

SESSION 2008

BTS MECANIQUE ET AUTOMATISMES INDUSTRIELS

EPREUVE E5

Conception détaillée de la partie commande

Sous-épreuve 52

Choix technologiques et description de la réalisation de la partie commande

Durée : 3 h 30 min

Coefficient 2

ENSACHEUSE DE PRODUITS SURGELES

TOUS LES DOCUMENTS SONT AUTORISÉS

Documents remis aux candidats :

- Présentation générale _____ pages blanches de 1 à 3
- Travail demandé _____ pages jaunes de 4 à 10
 - CP43 : Dimensionner, évaluer et choisir un constituant de commande (durée conseillée 2 h)
 - CP44 : Etablir les documents techniques de réalisation de la partie commande (durée conseillée 1 h 30)
- Documents ressource _____ pages vertes de 11 à 22
- Document réponse _____ page bleue 23

**Chaque partie sera traitée sur une feuille de copie séparée
Tous les documents réponse seront remis à la fin de l'épreuve, y compris ceux inutilisés**

ENSACHEUSE DE PRODUITS SURGELES

1 PRESENTATION GENERALE

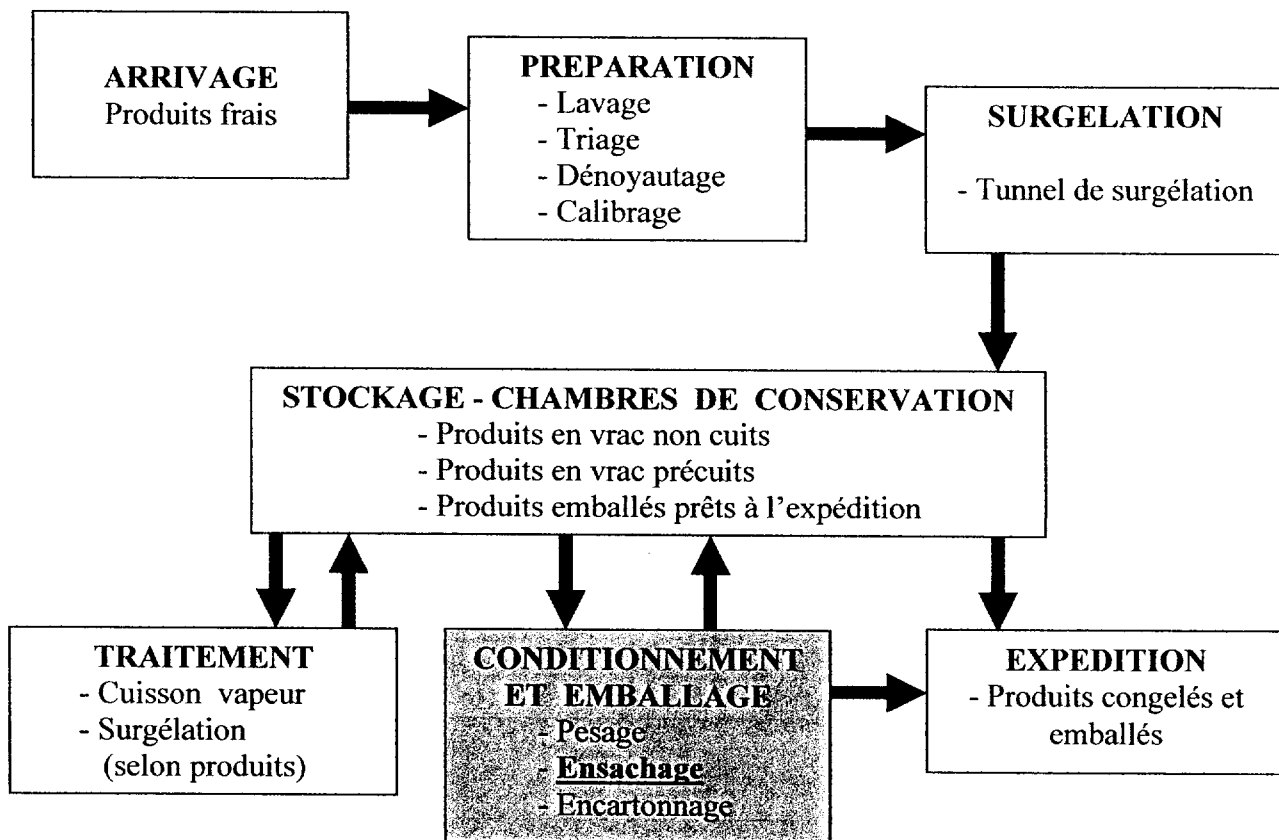
L'étude a pour support une ligne de préparation et de conditionnement de produits surgelés agro-alimentaires :

- fruits congelés de petites dimensions (fraises, framboises, myrtilles, ...),
- légumes congelés (carottes, petits pois, flageolets, ...)

