

**SCIENCES PHYSIQUES**

**Coefficient : 2**

## Etude d'un four à traitement thermique

Le four à traitement thermique (figure 1) est composé :

- d'un four tunnel dont le chauffage est obtenu par une résistance qui peut fournir deux allures de chauffe.
- d'un tapis roulant entraîné à vitesse constante par un moteur asynchrone accouplé à un réducteur de vitesse.

Un automate programmable industriel (A.P.1.) gère l'allure de chauffe à partir des informations fournies par le codeur de température (figure 2).

Les parties I, II et III du problème peuvent être traitées indépendamment les unes des autres.

### I CODEUR DE TEMPERATURE (9 points)

Le codeur de température (figure 3) est formé de deux étages.

#### I 1 Etude du premier étage

La température du four,  $\theta$ , est captée par une résistance à coefficient de température négatif (C.T.N.) dont la caractéristique est donnée à la figure 5.

**I 1 a** - Trouver les valeurs  $R_a$  et  $R_b$  de la résistance de la C.T.N. pour les températures  $\theta_a = 180^\circ\text{C}$   $\theta_b = 200^\circ\text{C}$

**I 1 b** - Sachant que  $R_4 = 10\text{ k}\Omega$ , trouver les valeurs  $V_a$  et  $V_b$  de la tension  $V$  aux bornes de la C.T.N. pour  $\theta_a$  et  $\theta_b$ .

**I 1 c** - On se fixe  $R_1 = 10\text{ k}\Omega$ . Quelles valeurs choisir pour  $R_2$  et  $R_3$  afin d'obtenir  $V_1 = V_b$  et  $V_2 = V_a$  ?

**I 1 d** -  $\theta_a$  et  $\theta_b$  sont les seuils de température qui déterminent le régime de chauffe.

Indiquer, dans le tableau 1 du document-réponse, l'état logique des sorties A et B suivant les valeurs de la température du four.

#### I 2 Etude du deuxième étage

**I 2 a** - Les sorties C, D, E du 2ème étage se trouvent dans des états logiques qui dépendent de ceux des entrées A et B selon la table de vérité suivante :

| A | B | C | D | E |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | X | X | X |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |

Donner, sous sa forme la plus simple, l'équation logique de chaque sortie C, D, E, en fonction de A et B.

**I 2 b** - Représenter, sur le document-réponse, le logigramme conduisant à ces résultats.

## **II ACTIONNEURS DES ALLURES DE CHAUFFE (Figure 4) (6 points)**

S1 et S2 commandent les thyristors Th1 et Th2 par l'intermédiaire de deux dispositifs identiques dont un seul est représenté.

Les thyristors en conduction sont amorcés en début d'alternance. On consultera l'annexe "données techniques" pour répondre aux questions suivantes :

**II 1** Quel est le rôle du photocoupleur ?

**II 2** Calculer  $R_6$  pour avoir un courant de gâchette  $I_g = 40 \text{ mA}$  quand le photocoupleur est saturé.

**II 3** Quelle est la valeur minimale  $I_s$  nécessaire ?

**II 4** En déduire la valeur de  $R_5$ .

**II 5** La carte de sortie convient-elle en courant ?

**II 6** Donner, sur le document-réponse, l'allure de la tension aux bornes de la résistance de chauffage R dans les trois cas suivants :

|          | <b>S 1</b> | <b>S 2</b> |
|----------|------------|------------|
| 1er cas  | 1          | 0          |
| 2ème cas | 1          | 1          |
| 3ème cas | 0          | 0          |

**II 7** Calculer la valeur de la résistance de chauffage.

**II 8** Quelle est la puissance dissipée par la résistance de chauffage dans chacun des trois cas de la question II 6 ?

### **III Choix du moteur**

**(5 points)**

Afin d'entraîner le tapis, la sortie du réducteur de vitesse doit fournir un couple utile de moment  $C_u = 60 \text{ Nm}$  pour une fréquence de rotation de 45 tr/min.

