

BREVET de TECHNICIEN SUPÉRIEUR

**CONTRÔLE INDUSTRIEL et
RÉGULATION AUTOMATIQUE**

SCIENCES PHYSIQUES

U-32 Physique-appliquée

Durée : 2 heures

Coefficient : 2,5

=====

Avant de composer, assurez-vous que l'exemplaire qui vous a été remis est bien complet. Ce sujet comporte 12 pages numérotées de 1/12 à 12/12.

ATTENTION :

LES DOCUMENTS RÉPONSES N° 1 (pages 7/12, 8/12)
N° 1 bis (pages 9/12, 10/12)
N° 2 (pages 11/12, 12/12)

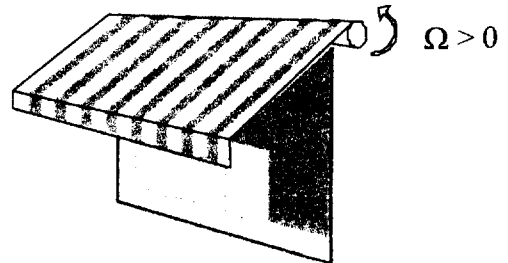
sont fournis en double exemplaire, un exemplaire étant à remettre avec la copie ; l'autre servant de brouillon éventuel.

=====

Aucun document autorisé.
Calculatrice réglementaire autorisée.
Tout autre matériel est interdit.

Étude du fonctionnement d'un store automatique

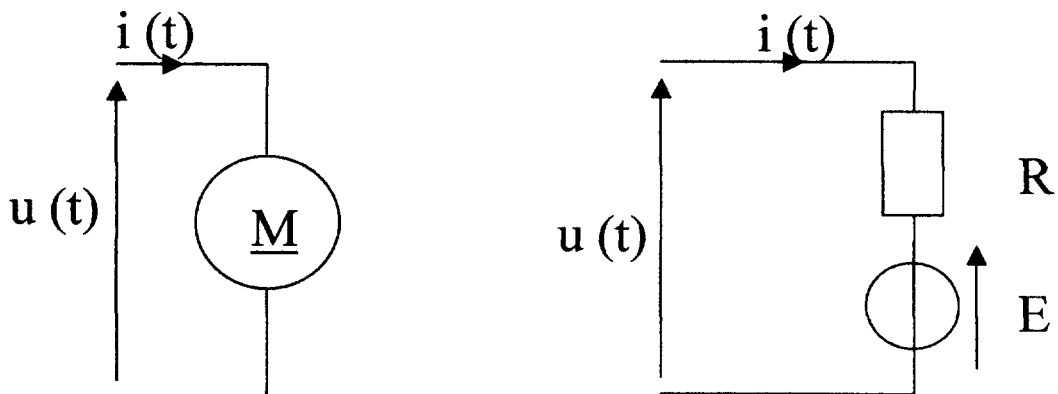
L'objectif de ce sujet est d'étudier un store mobile capable de rentrer ou de se déployer en fonction de l'éclairage extérieur et de la vitesse du vent.



1. Étude du moteur

Le moteur servant à déployer ou rentrer le store est un moteur tubulaire équivalent à une machine à courant continu (MCC) à aimant permanent alimenté par un hacheur réversible. Le modèle électrique équivalent de l'induit de la MCC est donné ci-dessous.

Modèle électrique équivalent de l'induit de la MCC



Les caractéristiques du dispositif sont les suivantes :

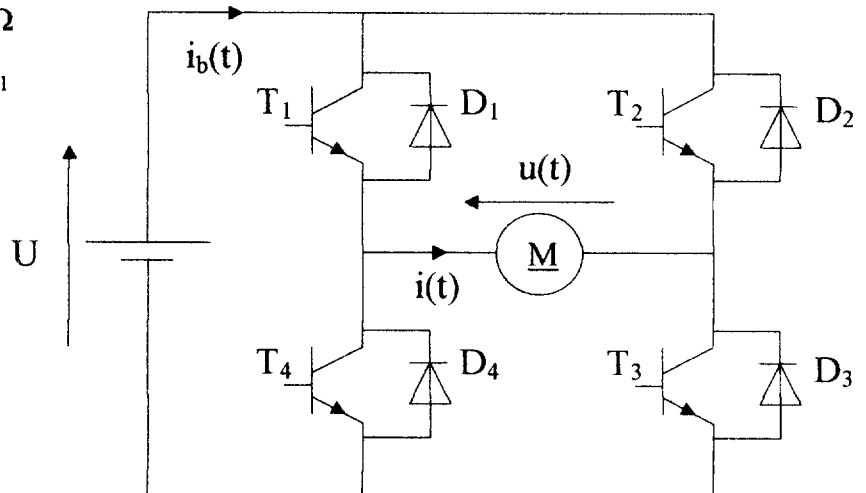
MCC : résistance de l'induit : $R = 0,1 \Omega$

