



SESSION 2009

CLASSES DE TERMINALE

ELECTROTECHNIQUE - ELECTRONIQUE

2.

*Le sujet est composé de trois parties pouvant être traitées de façon indépendante.*

*Il comporte 5 pages numérotées de 1 à 5.*

Il est rappelé aux candidats que la qualité de la rédaction, la clarté et la précision des raisonnements compteront pour une part importante dans l'appréciation de la copie.

Les différents problèmes sont indépendants et peuvent être traités dans l'ordre qui convient au candidat. Le candidat respectera scrupuleusement la numérotation des questions.

\*\*\*\*\*

B A R E M E

Problème n° 1 : 30 points

- |            |            |            |             |
|------------|------------|------------|-------------|
| 1.1) 4 pts | 1.4) 2 pts | 1.7) 3 pts | 1.10) 4 pts |
| 1.2) 2 pts | 1.5) 3 pts | 1.8) 2 pts |             |
| 1.3) 4 pts | 1.6) 2 pts | 1.9) 4 pts |             |

Problème n° 2 : 25 points

- |                |              |              |
|----------------|--------------|--------------|
| 2.1.1.1) 5 pts | 2.1.2) 4 pts | 2.1.4) 4 pts |
| 2.1.1.2) 2 pts | 2.1.3) 4 pts | 2.2) 6 pts   |

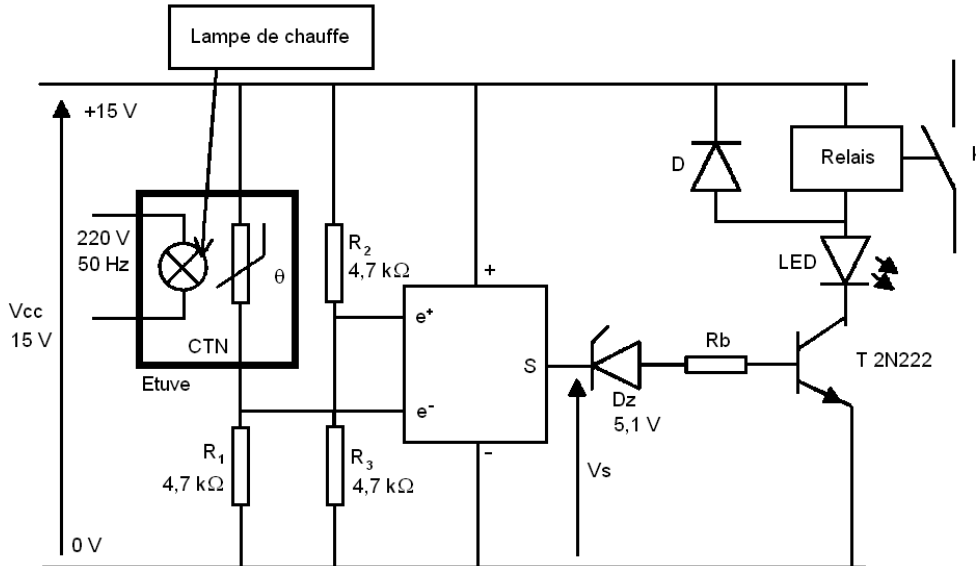
Problème n° 3 : 45 points

- |                |              |                |
|----------------|--------------|----------------|
| 3.1) 2 pts     | 3.3.2) 4 pts | 3.4.1) 3 pts   |
| 3.2) 3 pts     | 3.3.3) 4 pts | 3.4.2.1) 4 pts |
| 3.3.1.1) 4 pts | 3.3.4) 5 pts | 3.4.2.2) 4 pts |
| 3.3.1.2) 3 pts | 3.3.5) 5 pts | 3.4.2.3) 4 pts |

**PROBLEME N°1 : THERMOSTAT ELECTRONIQUE**

On désire réaliser un thermostat électronique fonctionnant entre 25°C et 50°C. Le contact k du relais inséré dans le circuit d'alimentation de la lampe commande le chauffage.