Le réducteur présente - un rendement mécanique  $\eta = 0,6$

- un rapport de réduction  $r = \frac{1}{32}$

Caractéristiques prévues pour le moteur, dans les conditions d'utilisation :

tension :  $U = 380 \text{ V}$  - 50 Hz - triphasée

rendement :  $\eta = 0,8$

$\cos \varphi = 0,75$

III 1 Lorsque le moteur entraîne le tapis, calculer :

- a) sa puissance utile  $P_u$
- b) sa fréquence de rotation  $n$
- c) son nombre de pôles

III 2 Que valent alors la puissance et l'intensité absorbées par le moteur ?

## **Annexe : DONNEES TECHNIQUES**

### Amplificateurs opérationnels $A_{01}$ , $A_{02}$

- les courants d'entrée sont supposés nuls
- l'amplification peut être considérée comme infinie
- les tensions de saturation sont assimilées, pour simplifier, aux valeurs des tensions d'alimentation : 12 V, 0 V

### Photocoupleur : PC1

- Le coefficient de transfert en courant est  $n = \frac{I_g}{I_s} = 0,5$
- la tension de saturation du transistor est  $V_{CE} = 1,5$  V pour un courant collecteur de 40 mA.
- $U_d = 1,2$  V

### Thyristors :

Th1, Th2

$V_{GK} = 1,5$  V lorsque le courant de gâchette circule.

$V_{AK} = 0$  quand le thyristor conduit.

