

الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا

الدورة الاستدراكية 2014

الموضوع

RS 46

ተጽእኖተ ሰላም
ተጽእኖተ ሰላም
ለ ግልጽ ግልጽ



المملكة المغربية
وزارة التربية الوطنية
والتكوين المهني
المركز الوطني للتقويم والامتحانات والتوجيه

4	مدة الإنجاز	علوم المهندس	المادة
8	المعامل	شعبة العلوم والتكنولوجيات : مسلك العلوم والتكنولوجيات الكهربائية	الشعبة أو المسلك

SYSTEME DE FABRICATION DU SAVON

☞ Le sujet comporte au total **21** pages.

☞ Le sujet comporte 3 types de documents :

▪ Pages **02** à **11** : Socle du sujet comportant les situations d'évaluation (SEV) (Couleur **jaune**).

▪ Pages **12** et **13** : Documents ressources portant la mention **DRES XX** (Couleur **rose**).

▪ Pages **14** à **21** : Documents réponses portant la mention **DREP XX** (Couleur **blanche**).

Le sujet comporte 4 situations d'évaluation (SEV) :

- SEV1 : Analyse fonctionnelle (06 points)
- SEV2 : Étude de la transmission..... (20 points)
- SEV3 : Étude de la motorisation (27 points)
- SEV4 : Etude de la chaîne d'information..... (27 points)

Les 4 SEV sont indépendantes et peuvent être traitées dans un ordre quelconque.

☞ Toutes les réponses doivent être rédigées sur les documents réponses : **DREP XX**.

☞ Les pages portant en haut la mention **DREP XX** (Couleur **blanche**) doivent être obligatoirement jointes à la copie du candidat même si elles ne comportent aucune réponse.

☞ Aucun document n'est autorisé.

☞ Sont autorisées les calculatrices de poche non programmables.

I

INTRODUCTION

Le savon est un produit à large consommation utilisé pour le nettoyage en général et pour l'hygiène en particulier. Sa fabrication nécessite quatre ingrédients principaux : l'huile, la soude, l'eau et le colorant. Le procédé de fabrication du savon le plus fréquent est celui de la saponification à chaud, où ces ingrédients sont cuits à plus de 100°C et transformés principalement en pâte de savon. Cette pâte est alors lavée à l'eau salée et séchée, puis conditionnée.

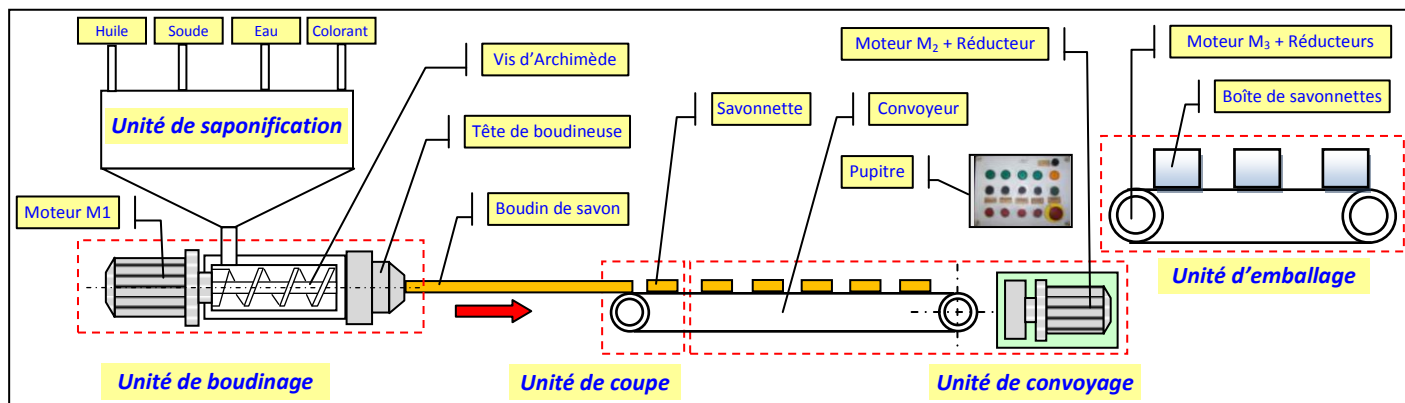
Le système à étudier est un dispositif de fabrication et de conditionnement du savon.

II

DESCRIPTION

Le système, alimenté par un réseau électrique triphasé, comporte 6 unités et un pupitre de commande :

- Unité de saponification à chaud : elle permet de produire une pâte à base d'huile, de soude, d'eau et de colorant.
- Unité de boudinage : elle affine et fabrique un boudin de savon en continu.
- Unité de coupe : elle permet de découper le boudin en morceaux de savon.
- Unité de formage : elle assure la forme finale des savonnettes (non représentée).
- Unité de convoyage : elle permet d'évacuer les savonnettes vers l'unité d'emballage.
- Unité d'emballage : permet d'emballer les savonnettes dans des boîtes.
- Pupitre de commande.



III

FONCTIONNEMENT

La pâte issue de l'unité de saponification arrive dans l'unité de boudinage. Dans cette unité, une vis d'Archimède, animée par un moteur M1, comprime le savon et l'achemine jusqu'à la tête d'extrusion (tête de boudineuse). Le boudinage nécessite une bonne fluidité de la pâte qui est assurée par un chauffage de la tête d'extrusion à une température régulée de 60 °C. Cette température est obtenue en chauffant une résistance commandée par un microcontrôleur (µC) de type **PIC 16F876**. La capture de la température est assurée par un capteur de température de type PT 1000. Le boudin ainsi formé avance jusqu'à l'unité de coupe qui le découpe en morceaux de savon ; ensuite, l'unité de formage assure la forme finale des savonnettes. Enfin, un convoyeur à bande, entraîné par un motoréducteur (Moteur asynchrone triphasé M₂ + Réducteur) permet d'acheminer les savonnettes vers une unité d'emballage qui rassemble les savonnettes dans des boîtes et les évacue vers le magasin de stock. La cadence d'évacuation des savonnettes est réglable par un variateur de vitesse.

SEV I

ANALYSE FONCTIONNELLE

/6 p^{ts}

Tâche

FONCTION GLOBALE ET SOLUTIONS CONSTRUCTIVES

/6 p^{ts}

A partir de la présentation, de la description et du fonctionnement du système, compléter sur le document **DREP 01 (page 14)** :

1. L'actigramme A-0.

2,5 pts

2. Le diagramme FAST partiel.

3,5 pts

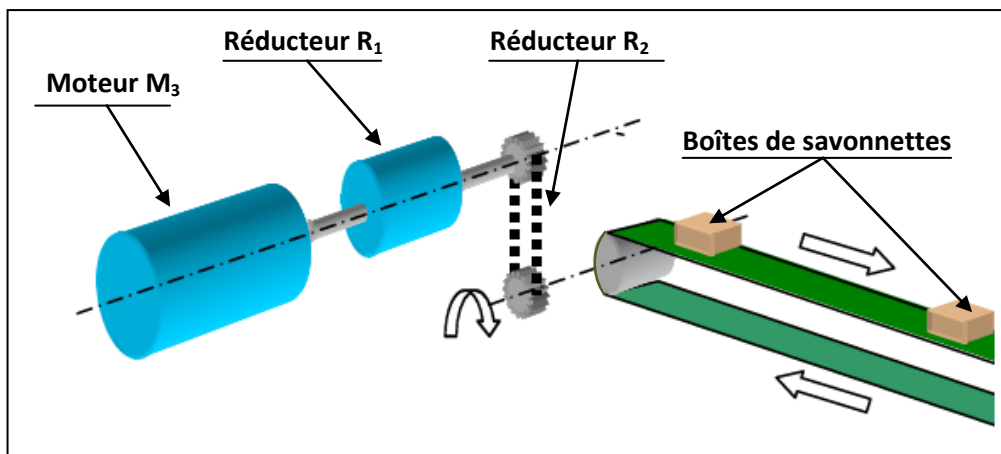
SEV II

ETUDE DE TRANSMISSION DE MOUVEMENT

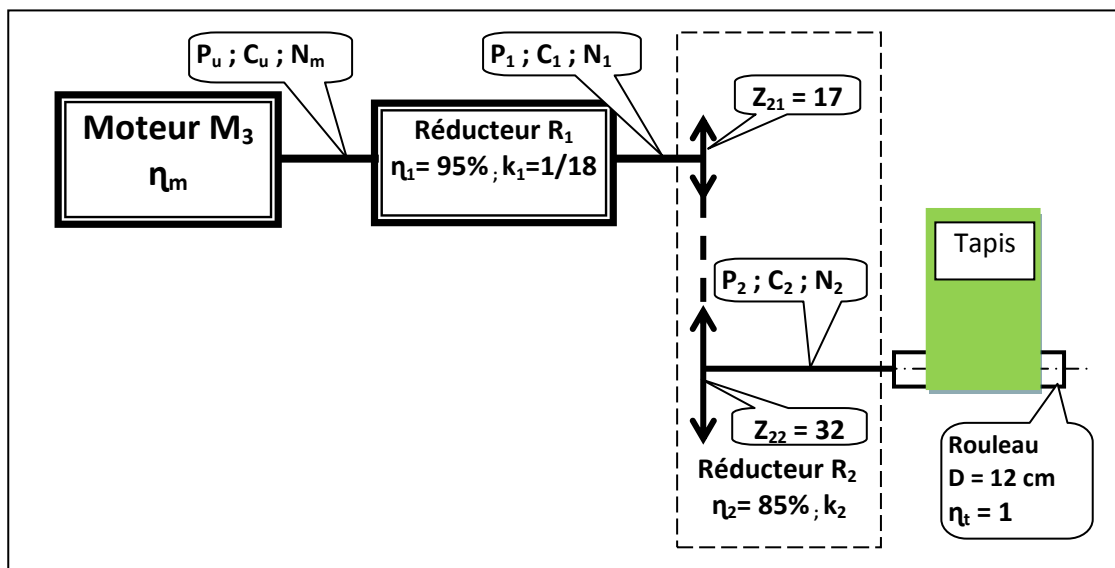
/20 p^{ts}

Le convoyeur de l'unité d'emballage est entraîné par un moteur asynchrone triphasé **M₃** associé à deux réducteurs (**R₁** et **R₂**), transfère les boîtes de savonnettes et les évacue vers le magasin de stockage.

Cette unité d'emballage est prévue pour évacuer les boîtes à une cadence maximale de **1200** boîtes par heure.