Les principaux équipements constituant cette ligne de production sont :

- la ligne de préparation (laveuse, trieuse, dénoyauteuse, calibreuse),
- le tunnel de surgélation,
- les chambres de conservation,
- les machines de traitement (cuisers à vapeur),
- les machines de conditionnement (ensacheuses) et d'emballage.

2 ORGANISATION DE LA LIGNE DE PRODUCTION



L'étude portera sur le système d'ensachage des produits, opérations réalisées dans le secteur CONDITIONNEMENT ET EMBALLAGE de la ligne.

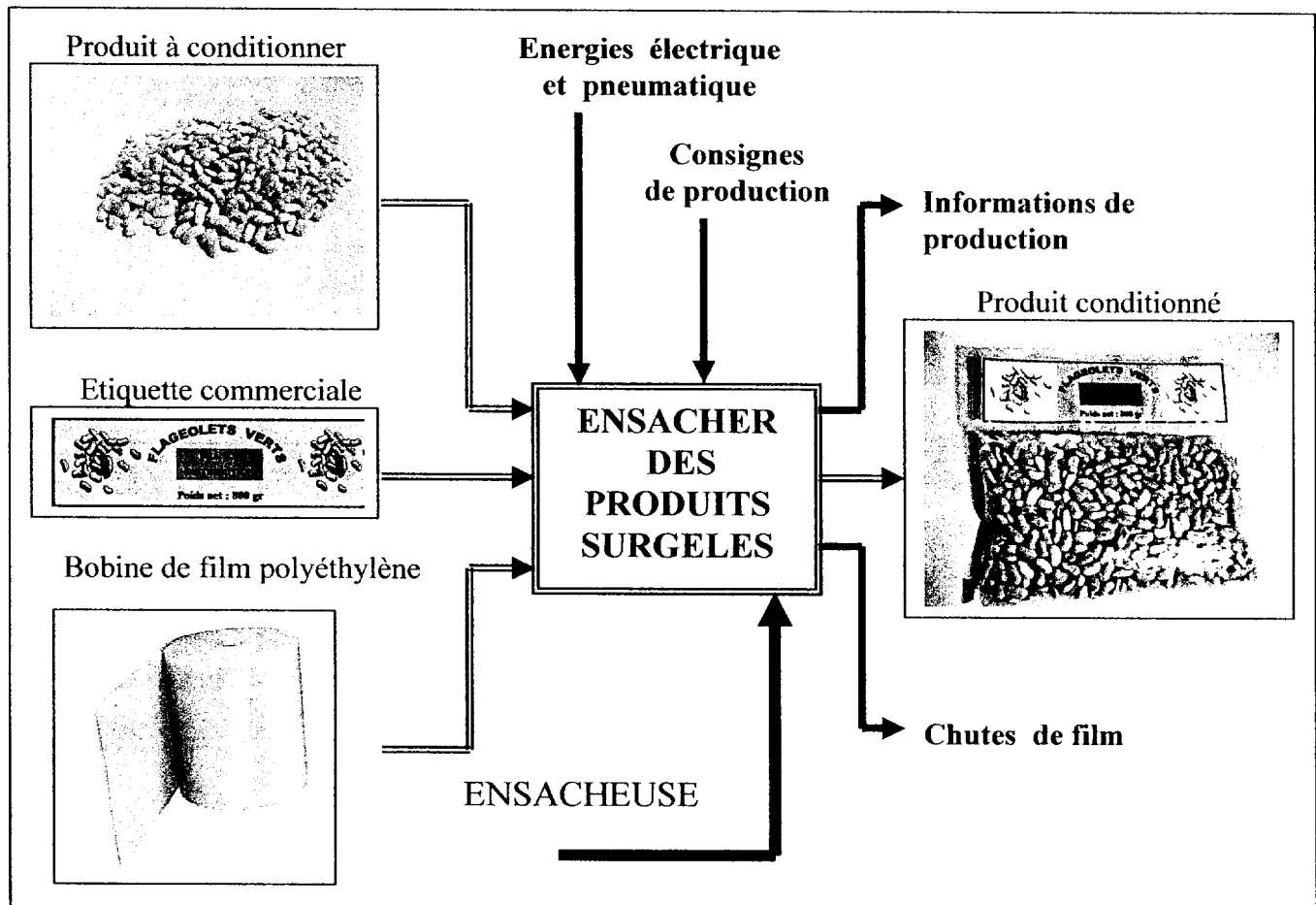
3 PRESENTATION DU PROCEDE DE CONDITIONNEMENT

Des lots de différents poids (fruits ou légumes surgelés) sont préparés par des peseuses.

