

# BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL ÉQUIPEMENTS ET INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES

## SESSION 2004

### Épreuve SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

(Unités : U.11, U.12, U.13)

Durée : 6 heures 45 min.

Coefficient : 5

**E1**

*Cette épreuve comprend 3 sous-épreuves.*

**Sous-épreuve A1** : étude d'un système à dominante électrotechnique (durée 4 heures, coefficient 2)

**Sous-épreuve B1** : mathématiques et sciences physiques (durée 2 heures, coefficient 2)

**Sous-épreuve C1** : travaux pratiques de sciences physiques (durée 45 min., coefficient 1).

### SOUS-ÉPREUVE A1 (Unité U.11)

#### Étude d'un système à dominante électrotechnique

Durée : 4 heures

Coefficient : 2

**Ce sujet comporte** : -1 dossier travail demandé et documents réponses, de couleur blanche, à rendre avec la copie.  
-1 dossier technique de couleur verte.

**Matériel autorisé** : CALCULATRICE

**Circulaire 99.186 du 16 novembre 1999** : "Le matériel autorisé comprend toutes les calculatrices de poche y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante.

Chaque candidat ne peut utiliser qu'une seule machine sur table.

En cas de défaillance, elle pourra cependant être remplacée.

Les échanges de machines entre candidats, la consultation des notices fournies par les constructeurs ainsi que les échanges d'informations par l'intermédiaire des fonctions de transmission des calculatrices **sont interdits.**"

**ATTENTION**  
**DOSSIER À RENDRE AVEC LA COPIE**

## PRESENTATION

### Présentation de la société et de son activité

L'usine IMPRESS de VEAUCHE (Loire), implantée dans la zone industrielle de la Plaine a pour activité la fabrication de boîtes de conserves en aluminium et en acier utilisées pour l'emballage d'aliments pour animaux domestiques (chiens et chats).

Son principal client est situé juste à coté de son site.

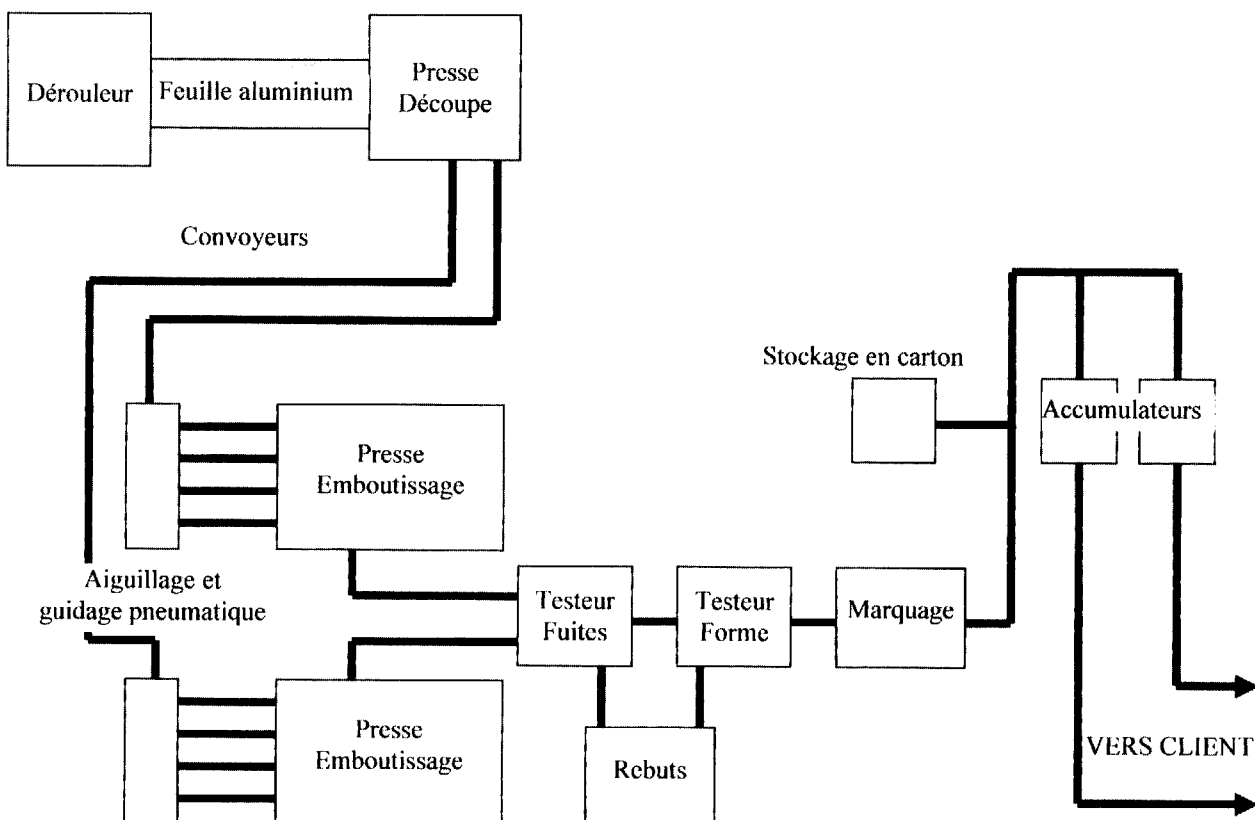
Six convoyeurs relient les deux sociétés permettant l'approvisionnement direct et permanent en boîtes de conserves de la société voisine produisant la nourriture pour animaux domestiques.