Le synoptique, les repères et les caractéristiques de l'ensemble sont donnés ci-après :



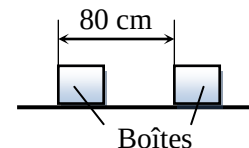
Tâche1

DETERMINATION DES FREQUENCES DE ROTATION

/7 p^{ts}

Lorsque la cadence de la machine est maximale, les boîtes sortent à intervalle régulier, distant de **80 cm** (figure ci-contre).

Sur le document **DREP 02 (page 15)** :

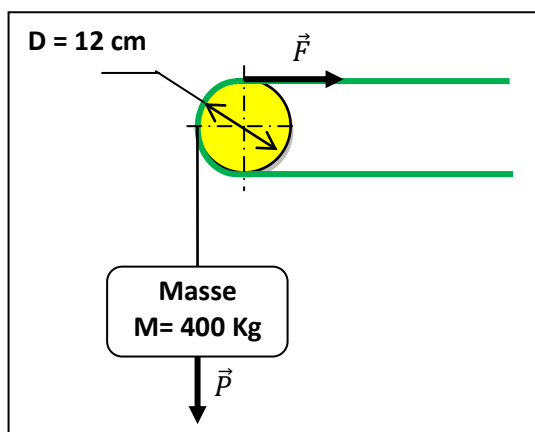


- 1 – Déterminer le temps t_1 nécessaire pour l'évacuation d'une boîte. 1 pt
- 2 – Calculer la vitesse linéaire v_t du tapis en m/s. 1 pt
- 3 – En prenant $v_t = 27.10^{-2} \text{ ms}^{-1}$, calculer la vitesse angulaire ω_2 du rouleau et en déduire sa vitesse de rotation N_2 . 2 pts
- 4 – Calculer le rapport de réduction k_2 du réducteur R_2 . 1 pt
- 5 – En déduire la vitesse de rotation N_1 en sortie du réducteur R_1 . 1 pt
- 6 – Calculer la vitesse de rotation N_m du moteur M_3 . 1 pt

Tâche 2

DETERMINATION DES PUISSANCES MECANQUES

/5 p^{ts}



La force tangentielle développée sur le rouleau du tapis est équilibrée par une masse de **400 Kg**. On donne : $g = 10 \text{ ms}^{-2}$.

Sur les documents **DREP 02 (page 15)** et **DREP 03 (page 16)** :

- 1 – Calculer l'effort tangentiel F sur le rouleau du tapis. 1 pt
- 2 – Calculer le moment du couple C_2 sur le rouleau du tapis. 1 pt
- 3 – En prenant $\omega_2 = 4,5 \text{ rad s}^{-1}$, calculer la puissance P_2 développée sur le rouleau du tapis. 1 pt
- 4 – Calculer la puissance P_u développée par le moteur M_3 . 1 pt
- 5 – En considérant que le moteur tourne à **1460 tr/min**, calculer le couple utile C_u du moteur M_3 . 1 pt

Tâche 3

ETUDE DU SYSTEME PIGNONS-CHAINE

/8 p^{ts}

1- Parmi les propositions ci-dessous, choisir trois avantages et trois inconvénients du système pignons-chaîne par rapport au système poulies-courroie :

3 pts

- ✓ Nécessite une lubrification.
- ✓ La transmission de puissance s'effectue par obstacle.
- ✓ Longue durée de vie.
- ✓ La transmission est silencieuse.
- ✓ Permet de lier l'arbre moteur à l'arbre récepteur sans changement des caractéristiques mécaniques.
- ✓ Pas de modification de la vitesse de rotation.
- ✓ Pas de modification du couple transmissible.
- ✓ La transmission est bruyante.
- ✓ Supporte des conditions de travail plus rudes.
- ✓ Nécessite une surveillance périodique.
- ✓ Le coût est plus élevé.
- ✓ Le système pignons-chaîne est réversible.

2- Travail graphique :

Sur le document **DREP 03 (page 16)** :

Compléter la liaison encastrement du pignon 21 sur son arbre en utilisant :

- Une clavette ;
- Une rondelle ;
- Un écrou ;

2 pts

1 pt

1 pt

1 pt

Nota : il sera tenu compte de la présentation et du respect des règles du dessin.

SEV III

MOTORISATION DU CONVOYEUR

/27 pts

Tâche 1

ETUDE DU BILAN DES PUISSANCES DU MOTEUR M_2

/15 p^{ts}

Les caractéristiques du moteur M_2 sont :

- ✓ Tension : 230 / 400 V – 50 Hz ;
- ✓ Rotor à cage ;
- ✓ $n_N = 1430$ tr/min – 4 pôles ;
- ✓ $C_N = 10$ Nm ;
- ✓ $I_N = 3,6$ A ;
- ✓ $\cos \varphi = 0,81$.

- 1- Le moteur est alimenté à partir d'un réseau triphasé de tension $U = 400$ V – 50 Hz. Préciser le couplage des enroulements statoriques et compléter alors sur le document **DREP 04 (page 17)** le schéma de raccordement de la plaque à bornes. 2 pts
- 2- Compléter sur le document **DREP 04 (page 17)** le schéma illustrant le bilan des puissances du moteur (les pertes fer rotoriques sont supposées négligeables). 3 pts

Répondre sur le document **DREP 05 (page 18)** :

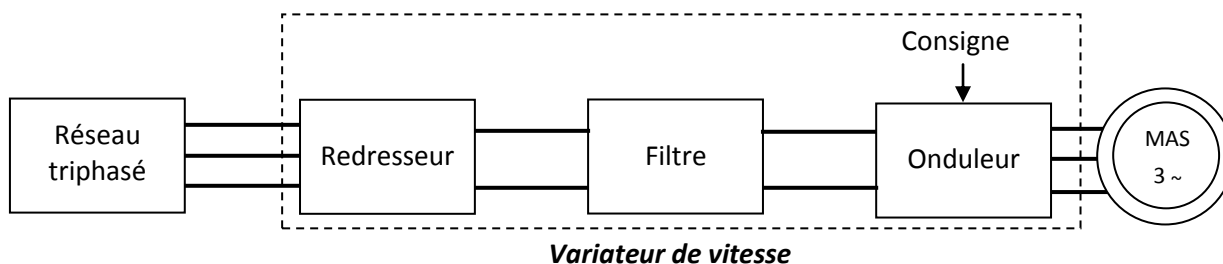
- 3- Calculer la puissance absorbée P_a par le moteur. 2 pts
- 4- Déterminer les pertes Joule statoriques P_{js} sachant que la résistance d'une phase est $R = 3,5 \Omega$. 2 pts
- 5- Calculer la puissance transmise P_{TR} sachant que les pertes fer P_{fs} dans le stator sont de 151 W (on admet que les pertes mécaniques P_{mec} et les pertes fer P_{fs} dans le stator sont égales). 2 pts
- 6- Calculer la valeur des pertes Joule P_{jr} dans le rotor et donner alors la valeur des pertes totales P_{tot} dans le moteur. 3 pts
- 7- Quelle est alors la valeur du rendement η_{m2} du moteur ? 1 pt

Tâche 2

ETUDE DU VARIATEUR DE VITESSE

/12p^{ts}

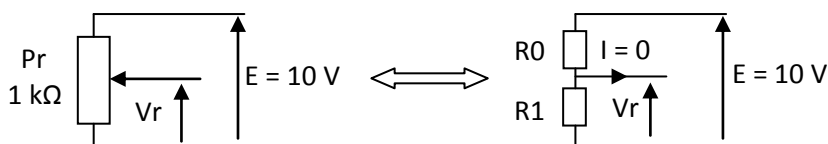
Pour ajuster la cadence (nombre de savonnettes par heure), un opérateur fait varier la vitesse du moteur M_2 du convoyeur à bande en agissant sur un potentiomètre de référence Pr (consigne). En plus, pour assurer les performances optimales du moteur M_2 , il s'impose que le rapport U/f soit constant. Le schéma synoptique du variateur est le suivant :



Répondre sur le document **DREP 05 (page 18)** :

- 1- En utilisant le document **DRES 01 (page 12)** et les caractéristiques du moteur M_2 (prendre la puissance utile du moteur $P_u = 1,5 \text{ kW}$), donner la référence du variateur de vitesse qui convient. **2 pts**
- 2- La tension V_r de consigne de vitesse est réglée par le potentiomètre de référence Pr . On admet que la vitesse du moteur est proportionnelle à la tension V_r :
 - ✓ $V_r = 0 \text{ V}$ pour une vitesse nulle ;
 - ✓ $V_r = 10 \text{ V}$ pour la vitesse nominale de 1430 tr/min .

Le schéma équivalent du potentiomètre Pr est le suivant :



Sachant que la tension $V_r = 6 \text{ V}$:

- 2.1 - Calculer les valeurs des résistances R_0 et R_1 . **2 pts**
- 2.2 - Quelle est alors la vitesse de rotation n_r (en tr/min) du moteur ? **1 pt**

Répondre sur le document **DREP 06 (page 19)** :

- 3- Compléter le schéma du circuit de puissance en utilisant un disjoncteur magnéto-thermique Q_1 et en raccordant le variateur de vitesse au moteur. **3 pts**
- 4- Compléter le schéma du circuit de commande simplifié qui doit être alimenté sous une tension monophasée de $230 \text{ V} - 50 \text{ Hz}$, sachant que l'équation logique de la sortie $KM1$ est : **4 pts**

$$KM1 = Q2. Q3. \overline{S1}(S2 + a. Km1)$$

La tête d'extrusion est entourée d'une enceinte contenant un fluide caloporteur où est plongée une résistance électrique chauffante. Le schéma, en bas de la page, montre la structure du système de régulation de température ; ainsi :

- Le système de commande est à base d'un **μC PIC 16F876** ;
- L'action de chauffe est réalisée par une résistance électrique R_{CH} ;
- L'interface entre la résistance de chauffe R_{CH} et le μC est assurée par un **gradateur** à train d'ondes basé sur un **relais statique** avec isolation galvanique ;
- Pour la capture de la température, on utilise une « résistance au platine », **PT1000**.