**Schéma :**



1.1- Relever sur la courbe ci-jointe les valeurs des résistances de la sonde CTN utilisées pour 25°C et 50°C, soient respectivement  $R_{25}$  et  $R_{50}$ .

1.2- Quelle est la tension  $V_{e^+}$  aux bornes de  $R_3$  ?

1.3- Calculer les valeurs de la tension  $V_{e^-}$  aux bornes de  $R_1$  pour les températures  $\theta = 25^\circ\text{C}$  et  $\theta = 50^\circ\text{C}$ .

1.4- Fonctionnement de l'amplificateur opérationnel :

- Si  $V_{e^+} > V_{e^-}$ , alors  $V_s = 13\text{ V}$  ;
- Si  $V_{e^+} < V_{e^-}$ , alors  $V_s = 2\text{ V}$ .

Comment nomme-t-on ce fonctionnement de l'amplificateur opérationnel ?

1.5- Quel est l'état du relais pour 25°C ? En déduire l'état de la lampe de chauffe.

Quel est l'état du relais pour 50°C ? En déduire l'état de la lampe de chauffe.

Préciser alors le régime de fonctionnement du transistor.

1.6- Calculer le courant de base  $I_b$  permettant d'obtenir 25 mA dans le circuit du relais.

On donne  $\beta = 150$  pour le transistor utilisé.

1.7- Lorsque  $V_s = 13\text{ V}$ , calculer la résistance de base  $R_b$  en doublant la valeur de  $I_b$  trouvée précédemment, pour être sûr que le transistor soit saturé.

On prendra  $V_{be} = 0,8\text{ V}$ .

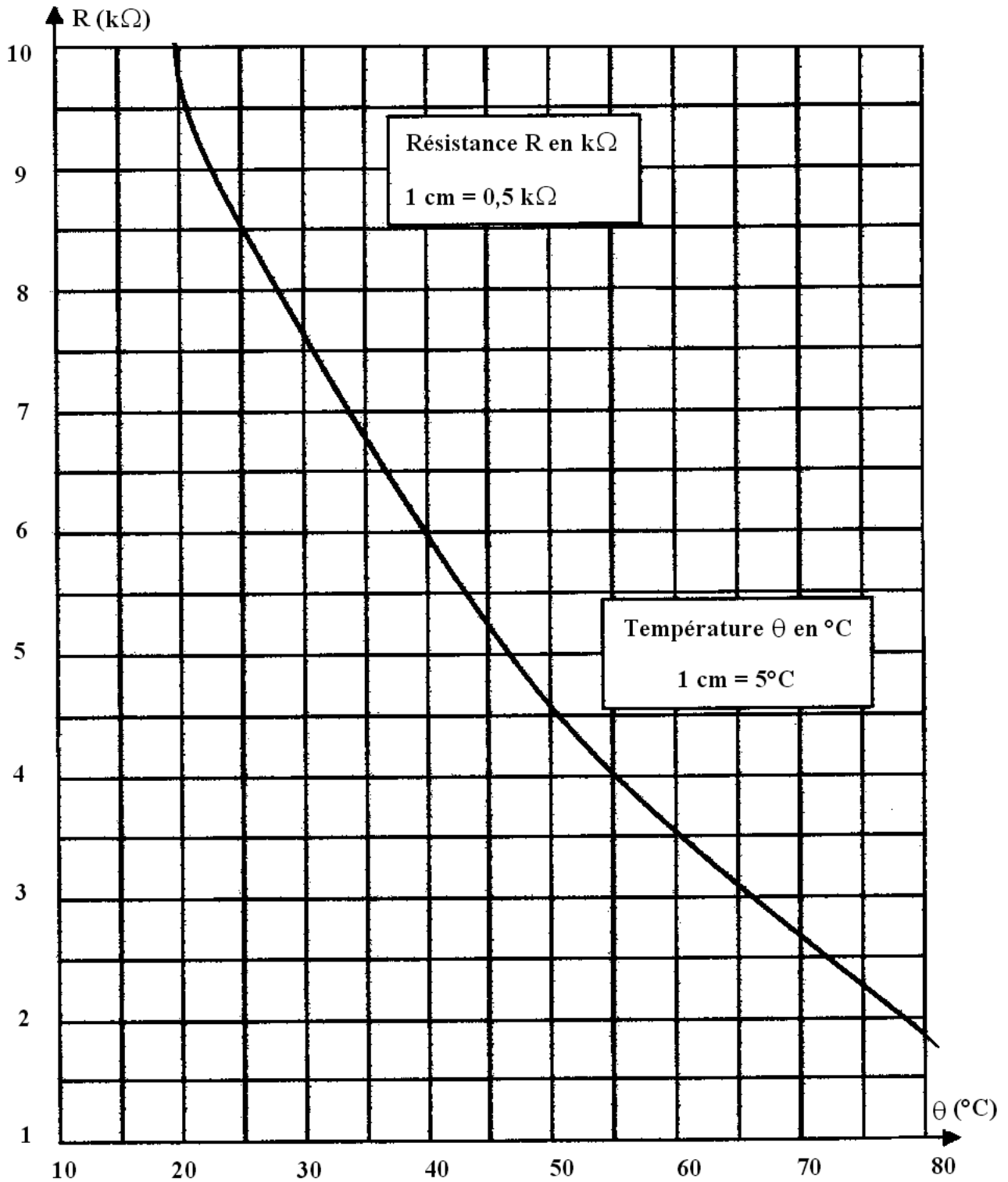
1.8- Choisir la valeur de  $R_b$  dans la série normalisée E12.

