

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

SCIENCES ET TECHNOLOGIES INDUSTRIELLES

« Génie Électronique »

Session 2001

Épreuve : PHYSIQUE APPLIQUÉE

Durée de l'épreuve : 4 heures - Coefficient : 5

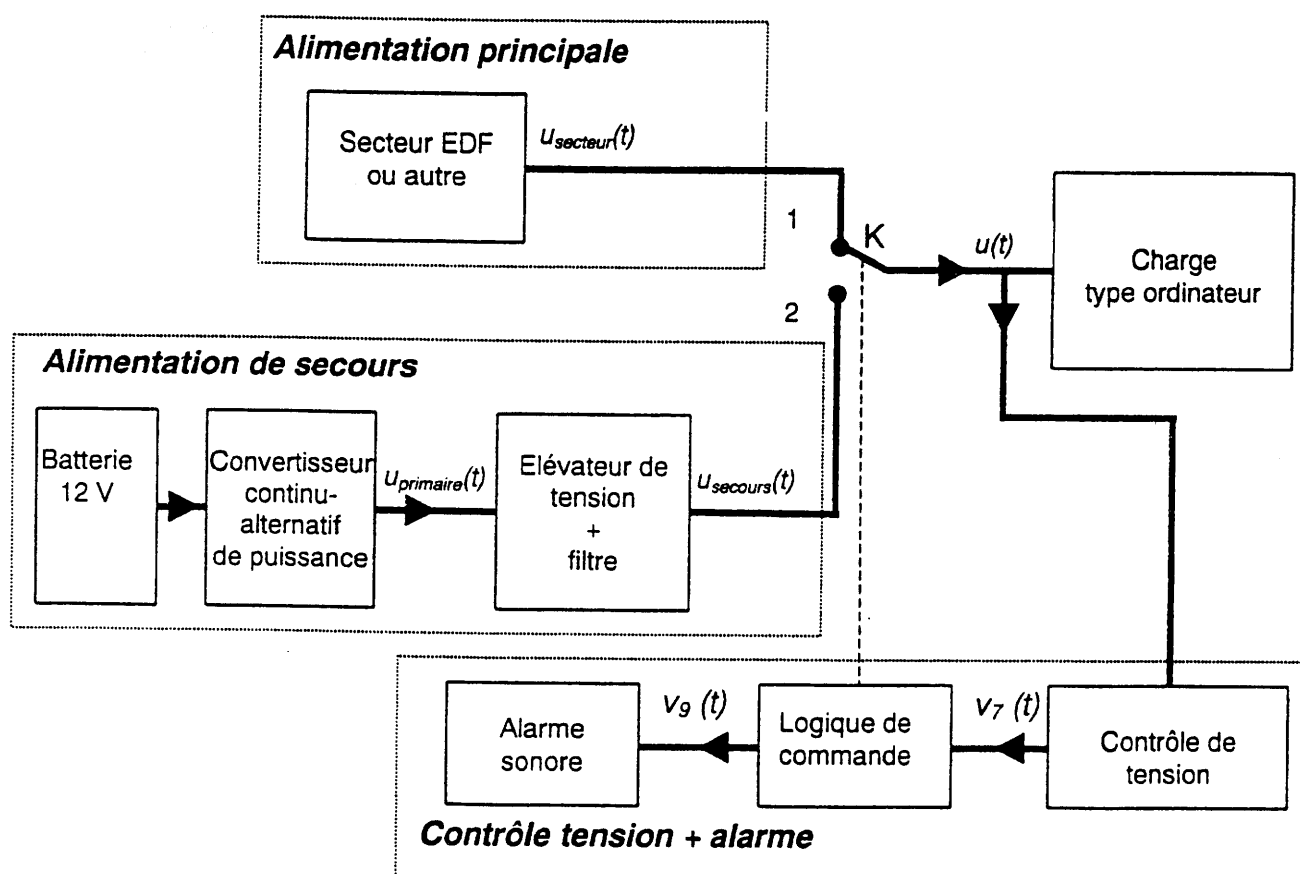
L'usage d'une calculatrice est autorisé.

Il est rappelé aux candidats que la qualité de la rédaction, la clarté et la précision des explications entreront dans l'appréciation des copies. Toute réponse devra être justifiée.

Alimentation de secours

Le système de secours étudié ici permet de pallier un défaut d'alimentation du secteur EDF ou autre. Celui-ci est destiné à alimenter sous **230 V - 50 Hz**, une charge type ordinateur qui réclame une tension d'alimentation ininterrompue. La source d'énergie de secours est une **batterie 12 V**.

Le schéma synoptique du système est donné ci dessous.

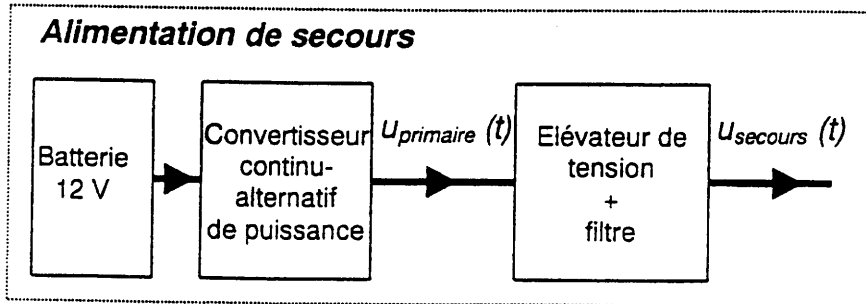


Tous les composants sont considérés parfaits.

Les documents réponses page 9, 10, 11, 12, 13 sont à rendre avec la copie.