L'évolution des habitudes du grand public qui s'oriente de plus en plus vers de petites boîtes à usage unique de 85 grammes au détriment des boîtes acier de grande contenance conduit à une transformation de la production de la société IMPRESS.

Certaines lignes acier ont été supprimées (reste seulement une ligne qui produit 600000 boîtes de 200 grammes quotidiennement).

Par contre, pour répondre aux nouveaux besoins (fourniture d'environ 2 millions de boîtes de 85 grammes quotidiennement) IMPRESS doit implanter deux nouvelles lignes appelées C02 et C03.

### Présentation de la nouvelle ligne 85 grammes C03



## Descriptif fonctionnel de la nouvelle ligne 85 grammes C03

### ➤ **Fonction dérouleur**

Déroule la bobine d'aluminium en une feuille de 0,25 mm d'épaisseur qui est présentée devant la presse à découper.

### ➤ **Fonction découpe**

Coupe, dans la feuille d'aluminium, 4 disques de 119 mm de diamètre.

### ➤ **Fonction aiguilleur**

Guide les disques par un tapis roulant puis par un système d'aiguillage pneumatique jusqu'aux presses d'emboutissage.

### ➤ **Fonction emboutissage**

Comprime les disques d'aluminium par une pression de 20 tonnes entre deux pièces usinées pour donner la forme de la boîte (7 cm de diamètre et 27 mm de hauteur).

### ➤ **Fonction testeur**

Vérifie si les boîtes ne comportent aucune fuite et aucun défaut de forme.

### ➤ **Fonction marquage**

Imprime sur chaque boîte le numéro de l'entreprise, de la chaîne de production et la date de fabrication.

### ➤ **Fonction rebus**

Élimine les boîtes défectueuses pour recyclage.

### ➤ **Fonction convoyage**

Expédie directement par convoyeur les boîtes conformes vers les chaînes de remplissage situées chez le client.

### ➤ **Fonction stockage**

Stocke les boîtes dans des cartons lorsque la chaîne de remplissage du client n'est pas en service.

