

**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)

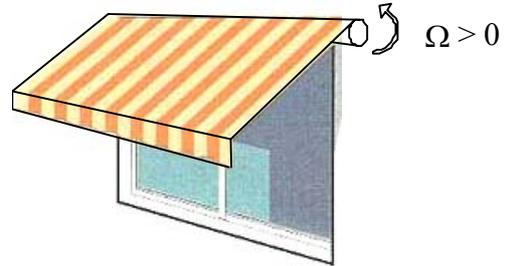
**sont fournis en double exemplaire, un exemplaire étant à remettre avec la copie ; l'autre servant de brouillon éventuel.**

=====

***Aucun document autorisé.  
Calculatrice réglementaire autorisée.***

**Étude du fonctionnement d'un store automatique**

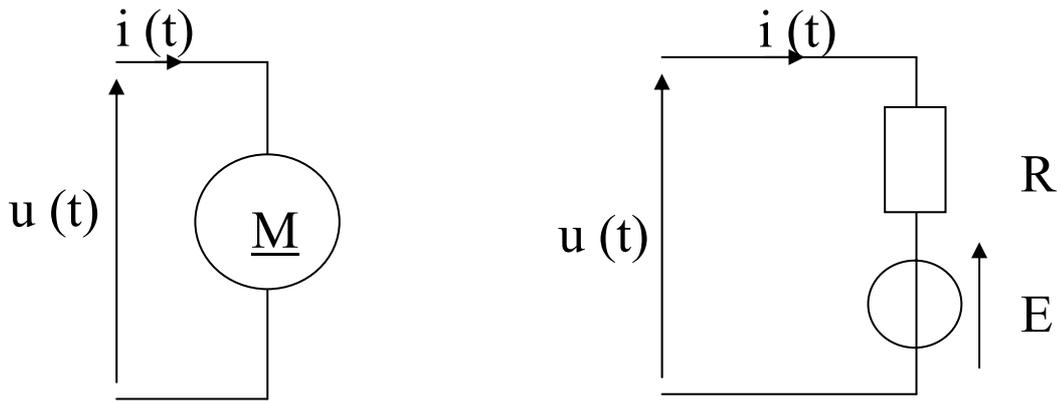
L'objectif de ce sujet est d'étudier un store mobile capable de rentrer ou de se déployer en fonction de l'éclairement extérieur et de la vitesse du vent.



**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 :

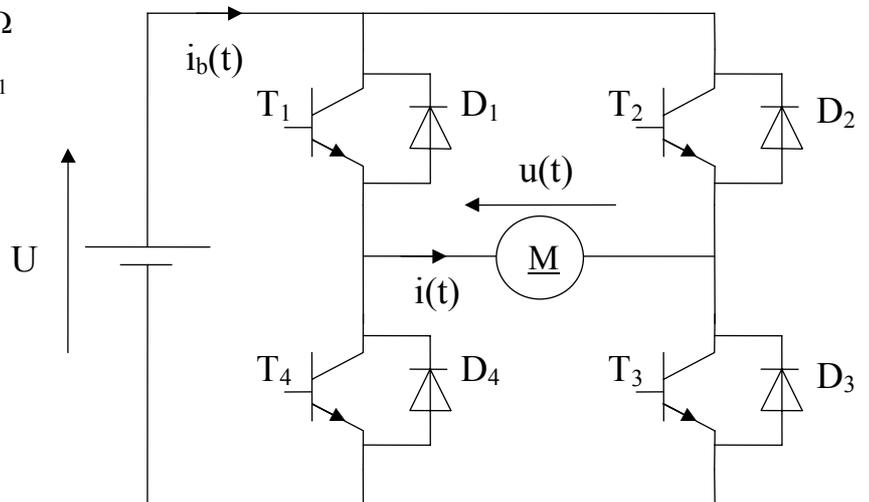
MCC : résistance de l'induit :  $R = 0,1 \Omega$

vitesse de rotation :  $\Omega$  en  $\text{rad.s}^{-1}$

fem du moteur  $E$

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

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  $\Omega$  en  $\text{rad.s}^{-1}$  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  $\Omega$  en  $\text{rad.s}^{-1}$ .
- 1.9. Préciser si cette commande correspond à une rentrée ou une sortie du store.