vitesse de rotation : Ω en rad.s^{-1}

fem du moteur E

$E = K \phi \Omega$ avec $K \phi = 2 \text{ V.rad}^{-1} \cdot \text{s}$

Batterie de f.é.m : $U = 12 \text{ V}$



CAE3PA

A. Stratégie de commande n° 1

Les chronogrammes de la tension $u(t)$ et du courant $i(t)$ sont représentés sur le document réponse n° 1.

- 1.1. Indiquer sur le **document réponse n° 1** les composants commandés à la fermeture.
- 1.2. Indiquer sur le **document réponse n° 1** les composants passants.
À partir du signe de la puissance $p = u i$, préciser sur le **document réponse n° 1** le sens de transfert de l'énergie de la charge vers la batterie ou de la batterie vers la charge.
- 1.3. Représenter sur le **chronogramme n° 3** du **document réponse n° 1** l'évolution du courant $i_b(t)$ fourni par la batterie.
- 1.4. Calculer la valeur moyenne notée $\langle u \rangle$ de la tension $u(t)$.
- 1.5. En déduire la vitesse de rotation Ω en rad.s^{-1} de la machine et en déduire si cette commande correspond à une rentrée ou une sortie du store. (La convention choisie est : si $\Omega > 0$, le store se déploie)
- 1.6. Calculer le moment du couple électromagnétique T du moteur et en déduire la puissance mécanique fournie par le moteur si on néglige toutes les pertes autres que celles par effet Joule.

B. Stratégie de commande n° 2

*Les intervalles de commande des transistors et le chronogramme du courant $i(t)$ sont représentés sur le **document réponse n° 1 bis**.*

- 1.7. Indiquer sur le **document réponse n° 1 bis** les composants passants. En déduire le chronogramme de la tension $u(t)$.
À partir du signe de la puissance $p = u i$, préciser sur le **document réponse n° 1 bis** le sens de transfert de l'énergie de la charge vers la batterie ou de la batterie vers la charge.
- 1.8. Calculer la valeur moyenne de la tension $u(t)$ et en déduire la vitesse de rotation Ω en rad.s^{-1} .
- 1.9. Préciser si cette commande correspond à une rentrée ou une sortie du store.

2. Commande du store en fonction de l'éclairement

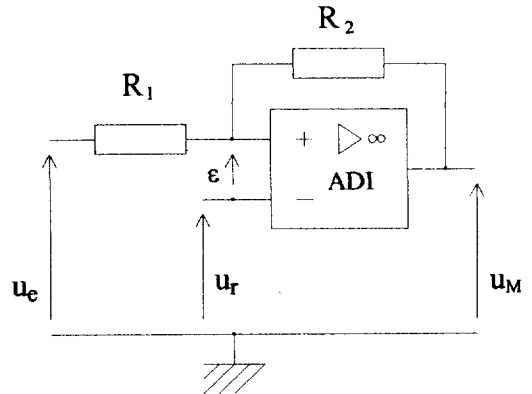
Le store se déploie ou se rétracte en fonction de l'éclairement extérieur. Le dispositif de commande ci-dessous permet de commander la mise en marche du moteur du store.

L'amplificateur différentiel intégré (ADI) est alimenté en 0 et +12 V. Ces tensions seront prises comme tensions de saturation.

$R_1 = 10\text{ k}\Omega$ $R_2 = 120\text{ k}\Omega$ $u_r = 5,5\text{ V}$.