On prendra un courant minimum égal à  $2I_b$  trouvé à la question n°1.7.

**Série E12** : 1 ; 1,2 ; 1,5 ; 1,8 ; 2,2 ; 2,7 ; 3,3 ; 3,9 ; 4,7 ; 5,6 ; 6,8 ; 8,2.

1.9- Comment nomme t-on le composant repéré D ? Préciser sa fonction dans le montage.

1.10- Comment nomme t-on le composant repéré LED ? Préciser sa fonction dans le montage.

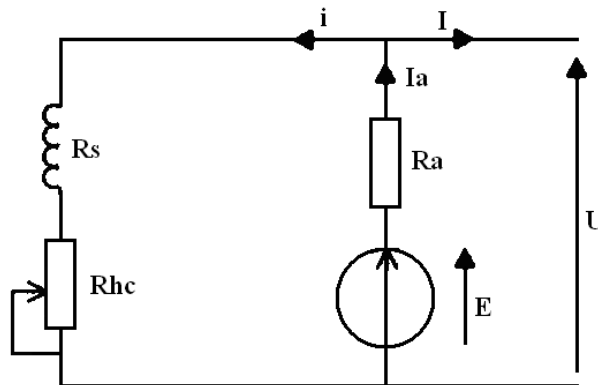


**PROBLEME N°2 : MACHINE A COURANT CONTINU.**

La caractéristique à vide d'une machine à courant continu entraînée à la vitesse nominale de 1000 tr/min est la suivante :

<b>i (A)</b>	0,25	0,50	0,80	1,20	1,40	1,70	2,00
<b>E (V)</b>	50	94	122	133	144	151	155

La machine fonctionne en génératrice shunt entraînée à sa vitesse nominale.  
Le schéma électrique est donné ci après :



E : fem ;

$R_s = 115 \Omega$  : Résistance de l'inducteur shunt ;

i : courant d'excitation ;

$R_a = 0,15 \Omega$  : résistance de l'induit ;

$R_{hc}$  : résistance du rhéostat de champ.

**2.1- Etude à vide :**

2.1.1- Sur le même graphique :

2.1.1.1- Représenter la caractéristique à vide  $E(i)$ , à la vitesse nominale.

2.1.1.2- Tracer la droite d'équation  $E = 140 i$ , à la vitesse nominale.

**NB :** On utilisera à cet effet du papier millimétré et on choisira les échelles convenables.

2.1.2- Déterminer graphiquement la valeur de la fem à vide  $E_0$  à la vitesse de 1 000 tr / min, correspondant au point de fonctionnement.