**2. Commande du store en fonction de l'éclairement**

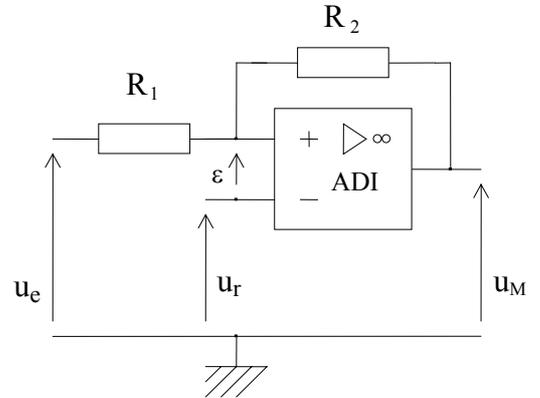
Le store se déploie ou se rétracte en fonction de l'éclairement extérieur. Le dispositif de commande ci-dessous permet de commander la mise en marche du moteur du store.

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  $\epsilon$  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  $u_H = 6 \text{ V}$ .

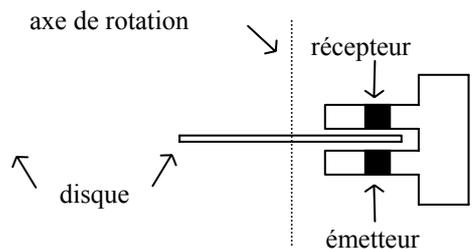
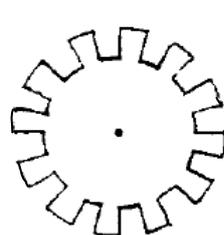
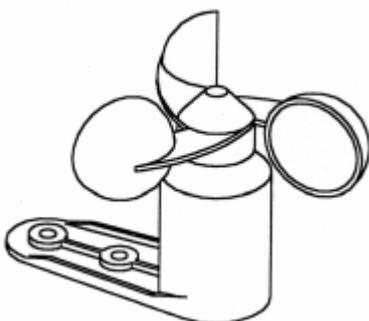
2.4. Représenter la caractéristique de transfert du montage  $u_M$  en fonction de  $u_e$  en précisant le sens de parcours sur le **document réponse n° 2**.

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)

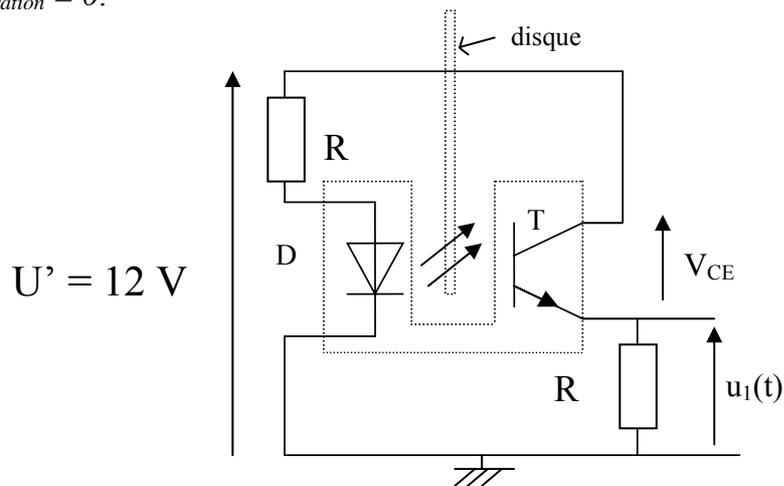
**3. Commande du store en fonction de la vitesse du vent**