La tension u_e est comprise entre 1 V et 8 V.

L'éclairement maximum correspond à $u_e = 8\text{ V}$.



2.1. Donner le régime de fonctionnement de l'ADI en justifiant votre réponse.

2.2. Montrer que la tension différentielle ϵ s'écrit :
$$\epsilon = \frac{u_e \cdot R_2 + u_M \cdot R_1}{R_1 + R_2} - u_r$$

2.3. Retrouver la valeur des seuils haut et bas du comparateur : $u_B = 5\text{ V}$ et $u_H = 6\text{ V}$.

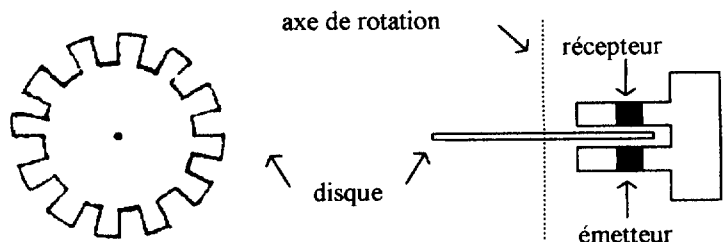
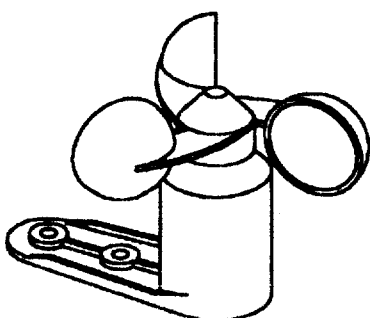
2.4. Représenter la caractéristique de transfert du montage u_M en fonction de u_e en précisant le sens de parcours sur le **document réponse n° 2**.

Au cours d'une journée plus ou moins ensoleillée (c'est à dire avec quelques passages nuageux), la tension u_e a été relevée à différentes heures de la journée et représentée sur le **document réponse n° 2**.

2.5. Représenter la tension u_M sur le **document réponse n° 2**. En déduire sur le **document réponse n° 2** l'état du store au cours de la journée sachant que lorsque $u_M = 12\text{ V}$ le store se déploie, lorsque $u_M = 0$ le store se rétracte. (On notera OFF lorsque le store rentre, ON lorsque le store sort)

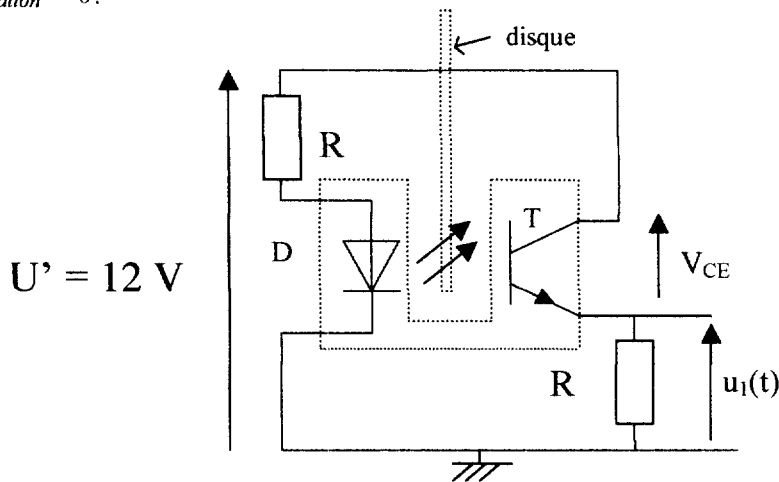
3. Commande du store en fonction de la vitesse du vent

Un anémomètre est un dispositif permettant de mesurer la vitesse du vent. Il est composé d'une étoile à 3 branches à godets et d'un photo - détecteur à occultation.



CAE3PA

L'axe de rotation de l'étoile est solidaire d'un disque à 12 encoches placé entre un émetteur à infrarouge à DEL et un récepteur. Le phototransistor fonctionne en régime de commutation et on prendra $V_{CE \text{ saturation}} = 0$.