### Résistance de chauffage :

Puissance nominale : 5 kW

U nominale : 220 V

### Carte de sortie de l'automate :

Etat logique 0 :  $V_S = 0$  V

Etat logique 1 :  $V_S = 24$  V

$I_{max}$  pour la sortie statique : 100 mA

FIGURE 1

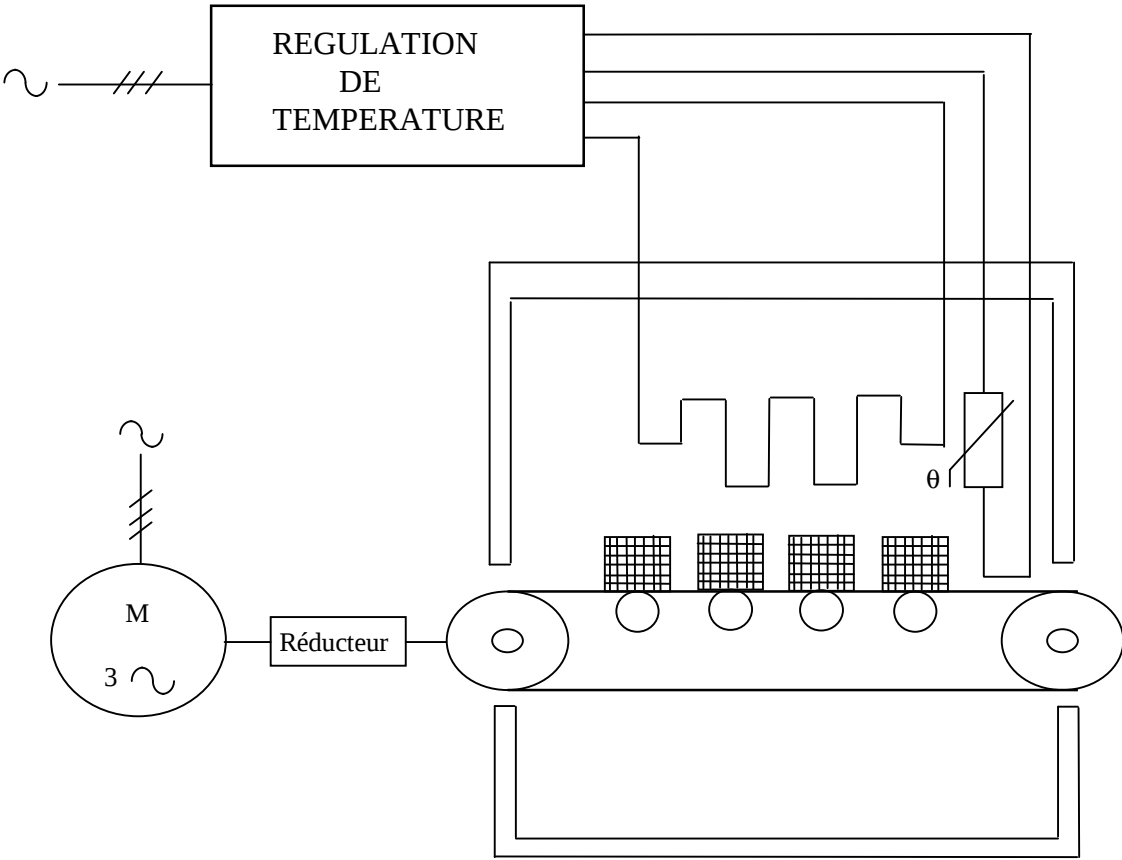


FIGURE 2      Schéma fonctionnel du système de chauffage