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

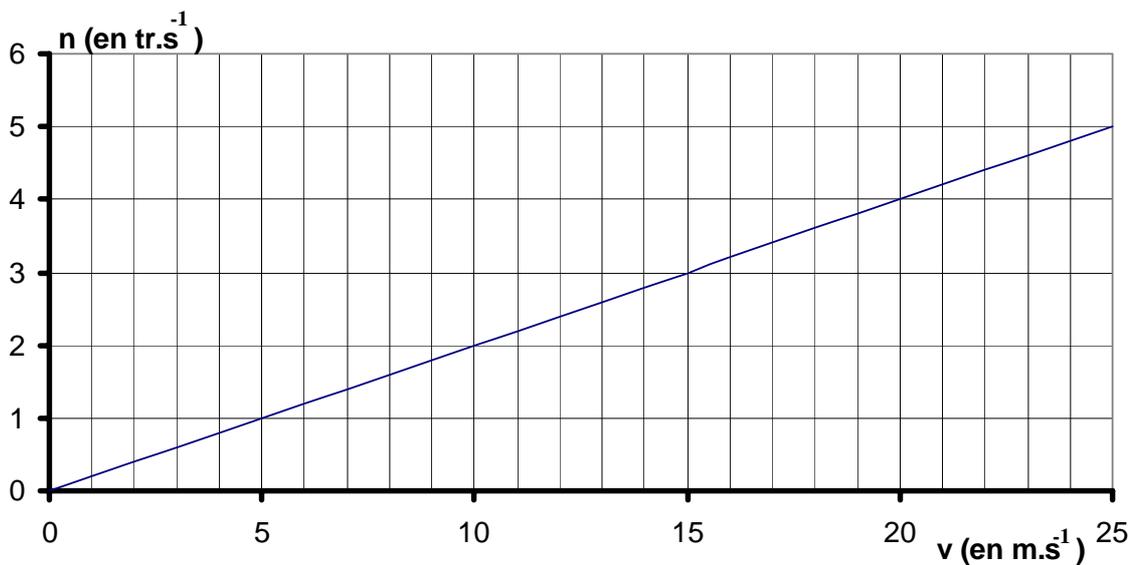
*On applique la tension  $u_1(t)$  à l'entrée d'un monostable dont la durée propre  $\tau = 10$  ms. La tension de sortie du monostable  $u_2(t)$  est représentée en annexe.*

3.7. Le monostable déclenche-t-il sur un front montant ou descendant ?

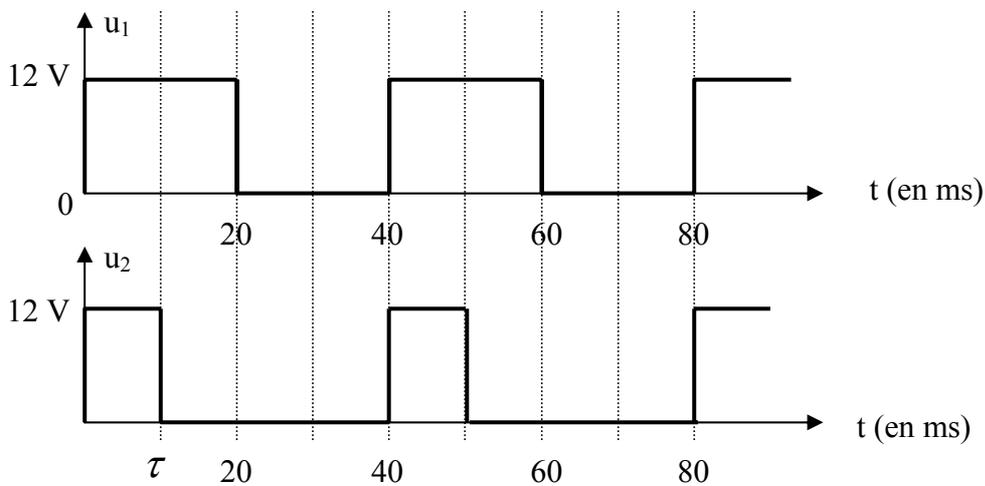
3.8. Calculer la valeur moyenne notée  $\langle u_2 \rangle$  de la tension  $u_2(t)$ .