A. Génération du signal

- 3.1. Quelles sont les deux valeurs possibles de la tension u_1 ? Justifier votre réponse en précisant l'état du transistor dans chacun des cas.
- 3.2. Quelle est la valeur de u_1 lorsque le faisceau infrarouge est occulté ?

La vitesse de rotation n du disque en fonction de la vitesse du vent v est représentée en annexe.

- 3.3. L'équation qui relie v à n est $n = kv$. Calculer k et préciser son unité.

La tension $v_1(t)$ est représentée en fonction du temps sur 2 périodes en annexe.

- 3.4. Donner la valeur de la période T du signal $u_1(t)$. Donner la relation entre la vitesse de rotation n et la période T .
- 3.5. Montrer que la vitesse du vent peut s'écrire sous la forme $v = \frac{1}{12.k.T}$.
- 3.6. En déduire la vitesse du vent.

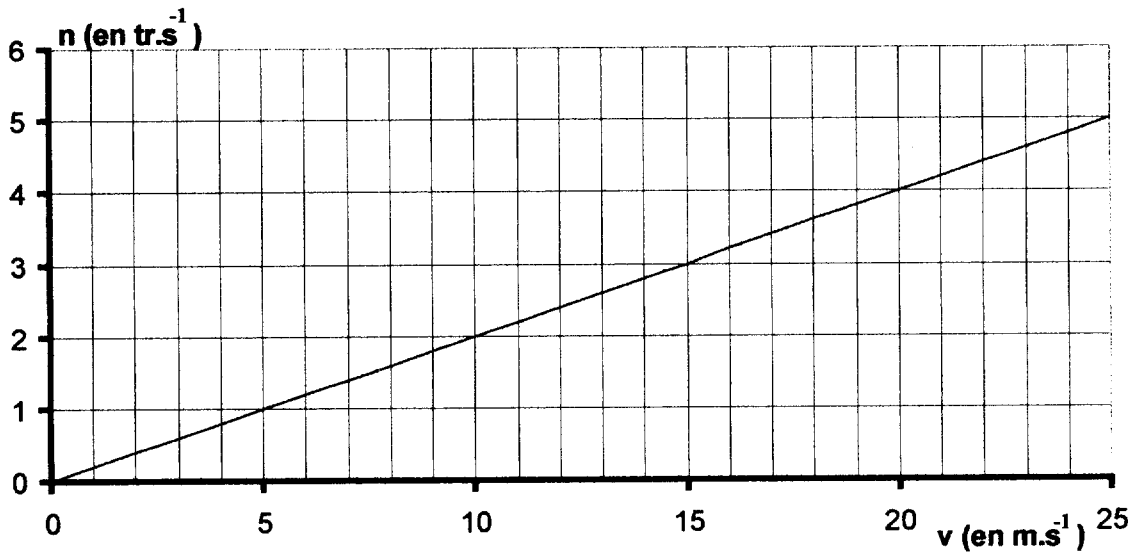
B. Conversion fréquence-tension

On applique la tension $u_1(t)$ à l'entrée d'un monostable dont la durée propre $\tau = 10 \text{ ms}$. La tension de sortie du monostable $u_2(t)$ est représentée en annexe.

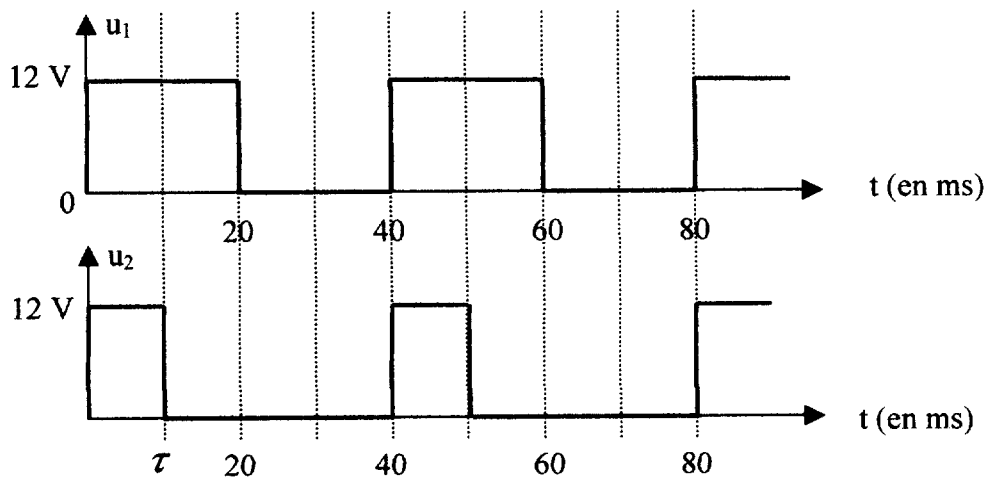
- 3.7. Le monostable déclenche-t-il sur un front montant ou descendant ?
- 3.8. Calculer la valeur moyenne notée $\langle u_2 \rangle$ de la tension $u_2(t)$.