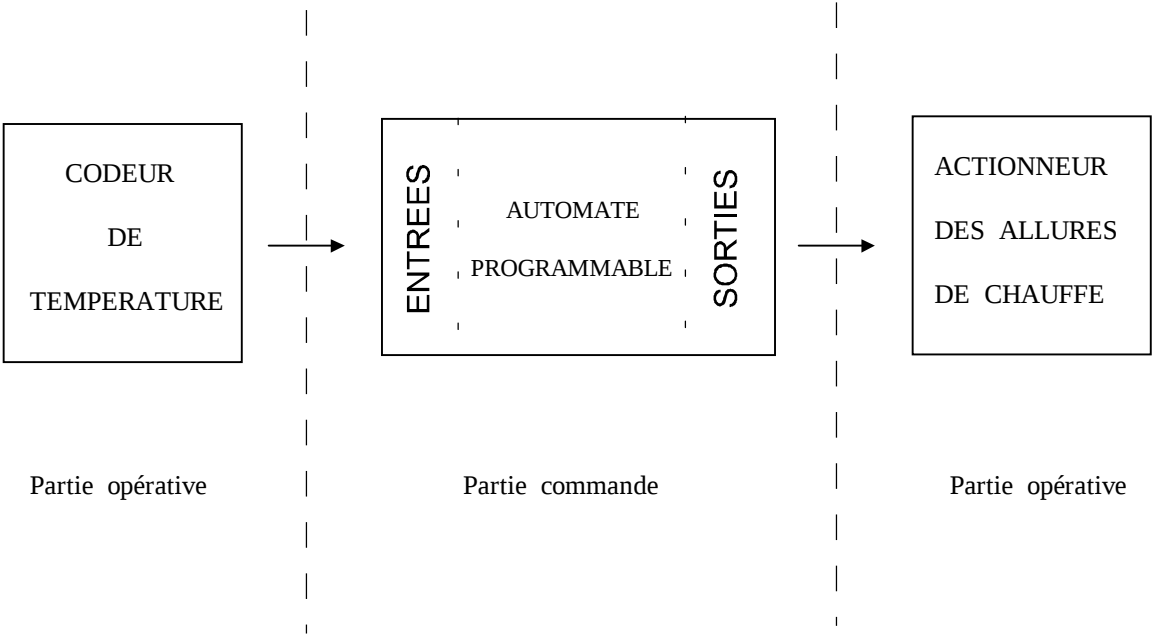


FIGURE 3 CODEUR DE TEMPERATURE

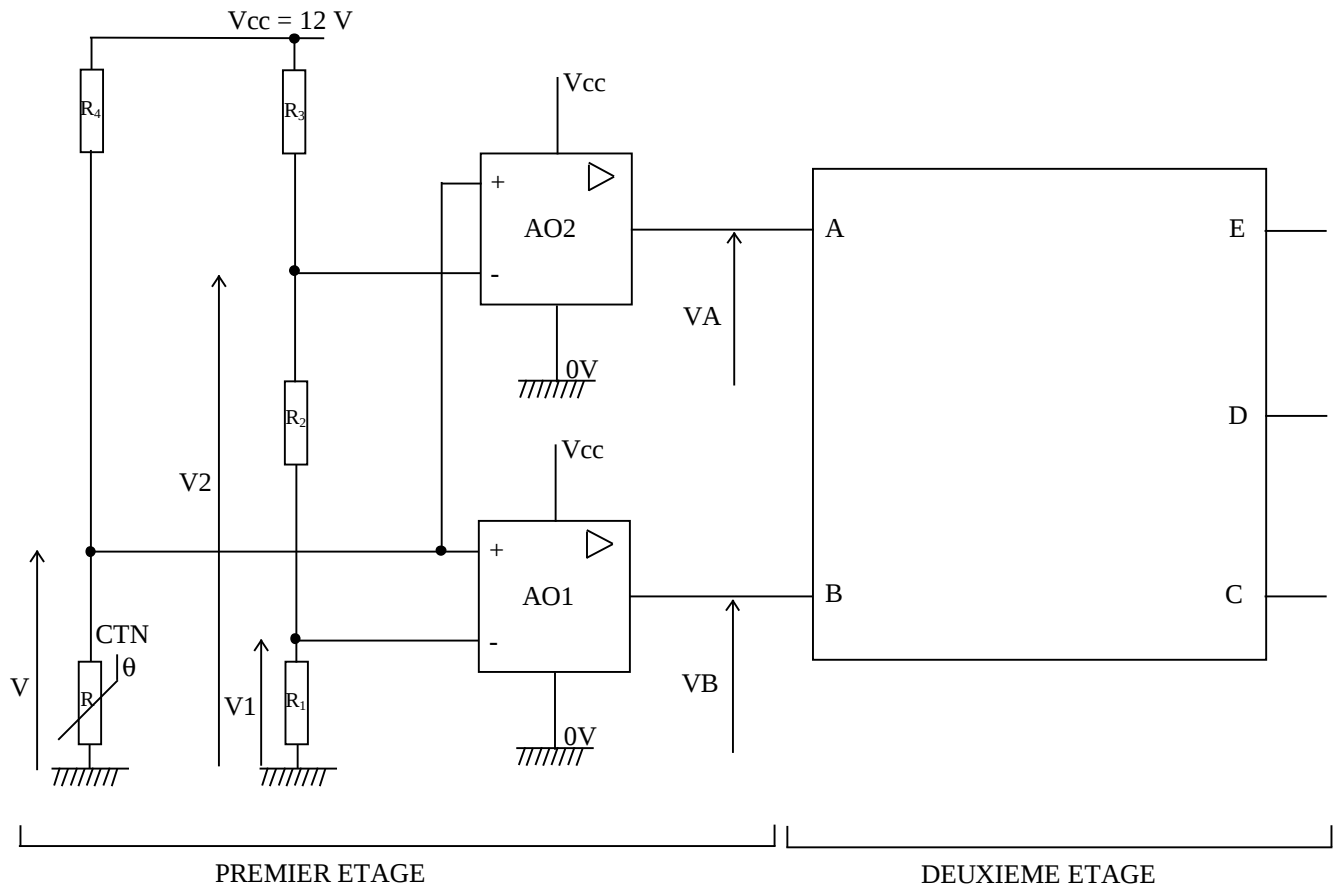
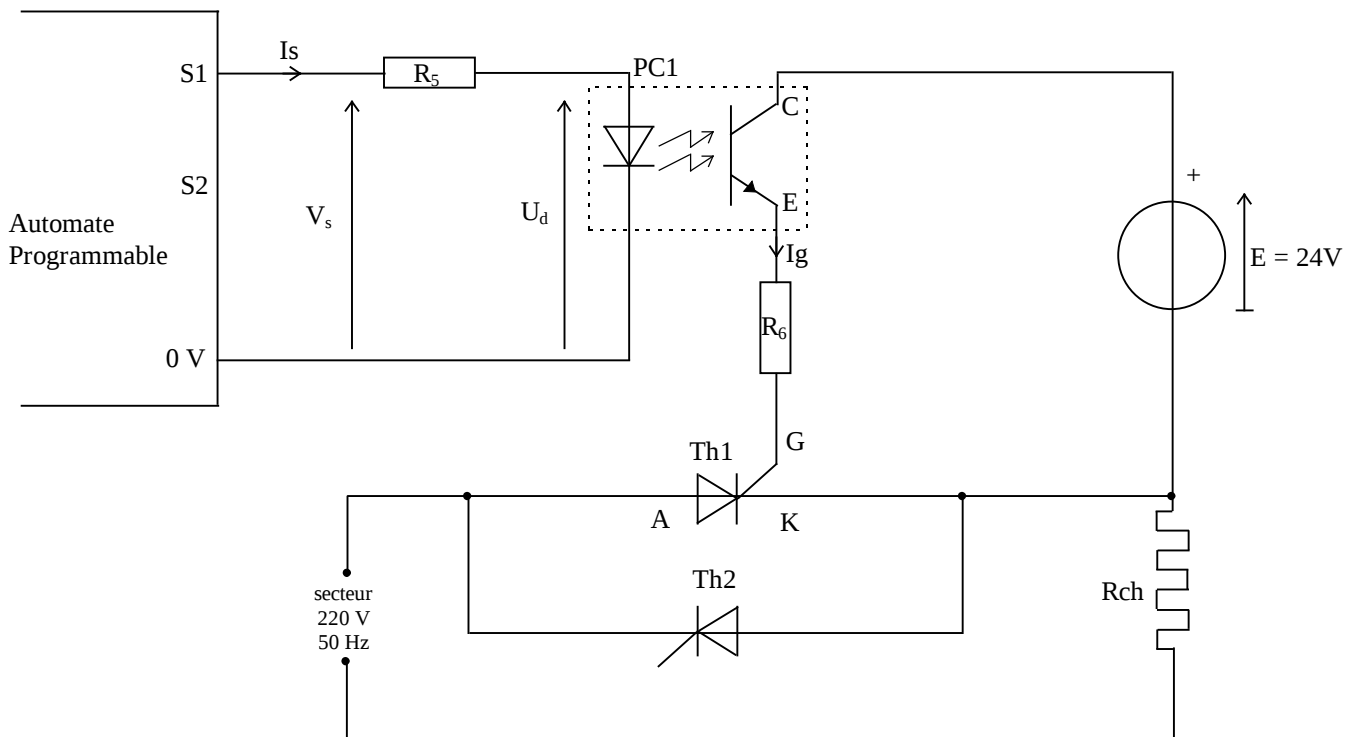
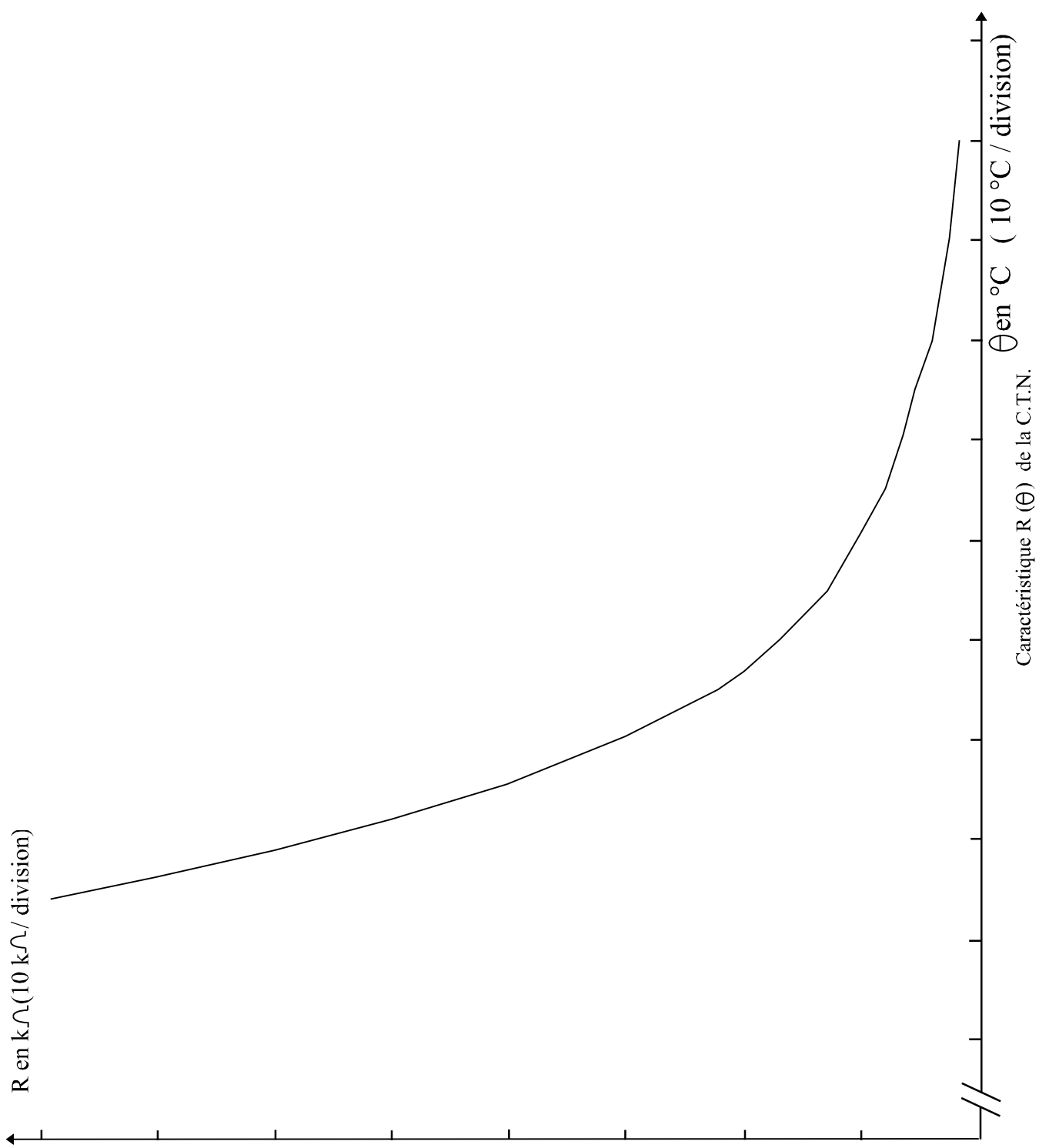


