

BACCALAUREAT PROFESSIONNEL : M.A.E.M.C.

**EPREUVE
SCIENTIFIQUE ET
TECHNIQUE**

**FOUR MIXTE
EQUATOR
(Bonnet)**

CORRIGE

BACCALAUREAT PROFESSIONNEL : M.A.E.M.C.

EPREUVE : E1 Unité U11 Etude théorique de fonctions

SESSION : 2002

Durée : 4 heures

Coefficient : 2

Repère :

Corrigé

Présentation

Afin de satisfaire les besoins exprimés par un restaurateur désireux d'équiper sa cuisine professionnelle, à savoir :

« Je veux un four rapide, polyvalent »
« Je souhaite un four performant, pour une hygiène sans faille »
« Je cherche un volume important »

On vous propose, à partir d'une installation triphasée existante, d'étudier :

LE FOUR **EQUATOR**

BONNET CIDELCEM

En vous aidant de la documentation technique, on vous demande de répondre au questionnaire ci-après afin d'effectuer :

➤ Des calculs d'électrotechnique

➤ Des schémas

➤ Des oscillographes

1 - ENERGIE HYDRO-MECANIQUE

MOTEURS DE VENTILATION

Les moteurs de ventilation (M1, M2,M3) du four sont des moteurs asynchrones monophasés aux caractéristiques suivantes :

U alimentation	I absorbée	Vitesse de rotation	P utile	P absorbée
230 V	6,8 A	1425 tr/mn	0,75 kW	1000 W

Enroulement de travail	Enroulement auxiliaire
Au démarrage : $I_1 = 15 \text{ A}$ Résistance de l'enroulement : $R_1 = 5 \Omega$	Au démarrage : $I_2 = 5 \text{ A}$ Résistance de l'enroulement : $R_2 = 20 \Omega$

1.1 CALCUL DES GRANDEURS CARACTERISTIQUES

Compléter le tableau ci-dessous

Caractéristique	Formule utilisée	Calcul	Valeur calculée
Facteur de puissance	$\cos \varphi = P/U.I$	$\cos \varphi = 1000/230.6,8$	$\cos \varphi = 0,64$
Glissement en %	$g = n-n'/n$	$g = 1500-1425/1500$	$g = 5 \%$
Rendement global du moteur	$\eta = Pu/Pa$	$\eta = 750/1000$	$\eta = 75 \%$
Vitesse angulaire	$\Omega = 2\pi n$	$\Omega = 2.3,14.1425$	$\Omega = 149 \text{ rad s}^{-1}$
Couple moteur	$Tu = Pu / \Omega(1-g)$	$Tu = 750/149,15$	$Tu = 5 \text{ N.m}$

1 - ENERGIE HYDRO-MECANIQUE (Suite)

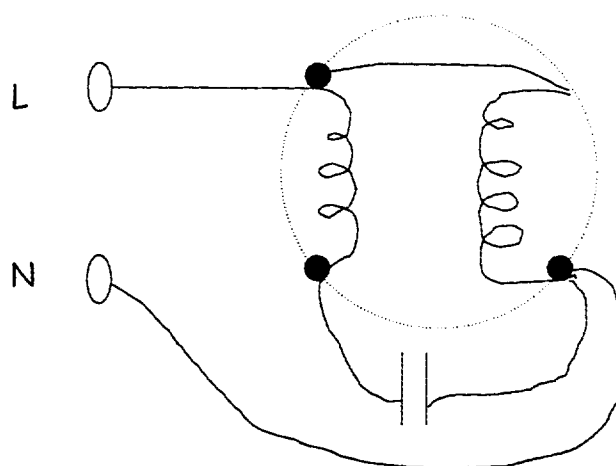
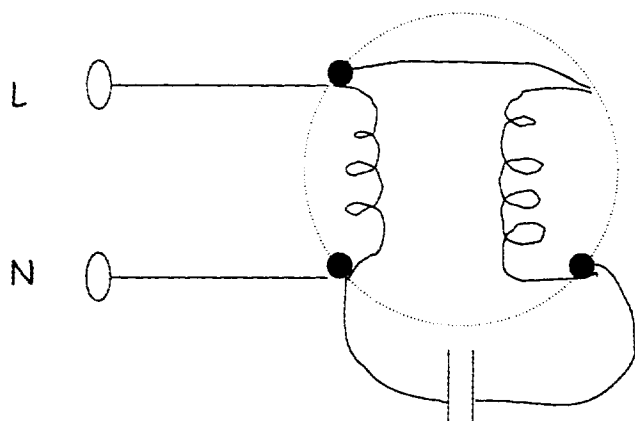
1.2 BRANCHEMENT DES MOTEURS