ANNEXE

Vitesse de rotation n du disque en fonction de la vitesse v du vent



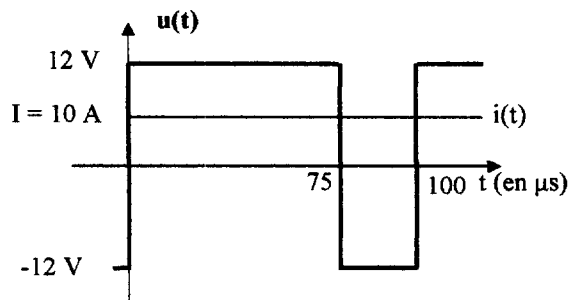
Tensions générées par le photo – détecteur et le monostable



EXEMPLAIRE POUVANT SERVIR DE BROUILLON

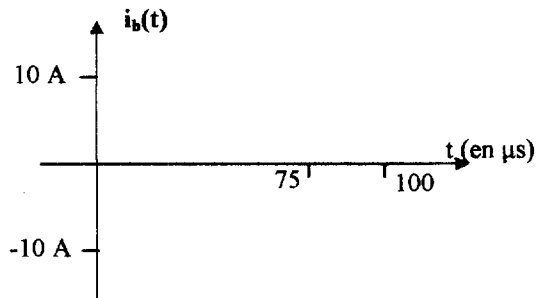
Document - réponse n° 1

Chronogramme n° 1



Transistors commandés à la fermeture		
Composants passants		
Sens de transfert de l'énergie		