PARTIE A: Étude de l'alimentation de secours

Le convertisseur continu-alternatif de puissance est constitué d'un montage astable et d'un étage à interrupteurs électroniques.



A.1 Choix de la batterie (voir données de l'annexe page 13)

- A.1.1 Calculer la quantité d'énergie **W** en **Wh** contenue dans une batterie de capacité **12 V, 60 Ah** dans des conditions normales de fonctionnement.
On rappelle la formule **$W = P \times t$** , **P** étant la puissance donnée par la batterie.
- A.1.2 Dans le cas d'un défaut d'alimentation principale, la batterie débite un courant de **50 A**, l'autonomie du système devant être de deux heures.
- Calculer la puissance débitée par la batterie.
 - Calculer la capacité minimale de la batterie à employer. Effectuer un choix parmi le catalogue proposé **page 13**. Justifier la réponse.

A.2 Astable à inverseurs logiques (voir Figure 1)

Ce montage permet la commande du convertisseur continu alternatif.
Le montage astable utilise des portes inverseuses MOS supposées idéales : les courants d'entrée sont nuls.
La tension d'alimentation V_{dd} est de **5,0 V**.

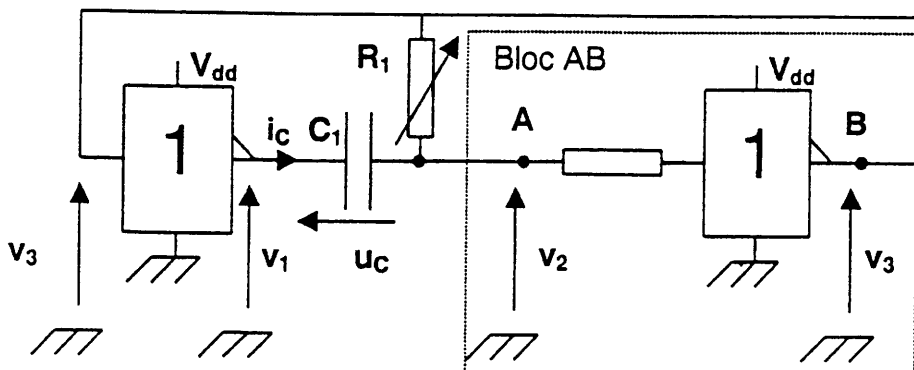


Figure 1

La caractéristique de transfert de ces portes est donnée **Figure 2**.

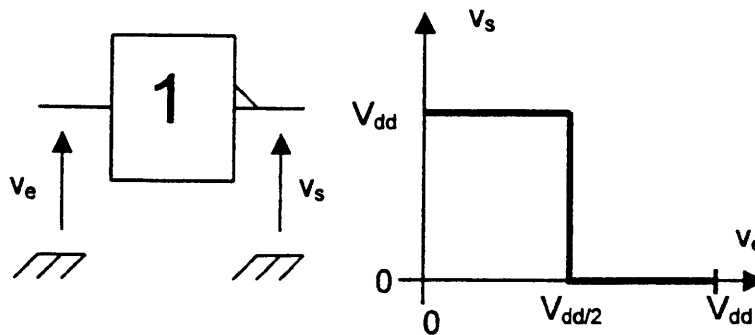


Figure 2

La caractéristique de transfert du bloc AB est donnée **Figure 3**.

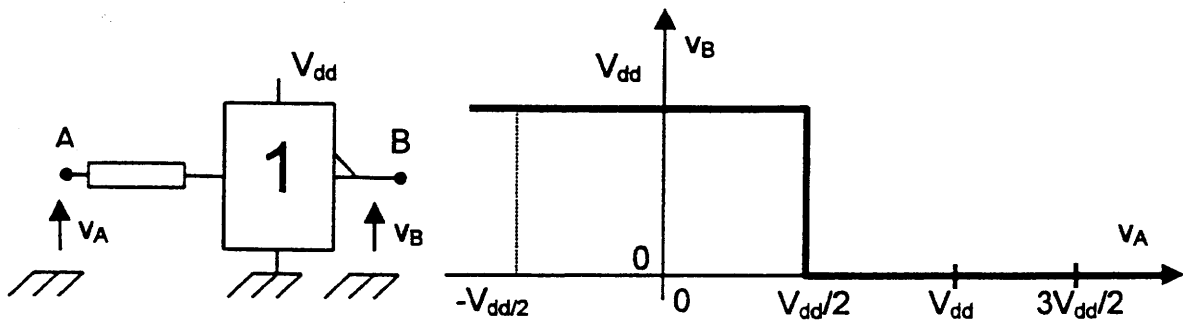


Figure 3

- A.2.1 D'après le chronogramme de la tension v_2 donnée sur le **Document réponse 1 page 9**, représenter les chronogrammes des tensions v_3 et v_1 .
- A.2.2 Quelle relation lie les tensions v_1, v_2 et u_C .
En déduire le chronogramme de la tension u_C sur le **Document réponse 1 page 9**.
- A.2.3 Pour $0 < t < T/2$:
- Dessiner le circuit de charge du condensateur.
 - Rappeler la relation différentielle liant l'intensité i_C du courant, la tension u_C et la capacité C_1 du condensateur.
 - Écrire la loi des mailles pour le circuit de charge, en déduire la relation entre V_{dd} , u_C , et i_C .
En déduire l'équation différentielle régissant la tension u_C .
 - La solution de l'équation différentielle précédente permet d'écrire :

$$\frac{T}{2} = R_1 C_1 \times \ln 3$$

T étant la période de l'astable.