L'emballage est réalisé dans un sachet thermo-soudé fabriqué sur une ENSACHEUSE à partir d'un film polyéthylène de qualité alimentaire, double épaisseur plié à la base et conditionné en bobine.

Ce sachet est composé de 2 compartiments, à savoir :

- un compartiment contenant l'étiquette commerciale (*marque, informations produit, code barre...*),
- un compartiment contenant le produit.



4. Eléments du cahier des charges fonctionnel : (Norme NF X50-151)

F0 : impératif		F1 : peu négociable		F2 : négociable		F3 : très négociable	
TYPE	FONCTION	CRITERE(S) D'APPRECIATION		NIVEAU(X)		FLEXIBILITE	
FS1	AVANCER le film plastique	Hauteur du film plastique (film double)		600 mm maxi		F0	
		Longueur bobine		200 m		F2	
		Pas d'avance film		250 mm maxi		F0	
FS2	CONSTITUER un sachet	Dimensions du sachet		Hauteur = 500 mm maxi Largeur = 250 mm maxi		F1	
		Fermeture latérale		verticale, par thermo-soudage du film		F1	
FS3	INSERER l'étiquette commerciale	Dimensions de l'étiquette		60 mm maxi x 220 mm maxi		F1	
		Position de l'étiquette		séparée du produit par thermo-soudage du film		F2	
FS4	REEMPLIR le sachet	Masses du produit conditionné		500 g , 800 g , 1kg tolérance sur produit +30 g Maxi		F0	
		Types de produits		fruits, légumes		F2	
FC3	Gérer le cycle	Cadence		450 sachets/heure mini		F0	
		Disponibilité		90% mini		F0	

Description du processus d'ensachage

A partir d'un film de polyéthylène plié (2 épaisseurs, pli en bas) conditionné en rouleau, l'ensacheuse permet :

- de constituer des sachets,
- d'insérer une étiquette cartonnée,
- d'introduire les produits surgelés issus d'une peseuse,
- de fermer le sachet par soudage,
- d'évacuer le produit.

A la position A, les deux épaisseurs du film sont accolées, des règles chauffantes soudent les parois du film suivant deux lignes de soudure verticales et parallèles (S1 et S2). Les films sont coupés entre les deux soudures par une lame. La partie supérieure du film est prédécoupée pour permettre la séparation des sachets aux positions G et H (voir les détails des opérations ci-dessous).

Après l'insertion de l'étiquette cartonnée (position B) et le soudage permettant d'isoler cette étiquette des produits surgelés (position D), le sachet est rempli (position F).

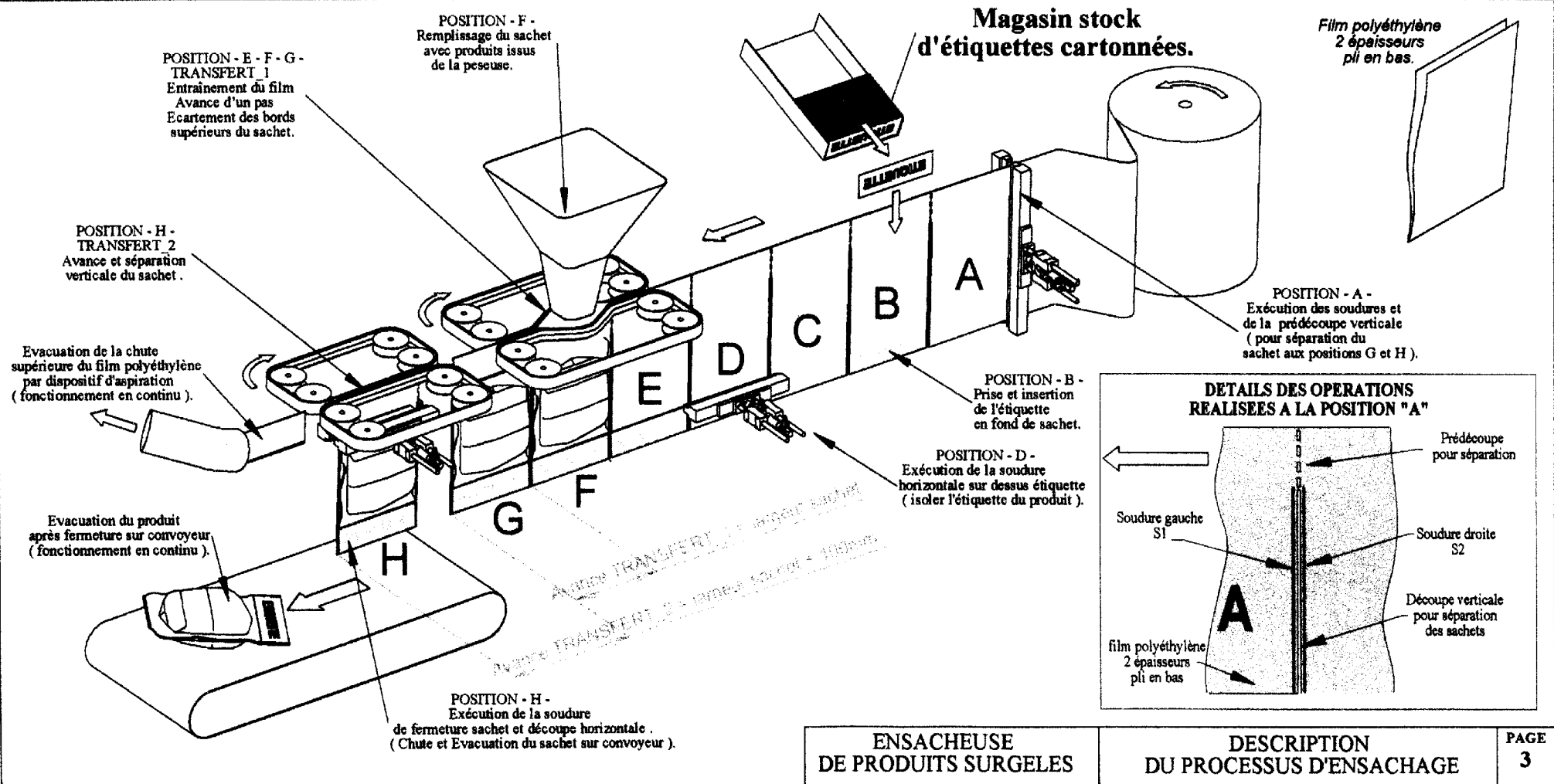
L'avance du film s'effectue pas à pas (1 pas = largeur du sachet) grâce à un entraîneur à courroies TRANSFERT_1.