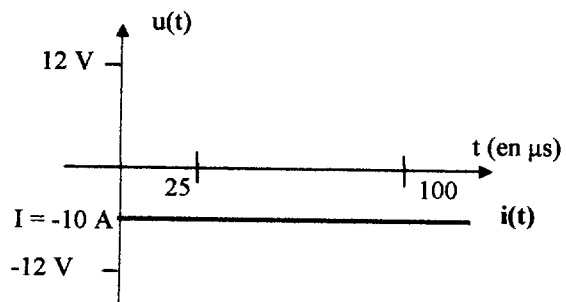
Chronogramme n° 3



EXEMPLAIRE POUVANT SERVIR DE BROUILLON

Document - réponse n° 1 bis

Chronogramme n° 2

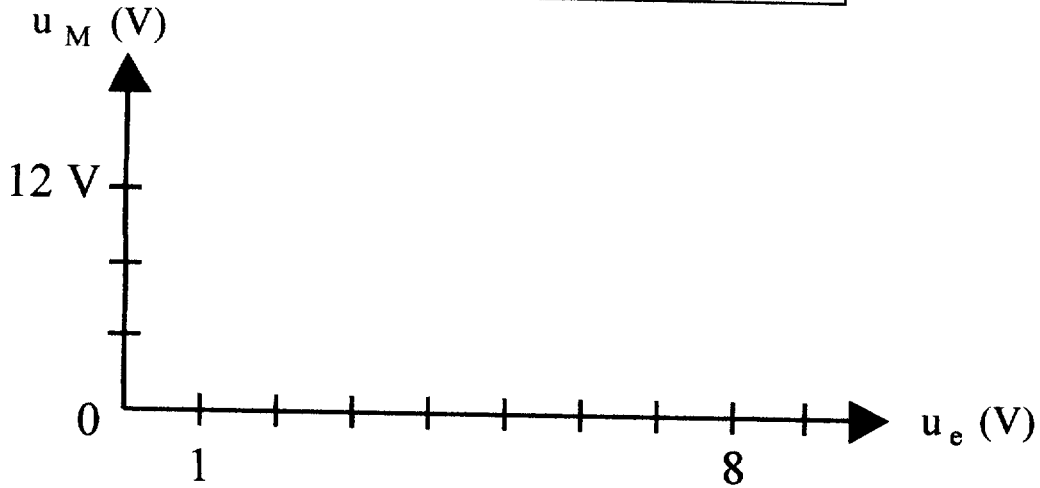


Transistors commandés à la fermeture	T_1	T_2
	T_3	T_4
Composants passants		
Sens de transfert de l'énergie		

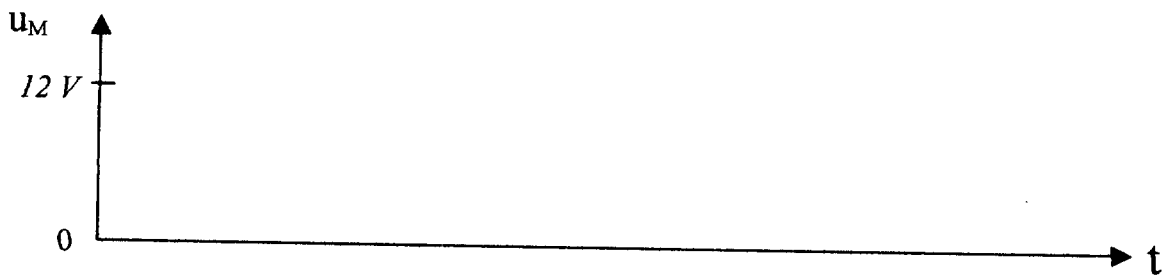
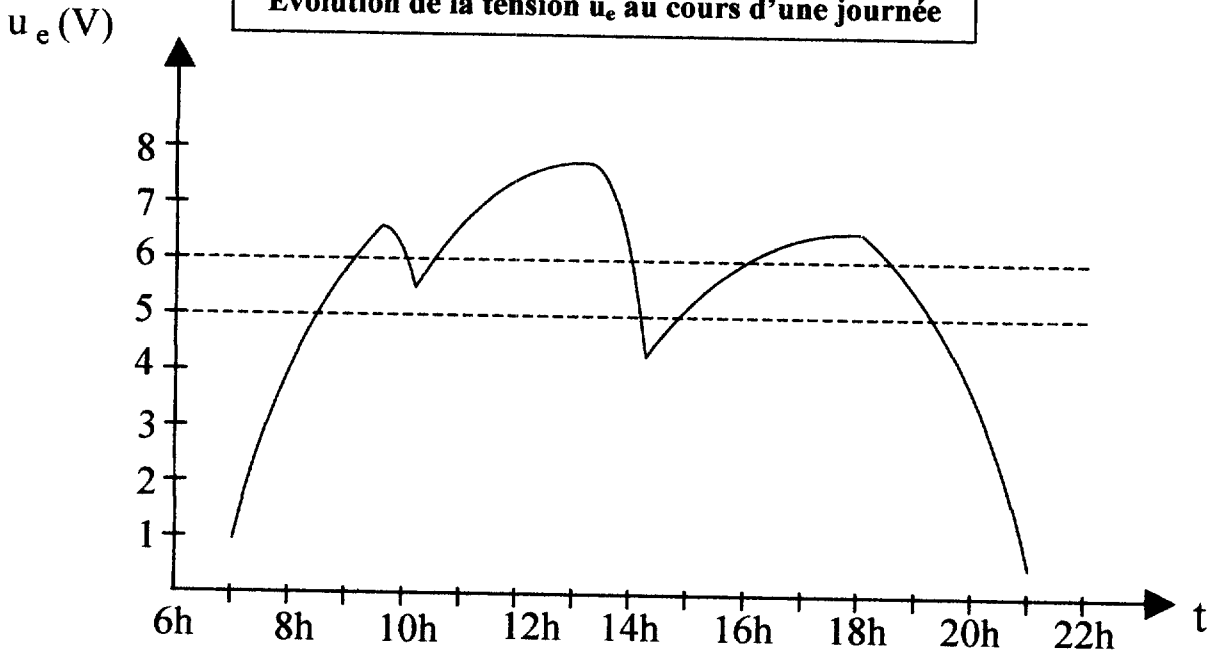
EXEMPLAIRE POUVANT SERVIR DE BROUILLON