1.2.1 : A partir du schéma constructeur DT31 , compléter les plaques à bornes ci-dessous du moteur M1 pour une rotation avant et arrière. Représentez les enroulements internes ainsi que le condensateur.

/8

Avant M1

Arrière M1



1.2.2 : Quel est le rôle du condensateur C_{m1} : Le condensateur C_{m1} permet d'obtenir un déphasage entre les courants dans les deux enroulements de l'ordre de 90° permettant le démarrage du moteur

/6

1.3 COMMANDE DES MOTEURS PAR TRIAC

1.3.1 : Rôle du TRIAC :

Le triac est un composant qui permet, à partir d'une source de tension sinusoïdale constante, d'obtenir une tension alternative de valeur efficace réglable.

/6

1.3.2 : Fonctionnement du TRIAC :

- a) Un triac est l'équivalent de deux thyristors montés en tête-bêche
- b) Un triac peut prendre deux états : passant ou bloqué
- c) En présence de tension alternative aux bornes du triac et sans impulsion sur la gâchette G , le composant n'est pas amorcé

Vrai Faux

x	
x	
x	

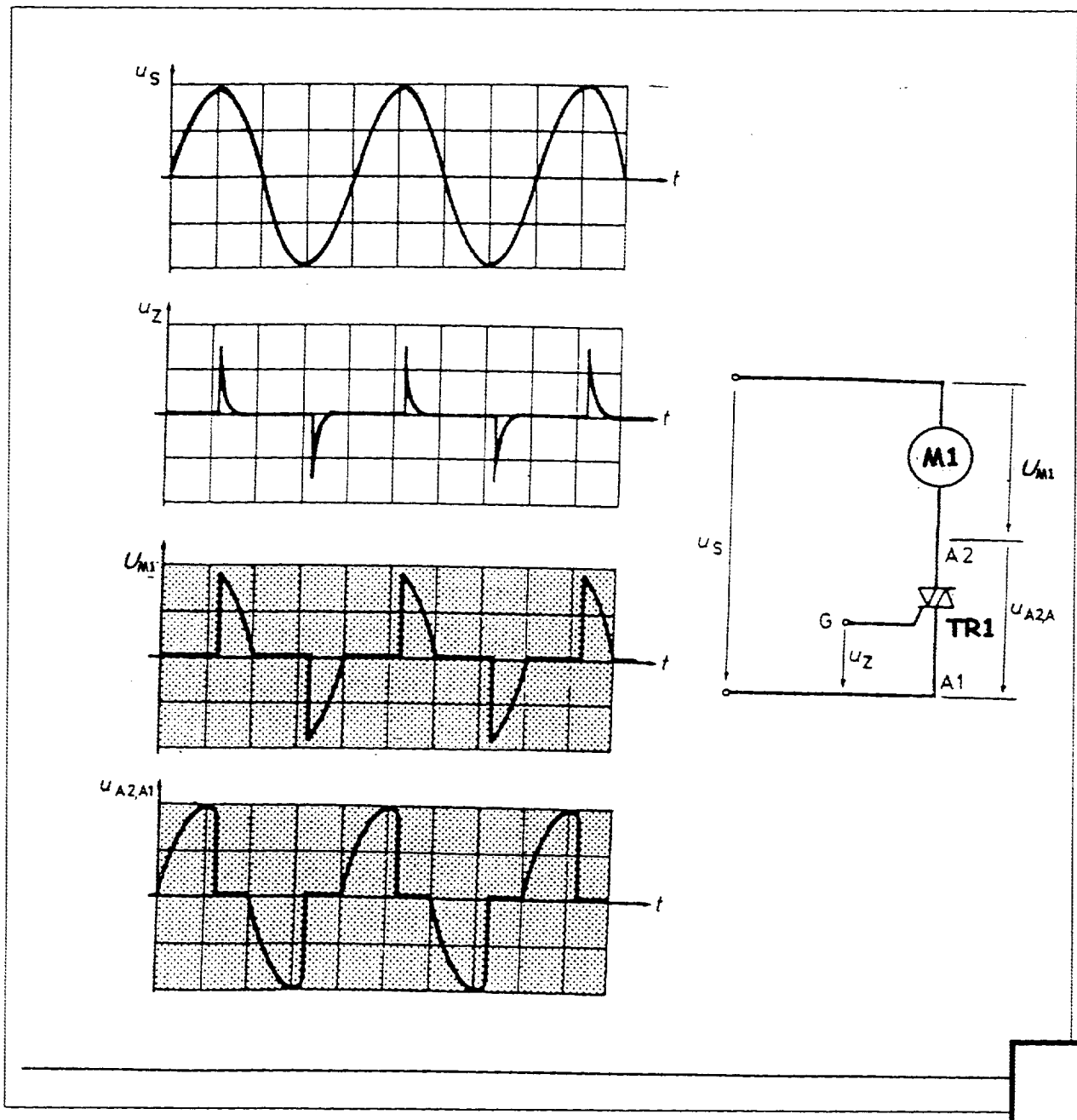
/6

1.4 COMMANDE DES MOTEURS PAR TRIAC