2.1.3- A quelle vitesse doit tourner l'induit pour que la fem soit de 130 V ? (on considère le courant d'excitation maintenue correspondant au point de fonctionnement à vide).

2.1.4- Pour quelle valeur du rhéostat de champ  $R_{hc}$  la machine se désamorçait-elle à 1 000 tr / min ?

**2.2- Etude en charge :**

Sachant que la génératrice débite dans un circuit un courant de 20 A sous une tension de 130 V, la vitesse de l'induit étant fixée à 1 000 tr/mm et le rhéostat de champ supprimé, calculer la réaction magnétique d'induit.

On rappelle que la réaction magnétique d'induit est la différence entre la fem que devrait avoir la machine pour un courant d'excitation donné et la fem réelle pour le même courant d'excitation.

**PROBLEME N°3 : TRANSFORMATEURS**

Un transformateur monophasé est constitué de deux bobinages  $b_1$  et  $b_2$  respectivement de 400 et 700 spires enlaçant un circuit magnétique sans entrefer, de section circulaire, de diamètre 4 cm.

- 3.1- Préciser l'inconvénient de l'entrefer dans le circuit magnétique d'un transformateur.
- 3.2- Quelle tension alternative sinusoïdale de fréquence 50 Hz faudrait-il appliquer à la bobine  $b_1$  pour obtenir dans l'acier une induction maximale de 1,14 T ?
- 3.3-
  - On réalise d'abord l'essai à vide en alimentant le bobinage primaire  $b_1$  sous une tension nominale  $U_{1N} = 127$  V ; la puissance consommée est alors  $P_0 = 100$  W.
  - On réalise ensuite l'essai en court-circuit et on obtient les résultats suivants :  
 $I_{lcc} = 21$  A ;  $P_{lcc} = 40$  W ;  $U_{lcc} = 3$  V.
  - Le transformateur étant enfin alimenté sous une tension de 127 V, on le fait débiter dans un récepteur constitué d'une résistance de 6,8  $\Omega$  en série avec un condensateur de réactance 5,7  $\Omega$  et on mesure un courant secondaire nominal de 24 A.
- 3.3.1- Dans un transformateur monophasé, l'appel d'un courant  $I_2$  au secondaire se traduit par un courant  $I_1$  au primaire, somme de deux autres courants  $I_{10}$  et  $I_1$ .
- 3.3.1.1- Que représentent le courant primaire à vide  $I_{10}$  et le courant primaire  $I_1$  dans le fonctionnement du transformateur ?
- 3.3.1.2- Préciser l'expression du rapport de transformation à partir des courants de court-circuit.
- 3.3.2- Déterminer la chute de tension relative du transformateur.
- 3.3.3- Représenter le modèle équivalent du transformateur vu du secondaire puis calculer ses éléments.
- 3.3.4- Tracer le diagramme de KAPP au secondaire ; en déduire la valeur approchée de la chute de tension absolue.
- 3.3.5- Déterminer le rendement nominal du transformateur.
- 3.4- On réalise un transformateur triphasé avec trois transformateurs monophasés identiques aux précédents dont on couple le primaire en triangle et le secondaire en étoile.
- Le primaire ainsi réalisé est connecté à un réseau de manière à avoir 127 V, 50 Hz, aux bornes d'un enroulement.
- 3.4.1- Déterminer la tension entre phases mesurée au secondaire à vide.
- 3.4.2- Dans le cas d'un couplage étoile-étoile (toujours avec 127 V aux bornes d'un enroulement), déterminer :
- 3.4.2.1- le rendement nominal du transformateur avec un facteur de puissance  $\cos \varphi = 0,7$  AR ;
- 3.4.2.2- l'intensité secondaire correspondant au rendement maximal avec le même facteur de puissance ;
- 3.4.2.3- le rendement maximal.

On donne :  $R_s = 0,270$   $\Omega$  et  $X_s = 0,344$   $\Omega$ .

**Fin de l'épreuve.**