A la position F, un mécanisme non représenté provoque l'ouverture et la fermeture du sachet pour le remplissage.

A la position H, le système TRANSFERT_2 provoque la séparation du sachet par un déplacement simultané à l'avance du film mais d'une amplitude supérieure (1 pas + 100 mm).

Le sachet, fermé par une soudure, puis découpé, tombe et est évacué par un convoyeur fonctionnant en continu.

La partie supérieure du film restante est évacuée lors du mouvement TRANSFERT_2 par un dispositif d'aspiration fonctionnant en continu.



CP43 - Dimensionner, évaluer les performances et choisir des constituants de commande.

CP43-1 - Etude de l'entraînement du film plastique

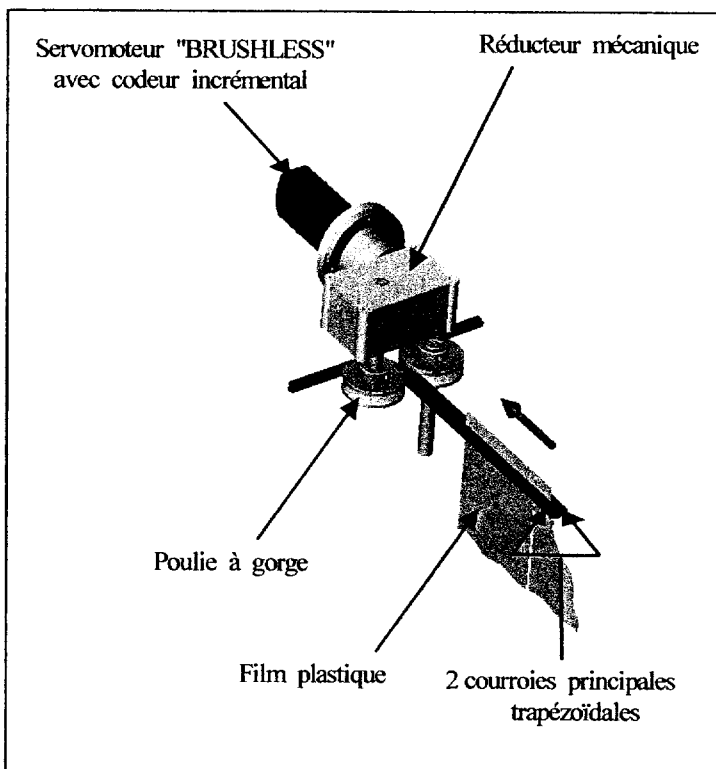
Documents ressource :

- N° 1 à 3 pages 11 à 13 : Servomoteurs et Servoamplificateurs.