**Le présent sujet va porter sur l'étude de la fonction dérouleur.**

**PARTIE A : MOTOREDUCTEUR D'ENTRAÎNEMENT DE LA BOBINE Me.**

**PARTIE B : DETECTION DU DIAMÈTRE DE LA BOBINE.**

**PARTIE C : VARIATION DE LA VITESSE DU MOTEUR D'ENTRAÎNEMENT DE LA BOBINE.**

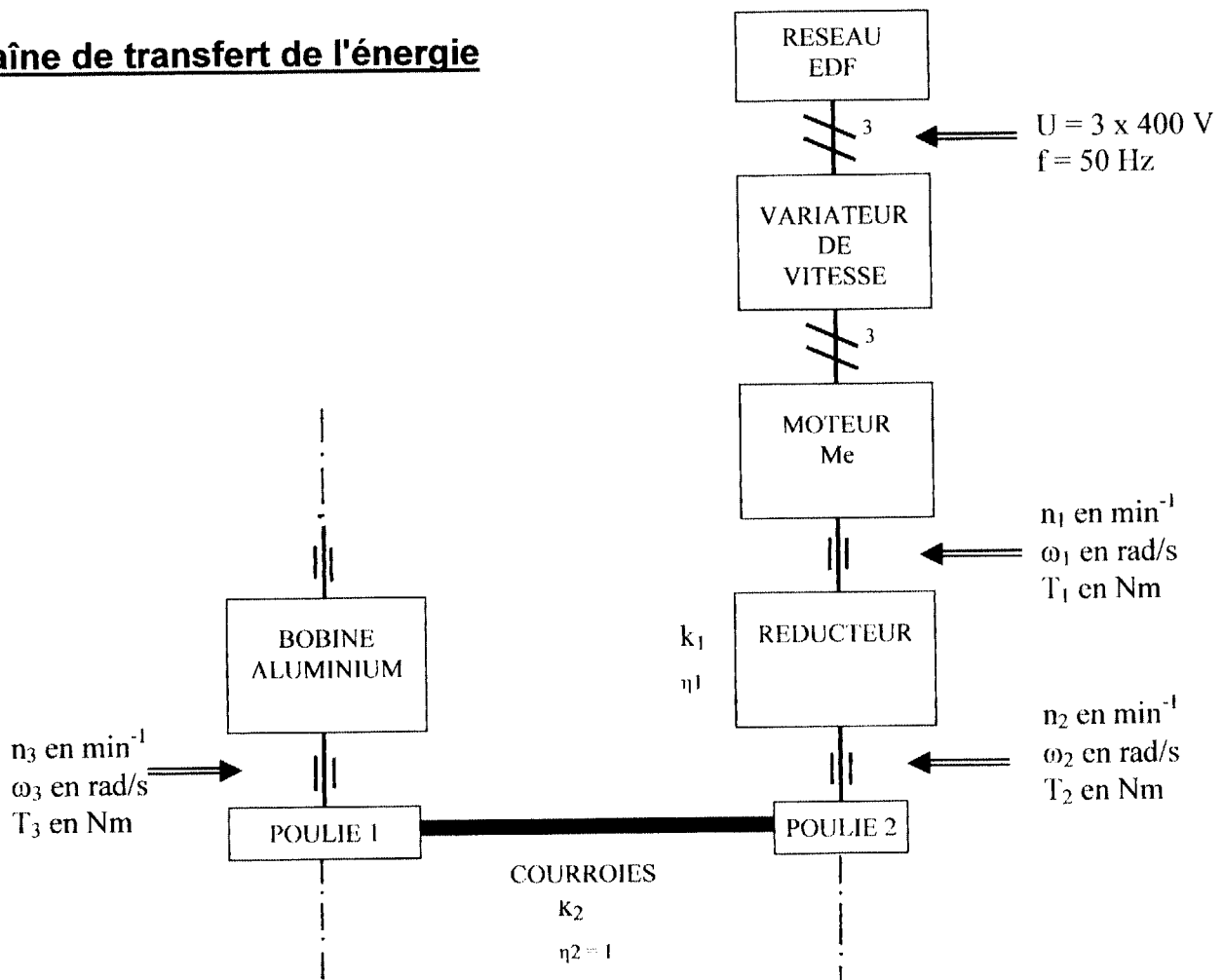
## PARTIE A

### MOTOREDUCTEUR D'ENTRAÎNEMENT DE LA BOBINE Me

#### Principe de fonctionnement du dérouleur (voir dossier technique page 1/17 et 2/17).

- Le moteur entraînement bobine Me permet d'entraîner la poulie 2.
- Les courroies assurent la transmission du mouvement entre la poulie 1 et la poulie 2, permettant au plateau supportant la bobine de tourner afin de dérouler cette dernière.
- Le moteur débiteur bobine Md (  $P = 0,18 \text{ kW}$  ;  $U = 400 \text{ V}$  ;  $I_n = 0,55 \text{ A}$  ) entraîne la feuille d'aluminium, venant de la bobine, jusque dans le balancier. Ce moteur est commandé par l'automate lorsque le capteur balancier haut est activé. Sa vitesse est variable et calquée sur celle du moteur d'entraînement de la bobine.
- La tension de la feuille d'aluminium est effectuée à l'aide d'un balancier munit de deux capteurs inductifs analogiques informant l'automate de sa position haute ou basse.
- Le moteur débiteur boucle Mb (  $P = 0,18 \text{ kW}$  ;  $U = 400 \text{ V}$  ;  $I_n = 0,55 \text{ A}$  ) entraîne la feuille dans la boucle. Il est commandé par l'automate lorsque le capteur balancier bas est activé. Sa vitesse est constante.
- La détection de la feuille d'aluminium au niveau de la boucle est réalisée par trois capteurs inductifs.

#### Chaîne de transfert de l'énergie



## Contraintes de fonctionnement

0406 EIE STA