Document - réponse n° 2

Caractéristique u_M en fonction de u_e



Évolution de la tension u_e au cours d'une journée

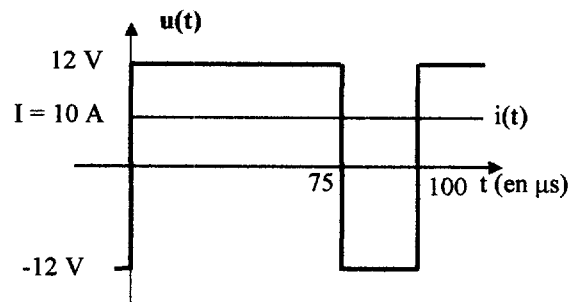


État du store	
---------------	--

EXEMPLAIRE À RENDRE AVEC LA COPIE

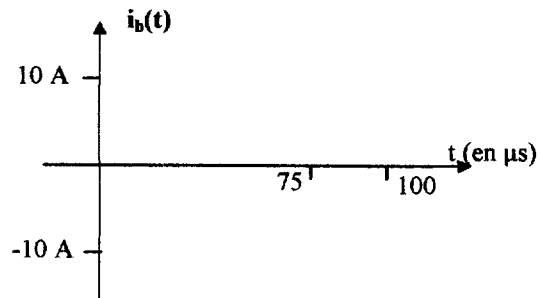
Document - réponse n° 1

Chronogramme n° 1



Transistors commandés à la fermeture		
Composants passants		
Sens de transfert de l'énergie		

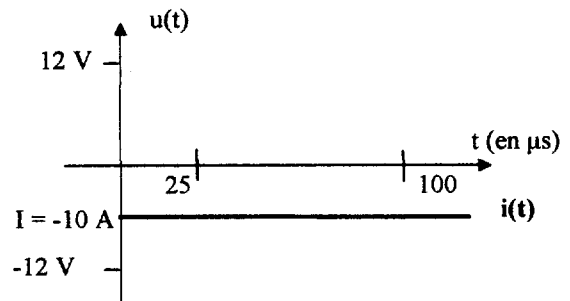
Chronogramme n° 3



EXEMPLAIRE À RENDRE AVEC LA COPIE

Document - réponse n° 1 bis

Chronogramme n° 2

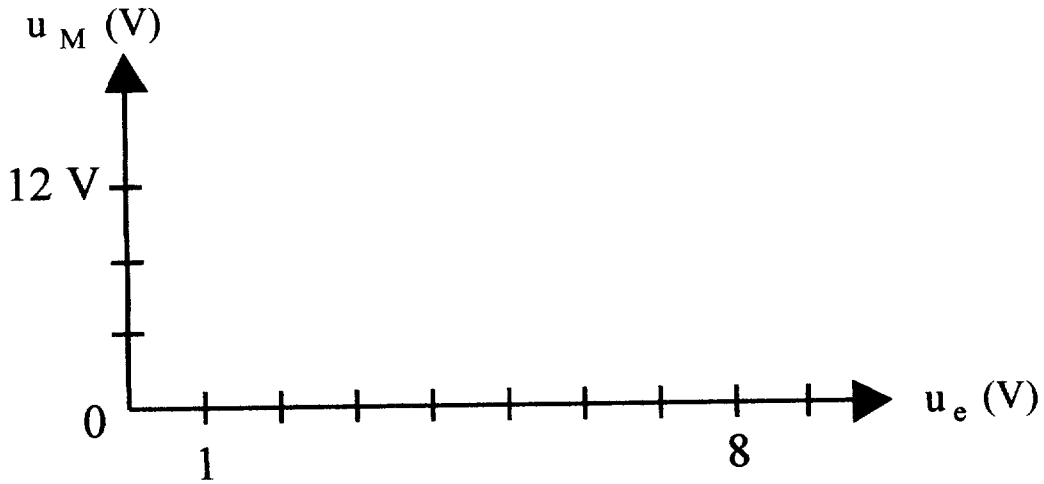


Transistors commandés à la fermeture	T_1	T_2
	T_3	T_4
Composants passants		
Sens de transfert de l'énergie		