On donne $C_1 = 1,0 \mu\text{F}$.
Calculer la valeur de R_1 pour avoir une fréquence de **50 Hz**.

A.3 Commande des interrupteurs électroniques (voir Figure 4)

Ces interrupteurs font partie de l'étage de puissance du convertisseur DC/AC
 Ils sont considérés parfaits et commandés par des courants d'intensité i_k tels que :
 $i_k > 0$, l'interrupteur est fermé ; $i_k = 0$, l'interrupteur est ouvert.
 On donne les quatre courants de base i_{k1} et i_{k3} puis i_{k2} et i_{k4} sur le **Document réponse 2 page 10**.

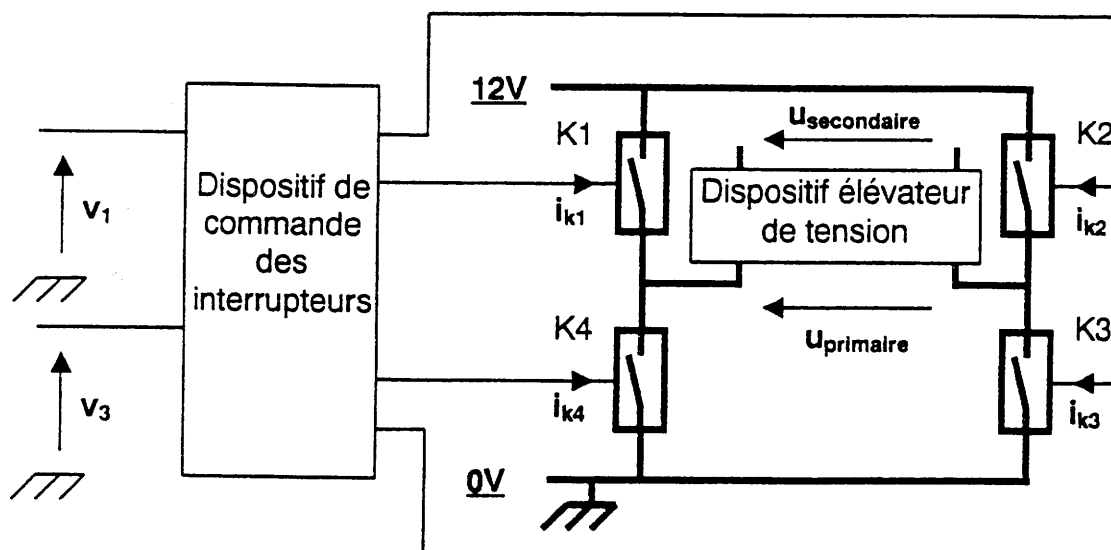


Figure 4

- A.3.1 Sur le **Document réponse 2 page 10**, donner l'état des interrupteurs (ouvert O ou fermé F).
- A.3.2 De $0 < t < T/2$, compléter le **Document réponse 3 page 11** en plaçant les interrupteurs dans leur position **ouverte** ou **fermée**.
 En déduire la valeur de $u_{primaire}$.
- A.3.3 De $T/2 < t < T$, compléter le **Document réponse 3 page 11** en plaçant les interrupteurs dans leur position **ouverte** ou **fermée**.
 En déduire la valeur de $u_{primaire}$.
- A.3.4 Tracer le chronogramme de la tension $u_{primaire}$ sur le **Document réponse 2 page 10**.
- A.3.5 Le quadripôle élévateur est un transformateur. Aucune connaissance sur son fonctionnement n'est exigée.
 On peut écrire $u_{secondaire}(t) = m \cdot u_{primaire}(t)$.
 En déduire le chronogramme de $u_{secondaire}(t)$ quand $m = 21,3$, à tracer sur le **Document réponse 2 page 10**.
- A.3.6 L'équation horaire de $u_{secondaire}(t)$ limitée à 5 termes est donnée par :

$$u_{secondaire}(t) \approx 325 \cdot \sin(100 \cdot \pi \cdot t) + 108 \cdot \sin(300 \cdot \pi \cdot t) + 65 \cdot \sin(500 \cdot \pi \cdot t) + 46,4 \cdot \sin(700 \cdot \pi \cdot t) + 36,1 \cdot \sin(900 \cdot \pi \cdot t)$$

Le spectre de $u_{\text{secondaire}}$ est donné sur le **Document réponse 4 page 11**.
Indiquer les grandeurs sur les axes et les valeurs des graduations.

A.4 Filtrage de la tension $u_{\text{secondaire}}(t)$ (voir Figure 5)

La tension $u_{\text{secondaire}}(t)$ de sortie du transformateur est appliquée à l'entrée d'un filtre.



Figure 5

On souhaite obtenir une tension $u_{\text{secours}}(t)$ sinusoïdale, d'amplitude **325 V** et de fréquence **50 Hz**.

- A.4.1 Que doit valoir le facteur d'amplification A_0 du filtre à **50 Hz** ?
- A.4.2 Que doit valoir le facteur d'amplification $A_{>150}$ du filtre pour des fréquences supérieures ou égales à **150 Hz** ?
- A.4.3 Quel type de filtre choisir, passe-bande, passe-bas, passe-haut ?
Quelle(s) fréquence(s) particulière(s) caractérise(nt) ce filtre ?
- A.4.4 Représenter le spectre d'amplitude de $u_{\text{secours}}(t)$ sur la copie.

Partie B: Contrôle tension : montage voltmètre (voir Figure 6)

- Les amplificateurs opérationnels sont alimentés sous les tensions $+V_{cc}$ et $-V_{cc}$.
On donne $V_{cc} = 15 \text{ V}$ et les tensions de saturation sont $+V_{cc}$ et $-V_{cc}$.
 - Les circuits intégrés ont une impédance d'entrée infinie et une impédance de sortie nulle.
- La tension $u(t)$ est sinusoïdale et de valeur efficace **230 V**.