# ANNEXE

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

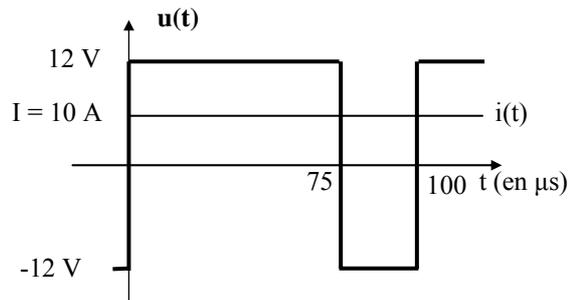


Tensions générées par le photo – détecteur et le monostable



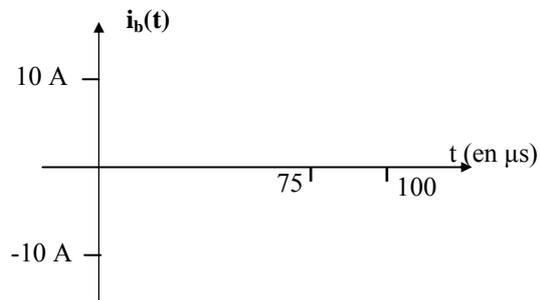
**Document - réponse n° 1**

**Chronogramme n° 1**



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

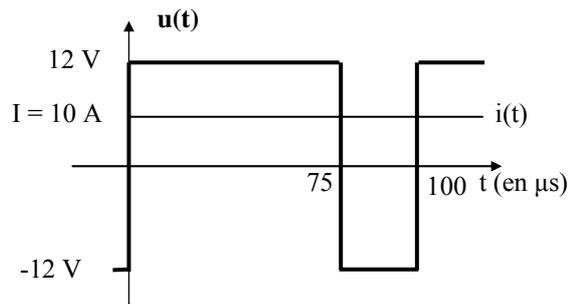
**Chronogramme n° 3**



EXEMPLAIRE À RENDRE AVEC LA COPIE

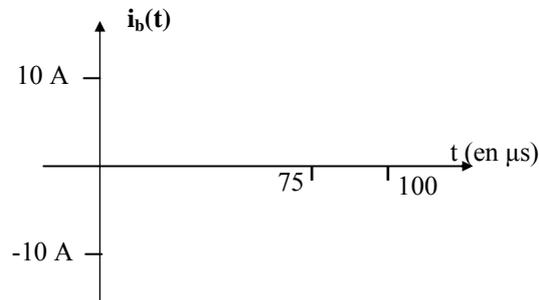
**Document - réponse n° 1**

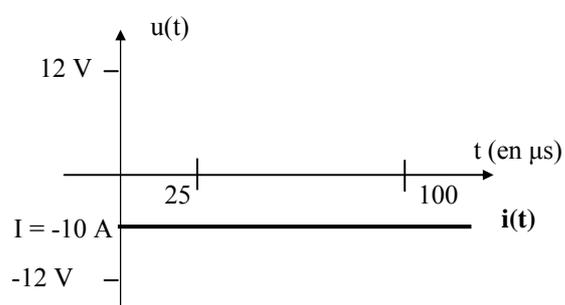
**Chronogramme n° 1**



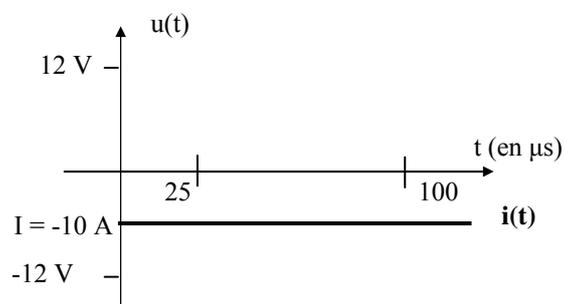
Transistors commandés à la fermeture		
Composants passants		
Sens de transfert de l'énergie		

**Chronogramme n° 3**



EXEMPLAIRE POUVANT SERVIR DE BROUILLON**Document - réponse n° 1 bis****Chronogramme n° 2**