- La vitesse linéaire  $V$  de la feuille d'aluminium doit rester la même quelque soit le diamètre de la bobine pour permettre une découpe régulière des boites dans la presse découpe.
- La vitesse nominale du moteur sera atteinte avant que la bobine d'aluminium ne soit entièrement déroulée (lorsque le diamètre de la bobine sera égal à  $D_{nom} = 352$  mm).
- Le couple résistant de l'ensemble bobine et plateau est à la vitesse nominale, égal à  $T_3 = 1400$  Nm.
- A chaque coups de presse on découpe 8 boites et on avance la feuille d'aluminium de 120 mm.
- La production horaire de boites est égale à 59040.

A1) A partir des conditions décrites précédemment :

A1.1) Calculer le nombre de coups de presse effectué par minute :

/1

A1.2) Calculer alors la vitesse linéaire  $V$  (en m/s) qu'il faut imposer à la feuille d'aluminium :

/1

**Pour la suite de l'étude la vitesse linéaire de la feuille d'aluminium est fixée à  $V = 0,25$  m/s.**

A2) A l'aide du dossier technique pages 1/17 et 2/17, calculer la vitesse angulaire  $\omega_3$  de la bobine pour les trois cas envisagés, en complétant le tableau ci-dessous :

Vitesse linéaire de la bobine $V$ en m/s	Rayon de la bobine en m	Vitesse angulaire $\omega_3$ en rad/s	
		Expression littérale	Calcul et résultat
0,25	$R_{maxi} =$	$\omega_3 =$	$\omega_{3mini} =$
	$R_{nom} = 0,176$		$\omega_{3nom} =$
	$R_{mini} =$		$\omega_{3maxi} =$

/3

A3) A l'aide du dossier technique pages 1/17 et 2/17, calculer le rapport de réduction  $k_2$  de l'ensemble poulies - courroies :

/1

Rapport de réduction $k_2$	
Expression littérale	Calcul et résultat
$k_2 =$	$k_2 =$

A4) Calculer alors la vitesse angulaire  $\omega_2$  à la sortie du réducteur pour les trois cas envisagés, en complétant le tableau ci-dessous :