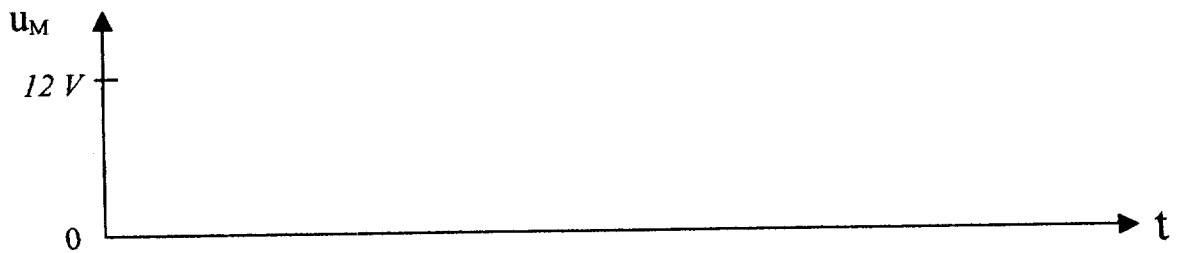
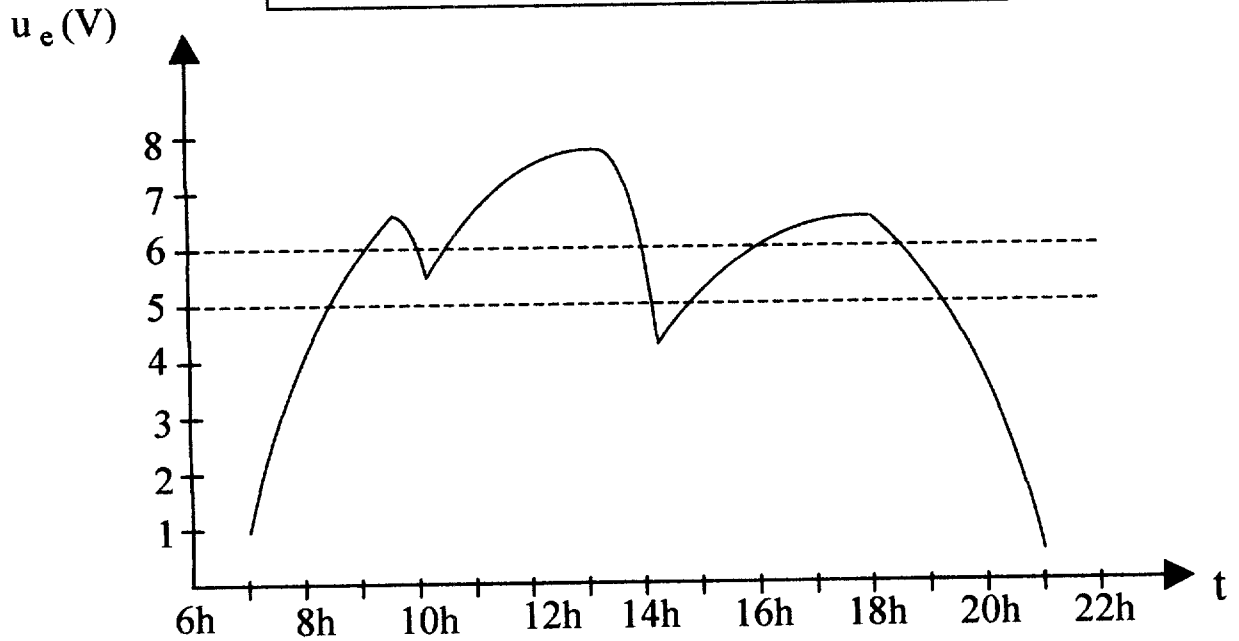
EXEMPLAIRE À RENDRE AVEC LA COPIE

Document - réponse n° 2

Caractéristique u_M en fonction de u_e



Évolution de la tension u_e au cours d'une journée



État du store