



*Liberté • Égalité • Fraternité*

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE LA TRANSITION  
ÉCOLOGIQUE ET SOLIDAIRE

MINISTÈRE DE LA COHÉSION DES  
TERRITOIRES

## **CONCOURS D'ÉLÈVES ADMINISTRATEURS DES AFFAIRES MARITIMES**

**(article 4-1 du décret statutaire n°2012-1546)**

### **ÉPREUVE 2**

**COMPOSITION ECRITE SUR UN SUJET DE DROIT PRIVE OU DE  
DROIT PUBLIC OU DE SCIENCES ECONOMIQUES OU DE  
SCIENCES TECHNIQUES OU DE SCIENCES DE LAVIE ET  
ENVIRONNEMENT**

**OPTION : SCIENCES ET TECHNIQUES**

**(durée : 5 heures – coefficient : 6)**

**RAPPEL AUX CANDIDATS : AUCUN SIGNE DISTINCTIF NE DOIT APPARAÎTRE SUR LA  
COPIE ET LES INTERCALAIRES**

**ÉCRIRE A L'ENCRE BLEUE OU NOIRE EXCLUSIVEMENT**

**AUCUN DOCUMENT N'EST AUTORISE**

**Ce document comporte 6 pages y compris celle-ci**

**BON A TIRER – SP  
DATE ET SIGNATURE**

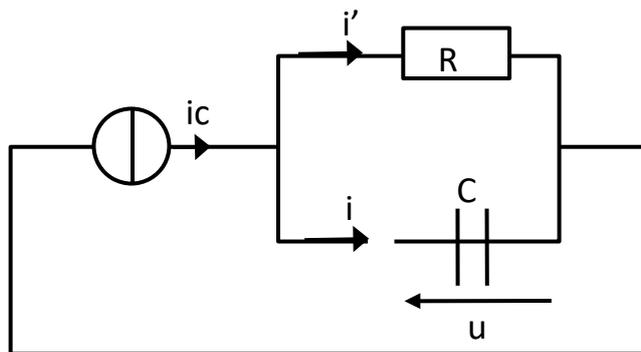
Toutes les parties du sujet et toutes les questions sont indépendantes entre elles.

## 1<sup>re</sup> PARTIE : PHYSIQUE

### 1<sup>re</sup> QUESTION

Électrocinétique

On branche ce générateur en série avec un montage "RC" parallèle.



Déterminer la relation entre  $i$ ,  $i'$  et  $i_c$  et donner la relation liant  $C$ ,  $u$  et  $i$ .

Écrire l'équation différentielle régissant l'évolution de  $u(t)$ .

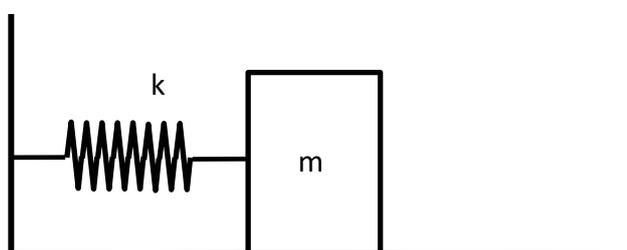
Exprimer  $u(t)$  pour  $t < 0$  et pour  $t \geq 0$ . Indiquer la constante de temps  $\tau$  qui apparaît.

Tracer l'allure du graphe représentant  $u(t)$ .

## 2<sup>e</sup> QUESTION

### Mécanique

L'oscillateur ci-dessous est en équilibre.



On lui applique une force  $F$  constante dirigée vers la droite pendant la durée  $\tau$ , puis on supprime cette force.

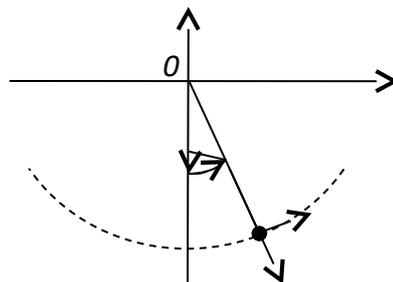
1. Exprimer l'allongement  $x$  du ressort en fonction du temps  $t$  pendant l'application de la force.
2. Exprimer l'énergie de cet oscillateur après suppression de la force.
3. Déterminer les valeurs de  $\tau$  pour lesquelles l'amplitude finale des oscillations est maximum.

