

Usine de production de câbles spéciaux

cahier questionnement

Barème :

Partie A :

- **Problème technique A1 : 20 points**
- **Problème technique A2 : 40 points**
- **Problème technique A3 : 40 points**
- **Problème technique A4 : 50 points**

Partie B :

- **Problème technique B1 : 20 points**
- **Problème technique B2 : 30 points**

Partie A: Assembleuse AS09

Les problèmes constatés sur la machine proviennent essentiellement de la motorisation et du contrôle/commande du fonctionnement de la chenille. En effet, des mesures en production montrent une erreur entre la consigne de vitesse et la vitesse réelle de la chenille pouvant atteindre 25%.

Cette erreur se retrouve alors sur le pas d'assemblage du câble et, pour obtenir un produit conforme au cahier des charges, l'opérateur doit alors effectuer une marche de réglage plus longue que prévue initialement, ce qui implique des chutes supplémentaires, une augmentation du temps de production, et la régulation ne fonctionnant pas correctement, une variation du pas en cours de production.

De plus, un pas non conforme modifie la rigidité mécanique du câble et comme il s'agit toujours d'une diminution du pas, le câble assemblé peut être plus court que prévu par manque de matière première, ce dernier inconvénient est appelé le « surcâblage » .

Problème technique A1 : étude du pas et du phénomène de surcâblage

Problème technique A2 : étude de l'accélération maximale de la chenille

Problème technique A3 : choix du variateur et contrôle du variateur par l'automate

Problème technique A4 : distribution normal/secours

Problème technique A1 : l'étude du pas d'assemblage d'un câble va permettre de déterminer l'influence des variations de cette grandeur, constatée par les techniciens de la maintenance de l'entreprise, sur la production.

L'objectif de cette partie est de démontrer la formule donnant la longueur du câble assemblé en fonction du pas, puis de déterminer l'influence de l'imprécision du pas d'assemblage sur la longueur du câble assemblée produit.

Hypothèses :

- Le pas dépend de la vitesse de rotation du plateau et de la vitesse d'avance de la chenille

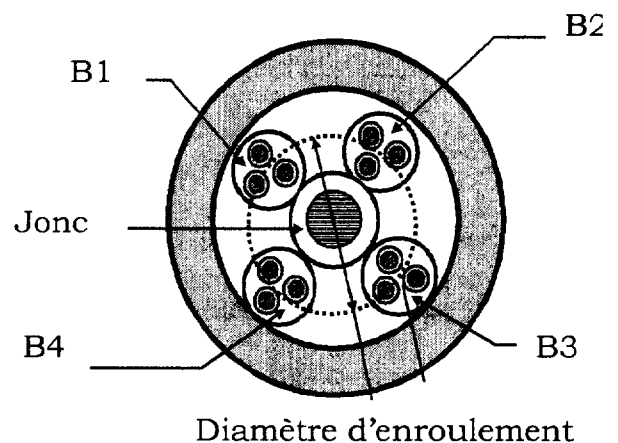
$$\text{Pas} = 1000 \times \left(\frac{\text{vitesse}_{\text{chenille}}}{\text{vitesse}_{\text{plateau}}} \right)$$

Avec : (pas en mm, vitesse_{chenille} en m/min et vitesse_{plateau} en tr/min)

- En réponse à une commande client, on souhaite assembler un câble nommé **C600** de longueur finale **L=600 m** (voir représentation ci-contre). Ce câble sera constitué de quatre brins (B1, B2, B3, B4) composé chacun de 3 conducteurs. Les 4 brins seront enroulés autour d'un jonc (âme centrale) avec un **pas de 96 mm**.

- Le jonc a un diamètre extérieur de 10 mm.

- Les brins B1, B2, B3, B4 ont chacun un diamètre extérieur de 8 mm.