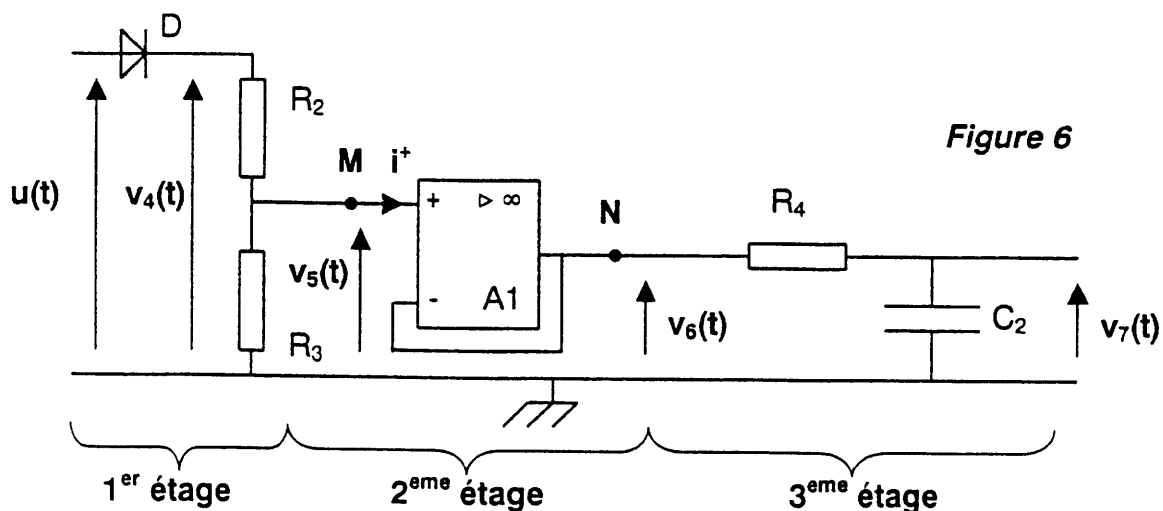


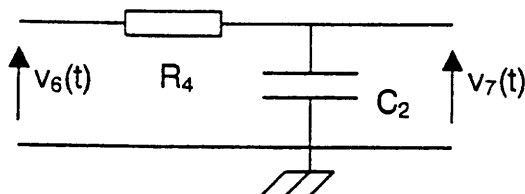
Figure 6

B.1 Étude du 1^{er} étage.

- B.1.1 La diode D est supposée idéale (tension nulle à ses bornes quand elle est passante).
Représenter $v_4(t)$ sur le **Document réponse 5 page 12**.
Indiquer la valeur de son amplitude.
- B.1.2 Que vaut l'intensité du courant i^+ ? Justifier la réponse.
- B.1.3 Exprimer $v_5(t)$ en fonction de $v_4(t)$, R_2 et R_3 .
- B.1.4 Justifier pourquoi la relation n'est plus valable si on remplace le 2^{ème} étage par un fil reliant les points M et N.
- B.1.5 On souhaite obtenir $v_5(t) = k.v_4(t)$ avec $k = 2,22.10^{-2}$. On donne $R_2 = 100 \text{ k}\Omega$.
Calculer alors la valeur de R_3 .
- B.1.6 Représenter la tension $v_5(t)$ sur le **Document réponse 5 page 12**, indiquer la valeur de son amplitude.

B.2 Étude du 2^{ème} étage

- B.2.1 Donner la relation entre $v_5(t)$ et $v_6(t)$, justifier la réponse.
- B.2.2 Représenter $v_6(t)$ **Document réponse 5 page 12**.

B.3 Étude du 3^{ème} étage en régime sinusoïdal

- B.3.1 Le 3^{ème} étage est étudié à vide.
Définir le comportement du condensateur quand la fréquence f tend vers zéro.
En déduire dans ce cas, l'expression de $v_7(t)$.
- B.3.2 Définir le comportement du condensateur quand la fréquence f tend vers l'infini.
En déduire dans ce cas, l'expression de $v_7(t)$.
- B.3.3 Dédire des questions B.3.1 et B.3.2 la nature du filtre.

- B.3.4 Établir la fonction de transfert : $\underline{T} = \frac{V_7}{V_6}$
- Mettre $\underline{T}$ sous forme : $\underline{T} = \frac{1}{1 + jR_4 C_2 \omega}$

B.3.5 Soit T , le module de la fonction de transfert.
Déterminer l'expression littérale de T .

B.3.6 Calculer la valeur de T en régime continu. En déduire la valeur du gain G_0 .

B.3.7 On donne $R_4 = 16 \text{ k}\Omega$ et $C_2 = 10 \text{ }\mu\text{F}$.

Pour $f = 1,0 \text{ Hz}$, calculer la valeur de T , puis la valeur du gain G_1 .

A quoi correspond approximativement la fréquence de $1,0 \text{ Hz}$ pour cet étage ?

B.4 Étude du 3^{ème} étage en régime non sinusoïdal

Le spectre de $v_6(t)$ fait apparaître :

- une composante continue $\langle v_6 \rangle$ de valeur $\frac{\hat{V}_6}{\pi} = \frac{k \cdot \hat{U}}{\pi}$; $\hat{U}$ est la valeur maximale de $u(t)$;
- un fondamental de fréquence 50 Hz ;
- des harmoniques de fréquence multiple de 50 Hz .