## 3<sup>e</sup> QUESTION

### Mécanique

On considère un point matériel  $M$  de masse  $m$  accroché à un point fixe  $O$  par l'intermédiaire d'un fil inextensible de longueur  $l$  égale à 60,0 cm et de masse négligeable dans le référentiel terrestre supposé galiléen.

L'ensemble est situé dans le champ de pesanteur terrestre  $\vec{g}$  (avec  $g=9,81\text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$  ).  
 On munit ce référentiel d'un repère cartésien orthonormé  $(O, \vec{u}_x, \vec{u}_y, \vec{u}_z)$  . On admettra que le mouvement du point matériel est contenu dans le plan Oyz et on travaillera dans cette première partie dans la base polaire  $(\vec{u}_r, \vec{u}_\theta)$  liée au point M dans ce même plan.  
 On note, l'abscisse angulaire :  $\theta = (-\vec{u}_z, \vec{u}_r)$  où  $\vec{u}_r$  est un vecteur unitaire colinéaire au vecteur position  $\vec{OM}$  . Cet angle est compté positivement dans le sens trigonométrique.  
 On néglige les frottements. On lâche, au temps  $t = 0$ , la masse d'un petit angle  $\theta_0=10^\circ$  sans vitesse initiale.



1. Indiquer les forces qui s'exercent sur le point matériel M. Donner leurs expressions dans la base polaire et les représenter sur un schéma.
2. Montrer que l'équation différentielle du mouvement a pour expression dans le cadre de petites oscillations (  $\sin \theta \approx \theta$  :  $\ddot{\theta} + \frac{g}{l} \theta = 0$  )
3. En utilisant la forme canonique de cette équation, déterminer l'expression  $\omega_0$  de la pulsation propre du pendule simple.
4. Grâce aux conditions initiales, déterminer la solution de cette équation différentielle sous la forme :  $\theta(t) = \theta_m \cos(\omega_0 t + \varphi_0)$  avec  $\theta_m$  une constante positive dont on précisera l'expression, le nom et l'unité et  $\varphi_0$  une constante également dont on précisera la valeur, le nom et l'unité.
5. En déduire l'expression de la période propre  $T_0$  du pendule simple. La calculer.

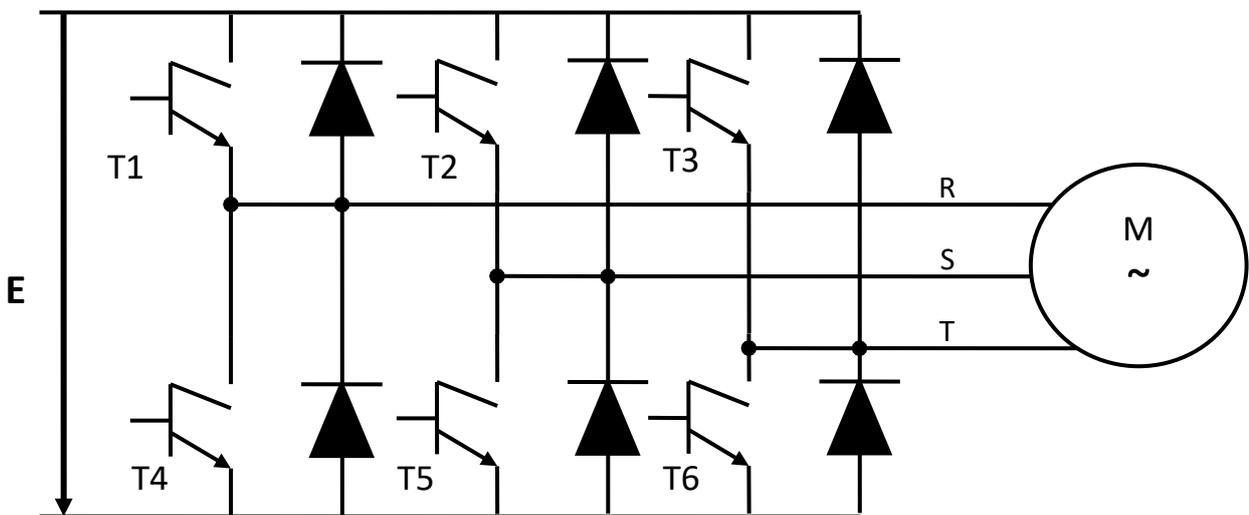
6. Tracer l'allure de la courbe représentant l'abscisse angulaire  $\theta(t)$  sur deux périodes.