FIGURE 4 ACTIONNEURS DES ALLURES DE CHAUFFE



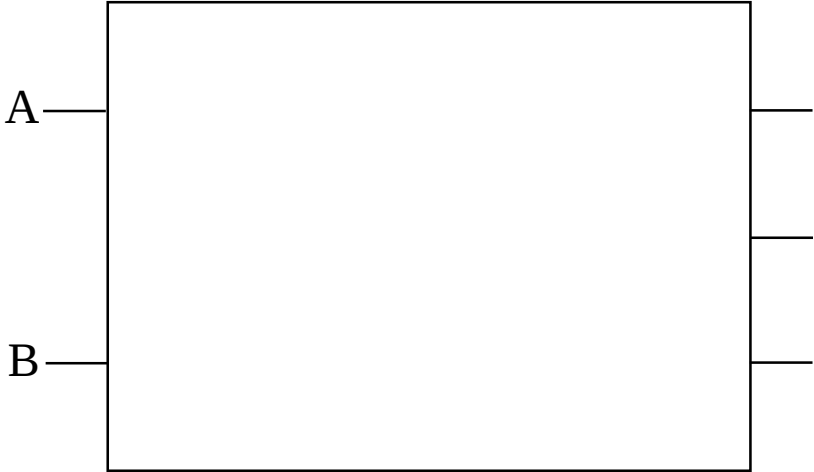


DOCUMENT-REPONSE

Tableau 1

| °C                             | A | B |
|--------------------------------|---|---|
| $\theta < \theta_a$            |   |   |
| $\theta_a < \theta < \theta_b$ |   |   |
| $\theta > \theta_b$            |   |   |

Logigramme



Secteur 220 V  
50 Hz