B.4.1 Quelle est l'allure du signal $v_7(t)$? Justifier la réponse.

B.4.2 Donner l'expression littérale de $v_7(t)$ en fonction de $\hat{V}_6$.

B.4.3 En déduire l'expression de $v_7(t)$ en fonction de k et U , U est la valeur efficace de $u(t)$.

Application numérique : montrer que $v_7(t) = V_7 = \frac{U}{100}$.

B.4.4 Représenter $v_7(t)$ dans les conditions du *Document réponse 5 page 12*.

Partie C: Logique de commande : Contrôle tension

C.1 Variation de la tension secteur

On rappelle la relation : $v_7 = \frac{U}{100}$

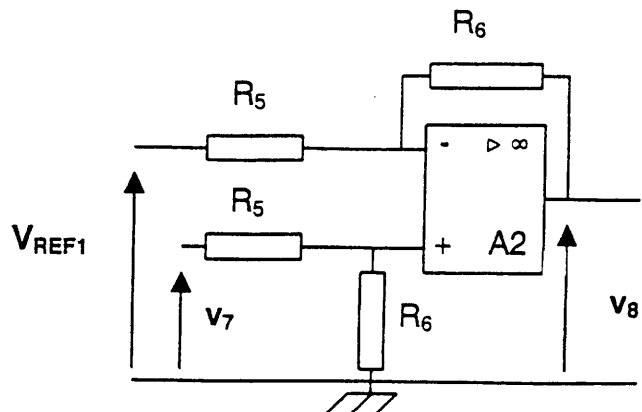
D'après la norme européenne, la tension aux bornes d'une prise secteur doit avoir une valeur efficace comprise entre $230 \text{ V} - 6\%$ et $230 \text{ V} + 10\%$.

C.1.1 Calculer les valeurs extrêmes entre lesquelles, la valeur efficace de la tension secteur doit être comprise.

C.1.2 Montrer que v_7 peut varier entre $2,16 \text{ V}$ et $2,53 \text{ V}$.

C.2 Étude du soustracteur (voir Figure 7)

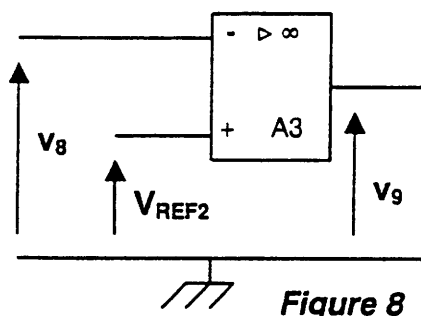
Figure 7



- C.2.1 Quel est le régime de fonctionnement de l'amplificateur opérationnel ? Justifier la réponse.
- C.2.2 Exprimer le potentiel de l'entrée non inverseuse en fonction de v_7 , R_5 et R_6 .
- C.2.3 Exprimer le potentiel de l'entrée inverseuse en fonction de V_{REF1} , v_8 , R_5 et R_6 .
- C.2.4 Montrer alors que : $v_8 = \frac{R_6}{R_5} (v_7 - V_{REF1})$.
- C.2.5 Calculer alors les valeurs numériques extrêmes de v_8 .
On donne $V_{REF1} = 2,30 \text{ V}$, $R_5 = 22 \text{ k}\Omega$ et $R_6 = 110 \text{ k}\Omega$.

C.3 Détecteur de sous tension (voir Figure 8)

La détection du seuil de surtension n'est pas étudiée.



- C.3.1 Quelle est la fonction de ce montage ?
- C.3.2 La charge est alimentée par une tension de valeur efficace suffisante $v_8 > V_{REF2}$. En déduire la valeur de v_9 .
- C.3.3 La charge est alimentée par une tension de valeur efficace insuffisante $v_8 < V_{REF2}$. Que devient la valeur de v_9 ?