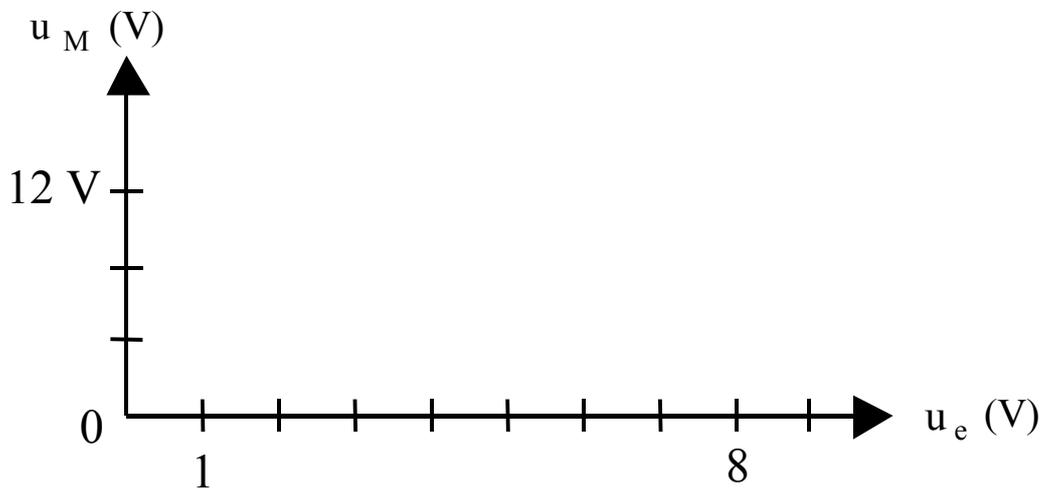
Transistors commandés à la fermeture		$T_1$	$T_2$
		$T_3$	$T_4$
Composants passants			
Sens de transfert de l'énergie			

EXEMPLAIRE À RENDRE AVEC LA COPIE**Document - réponse n° 1 bis****Chronogramme n° 2**

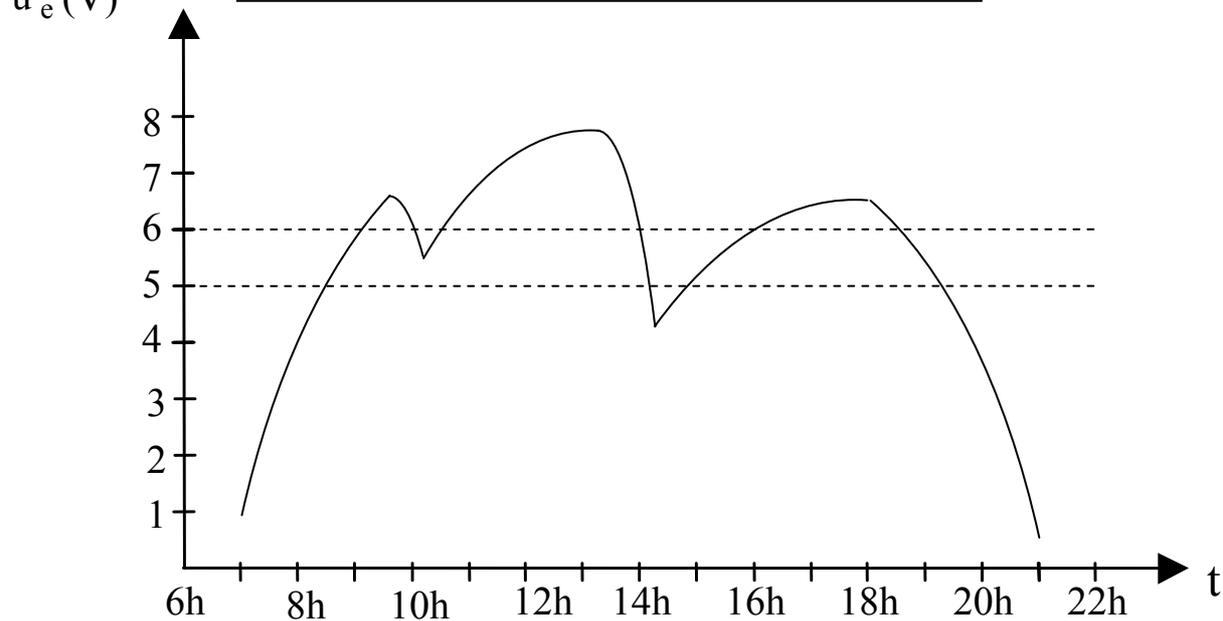
Transistors commandés à la fermeture	$T_1$	$T_2$
	$T_3$	$T_4$
Composants passants		
Sens de transfert de l'énergie		