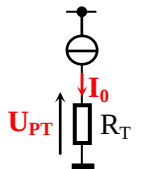
Tâche 1

ETUDE DE L'ACQUISITION DE LA TEMPERATURE

/ 12 p^{ts}

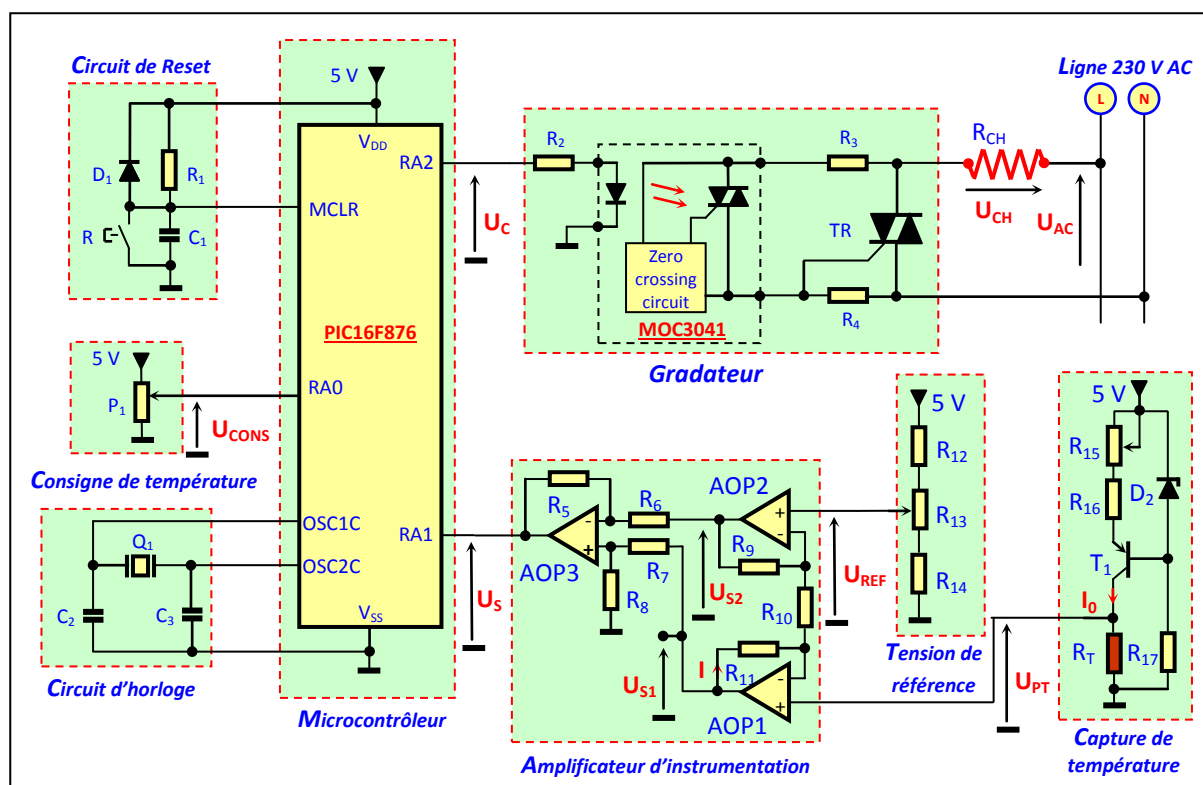
Ce système d'acquisition renvoie au μC , via l'entrée RA1, une tension proportionnelle à la température de la tête de la boudineuse. Pour ce circuit de conditionnement du signal issu de la résistance R_T (U_{PT}), on considère ce qui suit :

- Les amplificateurs opérationnels (**AOPs**) sont supposés parfaits ;
- Le montage autour du transistor T_1 réalise un générateur de courant constant I_0 d'une valeur de **1 mA** (figure ci-contre) ;
- La résistance R_T (PT 1000) est caractérisée par :

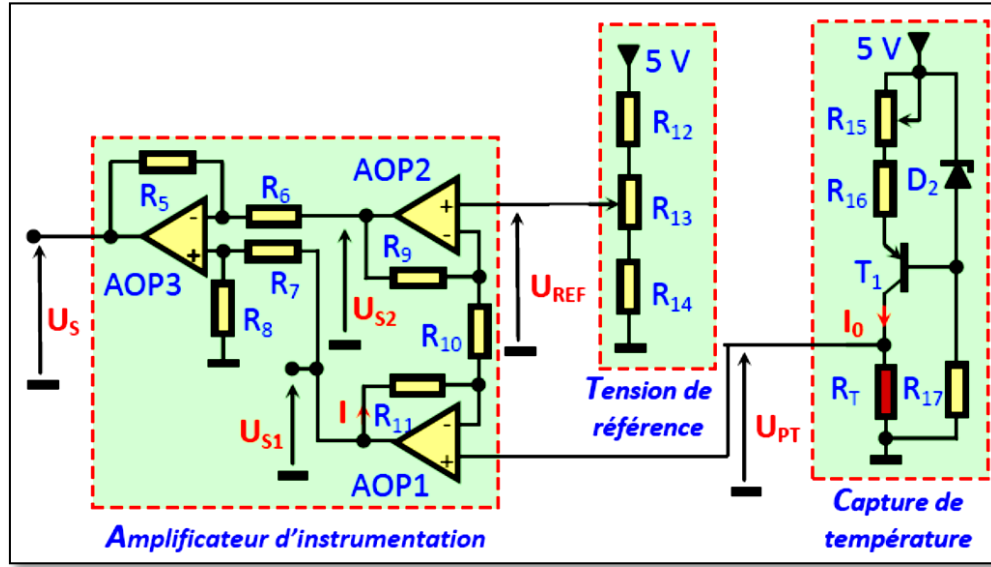


$$\begin{cases} R_T = R_0(1 + \alpha T) \\ \alpha = 3,85 \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \\ R_0 = 1000 \text{ } \Omega \text{ à } T = 0^\circ\text{C} \end{cases}$$

- On donne $R_5 = R_6 = R_7 = R_8 = R_9 = R_{11} = R$.



On considère le schéma partiel suivant :



Répondre sur le document **DREP 07 (page 20)** :

1. Montrer que :

$$U_S = U_{S1} - U_{S2}$$

2.5 pts

2. Montrer que :

$$U_{S1} - U_{S2} = (U_{PT} - U_{REF}) \left(1 + \frac{2R}{R_{10}}\right),$$

1.5 pt

sachant que :

$$I = \frac{(U_{PT} - U_{REF})}{R_{10}} = \frac{(U_{S1} - U_{S2})}{2R + R_{10}}$$

3. Montrer que :

$$U_{PT} = (R_0 I_0 + R_0 \alpha T I_0)$$

1 pt

4. Déduire des relations précédentes que :

$$U_S = (R_0 I_0 + \alpha R_0 I_0 T - U_{REF}) \left(1 + \frac{2R}{R_{10}}\right)$$

2 pts

5. Pour quelle condition, on a :

$$U_S = \left(1 + \frac{2R}{R_{10}}\right) (\alpha R_0 I_0) T$$

2 pts

6. Avec la condition de la question 5, on met U_S sous la forme :

$$U_S = K_S T$$

Donner alors l'expression de la constante K_S .

1 pt

7. On veut que, pour une température de 100 °C, U_S soit égale à 5 V. Déterminer alors la valeur de K_S et préciser son unité.

1 pt

8. Déterminer alors la valeur à laquelle doit être ajustée U_{REF} .

1 pt

Tâche 2

ETUDE DE LA REGULATION

/ 15 pts

Le gradateur basé sur relais statique est commandé par le signal logique U_C , sortie RA2 du μC , qui est de période T_C et de rapport cyclique α ($\alpha = TON/T_C$) :

- Quand $U_C = 5$ V (niveau logique 1), le triac **TR** est conducteur ; on alimente alors R_{CH} par la ligne d'alimentation U_{AC} (230 V AC) pendant un temps **TON** proportionnel à la différence entre la température désirée (consigne) et la température mesurée ;
- Quand $U_C = 0$ V (niveau logique 0), le triac **TR** est bloqué et le chauffage est arrêté.

La régulation de la température est assurée par un système à base d'un μC de type PIC 16F876 ; le principe de cette commande consiste à :

- Lire la consigne représentée par la tension U_{CONS} recueillie au curseur du potentiomètre P_1 fournissant une tension comprise entre 0 et 5 V, correspondant à une température désirée T_{CONS} comprise entre 0 et 100 °C selon un coefficient de proportionnalité K_C ; cette tension, appliquée à l'entrée **RA0**, est convertie en un nombre de 10 bits, par le convertisseur Analogique/Digital interne du μC ;
- Lire la température de la tête de la boudineuse représentée par la tension U_S fournissant une tension comprise entre 0 et 5 V, correspondant à une température mesurée T_S comprise entre 0 et 100 °C selon un coefficient de proportionnalité K_S ; cette tension, appliquée à l'entrée **RA1**, est convertie en un nombre de 10 bits, par le convertisseur Analogique/Digital interne du μC ;
- Comparer ces 2 tensions (U_{CONS} et U_S) et commander R_{CH} selon la technique **PWM** (Pulse Width Modulation) ou **MLI** (Modulation par Largeur d'Impulsion), d'une façon proportionnelle (K_T) à la différence ε ($U_{CONS} - U_S$) ; le signal binaire de commande U_C est de fréquence fixe et de rapport cyclique α variable. En bref, on a :

- Si ($U_{CONS} - U_S$) ≤ 0 , $TON = 0$;
- Si ($U_{CONS} - U_S$) > 0 , $TON = K_T(U_{CONS} - U_S)$, avec $K_T = 64$.