1.4.1 : Commande du moteur M1 par TRIAC :

On donne les oscillographes de la tension d'alimentation ainsi que des impulsions sur la gâchette du triac TR1

Compléter les oscillographes des tensions U_{M1} et $U_{A2, A1}$



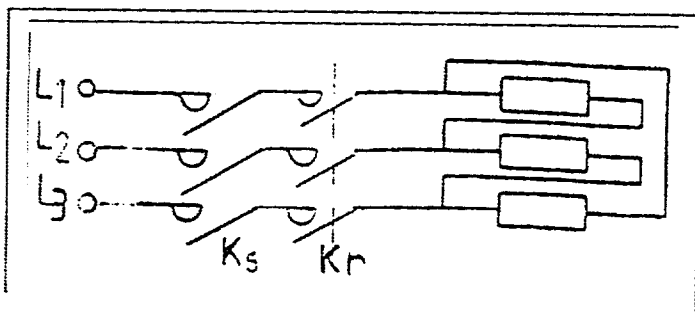
2 - ENERGIE THERMIQUE

2.1 CIRCUITS DE PUISSANCE DU FOUR GENERATEUR DE VAPEUR

2.1.1 Schéma des circuits : réseau 230V triphasé

Le générateur de vapeur comporte 6 thermoplongeurs composé chacun de 3 résistances couplées. Compléter le schéma de puissance ci-dessous pour un thermoplongeur couplé :

/8



2.1.2 Définir le couplage des résistances : (Réseau 230V triphasé)

Les résistances sont couplées en triangle.

/2

2.1.3 Calcul des éléments :

Dans le cas d'un groupement en triangle des 3 résistances identiques d'un thermoplongeur, on mesure, hors tension, entre deux bornes d'alimentation, une résistance $R_m = 42 \Omega$

Calculer la valeur R d'un élément résistant

$$R = 1.5 \times 42 = 63 \Omega$$

/2

2.1.4 Calcul des éléments :

On doit pouvoir grouper ces éléments en étoile.