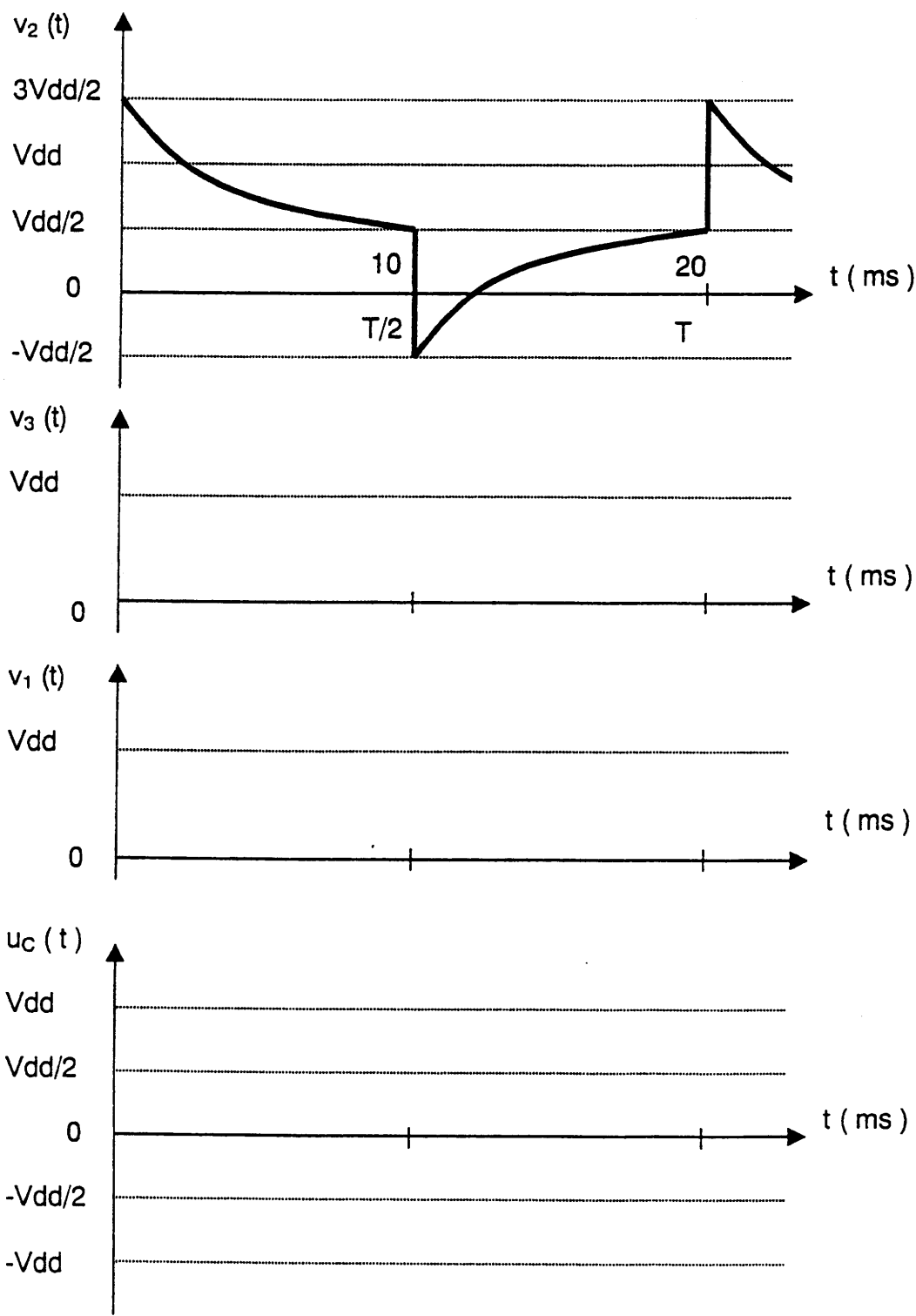
Partie D: Synthèse de fonctionnement.

En cas d'utilisation prolongée de l'alimentation de secours, la batterie va se décharger et la valeur efficace de la tension d'alimentation de la charge ne sera plus comprise dans les limites de la norme européenne.

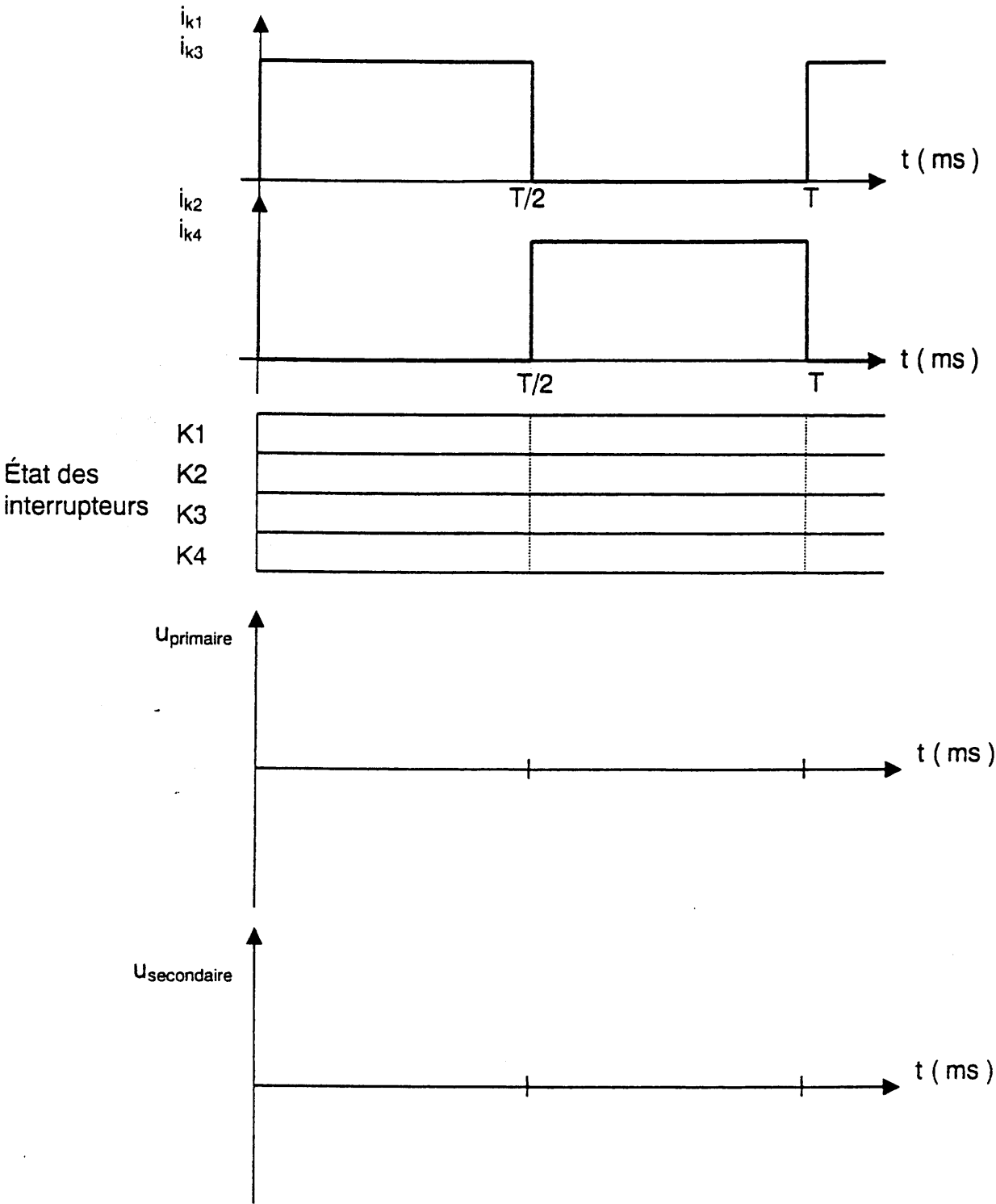
La logique de commande qui pilote l'interrupteur **K** en **position 1** ou **2** va donc enclencher une alarme sonore lorsque la tension v_9 est à l'état haut.