/2

Vitesse angulaire $\omega_2$ en rad/s	
Expression littérale	Calcul et résultat
$\omega_2 =$	$\omega_{2\text{mini}} =$
	$\omega_{2\text{nom}} =$
	$\omega_{2\text{maxi}} =$

A5) En déduire la vitesse de rotation  $n_2$  à la sortie du réducteur en complétant le tableau ci-dessous :

/2

Vitesse de rotation $n_2$ en $\text{min}^{-1}$	
Expression littérale	Calcul et résultat
$n_2 =$	$n_{2\text{mini}} =$
	$n_{2\text{nom}} =$
	$n_{2\text{maxi}} =$

A6) Le choix du bureau d'étude s'est porté sur un réducteur **R77**.

0406 EIE STA

A6.1) A l'aide du dossier technique pages 3/17, 4/17 et 5/17, compléter le tableau ci-dessous :

Vitesse de sortie nominale en $\text{min}^{-1}$	Indice de réduction	rendement
79		

/2

A6.2) Calculer alors la vitesse de rotation  $n_1$  du moteur Me en complétant le tableau ci-dessous :

Vitesse de rotation $n_2$ en $\text{min}^{-1}$	Vitesse de rotation $n_1$ en $\text{min}^{-1}$	
	Expression littérale	Calcul et résultat
$n_{2\text{mini}} = 31$	$n_1 =$	$n_{1\text{mini}} =$
$n_{2\text{nom}} = 79$		$n_{1\text{nom}} =$
$n_{2\text{maxi}} = 110$		$n_{1\text{maxi}} =$

/2

A7) A partir des contraintes décrites page 4/13 du présent dossier, des caractéristiques du réducteur et des poulies :

A7.1) Calculer la puissance mécanique  $P_3$  au niveau de la bobine pour la valeur nominale (on considèrera que  $n_{3\text{nom}} = 14 \text{ min}^{-1}$ ) :

Puissance mécanique $P_3$ en W	
Expression littérale	Calcul et résultat
$P_3 =$	$P_3 =$

/1

A7.2) En déduire la puissance utile  $P_1$  du moteur  $M_e$  en tenant compte du rendement des systèmes de réduction :

Puissance mécanique $P_1$ en W	
Expression littérale	Calcul et résultat
$P_1 =$	$P_1 =$

/1

A7.3) En déduire la vitesse de rotation  $n_1$  du moteur  $M_e$  en tenant compte des systèmes de réduction :

Vitesse de rotation $n_1$ en $\text{mn}^{-1}$	
Expression littérale	Calcul et résultat
$n_1 =$	$n_1 =$

/0,5

A7.4) Calculer le couple  $T_1$  en sortie du moteur  $M_e$  :

Couple $T_1$ en Nm	
Expression littérale	Calcul et résultat
$T_1 =$	$T_1 =$

/0,5

A8) Le choix du bureau d'étude s'est porté sur un moteur de référence : **DV 100 M4**.

A8.1) En fonction des résultats précédents et du dossier technique pages 4/17, 5/17, 6/17 et 7/17, compléter le tableau ci-dessous :

/4

	P	n	$\cos \varphi$	$\eta$ à 100%	$I_d / I_n$ (ou $I_A / I_N$ )	$T_d. / T_n$ (ou $M_A / M_N$ )	$T_n.$
Valeurs calculées							
Valeurs constructeur							

A8.2) Conclure sur le choix de ce moteur :