Quelle serait alors la valeur mesurée dans les mêmes conditions ?

$$R = 2 \times 63 = 126 \Omega$$

/2

2.1.5 Dans le cas du montage triangle, : Calculer l'intensité du courant en ligne alimentant 1 thermoplongeur

$$J = V/R = 230/63 = 3,65 \text{ A}$$

$$\text{D'où : } I = J \times \sqrt{3} = 6,32 \text{ A}$$

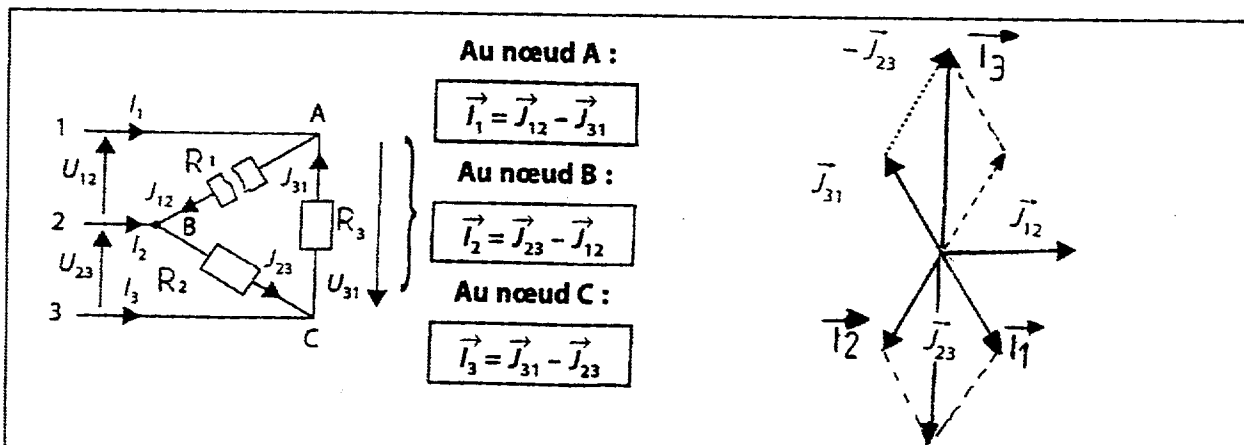
/2

2.1.6 Calculer la puissance électrique absorbée par un thermoplongeur :

$$P = U \times I \times \sqrt{3} = 230 \times 6,25 \times \sqrt{3} = 2,5 \text{ kW}$$

/2

2.1.7 La résistance R_1 du thermoplongeur étant coupée (voir schéma ci-dessous), déterminer graphiquement la valeur des courants I_1 , I_2 , I_3 et déterminer la somme $I_1 + I_2 + I_3 = I_t$



RESULTATS :

$$I_1 = 6,35 \text{ A}$$

$$I_2 = 6,35 \text{ A}$$

$$I_3 = 10,9 \text{ A}$$

$$I_t = 0 \text{ A}$$

/14

2 - ENERGIE THERMIQUE

2.2 GENERATEUR DE VAPEUR

2.2.1 Calcul de l'énergie nécessaire :

Pour vaporiser l'eau, les thermoplongeurs fournissent l'énergie thermique.

Si le four prend 3L d'eau à 15°C, calculer l'énergie nécessaire pour faire passer la température à 100°C (W_1), puis pour vaporiser cette eau (W_2)

Calculer l'énergie totale à fournir.

On donne : Energie : $W = m.c (\theta_f - \theta_i)$
 Chaleur massique de l'eau : $C = 4,18 \cdot 10^3 \text{ J/kg} \cdot ^\circ\text{C}$
 Chaleur latente de vaporisation : $L = 2,26 \cdot 10^6 \text{ J/kg}$

2.2.1.a : Energie W_1

$$W_1 = 3 \times 4.18 \times 10^3 \times (100 - 15) = 1066 \text{ kJ}$$

/10

2.2.1.b : Energie W_2

$$W_2 = L \times m = 2.26 \times 10^6 \times 3 = 6780 \text{ kJ}$$

/10

2.2.1.c : Energie totale à fournir

$$W_t = W_1 + W_2 = 6780 + 1066 = 7846 \text{ kJ}$$

/8

2.2.2 Calcul du temps :

La puissance d'un groupe étant de 2,5 kW, calculer le temps théoriquement nécessaire pour vaporiser ces 3 L d'eau si 3 groupes fonctionnent.