## 2<sup>e</sup> PARTIE : Électronique et Électrotechnique.

### 4<sup>e</sup> QUESTION

#### Électronique

On donne sur la figure ci-dessous le schéma de principe d'un onduleur de tension triphasé alimentant un moteur.



$E$  représente une tension continue réglable,  $f$  est la fréquence réglable de l'onduleur et  $\omega$  la pulsation correspondante. On commande de façon périodique, à la pulsation  $\omega$  :

- Le transistor  $T_1$  lorsque  $\omega t = 0^\circ$  puis  $360^\circ$ , etc. ;

- Le transistor  $T_4$  lorsque  $\omega t = 180^\circ$  puis  $540^\circ$ , etc. ;
- Le transistor  $T_2$  avec un retard de  $120^\circ$  par rapport à la commande de  $T_1$  ;
- Le transistor  $T_5$  avec un retard de  $120^\circ$  par rapport à la commande de  $T_4$  ;
- Le transistor  $T_3$  avec un retard de  $240^\circ$  par rapport à la commande de  $T_1$  ;
- Le transistor  $T_6$  avec un retard de  $240^\circ$  par rapport à la commande de  $T_4$ .

Les commandes de  $T_1$ ,  $T_2$  et  $T_3$  entraînent respectivement l'arrêt de la commande de  $T_4$ ,  $T_5$  et  $T_6$  et

réciroquement, à l'aide de dispositifs non représentés sur le schéma.

1. Tracer le graphe de conduction des six transistors pour  $\omega t$  compris entre  $0^\circ$  et  $540^\circ$ .
2. À l'aide de celui-ci, construire les chronogrammes des tensions  $U_{RS}$ ,  $U_{ST}$  et  $U_{TR}$ .
3. En supposant que la tension continue  $E$  appliquée à l'onduleur est de  $600\text{ V}$  et en négligeant toutes les pertes, calculer la valeur efficace de la tension appliquée entre les bornes du moteur.
4. Expliquer succinctement le rôle des diodes.
5. La tension continue  $E$  est fournie par un redresseur en pont à six thyristors alimenté par un réseau triphasé délivrant une tension efficace de  $440\text{ V}$  entre phase. Représenter le schéma de principe de ce redresseur.

## 5<sup>e</sup> QUESTION

### Électrotechnique

On branche en étoile trois récepteurs capacitifs identiques de résistance  $R = 20\ \Omega$  en série avec une capacité  $C = 20\ \mu\text{F}$ , sur un réseau  $230\text{ V} / 400\text{ V}$ ,  $50\text{ Hz}$  sans neutre.

1. Déterminer l'impédance complexe de chaque récepteur. Préciser son module et son argument.
2. Déterminer la valeur efficace des courants en ligne, ainsi que leur déphasage par rapport aux tensions simples.
3. Calculer les puissances active et réactive consommées par le récepteur triphasé, ainsi que la puissance apparente.

## 6<sup>e</sup> QUESTION

### Machine à courant continu

Un moteur à excitation indépendante travaille à flux constant. Il absorbe 15 A sous 200 V et tourne à 1400 tr/min. A chaud, la résistance de l'induit mesure  $r = 0,6 \ \Omega$ .

Calculer :

1. Sa force contre-électromotrice ;
2. Sa puissance électromagnétique
3. La puissance utile sur l'arbre du moteur si les pertes constantes sont  $p_0 = 85 \text{ W}$  ;
4. Le couple utile sur l'arbre du moteur ;
5. Le rendement  $\eta$  du moteur si les pertes dues à l'excitation valent 200 W.

## 7<sup>e</sup> QUESTION

### Les machines synchrones

Un alternateur 400/230 V - 50 Hz triphasé couplé en étoile fournit un courant de 200 A en ligne sous une tension entre phases  $U = 400 \text{ V}$  avec un facteur de puissance de 0,866 (charge inductive). La résistance mesurée entre phase et neutre du stator est  $30 \text{ m}\Omega$ . La réactance synchrone de l'alternateur est  $X_S = 750 \text{ m}\Omega$ . L'ensemble des pertes collectives et par effet Joule au rotor s'élève à 6 kW.

- Calculer la puissance utile de l'alternateur.
- Calculer le rendement de l'alternateur.
- Tracer le diagramme de Behn-Eschenburg (échelle 1 cm – 20 V).
- En déduire la tension à vide (f.é.m) entre phase et neutre  $E$ .