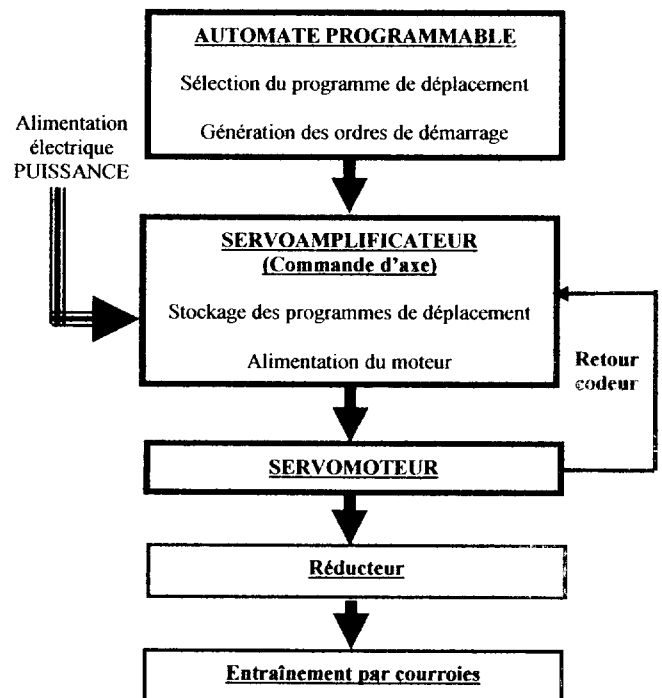
L'étude porte sur le système d'entraînement du film plastique entre les positions A et F (Voir document "présentation générale" page 3). Il s'agit d'un entraînement par pincement du film entre 2 courroies trapézoïdales appelées "courroies principales".

Comme le montre la figure ci-dessous, l'entraînement des courroies est assuré par un servomoteur de type "Brushless" accouplé à un réducteur équipé sur son arbre de sortie d'une poulie à gorge.

Principe d'entraînement



Principe de commande



Caractéristiques du système :

Vitesse d'avance du film souhaitée : 0,32 m/s

Diamètre extérieur d'enroulement des courroies sur poulies : 60 mm

Rapport du réducteur : 1/15^e

Pas d'avance du film : 250 mm

Résolution codeur : 131072 impulsions par tour

On se propose dans les questions suivantes, de définir les caractéristiques et de choisir l'ensemble "servomoteur + servoamplificateur" assurant l'entraînement du film à partir des extraits de documentation constructeur.

Choix du Servomoteur :

Question 1 : (répondre sur copie)

D'après les caractéristiques précédentes, définir la fréquence de rotation (en tr/min) de l'arbre de sortie du moteur lors de l'avance du film. Préciser le détail des calculs.

Question 2 : (répondre sur copie)

D'après les documents constructeurs, en considérant les caractéristiques suivantes :

Puissance minimale du moteur = 0,35 kW
 $1500 \text{ tr/min} \leq \text{Vitesse maximale nécessaire du moteur} \leq 1800 \text{ tr/min}$
Couple maximal utile sur l'arbre moteur = 3,2 Nm
Pas de frein mécanique

- Donner la référence complète du servomoteur dans la gamme "KFS"
- Donner, pour le servomoteur retenu, les caractéristiques suivantes :
puissance, vitesse nominale et couple maximal admissible.

Choix du Servoamplificateur:

Question 3 : (répondre sur copie)

D'après les caractéristiques du servomoteur choisi précédemment, en considérant que le servoamplificateur devra être à "**positionnement programmable intégré**",

donner la référence du servoamplificateur à associer au servomoteur.

On se propose de définir les paramètres de mise en œuvre du servoamplificateur pour effectuer le déplacement d'un pas du film, correspondant à la largeur d'un sachet soit 250 mm.

IMPORTANT : On remarquera que le servomoteur choisi est équipé d'un codeur de type « haute résolution » générant un grand nombre d'impulsions par tour permettant une très grande précision de positionnement, mais nécessitant une fréquence de comptage très élevée au niveau de la commande d'axe.

Question 4 : (répondre sur copie)

Calculer le nombre d'impulsions codeur correspondant à un pas d'avance.
Préciser le détail des calculs.

Question 5 : (répondre sur copie)

Définir la fréquence de comptage minimale du servoamplificateur (commande d'axe).
Préciser le détail des calculs.

CP43-2 - Etude des équipements de soudage.

Documents ressource :

- N° 4 page 14 : Principe de constitution des sachets.
- N° 5 page 15 : Sonde de température Pt 100.
- N° 6 et 7 pages 16 et 17 : Relais statique.
- N° 10 page 20 : Principe dispositif de soudage – Poste « A » - FORMAGE.