$$W = P \times t \quad \text{D'où} \quad t = W/P$$

$$t = 7846 / 3 \times 2,5 = 1045 \text{ s}$$

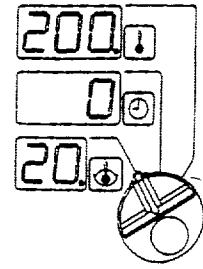
soit 17 min 25 s

/10

3 - FONCTION « DETECTION - REGULATION - AFFICHAGE DE TEMPERATURE »

MODE ' SONDE à CŒUR ' Pt 100

La cuisson s'arrêtera lorsque la température à cœur (réglée avec le bouton 4 du tableau de commande) sera atteinte.
 Un signal sonore indique la coupure de la chauffe en fin de cuisson.
 L'extinction de la LED indique que la température de consigne est atteinte.



3.1 DETECTION DE LA TEMPERATURE

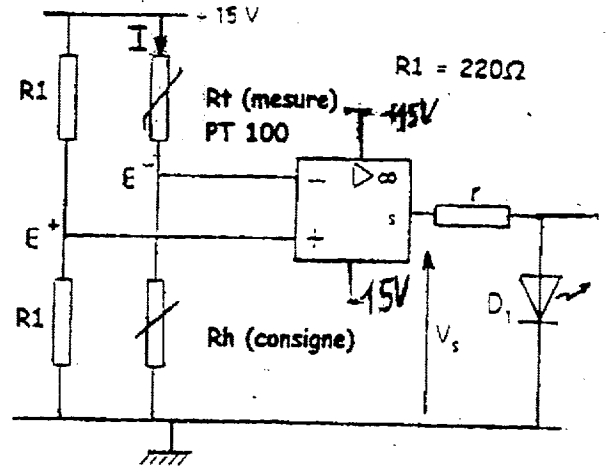
Le détecteur d'échauffement est composé d'un amplificateur opérationnel considéré comme parfait et schématisé par la figure ci-dessous.

Il est alimenté à l'aide de tensions symétriques (+15V ; -15V)

La tension de sortie ne peut prendre que les 2 valeurs (+14V ; 0 V)

Le capteur de température est constitué d'une PT 100 dont la résistance R_t est fonction de la température θ

avec $R_t(\theta) = R_0(1 + a\theta)$ et
 $R_0 = 100 \Omega$; $a = 4 \cdot 10^{-3} / ^\circ C^{-1}$



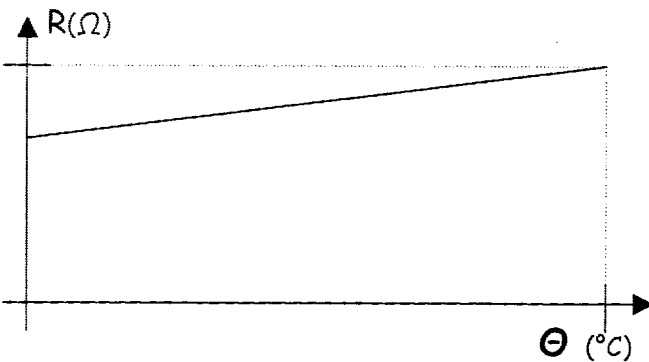
3.1.1 Quelle est la signification de R_0 ?

R_0 est la résistance du capteur à $0^\circ C$

/2

3.1.2 Représenter graphiquement R en fonction de la température θ comprise entre $0^\circ C$ et $150^\circ C$

/10



Echelles :

R : 1cm pour 50

θ : 1cm pour $20^\circ C$

3.1.3 Afin de pouvoir limiter l'échauffement du capteur par effet Joule, on impose une puissance dissipée à $0^\circ C$ égale à $4 \mu W$.

Quel courant I parcourt alors le capteur ?