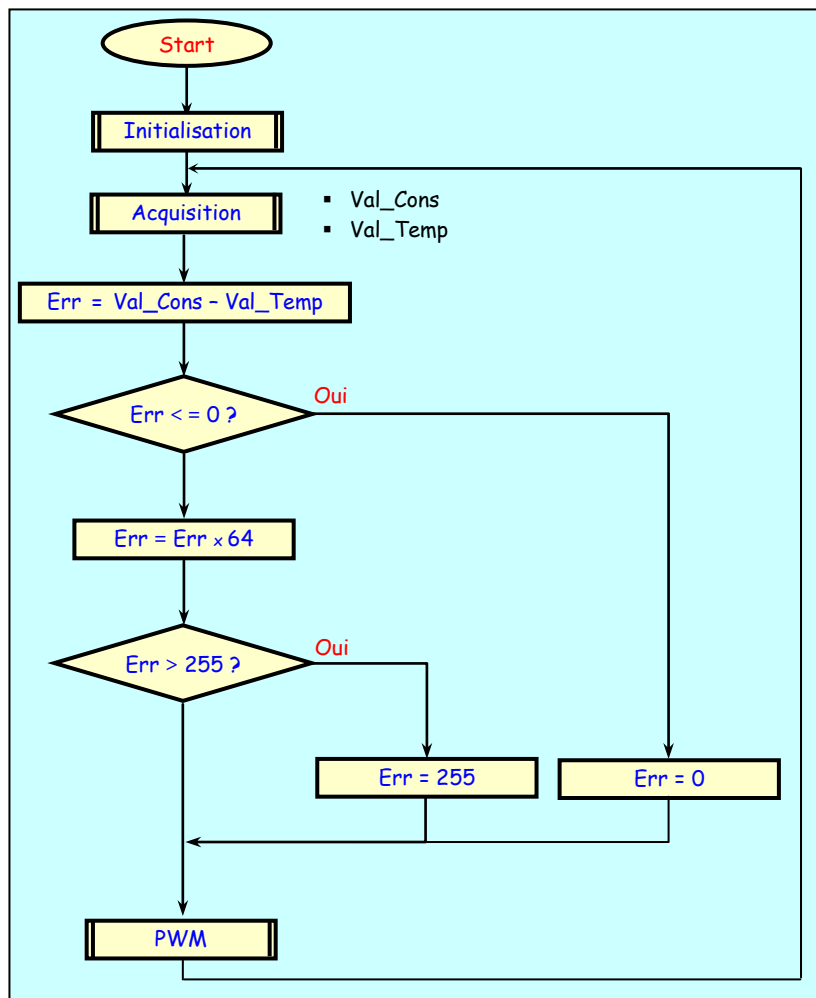
Répondre sur les documents **DREP 08 (page 21)** :

1. Compléter le schéma bloc simplifié ; on note que f_{GR} est le bloc représentant le gradateur et l'ensemble chauffant (résistance chauffante R_{CH} et tête de la boudineuse). **4 pts**
2. L'organigramme de la page suivante décrit la logique du fonctionnement de ce système de régulation. Compléter alors le programme Assembleur correspondant ; le jeu d'instructions du μC est donné au **DRES 02 (page13)**. **11 pts**

On note que :

- Le sous-programme « **Initialisation** » permet toutes les initialisations du système ;
- Le sous-programme « **Acquisition** » permet de lire la température de consigne et la température mesurée, et les stocker respectivement aux cases-mémoires **Val_Cons** et **Val_Temp** ;
- Le sous-programme « **PWM** » permet la commande de la résistance chauffante R_{CH} suivant la technique MLI ; une case-mémoire **Err** contient le mot de commande utilisé par PWM ;

- On rappelle que, multiplier un nombre N par un nombre binaire égal à 2^k , revient à décaler à gauche k fois ce nombre N ; c'est donc une itération dont le nombre est stocké dans une case-mémoire **Index** ; dans notre cas $k = 6$.



DRES 01

Références

Variateurs de vitesse

Altivar 71

Variateurs UL Type 12/IP 54 avec Vario



ATV 71E5D11N4

Variateurs UL Type 12/IP 54 avec Vario et filtre CEM classe A intégré

Tension d'alimentation triphasée : 380...480 V 50/60 Hz

Moteur		Réseau				Altivar 71				Référence (3)	Masse
Puissance indiquée sur plaque (1)		Courant de ligne maxi (2)		Puissance apparente 380 V	Icc ligne présumé maxi	Courant maximal permanent In (1)		Courant transitoire maxi pendant			
kW	HP	380 V	480 V			380 V	380 V	460 V	60 s			2 s
		A	A	kVA	kA	A	A	A	A		kg
0,75	1	3,7	3	2,4	5	2,3	2,1	3,5	3,8	ATV 71E5075N4	12,400
1,5	2	5,8	5,3	3,8	5	4,1	3,4	6,2	6,8	ATV 71E5U15N4	12,400
2,2	3	8,2	7,1	5,4	5	5,8	4,8	8,7	9,6	ATV 71E5U22N4	12,400
3	—	10,7	9	7	5	7,8	6,2	11,7	12,9	ATV 71E5U30N4	13,400
4	5	14,1	11,5	9,3	5	10,5	7,6	15,8	17,3	ATV 71E5U40N4	13,400
5,5	7,5	20,3	17	13,4	22	14,3	11	21,5	23,6	ATV 71E5U55N4	16,400
7,5	10	27	22,2	17,8	22	17,6	14	26,4	29	ATV 71E5U75N4	16,400
11	15	36,6	30	24,1	22	27,7	21	41,6	45,7	ATV 71E5D11N4	18,700
15	20	48	39	31,6	22	33	27	49,5	54,5	ATV 71E5D15N4	29,400
18,5	25	45,5	37,5	29,9	22	41	34	61,5	67,7	ATV 71E5D18N4	29,400
22	30	50	42	32,9	22	48	40	72	79,2	ATV 71E5D22N4	33,700
30	40	66	56	43,4	22	66	52	99	109	ATV 71E5D30N4	44,800
37	50	84	69	55,3	22	79	65	118,5	130	ATV 71E5D37N4	44,800
45	60	104	85	68,5	22	94	77	141	155	ATV 71E5D45N4	67,400
55	75	120	101	79	22	116	96	174	191	ATV 71E5D55N4	67,400
75	100	167	137	109,9	22	160	124	240	264	ATV 71E5D75N4	67,400

DRES 02

INSTRUCTIONS OPERANT SUR REGISTRE		indicateurs	Cycles
ADDWF F,d	$W + F \rightarrow \{W, F ? d\}$	C,DC,Z	1
ANDWF F,d	$W \text{ and } F \rightarrow \{W, F ? d\}$	Z	1
CLRF F	Clear F	Z	1
COMF F,d	Complément F $\rightarrow \{W, F ? d\}$	Z	1
DECF F,d	décrémente F $\rightarrow \{W, F ? d\}$	Z	1
DECFSZ F,d	décrémente F $\rightarrow \{W, F ? d\}$ skip if 0		1(2)
INCF F,d	incrémente F $\rightarrow \{W, F ? d\}$	Z	1
INCFSZ F,d	incrémente F $\rightarrow \{W, F ? d\}$ skip if 0		1(2)
IORWF F,d	$W \text{ or } F \rightarrow \{W, F ? d\}$	Z	1
MOVF F,d	$F \rightarrow \{W, F ? d\}$	Z	1
MOVWF F	$W \rightarrow F$		1
RLF F,d	rotation à gauche de F à travers C $\rightarrow \{W, F$	C	1
RRF F,d	rotation à droite de F à travers C $\rightarrow \{W, F$	C	1
SUBWF F,d	$F - W \rightarrow \{W, F ? d\}$	C,DC,Z	1
SWAPF F,d	permuté les 2 quartets de F $\rightarrow \{W, F ? d\}$		1
XORWF F,d	$W \text{ xor } F \rightarrow \{W, F ? d\}$	Z	1

INSTRUCTIONS OPERANT SUR LES BITS		indicateurs	Cycles
BCF F,b	mise à 0 du bit b e F	C,DC,Z	1
BSF F,b	mise à 1 du bit b de F	Z	1
BTFSC F,b	teste le bit b de F, si 0 saute une instruction	Z	1(2)
BTFSS F,b	teste le bit b de F, si 1 saute une instruction	Z	1(2)

INSTRUCTIONS OPERANT SUR CONSTANTE		indicateurs	Cycles
ADDLW K	$W + K \rightarrow W$	C,DC,Z	1
ANDLW K	$W \text{ and } K \rightarrow W$	Z	1
IORLW K	$W \text{ or } K \rightarrow W$	Z	1
MOVLW K	$L \rightarrow W$	Z	1
SUBLW K	$K - W \rightarrow W$	C,DC,Z	1
XORLW K	$W \text{ xor } K \rightarrow W$	Z	1

AUTRES INSTRUCTIONS		indicateurs	Cycles
CLRW	clear W	Z	1
CLRWD	clear Watchdog timer	TO', PD'	1
CALL L	Branchement à un sous programme de label L		2
GOTO L	branchement à la ligne de label L		2
NOP	No operation		1
RETURN	retourne d'un sous programme		2
RETFIE	Retour d'interruption		2
RETLW K	retourne d'un sous programme avec K dans W		2
SLEEP	se met en mode standby	TO', PD'	1

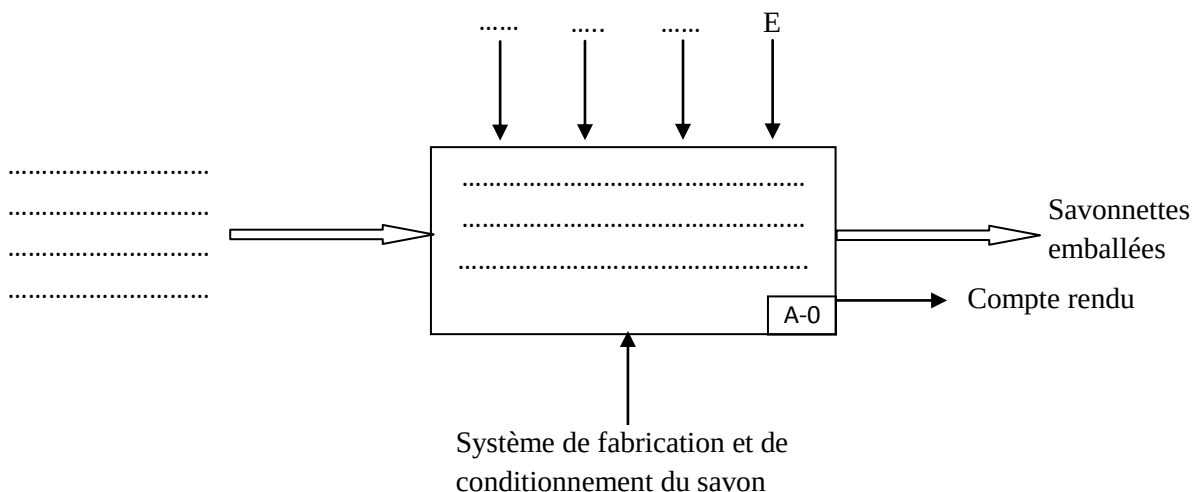
>> {W,F ? d} signifie que le résultat va soit dans W si d=0 ou w, soit dans F si d= 1 ou f