La constitution des sachets nécessite trois opérations de soudure du film polyéthylène, soudages réalisés aux positions A, D et H. (voir processus d'ensachage, page 3).

Le principe des dispositifs de soudage, identiques aux trois postes, est décrit sur le document ressource n°10 page 20.

On se propose de choisir les équipements qui vont permettre d'assurer ces soudages.

Question 6 : (répondre sur copie)

Les températures des barres chauffantes peuvent varier entre 220°C et 250°C en fonction des conditions de fonctionnement (type et épaisseur du film, température ambiante, cadence ...).

La mesure de température est assurée par l'utilisation de sondes de température de type Pt 100 (document ressource N°5 page 15).

Choisir le modèle de la sonde de température Pt100 (Référence, type de sonde, type de câble, ...) adaptée à la mesure de température des barres chauffantes. Justifier le choix.

Question 7 : (répondre sur copie)

Justifier le choix d'une sonde Pt100 3 fils au lieu d'une sonde Pt100 2 fils.

Les résistances des barres chauffantes sont alimentées en **monophasé 230 V** et ont une **puissance unitaire de 1,4 kW** et un **cos φ de 1**. Comme le précise le document ressource n° 10 page 20, l'alimentation de chacune des résistances de chauffe se fait par un relais statique piloté en 24 Vcc par des sorties statiques d'un A.P.I.

Question 8 : (répondre sur copie)

Calculer le courant absorbé par chacune des résistances. Préciser le détail des calculs.

Question 9 : (répondre sur copie)

Après avoir analysé attentivement les préconisations « constructeur » sur les documents ressource N° 6 et 7, pages 16 et 17 :

*Donner la référence du relais statique le mieux adapté.
Justifier le choix en précisant chacun des critères utilisés.*

CP44 - Etablir les documents techniques de réalisation de la PC

CP44-1 - Schéma de câblage des équipements de soudage.

Documents ressource :

- N° 5 page 15 : Sonde de température Pt 100.
- N° 6 et 7 pages 16 et 17 : Relais statique.
- N° 8 et 9 pages 18 et 19 : Modules AEY 414 et DSY 16T2.

L'étude porte sur la réalisation du schéma électrique de l'un des ensembles de soudage, à savoir les éléments d'acquisition de la température et les éléments de pilotage et d'alimentation de la barre de soudage.

Question 10 : (répondre sur document réponse N°1 page 23)

Après avoir analysé attentivement les préconisations « constructeur » concernant les sondes de température et les cartes automate avec, en particulier, les câblages des sondes à 2 et 4 fils :

Compléter, sur le document réponse N°1, le câblage de la sonde Pt100 3 fils de manière à transmettre l'information de température à l'automate.

Question 11 : (répondre sur document réponse N°1 page 23)

Après avoir analysé attentivement les préconisations « constructeur » concernant les relais statiques et les cartes automate :

Compléter, sur le document réponse n°1, le câblage des circuits de commande et d'alimentation de la barre de soudage, en assurant la protection du circuit de puissance.

CP44-2 - Etude de la surveillance des températures de soudage.

Documents ressource :

- N° 5 page 15 : Sonde de température Pt 100.
- N° 8 et 9 pages 18 et 19 : Module AEY 414 – Entrées Analogiques.
- N° 10 page 20 : Principe dispositif de soudage – Poste « A » - FORMAGE.
- N° 12 page 22 : Instructions de conversion.

On a vu précédemment que la constitution des sachets nécessite trois opérations de soudure du film polyéthylène, soudures réalisées aux positions A, D et H. (voir processus d'ensachage, page 3) et que le principe des dispositifs de soudage, identiques aux trois postes, est décrit sur le document ressource N°10 page 20.

La régulation de température des barres chauffantes est assurée par un automate programmable dans lequel un module logiciel «Contrôle Température PID» élabore la commande de chauffe en fonction de l'écart entre la température mesurée (sonde de température Pt100) et la consigne (terminal de dialogue).

L'étude porte sur l'élaboration d'alarmes de surveillance des températures de soudage.

Une alarme peut se produire uniquement après que le procédé se soit stabilisé aux conditions normales de fonctionnement (hors phase de mise en chauffe).

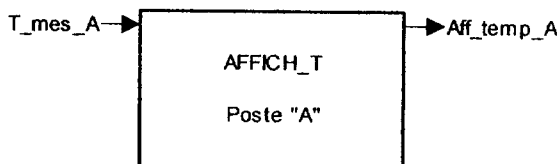
L'étude proposée se limite au poste « A », réalisation des soudures verticales S1 et S2.

Question 12 : (répondre sur copie)

La sonde de température Pt100 du poste « A » est raccordée sur une carte d'entrées analogiques (documents ressource N° 8 et 9 pages 18 et 19), sur la voie 0 du module 3 (%IW3.0) et est associée à la variable T_mes_A.