$P = R \cdot I^2$ soit $I = \sqrt{P/R} = 200 \mu A$

/5

3.1.4 En supposant que le courant du capteur soit égal à la valeur calculée en 3.1.3, donner la plage de variation de la tension U aux bornes du capteur R_t pour les températures de $0^\circ C$ et de $150^\circ C$

/4

θ ($^\circ C$)	$0^\circ C$	$150^\circ C$
R_t (Ω)	100	160
U (mV)	20	32

3 - FONCTION « DETECTION - REGULATION - AFFICHAGE DE TEMPERATURE »

DETECTION DE TEMPERATURE

3.1.5 Calculer le potentiel de E^+ par rapport à la masse.

$$U^{E^+} = V_{cc}/2 = 15/2 = 7,5 \text{ V}$$

/2

3.1.6 En fonction de R_h et de R_t , exprimez l'expression littérale de U pour le potentiel de E^- par rapport à la masse

$$U^{E^-} = V_{cc} \cdot R_h / (R_h + R_t)$$

/2

3.1.7 Exprimer l'expression littérale de R_h en fonction de V_{cc} , U^{E^+} et R_t pour que la diode s'éteigne pour la température choisie

Si la diode est éteinte : $U^{E^+} = U^{E^-}$ d'où : $V_{cc} \cdot R_h / (R_h + R_t) = U^{E^+}$

$$R_h = U^{E^+} \cdot R_t / (V_{cc} - U^{E^+})$$

/2

3.1.8 Quelle sera la valeur de R_h pour une température de 100°C ?

$$R_{h100} = 140 \Omega$$

/2

3.2 AFFICHAGE DE TEMPERATURE

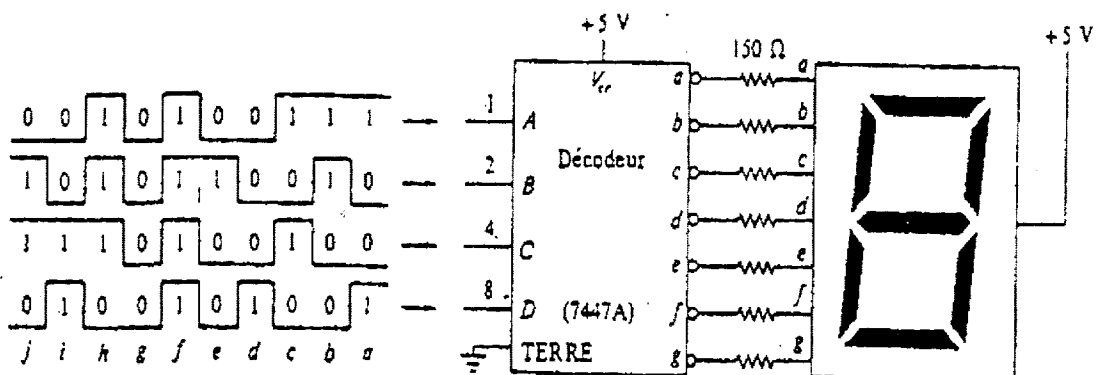
3.2.1 Citer deux types d'afficheurs fréquemment utilisés :

- a) afficheurs à LED
- b) afficheurs à cristaux liquides

/2

3.2.2 L'afficheur à 7 segments ci-dessous est commandé par un décodeur 7447A dont la table de vérité est donnée page 10/11

En fonction des impulsions aux entrées ABCD du décodeur, donner la liste des indications décimales de l'afficheur pour chacune des impulsions et indiquer les segments correspondants allumés



/9

	Chiffre	Segments allumés		Chiffre	Segments allumés
Impulsion a	9	a, b, c, f, g	Impulsion f	non valide	aucun
Impulsion b	3	a, b, c, d, g	Impulsion g	0	a, b, c, d, e, f
Impulsion c	5	a, f, g, c, d	Impulsion h	7	a, b, c
Impulsion d	8	a, b, c, d, e, f, g	Impulsion i	non valide	aucun
Impulsion e	2	a, b, g, e, d	Impulsion j	6	f, e, d, c, g

Décodeur-driver DCB en 7 segments

Pour la commande directe d'afficheurs LED ou de lampes à incandescence avec tension max. de 15 V. et courant max. de 40 mA (24 mA pour série LS). Test de lampes (LT) et commande d'éclairage par modulation de la largeur d'impulsion sur l'entrée BI. Suppression des zéros décimaux.

