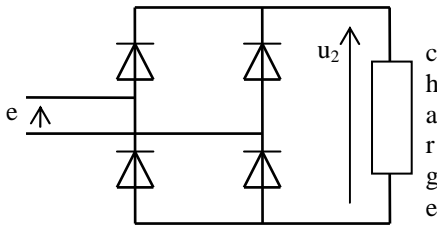


*Allure de la tension de sortie*

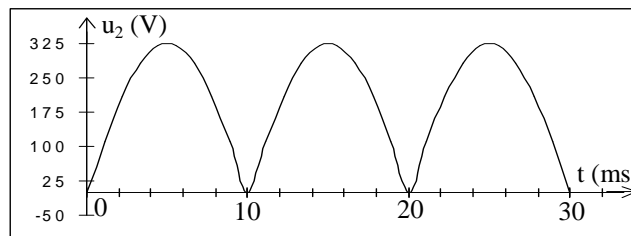


**Convertisseur n°2:**

*Schéma de principe*

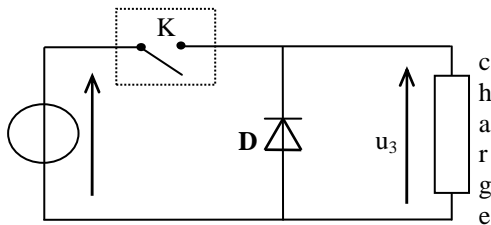


*Allure de la tension de sortie*

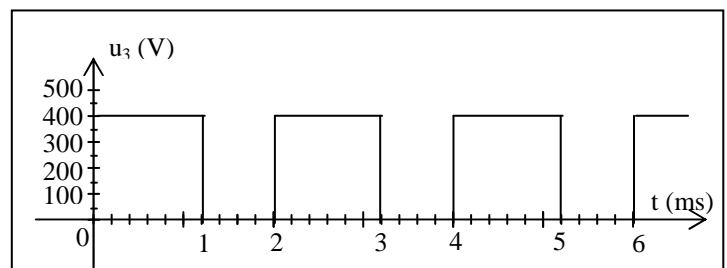


**Convertisseur n°3:**

*Schéma de principe*

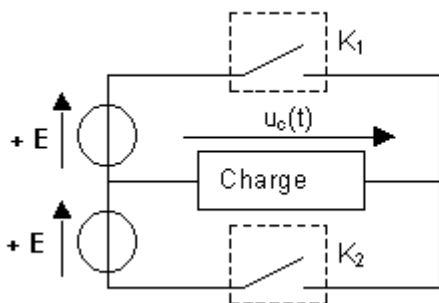


*Allure de la tension de sortie*



**Réponses:** 1) a/ Onduleur b/ continu-alternatif c/  $f = 50 \text{ Hz}$  d/  $E = 230 \text{ V}$  2) a/ Pont redresseur mono b/ alternatif- continu c/  $\omega = 100\pi$  d/  $E = 230 \text{ V}$  3) a/ Hacheur série b/ continu – continu c/  $\alpha = 0,6$  d/  $u_{3 \text{ moy}} = 240 \text{ V}$ .

**EX9:** Afin de faire varier la vitesse du moteur asynchrone, on alimente celui-ci par l'intermédiaire d'un onduleur. Chaque phase du moteur asynchrone, représentée par la charge ci-dessous, est alimentée selon le schéma :



**La commande des interrupteurs est périodique, de période  $T = 20 \text{ ms}$ .  
On donne :  $E = 230 \text{ V}$ .**

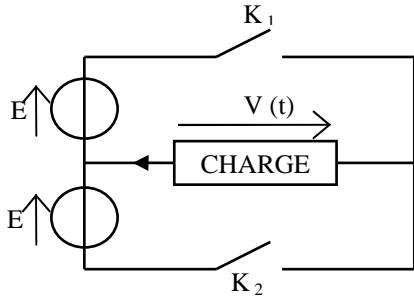
- 1) Citer un composant permettant de réaliser cet interrupteur électronique.
- 2) On commande les interrupteurs de la façon suivante :
  - $0 < t < T/2$  :  $K_1$  fermé et  $K_2$  ouvert.
  - $T/2 < t < T$  :  $K_2$  fermé et  $K_1$  ouvert.

Tracer  $u_c(t)$  en précisant les échelles utilisées.