Le Convertisseur Analogique Numérique (CAN) de la carte d'entrées délivre une valeur en dixième de degré Celsius de la température mesurée. (Exemple : T° = 36,4 °C → %IW3.0 = 364).

On souhaite pouvoir afficher en continu, la valeur de la température mesurée, avec une précision au 1/10^{ème} de °C sur l'une des pages du terminal de dialogue (document ressource N° 10 page 20). Ceci nécessite l'utilisation d'une variable Aff_temp_A pour la mise à l'échelle de la valeur de l'entrée analogique au format flottant (REAL).



Mnémonique	Format	Adresse	Commentaire
T_mes_A	CEI 1131-3 INT	%IW3.0	Température mesurée Poste "A" en 1/10 de °C
Aff_temp_A	REAL	%MF200	Affichage température Poste "A" - (000,0°C)

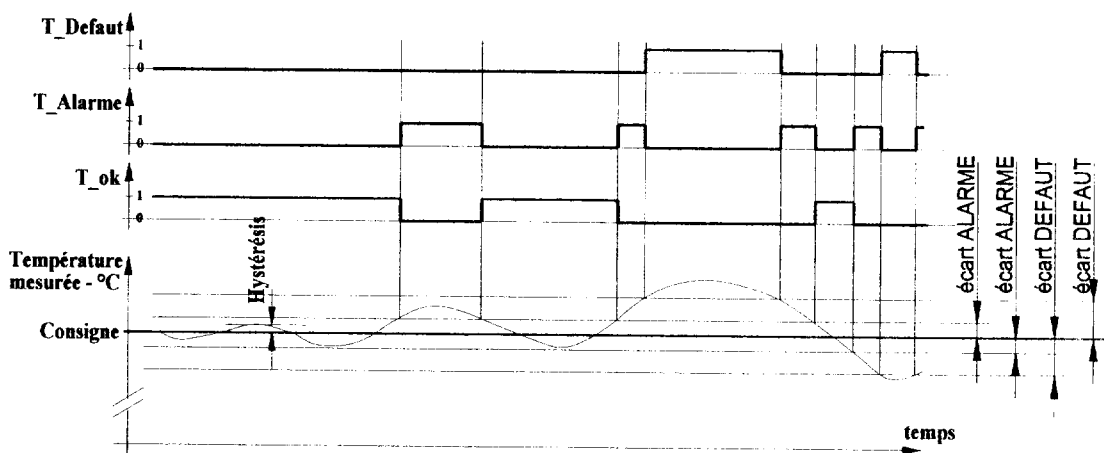
Coder en langage LD ou en langage ST le corps du bloc fonctionnel «AFFICH_T » permettant la conversion de la variable T_mes_A (Température mesurée au poste « A ») dans la variable Aff_temp_A.

Surveillance des températures de soudage.

On souhaite disposer de 3 informations binaires, bits OK, ALARME et DEFAUT afin de gérer le fonctionnement du système en fonction de la température mesurée mise à l'échelle (selon le format 000,0°C), de la consigne de chauffe et de deux valeurs d'écart/consigne (écart ALARME et écart DEFAUT).

Ces valeurs sont saisies EN VALEURS REELLES (précision 1/10^{ème} °C) sur une des pages écran du terminal de dialogue (document ressource N°10 page 20).

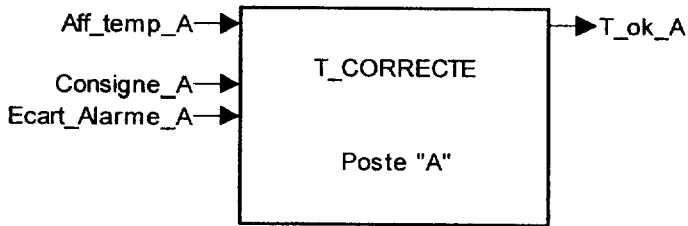
L'évolution de ces trois bits en fonction des différents paramètres (mesure, consigne, écarts) est caractérisée ci-dessous.



Evolution des bits OK, ALARME et DEFAUT en fonction de la température mesurée par rapport à la consigne

- Bit T_ok → autorise le fonctionnement.
- Bit T_Alarme → génère un appel opérateur, sans arrêter le système.
- Bit T_Défaut → arrêt du fonctionnement.