DREP 01

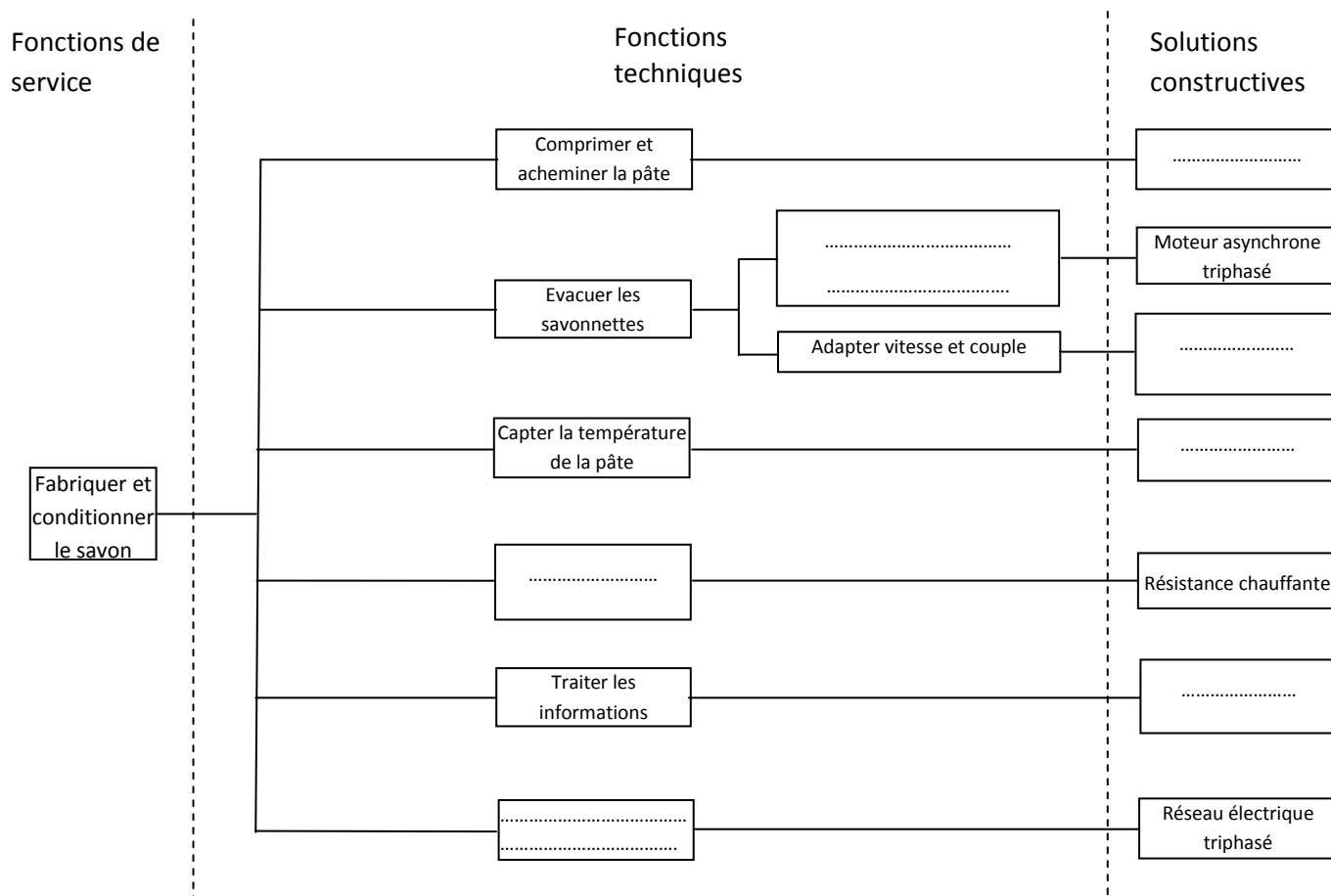
SEV I Analyse fonctionnelle

Tâche : Définition de la fonction globale et solutions constructives

1- Actigramme A-0 :



2- FAST partiel :



DREP 02

SEV II : ETUDE DE TRANSMISSION DE MOUVEMENT

Tâche 1 : Détermination des fréquences de rotation

1 – Le temps t_1 nécessaire pour l'évacuation d'une boîte :

.....
.....

2 – La vitesse linéaire v_t du tapis :

.....
.....

3 – La vitesse angulaire ω_2 du rouleau et la vitesse de rotation N_2 du rouleau :

.....
.....
.....

4 – Le rapport de réduction k_2 du réducteur R_2 :

.....
.....

5 – La vitesse de rotation N_1 en sortie du réducteur R_1 :

.....
.....

6 – La vitesse de rotation N_m du moteur M_3 :

.....
.....

Tâche 2 : Détermination des puissances mécaniques

1 - L'effort tangentiel F sur le rouleau du tapis :

.....
.....

2 – Le moment du couple C_2 sur le rouleau du tapis :

.....
.....
.....

3 - La puissance P_2 développée sur le rouleau du tapis :

.....
.....
.....

4 - La puissance P_u développée par le moteur M_3 :

.....
.....

DREP 03

5 - Le couple utile C_u sur le moteur M_3 :

.....

.....

Tâche 3 : Etude du système pignons-chaîne :

- 1- Trois avantages et trois inconvénients du système pignons-chaîne par rapport au système poulies-courroie :

AVANTAGES :

.....

.....

.....

INCONVENIENTS :

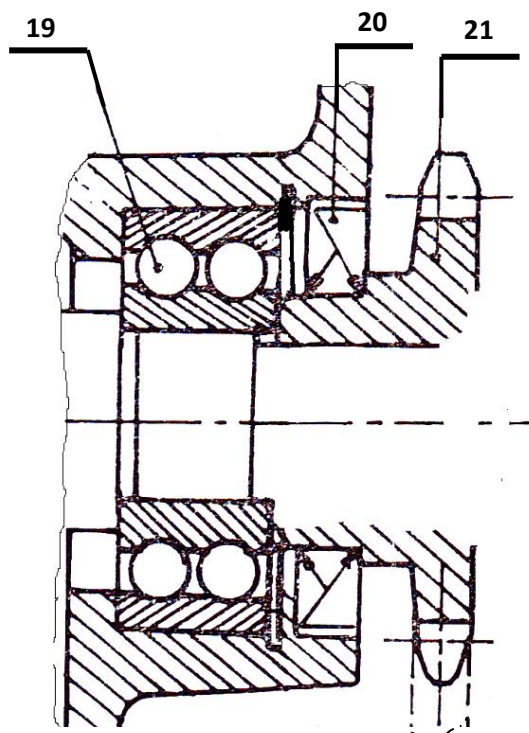
.....

.....

.....

- 2- Travail graphique :

Compléter La liaison encastrement du pignon 21 sur son arbre :



DREP 04

SEV III : MOTORISATION DU CONVOYEUR

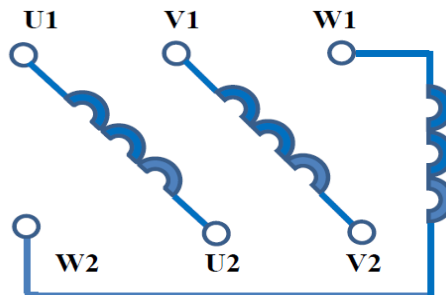
Tâche 1 : Etude du bilan des puissances du moteur M_2

1-

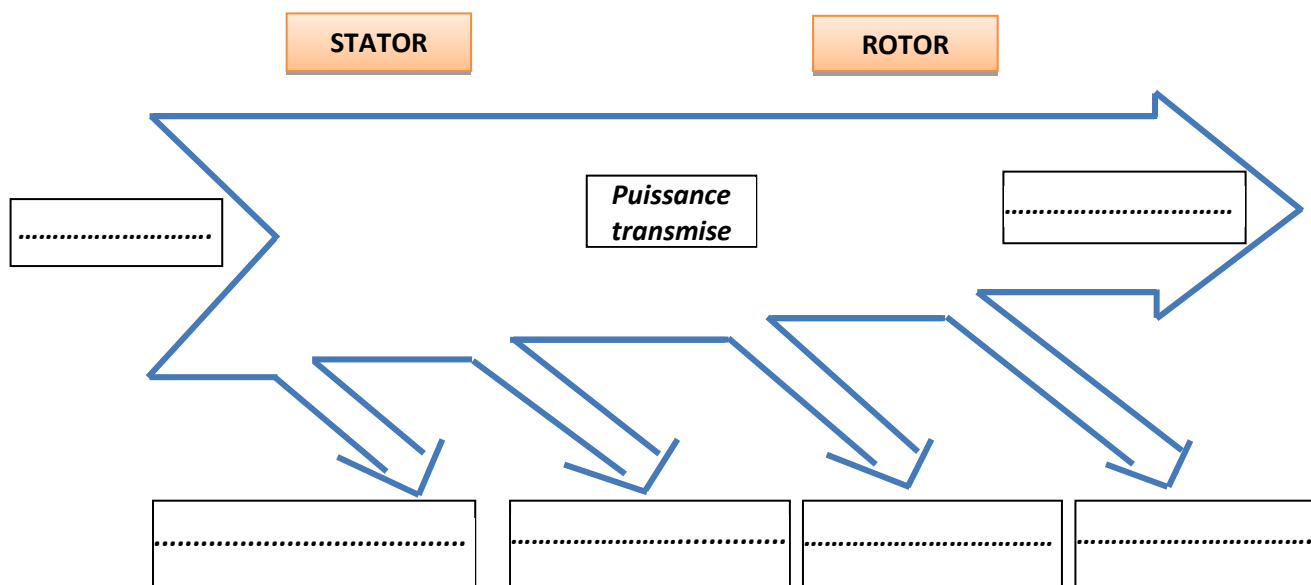
- Couplage des enroulements :

.....

- Plaque à bornes :



2-Bilan des puissances :



DREP 05

3- Calcul de la puissance absorbée P_a :

.....

.....

4- Calcul des pertes Joule statoriques P_{JS} :

.....

.....

.....

5- Calcul de la puissance transmise P_{TR} :

.....

.....

6- Calcul des P_{Jr} et des pertes totales P_{tot} :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

7- Calcul du rendement η_{m2} du moteur :

.....

.....

Tâche 2 : Etude du variateur de vitesse

1- Référence du variateur :

2-

2.1- Calcul des résistances R_0 et R_1 :

.....

.....

.....

.....