3) Calculer la valeur efficace  $U_c$  de la tension  $u_c(t)$ .

Réponses: 1) thyristor ou transistor (avec une diode en parallèle inversée) 3)  $U_c = 230V$

EX10 : Le schéma suivant représente le modèle simplifié d'une partie de l'onduleur :



$E = 127 V$ .

$K_1$  et  $K_2$  sont des interrupteurs parfaits.

Entre 0 et  $T/2$  :  $K_1$  fermé et  $K_2$  ouvert

Entre  $T/2$  et  $T$  :  $K_1$  ouvert et  $K_2$  fermé.

La charge est inductive.  $T$  désigne la période de fonctionnement des interrupteurs.

- 1) Quel type de conversion de l'énergie électrique effectue un onduleur ?
- 2) a/ Quelle est la valeur de  $v(t)$  quand  $K_1$  est fermé et que  $K_2$  est ouvert ?  
b/ Quelle est la valeur de  $v(t)$  quand  $K_2$  est fermé et que  $K_1$  est ouvert ?
- 3) Représenter l'évolution de la tension  $v(t)$  sur la figure n°4, si la période de fonctionnement des interrupteurs est de 3,33 ms.
- 4) Quelle est la valeur efficace de  $v(t)$  ?

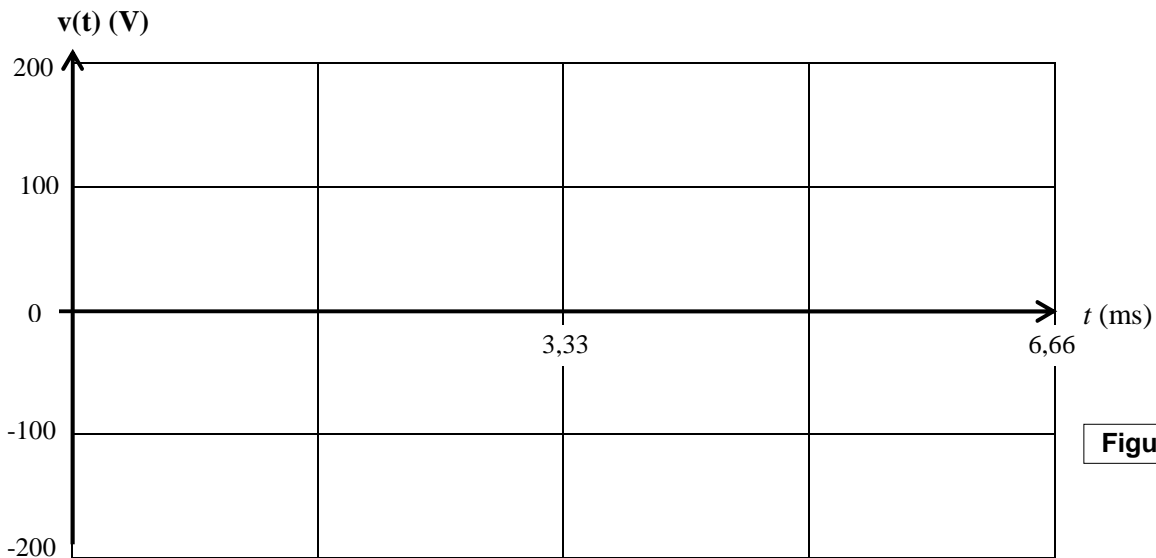


Figure n°4

Réponses: 1) continu-alternatif 2) a/  $v = E$  b/  $v = -E$  4)  $V = 127V$

EX11 : Le schéma de principe en est le suivant (figure 1) :

Les interrupteurs, supposés parfaits, sont commandés périodiquement et à tour de rôle.

On supposera, dans cette partie, la charge purement résistive ( $R = 23 \Omega$ ).