/1

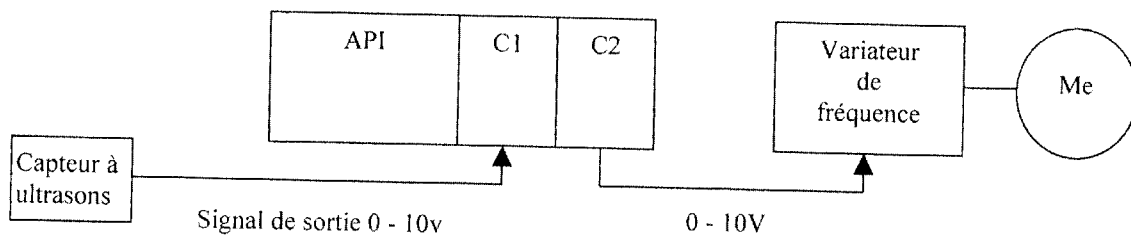


## PARTIE B

### DETECTION DU DIAMETRE DE LA BOBINE

#### Principe de fonctionnement de la mesure du diamètre de la bobine

- La valeur du diamètre de la bobine d'aluminium doit être mesurée de façon permanente pour permettre d'adapter la vitesse de rotation du moteur afin de conserver une vitesse linéaire constante.
- Pour cela on utilise un capteur de proximité à ultrasons situé sur la potence du dérouleur (voir dossier technique pages 1/17 et 2/17).



- La tête du capteur à ultrasons est intégrée, non orientable et la sortie de commande est de type NO.
- Le capteur à ultrasons, vu sa position, aura une zone de détection de 200mm à 1300mm. Sur ce type de capteur, cette zone de détection est ensuite ajustable par potentiomètre.

B1) A l'aide des indications ci-dessus préciser pourquoi il faut utiliser un capteur analogique et non un capteur tout ou rien :

/2

B2) Compléter le tableau ci-dessous en fonction des informations données de manière à trouver la référence du capteur à utiliser.

Type de tête	Zone de détection	Fonction de sortie	Nature du signal de sortie

Donner alors la référence du capteur à l'aide du dossier technique pages 8/17 et 9/17 :

Référence	
-----------	--

/3

B3) Après réflexion la société IMPRESS a finalement choisi un capteur à tête orientable de référence 3RG61 23 3GF00. L'étage de sortie du capteur comporte un convertisseur numérique analogique.

B3.1) A l'aide du dossier technique pages 10/17 déterminer la résolution en bits du capteur choisi par la société IMPRESS :

/1

B3.2) En déduire le nombre de valeurs possibles en sortie du capteur :

/1

B3.3) En déduire la précision (pas de conversion) du convertisseur NA du capteur en volt :

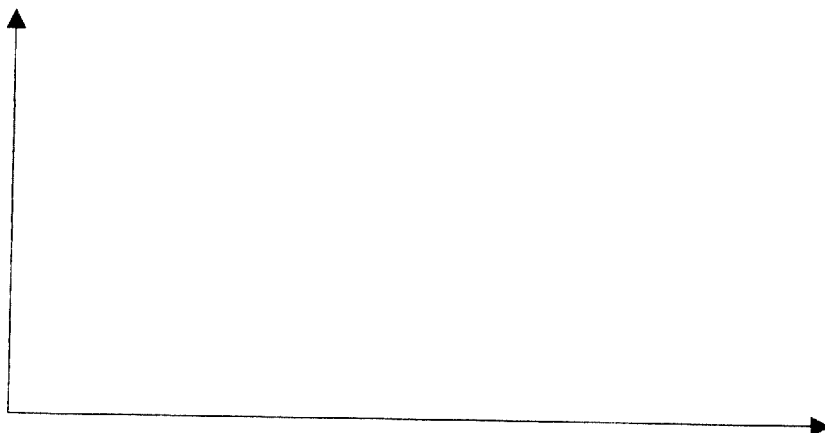
/1

B4) La zone de détection du capteur a été ajustée afin que, lorsque la bobine est pleine, l'information délivrée par le capteur soit égale à 0 V et à 10 V quand la bobine est vide. Compléter le tableau ci-dessous :

/2

	Diamètre en mm	Tension délivrée en V (calcul et résultat)
Bobine entière	900	
Bobine au trois quart pleine		2,5
Bobine à moitié	576	
Bobine vide	252	

B5) Tracer la courbe donnant l'évolution de la tension délivrée par le capteur en fonction du diamètre de la bobine (échelle 1cm / 100 mm et 1cm / 2V) :