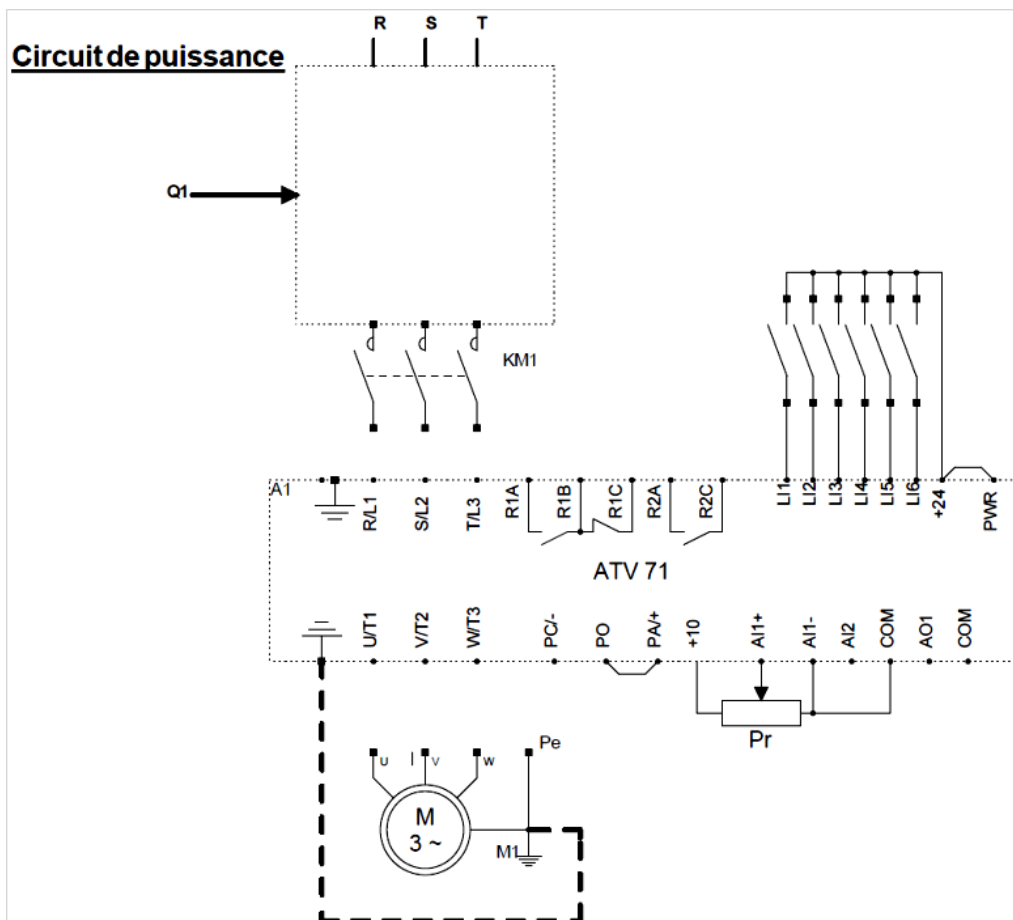
2.2- Calcul de la vitesse de rotation n_r :

.....

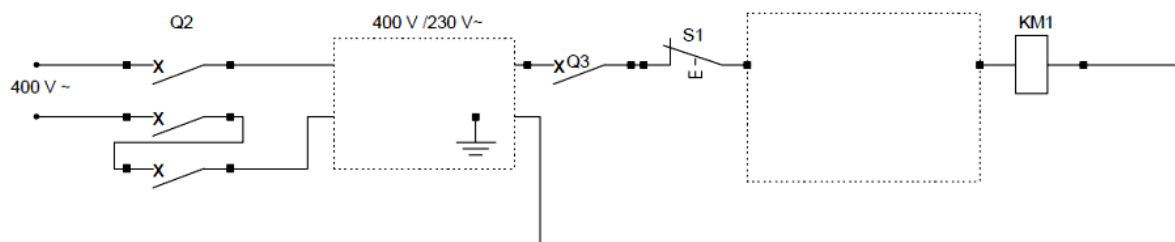
.....

DREP 06

3) et 4) Schémas des circuits de puissance et de commande :



Circuit de commande simplifié



Nomenclature

<u>Repère</u>	<u>Désignation</u>	<u>Repère</u>	<u>Désignation</u>
Q1	Disjoncteur moteur	KM1 Km1	Bobine du contacteur Contact auxiliaire
Q2	Disjoncteur triphasé	Pr	Potentiomètre de référence
Q3	Disjoncteur mono	S1	Bouton poussoir affleurant "O"
ATV 71E5U15N4	Variateur de vitesse	S2	Bouton poussoir affleurant "F"
M3~	Moteur asy.tri	a	Contact du relais de défaut du variateur

DREP 07

SEV IV : Chaîne d'information

Tâche 1 : Acquisition de la température

1.

.....

.....

.....

.....

2.

.....

.....

.....

.....

3. Tension U_{PT} :

.....

.....

.....

.....

4. Expression de U_S :

.....

.....

.....

.....

5. Condition :

.....

.....

.....

.....

6. Expression de K_s :

.....

.....

.....

.....

7. Valeur de K_s pour 100°C :

.....

.....

.....

.....

8. Valeur de U_{REF} :

.....

.....

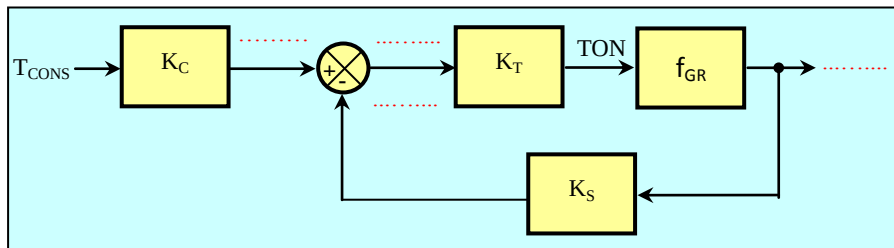
.....

.....

DREP 08

Tâche 2 : Régulation

1. Schéma bloc simplifié :



2. Programme Assembleur

Ligne	Etiquette	Code opération	Opérande	Commentaire
1		CALL	.....	Initialisations du programme
2	Loop	CALL	Acquisition	Acquisition de U_{CON} et U_S
3		MOVF	Val_Temp, W	
4		.....	Val_Cons, W	$W = Val_Cons - Val_Temp$
5		BTFSS	STATUS, C	Le flag C = 0, si le résultat est négatif
6		GOTO	Error_0	
7		.....	STATUS, Z	
8		GOTO	.....	
9		MOVWF	Err	
10		MOVLW	.....	
11		MOVWF	Index	
12		BCF	STATUS, C	Préparer la multiplication de Err par 64
13	Mul_64	.....	Err, F	$Err = Err \times 64$
14		DECF	Index, F	
15		BTFSS	STATUS, Z	
16		GOTO	.....	
17		BTFSS	STATUS, C	Le flag C = 1 si le résultat est > 255
18		GOTO	Commande	
19		MOVLW	0xFF	$Err = 255$
20		MOVWF	.....	
21		GOTO	Commande	
22	Error_0	.....	Err	$Err = 0$
23	Commande	CALL	.....	Commande MLI
24		GOTO	.....	

الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا

الدورة الاستدراكية 2014

عناصر الإجابة

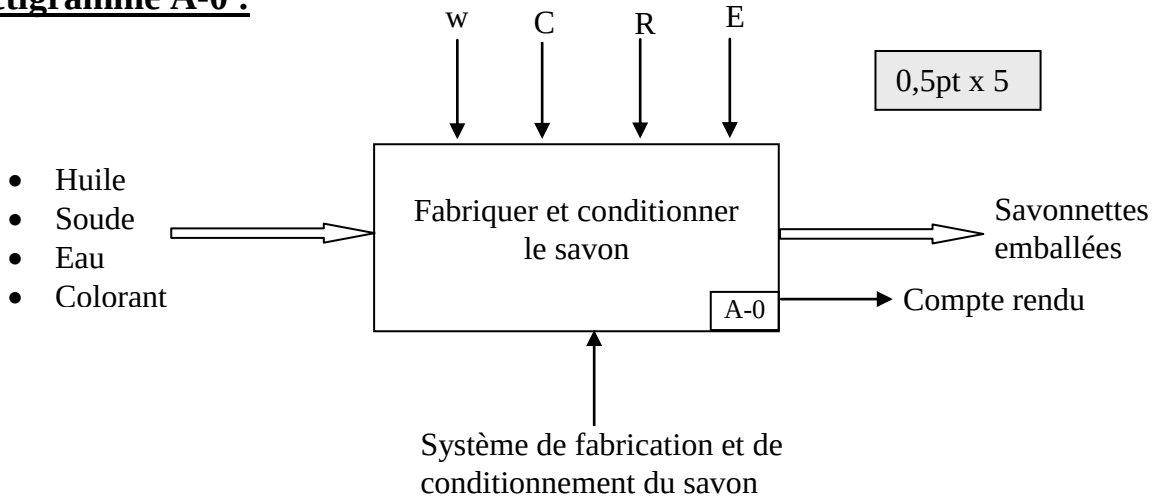
RR 46

4	مدة الإنجاز	علوم المهندس	المادة
8	المعامل	شعبة العلوم والتكنولوجيات : مسلك العلوم والتكنولوجيات الكهربائية	الشعبة أو المسلك