Table de vérité

Nombre ou Fonction	Entrées						BI/ RBO *)	Sorties							Notes
	LT	RBI	D	C	B	A		a	b	c	d	e	f	g	
0	H	H	L	L	L	L	H	1	1	1	1	1	1	0	
1	H	X	L	L	L	H	H	0	1	1	0	0	0	0	
2	H	X	L	L	H	L	H	1	1	0	1	1	0	1	
3	H	X	L	L	H	H	H	1	1	1	1	0	0	1	
4	H	X	L	H	L	L	H	0	1	1	0	0	1	1	
5	H	X	L	H	L	H	H	1	0	1	1	0	1	1	
6	H	X	L	H	H	L	H	0	0	1	1	1	1	1	
7	H	X	L	H	H	H	H	1	1	1	0	0	0	0	
8	H	X	H	L	L	L	H	1	1	1	1	1	1	1	
9	H	X	H	L	L	H	H	1	1	1	0	0	1	1	1)
10	H	X	H	L	H	L	H	0	0	0	1	1	0	1	
11	H	X	H	L	H	H	H	0	0	1	1	0	0	1	
12	H	X	H	H	L	L	H	0	1	0	0	0	1	1	
13	H	X	H	H	L	H	H	1	0	0	1	0	1	1	
14	H	X	H	H	H	L	H	0	0	0	1	1	1	1	
15	H	X	H	H	H	H	H	0	0	0	0	0	0	0	
BI	X	X	X	X	X	X	L	0	0	0	0	0	0	0	2)
RBI	H	L	L	L	L	L	L	0	0	0	0	0	0	0	3)
LT	L	X	X	X	X	X	H	1	1	1	1	1	1	1	4)

H = Niveau Haut L = Niveau Bas X = Sans importance 1 = Allumé 0 = Eteint

*) BI/RBO est un ET logique câblé et est utilisé en entrée pour la commande d'extinction (BI) ou en sortie correspondante (RBO).

1) L'entrée BI doit être ouverte ou au niveau Haut pour les sorties de 0 à 15. RBI doit être ouvert ou au niveau Haut pour l'effacement des zéros décimaux.

2) Lorsque l'entrée BI est maintenue au niveau bas (L), tous les segments sont éteints, quels que soient les niveaux des autres entrées.

3) Lorsque RBI et les entrées A, B, C et D sont au niveau bas (L) et LT au niveau Haut, tous les segments sont éteints et RBO passe au niveau bas (L).

4) Lorsque BI/RBO est ouvert ou au niveau Haut et que LT passe au niveau bas (L), tous les segments sont allumés.

BAREME DE NOTATION

PARTIE 1 : ENERGIE HYDRO-MECANIQUE

Question 1.1	/42
Question 1.2.1	/8
Question 1.2.2	/6
Question 1.3.1	/6
Question 1.3.2	/6
Question 1.4.1	/22
TOTAL 1	/90

PARTIE 2 : ENERGIE THERMIQUE

PARTIE 3 : DETECTION -AFFICHAGE

Question 2.1.1	/8	Question 3.1.1	/2
Question 2.1.2	/2	Question 3.1.2	/10
Question 2.1.3	/2	Question 3.1.3	/5
Question 2.1.4	/2	Question 3.1.4	/4
Question 2.1.5	/2	Question 3.1.5	/2
Question 2.1.6	/2	Question 3.1.6	/2
Question 2.1.7	/14	Question 3.1.7	/2
Question 2.2.1.a	/10	Question 3.1.8	/2
Question 2.2.1.b	/10	Question 3.2.1	/2
Question 2.2.1.c	/8	Question 3.2.2	/9
Question 2.2.2	/10		
TOTAL 2	/70	TOTAL 3	/40

TOTAL EPREUVE 1+2+3	/200
NOTE	/20