/3

B6) En déduire graphiquement la tension délivrée par le capteur lorsque la bobine a atteint son diamètre nominal  $D_{nom} = 352 \text{ mm}$  :

--

/1

B7) En prenant 2,44mV comme pas de résolution du convertisseur, calculer le nombre de pas du capteur lorsque sa tension de sortie est de 8,45 V.  
Exprimer vos résultats en décimal et en binaire :

Décimale :	Binaire :
------------	-----------

/2

B8) Quel type de convertisseurs C1 et C2 faut-il utiliser pour envoyer respectivement l'information capteur vers l'automate et l'information vitesse vers le variateur :

C1 :	C2 :
------	------

/2

B9) A l'aide de la pages 15/17, 16/17 et 17/17 du dossier technique, déterminer la référence des convertisseurs C1 et C2 :

C1 :	C2 :
------	------

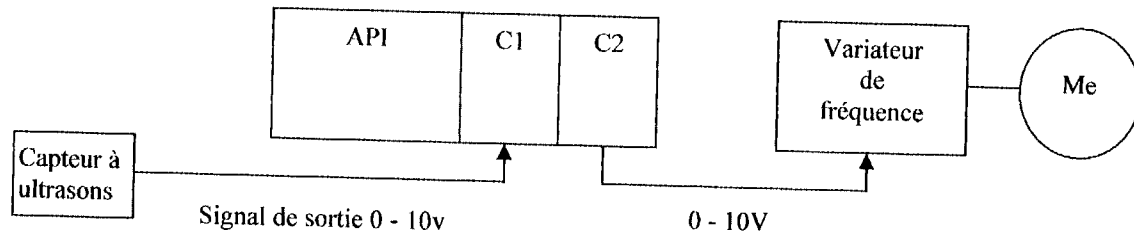
/2

## PARTIE C

### VARIATION DE VITESSE DU MOTEUR D'ENTRAINEMENT DE LA BOBINE

#### Principe de fonctionnement de la variation de vitesse

- Le moteur entraînement de la bobine Me est piloté par un variateur de fréquence ALLEN BRADLEY.



- La fréquence varie en permanence en fonction de la mesure du diamètre de la bobine afin de garder constante la vitesse linéaire de la feuille d'aluminium.
- Le moteur Me a une puissance nominale égale à 2,2 kW, une tension d'alimentation de 400 V et un courant nominal égal à 4,7A.
- Le réseau est du type 3 x 400 V + PE.
- L'accélération sera réglée à 1,5 s et la décélération à 2 s.
- L'arrêt se fera en roue libre.
- Le variateur aura un indice de protection IP20.

C1) La commande du variateur se fait avec une consigne analogique 0 - 10V.

Citer les deux autres possibilités de consignes utilisables :

Préciser lors d'une commande 0 – 10V l'inconvénient possible de la valeur 0 V :