**Document - réponse n° 2**

Caractéristique  $u_M$  en fonction de  $u_e$



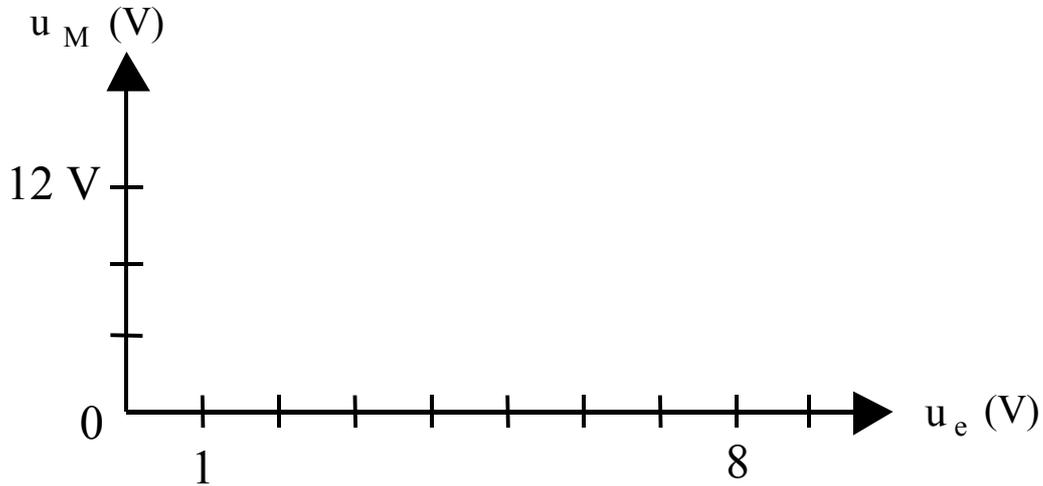
Évolution de la tension  $u_e$  au cours d'une journée



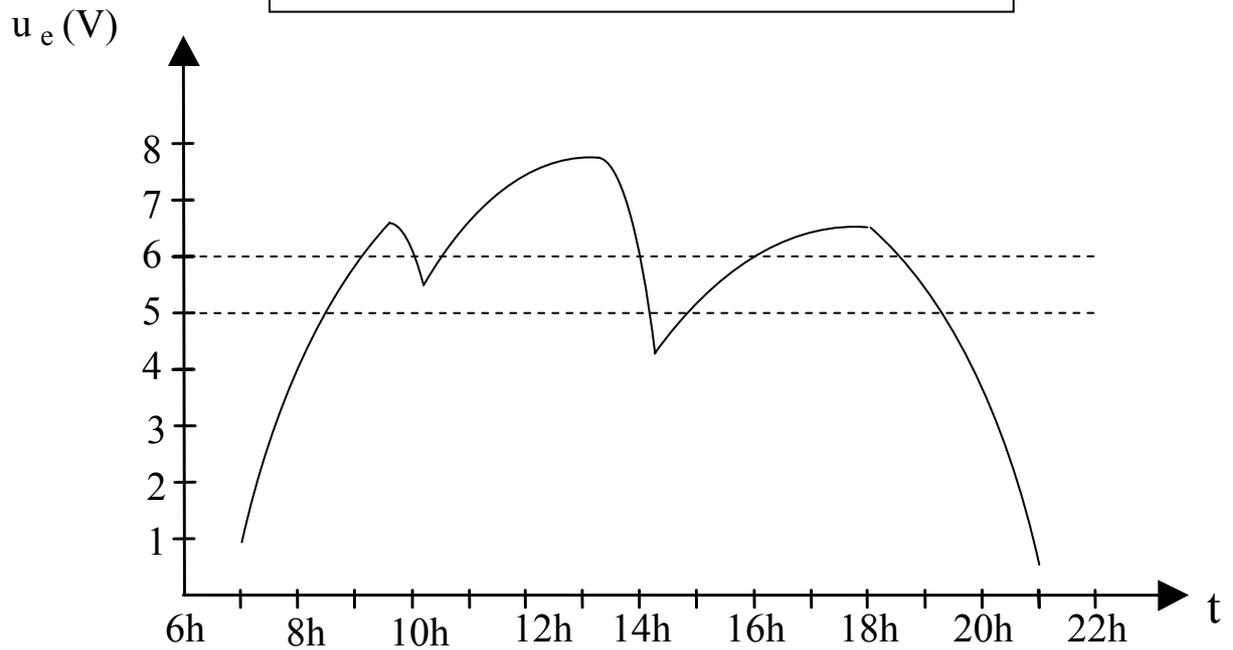
État du store	
---------------	--

**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	
---------------	--