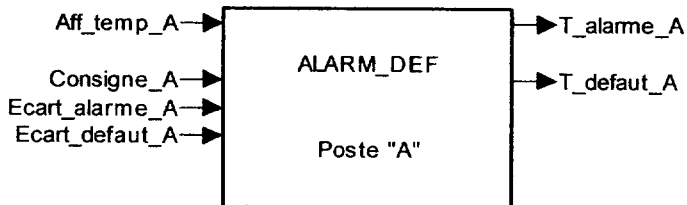
Question 13 : (répondre sur copie)



Mnémonique	Format CEI 1131-3	Adresse	Commentaire
T_mes_A	INT	%IW3.0	Température mesurée Poste "A" en 1/10 de °C
Aff_temp_A	REAL	%MF200	Affichage température Poste "A" - (000,0°C)
T_ok_A	BOOL	%M50	Bit OK - température correcte
Consigne_A	REAL	%MF202	Consigne saisie au terminal - format (000,0°C)
Ecart_alarme_A	REAL	%MF204	Ecart d'alarme saisi au terminal - format (00,0°C)

Coder en langage LD ou en langage ST le corps du bloc fonctionnel «T_CORRECTE » permettant le calcul du bit T_ok_A en fonction de la température mesurée, de la consigne et de l'écart d'alarme.

Question 14 : (répondre sur copie)



Mnémonique	Format CEI 1131-3	Adresse	Commentaire
T_mes_A	INT	%IW3.0	Température mesurée Poste "A" en 1/10 de °C
Aff_temp_A	REAL	%MF200	Affichage température Poste "A" - (000,0°C)
T_alarme_A	BOOL	%M51	Bit ALARME -
T_defaut_A	BOOL	%M52	Bit DEFAULT -
Consigne_A	REAL	%MF202	Consigne saisie au terminal - format (000,0°C)
Ecart_alarme_A	REAL	%MF204	Ecart d'alarme saisi au terminal - format (00,0°C)
Ecart_defaut_A	REAL	%MF206	Ecart de défaut saisi au terminal - format (00,0°C)

Coder en langage LD ou en langage ST le corps du bloc fonctionnel «ALARM_DEF » permettant le calcul des bits T_alarme_A et T_defaut_A en fonction de la température mesurée, de la consigne et des valeurs des écarts d'alarme et défaut sélectionnés sur le terminal de dialogue.

CP44-3 - Etude du suivi des sachets constitués sur l'ensacheuse.

Documents ressource :

- N° 4 page 14 : Principe de constitution des sachets.
- N° 11 page 21 : Algorithme – « REGISTRE SUIVI DES SACHETS CONSTITUES ».
- N° 12 page 22 : Instructions de conversion et de décalage.

Principe :

Le traitement d'un module logiciel **Suivi_sachets** permet de faire évoluer les bits d'un mot **Reg_sachet** (%MW10) afin de disposer des informations **X202_reg** à **X208_reg** qui autorisent à partir des informations suivantes, l'exécution ou la non-exécution des tâches aux différents postes :

X38 → Soudure effectuée, Fin Tâche **FORMAGE (T1)**

X77 → Avance film d'un pas effectué, Fin Tâche **TRANSFERT (T5)**

La mise en œuvre de ce module est effectuée par l'implantation d'un algorithme « **REGISTRE SUIVI DES SACHETS CONSTITUES** » défini sur le document ressource N°11 page 21.

Les variables utilisées sont répertoriées ci-dessous.

Mnémonique	Format CEI 1131-3	Adresse	Commentaire
X38	BOOL	%M38	Soudure effectuée - Tâche FORMAGE - Tâche 1
X77	BOOL	%M77	Xf5 - Avance film d'un pas effectuée - Tâche 5
Reg_sachet	INT	%MW10	Mot Registre Suivi des SACHETS CONSTITUES
X200_reg	BOOL	%MW10:X0	Soudure sachet coté droit effectuée au poste A
X201_reg	BOOL	%MW10:X1	Présence d'un sachet ébauché au poste A
X202_reg	BOOL	%MW10:X2	Présence d'un sachet constitué au poste A
X203_reg	BOOL	%MW10:X3	Présence d'un sachet constitué au poste B
X204_reg	BOOL	%MW10:X4	Présence d'un sachet constitué au poste C
X205_reg	BOOL	%MW10:X5	Présence d'un sachet constitué au poste D
X206_reg	BOOL	%MW10:X6	Présence d'un sachet constitué au poste E
X207_reg	BOOL	%MW10:X7	Présence d'un sachet constitué au poste F
X208_reg	BOOL	%MW10:X8	Présence d'un sachet constitué au poste G

Question 15 : (répondre sur copie)

Coder en langage LD ou en langage ST le corps du bloc fonctionnel **Suivi_Sachets** qui intègre l'implantation de l'algorithme « **REGISTRE SUIVI DES SACHETS CONSTITUES** ».

Utiliser exclusivement les énoncés et les fonctions normalisées CEI 61131-3.