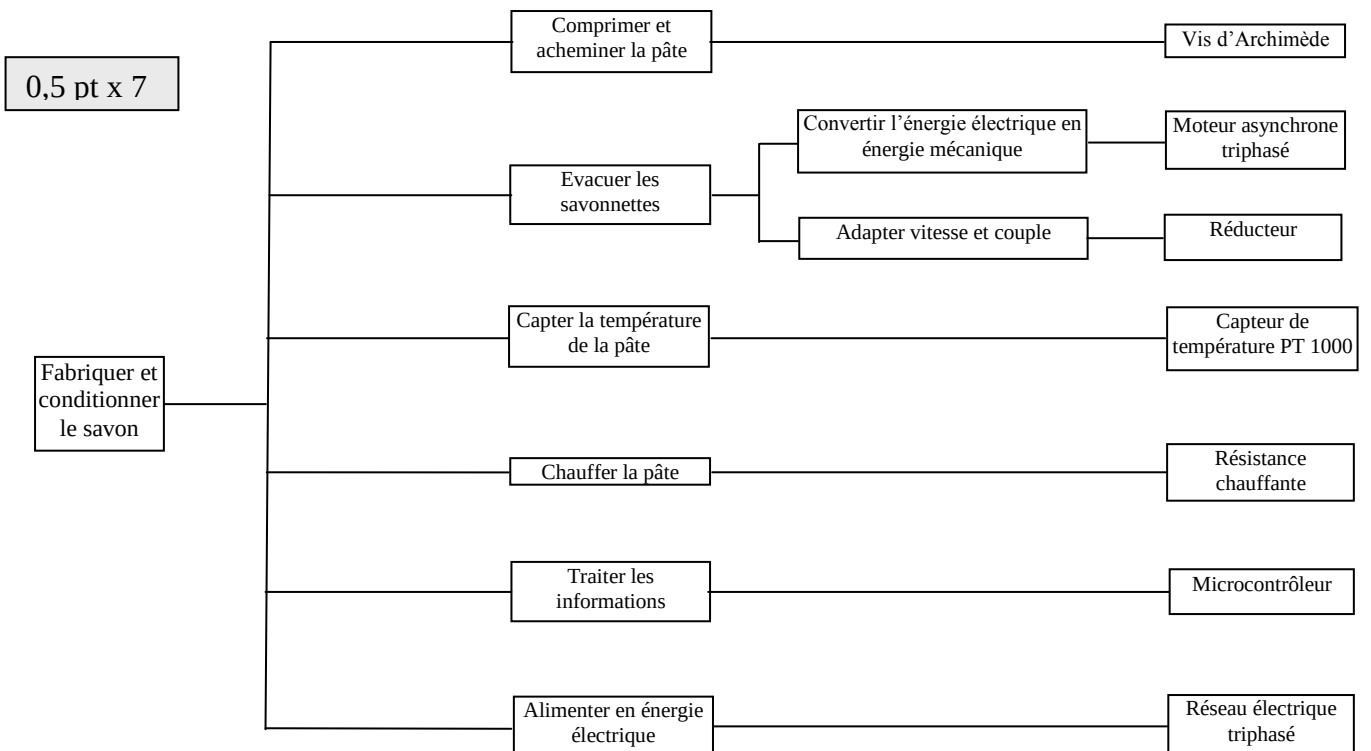
SEV I Analyse fonctionnelle

Tâche : Définition de la fonction globale et solutions constructives

1- Actigramme A-0 :



2- FAST partiel :



SEV II : ETUDE DE TRANSMISSION DE MOUVEMENT

Tâche 1 : Détermination des fréquences de rotation

(7 pts)

1 – Le temps t_1 nécessaire pour l'évacuation d'une savonnette :

1 pt

$$t_1 = 3600/1200 = 3s$$

2- La vitesse linéaire v_t du tapis :

1 pt

$$v_t = l/t_1 = 80.10^{-2} / 3 = 26,66 . 10^{-2} \text{ m/s}$$

3 – La vitesse angulaire ω_2 du rouleau et la vitesse de rotation N_2 du rouleau

2 pts

$$\omega_2 = v_t / R = 27.10^{-2} / 6.10^{-2} = 4,5 \text{ rad/s} \quad N_2 = 60 \omega_2 / 2\pi = 42,97 \text{ tr/min}$$

4 – Le rapport de réduction k_2 du réducteur R_2 ;

1 pt

$$k_2 = Z_{21}/Z_{22} = 17/32 = 0,53$$

5 – La vitesse de rotation N_1 en sortie du réducteur R_1 ;

1 pt

$$k_2 = N_2/N_1 \quad N_1 = N_2/k_2 = 42,97/0,53 = 81,07 \text{ tr/min}$$

6 – La vitesse de rotation N_m en sortie du moteur M_3 .

1 pt

$$k_1 = N_1/N_m \quad N_m = N_1/k_1 = 81,07 \times 18 = 1459,26 \text{ tr/min}$$

Tâche 2 : Détermination des puissances mécaniques

(5 pts)

1 - L'effort tangentiel sur le rouleau du tapis ;

1 pt

$$F = 400 \times 10 = 4000 \text{ N}$$

2 - Le moment du couple C_2 sur le rouleau du tapis ;

1 pt

$$C_2 = F \times D/2 = 4000 \times 6.10^{-2} = 240 \text{ N.m}$$

3 - La puissance P_2 développée sur le rouleau du tapis ;

1 pt

$$P_2 = C_2 \times \omega_2 = 240 \times 4,5 = 1080 \text{ W}$$

4 - La puissance P_u développée par le moteur ;

1 pt

$$\eta_1 \times \eta_2 = P_2/P_u \quad P_u = P_2 / \eta_1 \times \eta_2 = 1080 / (0,95 \times 0,85) = 1337,46 \text{ W}$$

5 - Le couple utile C_u sur le moteur ;

1 pt

$$C_m = P_u / \omega_m = 1337,46 \times 60 / (2\pi \times 1460) = 8,74 \text{ N.m}$$

Tâche 3 : Etude du systeme pignons-chaîne

(8 pts)

1- Trois avantages et trois inconvénients du système pignons-chaîne par rapport au système poulies-courroie :

3 pts

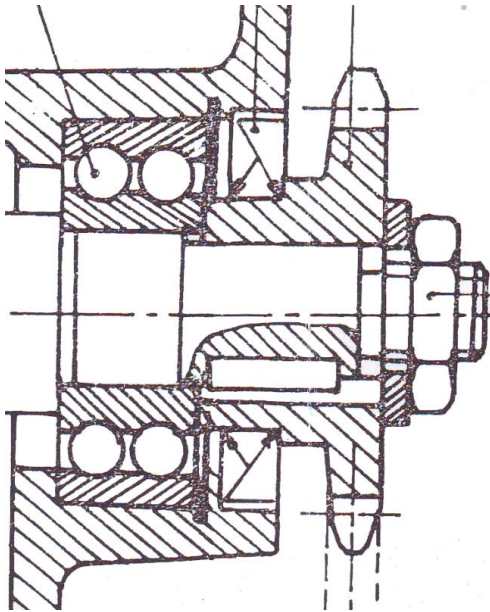
AVANTAGES :

- ☒ Supporte des conditions de travail plus rudes.
- ☒ La transmission de puissance s'effectue par obstacle.
- ☒ Longue durée de vie.

INCONVENIENTS :

- ☒ Nécessite une lubrification.
- ☒ La transmission est bruyante.
- ☒ Le cout est plus élevé.

2- Travail graphique :



- Clavette ; 2 pts
- Rondelle ; 1 pt
- Ecrou ; 1 pt
- Présentation et respect des règles du dessin 1 pt.

SEV III : MOTORISATION DU CONVOYEUR

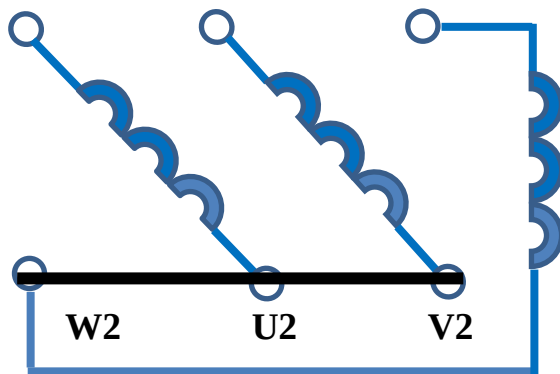
(27 points)

Tâche 1 : Etude du bilan des puissances du moteur M_2

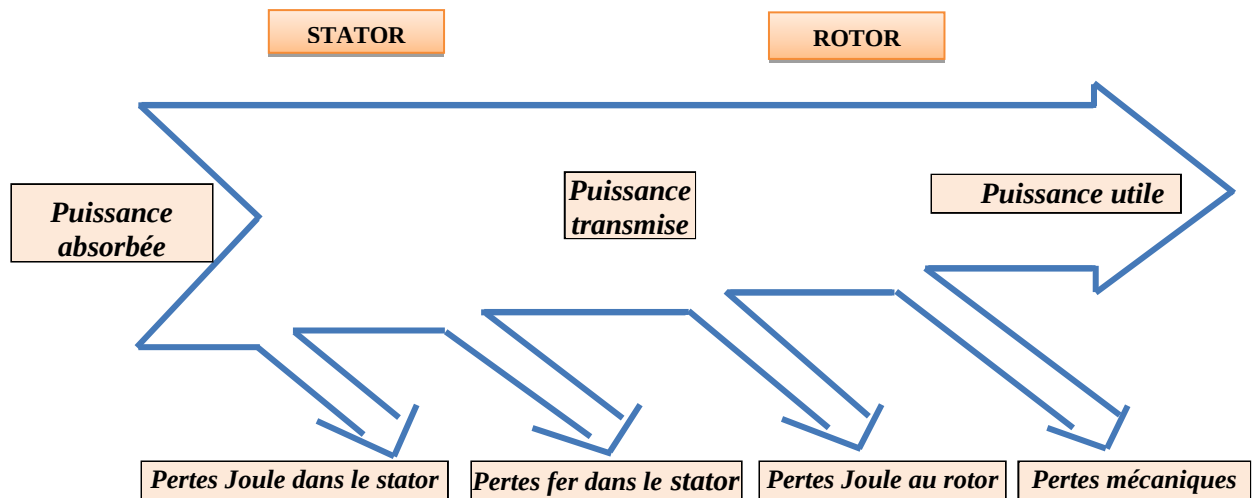
1-

Couplage : Etoile. (1 pt)

Plaque à bornes : (1 pt)



2-Bilan des puissances du Moteur M₂ : (3 pts : 0,5 pt /réponse)



3-Calcul de la puissance absorbée Pa : (2 pts)

$$P_a = \sqrt{3}UI\cos\varphi \quad \underline{A.N.} : P_a = 2020 \text{ W.}$$

4-Calcul des pertes Joule statoriques PJS : (2 pts)

$$P_{JS} = 3 \cdot R \cdot I^2 \quad \underline{A.N.} : P_{JS} = 136 \text{ W.}$$

5-Calcul de la puissance transmise PTR : (2 pts)

$$P_{TR} = P_a - P_{JS} - P_{fs} \quad \underline{A.N.} : P_{TR} = 1733 \text{ W.}$$

6-Calcul des PJr et des pertes totales Ptot

$$P_{Jr} = g \cdot P_{TR} \quad \underline{A.N.} : P_{Jr} = 81 \text{ W. : (1,5 pts)}$$

$$P_{tot} = P_{JS} + P_{fs} + P_{Jr} + P_{mec} \quad \underline{A.N.} : P_{tot} = 519 \text{ W. : (1,5 pts)}$$

7-Calcul du rendement ηm2 du moteur M2 : (1 pt)

$$\eta_{m2} = \frac{P_u}{P_a} \quad \underline{A.N.} : \eta_{m2} \approx 74 \% .$$

Tâche 2 : Etude du variateur de vitesse du moteur M₂

1-Référence du variateur de vitesse : (2 pts)

D'après le document DRES01 : la référence du variateur est **ATV71E5U15N4**.