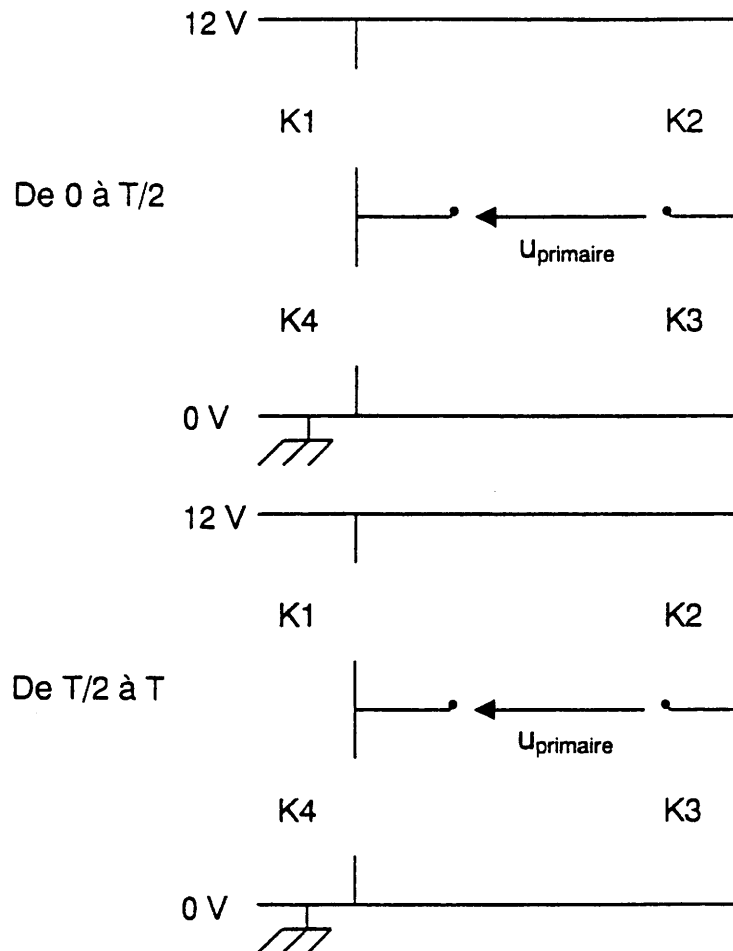
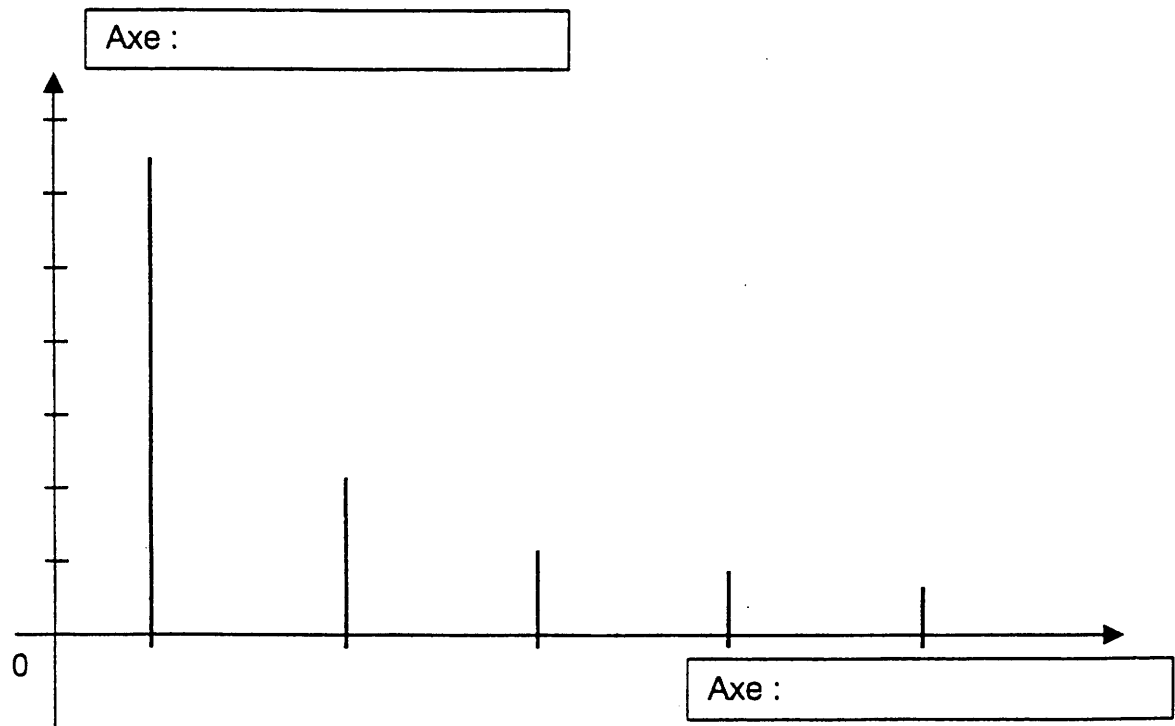
Compléter le tableau du **Document réponse 6 page 13** en fonction des différents cas de fonctionnement rencontrés.