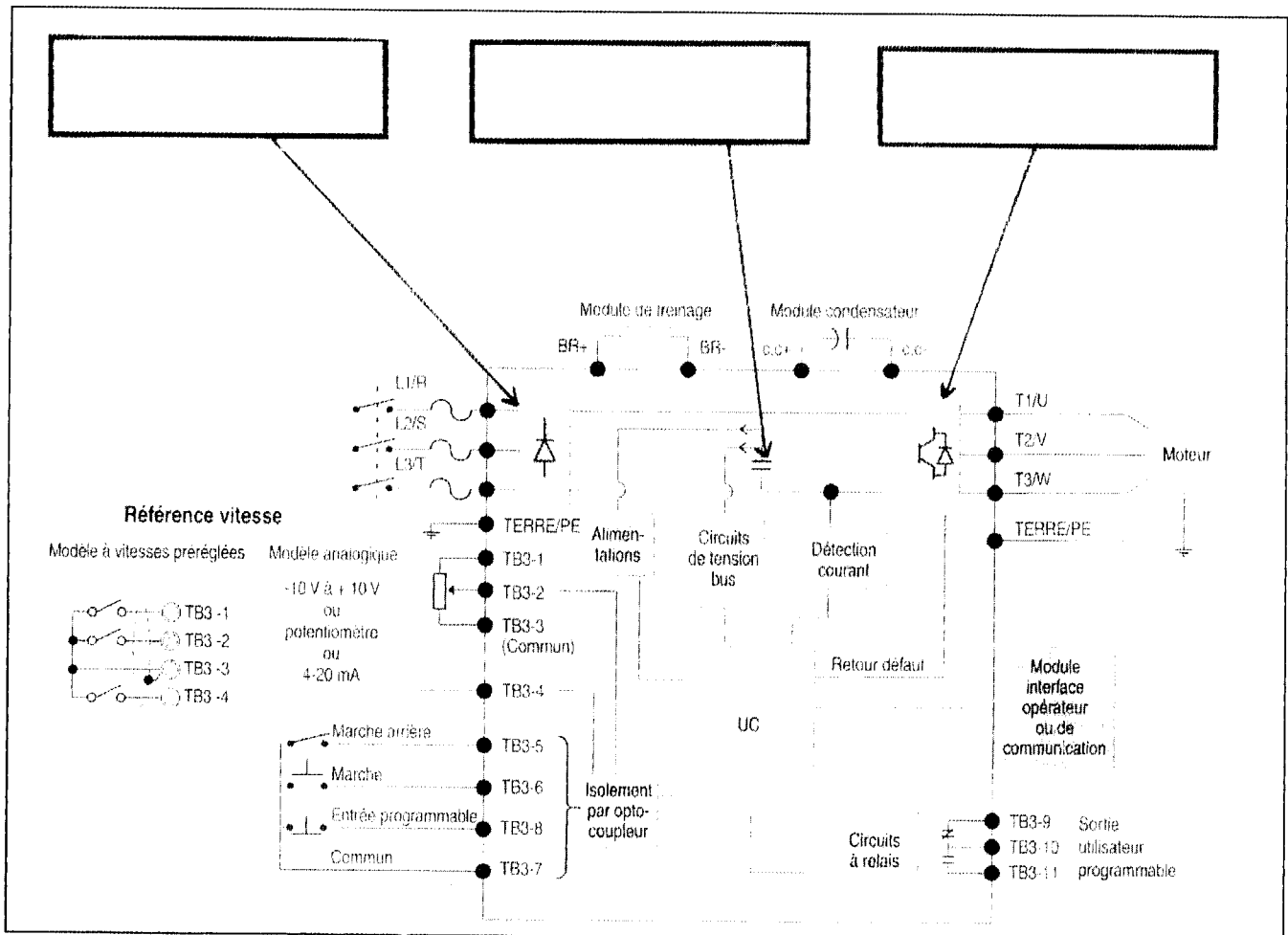
/2

C2) A l'aide du dossier technique page 11/17 et des indications ci-dessus compléter le tableau ci dessous :

Variateur ALLEN BRADLEY	Référence :	
Tension d'alimentation	Puissance nominale	Intensité nominale

/2

C3) Compléter le schéma fonctionnel du variateur en donnant la fonction des éléments repérés :



/3

C4) En considérant que le moteur tourne à sa vitesse nominale pour la fréquence du réseau EDF, compléter le tableau ci-dessous :

Diamètre bobine en mm	Vitesse de rotation $n_1$ en $\text{min}^{-1}$	Fréquence en Hz
900	550	
352	1410	
252	1960	

/3

C5) A l'aide du dossier technique pages 12/17, 13/17 et 14/17 et des indications page 11/13 du présent dossier déterminer la valeur des paramètres suivants :

Paramètre	Libellé	Réglage usine	Réglage à effectuer pour l'application
30			
31			
32			
33			
34			
35			
36			
46	Mode d'entrée	3 fils	7
74			

/8