2-

2.1- Calcul des valeurs de R0 et R1 :

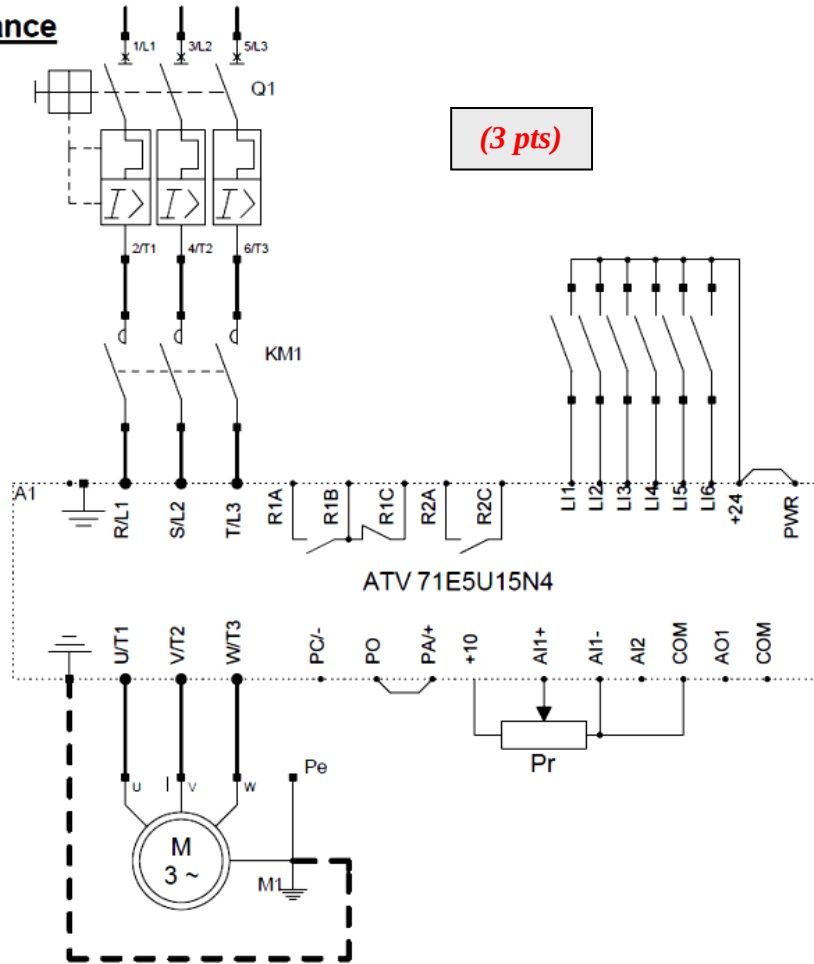
$$\text{On a : } V_r = \frac{E \cdot R_1}{P_r} \quad \text{d'où } R_1 = \frac{P_r \cdot V_r}{E} \quad \underline{A.N.} : R_1 = 600 \Omega. (1 \text{ pt})$$

$$P_r = R_0 + R_1 \quad \text{d'où } R_0 = P_r - R_1 \quad \underline{A.N.} : R_0 = 400 \Omega. (1 \text{ pt})$$

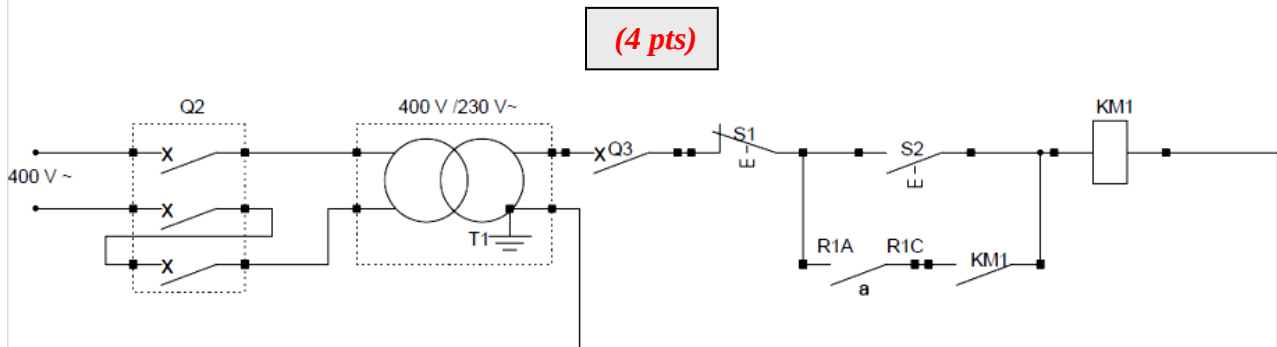
2.2- Calcul de la vitesse de rotation du moteur : (1 pt)

$$n_1 = \frac{n_N \cdot V_r}{E} \quad \underline{A.N.} : n_r = 858 \text{ tr/mn.}$$

3- **Circuit de puissance**



4- **Circuit de commande simplifié**



Nomenclature

<u>Repère</u>	<u>Désignation</u>	<u>Repère</u>	<u>Désignation</u>
Q1	Disjoncteur moteur	KM1 Km1	Bobine du contacteur Contact auxiliaire
Q2	Disjoncteur triphasé	Pr	Potentiomètre de référence
Q3	Disjoncteur mono	S1	Bouton poussoir affleurant "O"
ATV 71E5U15N4	Variateur de vitesse	S2	Bouton poussoir affleurant "F"
M3~	Moteur asy.tri	a	Contact du relais de défaut du variateur

SEV IV : Chaîne d'information (27 pts)

Tâche 1 : Acquisition de la température (12 pts)

1. (2.5 pts)

AOP3 :

$$e_+ = U_{S1} \cdot R_8 / (R_8 + R_7) = U_{S1} / 2 ;$$

$$e_- = U_{S2} \cdot R_5 / (R_5 + R_6) + U_S \cdot R_6 / (R_5 + R_6) = U_{S2} / 2 + U_S / 2$$

$$\rightarrow U_S = U_{S1} - U_{S2}$$

2. Expression de $(U_{S1} - U_{S2})$: (1.5 pt)

$$I = (U_{S1} - U_{S2}) / (2R + R_{10}) = (U_{PT} - U_{REF}) / R_{10}$$

$$\rightarrow (U_{S1} - U_{S2}) / (2R + R_{10}) = (U_{PT} - U_{REF}) / R_{10}$$

$$\rightarrow U_{S1} - U_{S2} = (U_{PT} - U_{REF}) \left(1 + \frac{2R}{R_{10}}\right)$$

3. Tension U_{PT} : (1 pt)

$$U_{PT} = R_T \cdot I_0 = R_0(1 + \alpha T) I_0$$

$$\rightarrow U_{PT} = (R_0 I_0 + R_0 \alpha T I_0)$$

4. Expression de U_S : (2 pts)

$$U_S = U_{S1} - U_{S2} = (U_{PT} - U_{REF}) \left(1 + \frac{2R}{R_{10}}\right)$$

$$\rightarrow U_S = (R_0 I_0 + R_0 \alpha T I_0 - U_{REF}) \left(1 + \frac{2R}{R_{10}}\right)$$

5. $U_S = \left(1 + \frac{2R}{R_{10}}\right)(\alpha R_0 I_0)T$ si on a la condition suivante : (2 pts)

$$R_0 I_0 - U_{REF} = 0$$

$$\rightarrow R_0 I_0 = U_{REF}$$

6. Expression de K : (1 pt)

$$U_S = KT$$

$$\rightarrow K = \left(1 + \frac{2R}{R_{10}}\right)(\alpha R_0 I_0)$$

7. Valeur de K : (1 pt)

$$5 = K \cdot 100$$

$$\rightarrow K = 0,05 \text{ V}/^\circ\text{C}$$

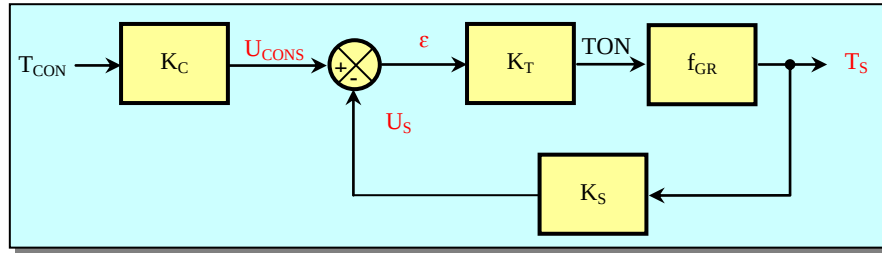
8. Valeur de U_{REF} : (1 pt)

$$U_{REF} = R_0 I_0 = 1000 \cdot 0.001$$

$$\rightarrow U_{REF} = 1 \text{ V}$$

Tâche 2 : Régulation (15 pts)

1. Schéma bloc simplifié : (4 pts : 1 pt/réponse)



2. Programme : (11 pts : 1 pt/réponse)

Ligne	Etiquette	Code opération	Opérande	Commentaire
1		CALL	Initialisation	Initialisations du programme
2	Loop	CALL	Acquisition	Acquisition de U_{CON} et U_S
3		MOVF	Val_Temp, W	
4		SUBWF	Val_Cons, W	$W = Val_Cons - Val_Temp$
5		BTFSS	STATUS, C	Le flag $C = 0$, si le résultat est négatif
6		GOTO	Error_0	
7		BTFSC	STATUS, Z	
8		GOTO	Error_0	
9		MOVWF	Err	
10		MOVLW	0x06	
11		MOVWF	Index	
12		BCF	STATUS, C	Préparer la multiplication de Err par 64
13	Mul_64	RLF	Err, F	$Err = Err \times 64$
14		DECF	Index, F	
15		BTFSS	STATUS, Z	
16		GOTO	Mul_64	
17		BTFSS	STATUS, C	Le flag $C = 1$ si le résultat est > 255
18		GOTO	Commande	
19		MOVLW	0xFF	$Err = 255$
20		MOVWF	Err	
21		GOTO	Commande	
22	Error_0	CLRF	Err	$Err = 0$
23	Commande	CALL	PWM	Commande MLI
24		GOTO	Loop	