Document réponse 1

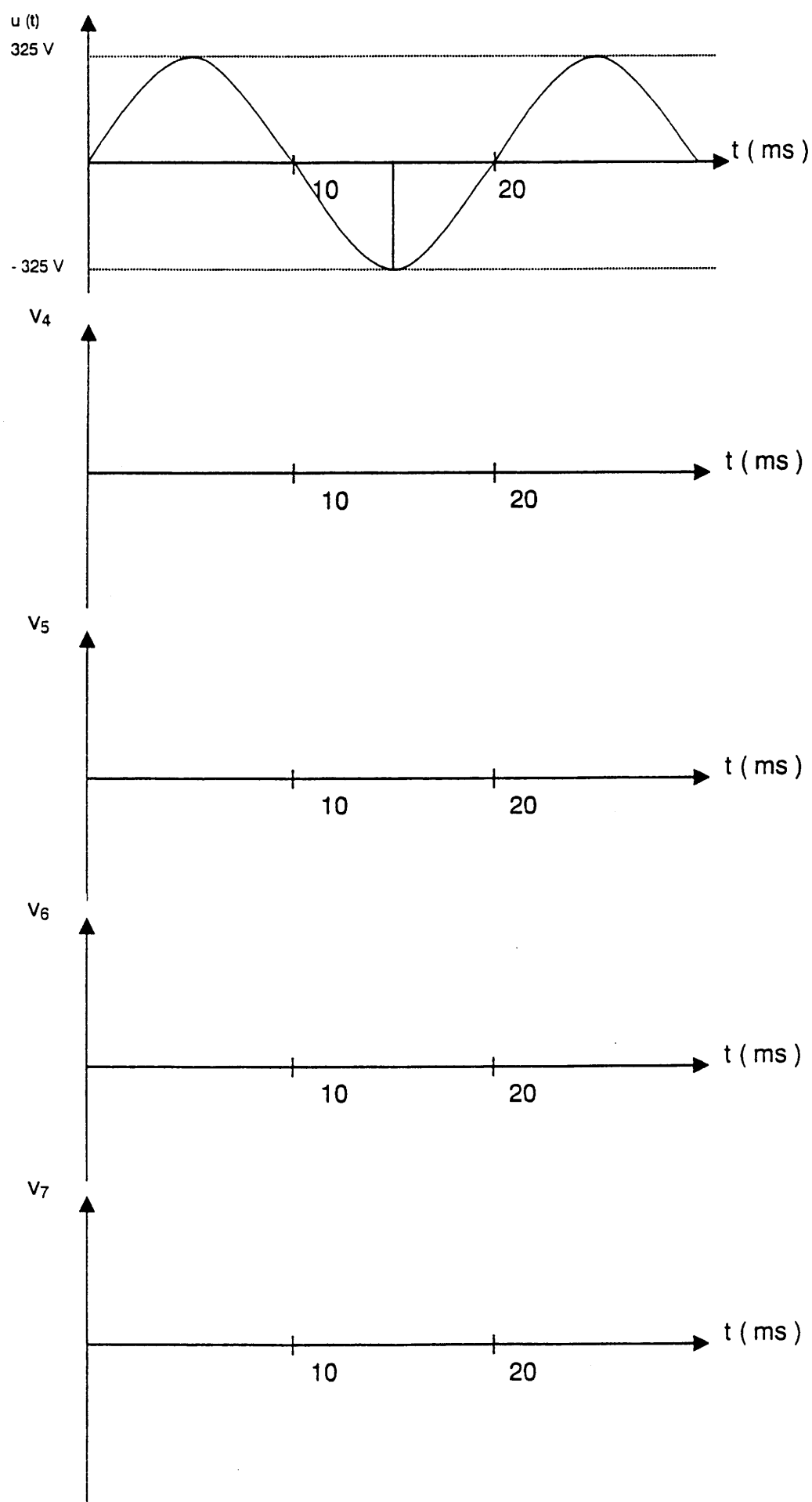


Document réponse 2



Document réponse 3**Document réponse 4**Spectre de $U_{secondaire}$ 

Document réponse 5



Document réponse 6

	Présence secteur	Coupure secteur	Coupure prolongée du secteur et batterie en partie déchargée
Etat de K : (Position 1 ou 2)			
Valeur de v_g			
Alarme sonore (active ou inactive)			

ANNEXE

Capacité d'une batterie : La quantité d'électricité contenue dans une batterie est définie par sa capacité donnée en **Ah** (Ampère×Heure), exemple : une batterie de **12 V 20 Ah** peut délivrer un courant d'intensité **1 A** pendant **20 heures** ou **2 A** pendant **10 heures** sous une tension de **12 V**. Au delà de cette quantité d'électricité, la tension de **12 V** n'est plus garantie.

Catalogue de batterie :

Référence	Tension	Capacité nominale en Ah	Poids Env. (g)
A212 1,1S	12 V	1,1	555
A212 1,8S	12 V	1,8	835
A212 2,5S	12 V	2,5	1110
A212 3,0S	12 V	3,0	1200
A212 5,7S	12 V	5,7	2185
A212 9,5S	12 V	9,5	3365
A212 24G5	12 V	24,0	8600
A212 36G6	12 V	36,0	12300
A212 80A	12 V	80,0	30000
A212 120A	12 V	120,0	51500