Le chronogramme de la tension  $u(t)$  aux bornes de la charge est le suivant :

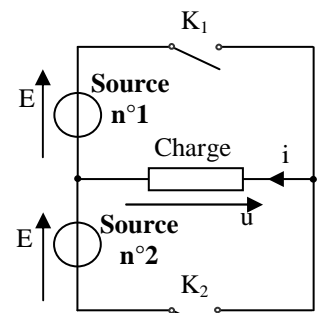


Figure 1

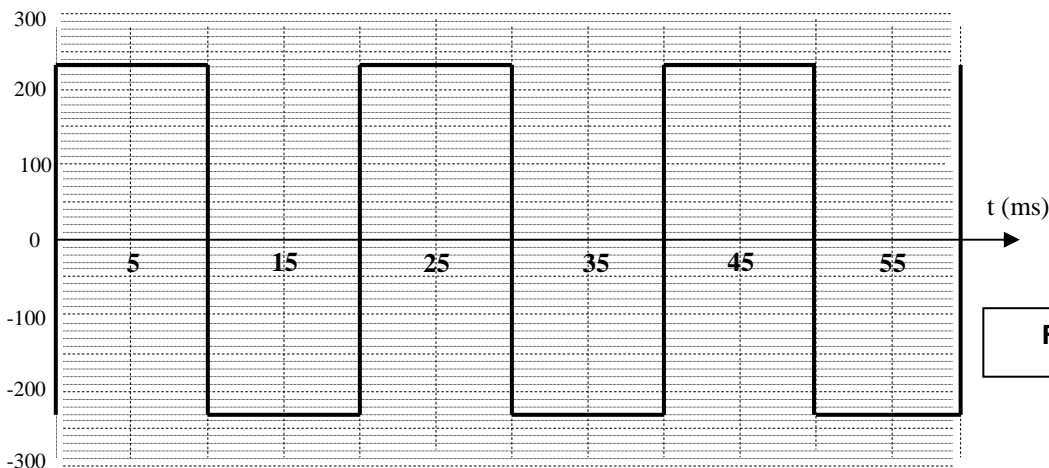
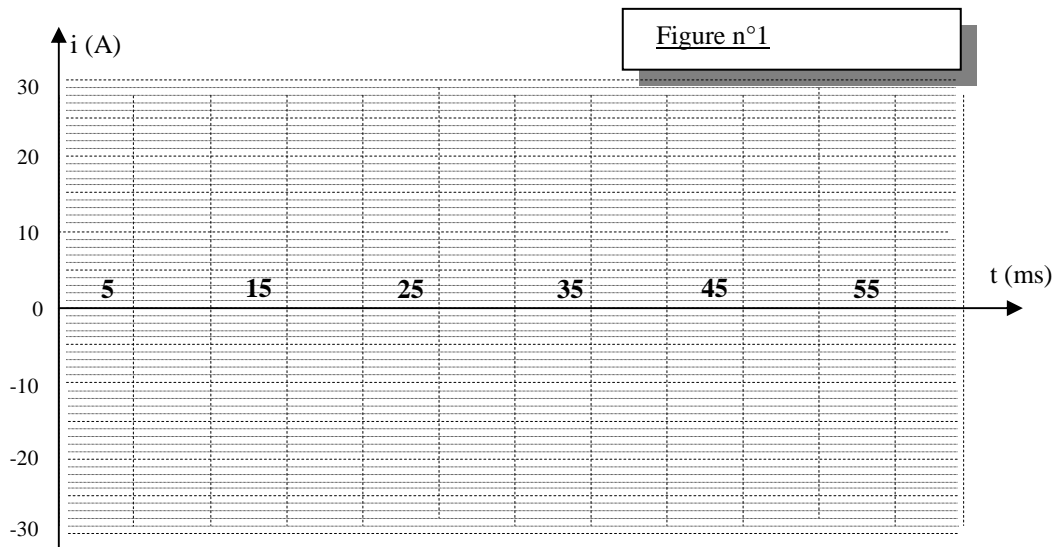


Figure 2

**Déterminer :**

- 1) **a/** la valeur de la tension  $E$  délivrée par chacune des deux sources supposées parfaites,  
**b/** la fréquence de la tension  $u(t)$ ,  
**c/** la valeur moyenne de cette tension  $u(t)$ ,  
**d/** la valeur efficace de la tension  $u(t)$ .
- 2) Citer un appareil permettant de mesurer cette valeur efficace.
- 3) Tracer sur la figure n°1 ci-dessous le graphe du courant  $i(t)$  dans la charge.
- 4) Nous avons vu que l'onduleur autonome pouvait servir d'alimentation de secours en cas de défaillance de réseau. Citer une autre utilisation de l'onduleur autonome.



**Réponses:** 1) **a/**  $E = 230V$  **b/**  $f = 50Hz$  **c/**  $u_{moy} = 0V$  **d/**  $U = 230V$  2) *voltmètre ferromagnétique* 3) *variateur de vitesse pour moteur à c.a*