Documents à consulter :

description des moyens :

- Chapitre 1 : Présentation générale de la machine
- Chapitre 1 : Schéma fonctionnel de l'assembleuse
- Chapitre 1 : Notion de pas de câblage

Travail demandé :

Etude du pas d'assemblage

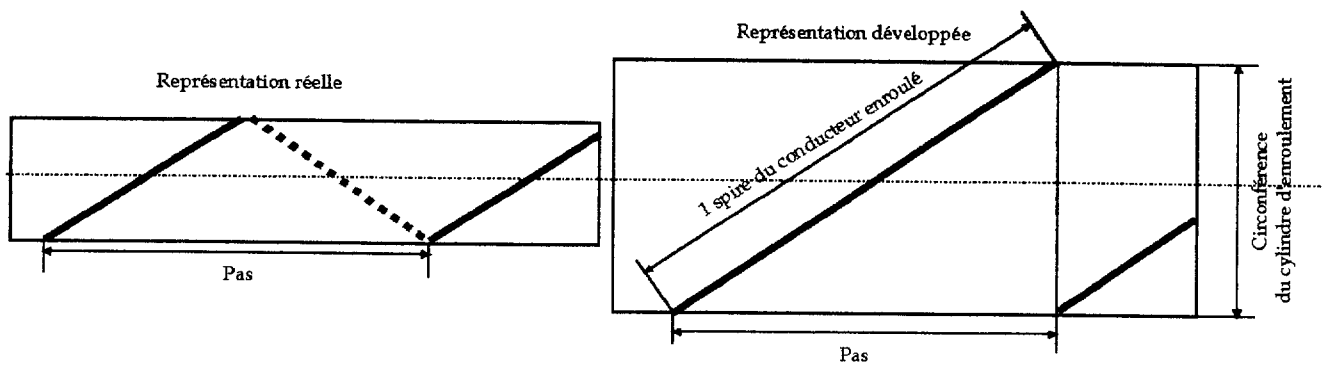
A1.1 Démontrer la formule suivante qui donne la longueur totale du conducteur enroulé en fonction du pas d'assemblage, du rayon du cylindre d'enroulement et de la longueur du câble enroulé :

$$L_{\text{cond}} = \frac{L_{\text{câble}}}{\text{Pas}} \times \sqrt{(2\pi r)^2 + \text{Pas}^2}$$

Avec :

- L_{cond} : longueur totale du brin enroulé (m)
- $L_{\text{câble}}$: longueur totale du câble assemblé (m)
- Pas : pas d'assemblage (mm)
- r : rayon du cylindre d'enroulement (mm)

On utilisera la représentation dépliée suivante pour aider au raisonnement :



Etude du problème du surcâblage sur la quantité à produire.

A1.2 Afin d’assembler ce câble, il est impératif de déterminer les quantités de matières nécessaires pour la fabrication des brins B1, B2, B3 et B4. Calculer, pour le brin B1, la longueur à préparer afin d’assembler le câble **C600** en commande si le pas d’assemblage prévu est respecté.

A1.3 On souhaite, pour des raisons de productivité réaliser le câble précédent en moins de 7 heures (hors temps de préparation de la machine) :

- Montrer que les paramètres mis en consigne sur la machine (voir tableau ci-dessous) permettent de tenir le cahier des charges prévu.

- Compte tenu des valeurs mesurées données ci-dessous : calculer le pas réel, la longueur nécessaire de brin B1 pour confectionner le câble **C600**.

Pas (mm)	Paramètres (consignes)		Valeurs mesurées	
	Vitesse plateau (tr/mn)	Vitesse chenille (m/mn)	Vitesse plateau (tr/mn)	Vitesse chenille (m/mn)
96	20	1,92	19,8	1,49

A1.4 Synthèse des résultats : compléter le document réponse A1.

A1.5 Quelle est l’influence du surcâblage sur la quantité de matière nécessaire pour confectionner le câble **C600** ? Le câble **C600** peut-il être commercialisé ?

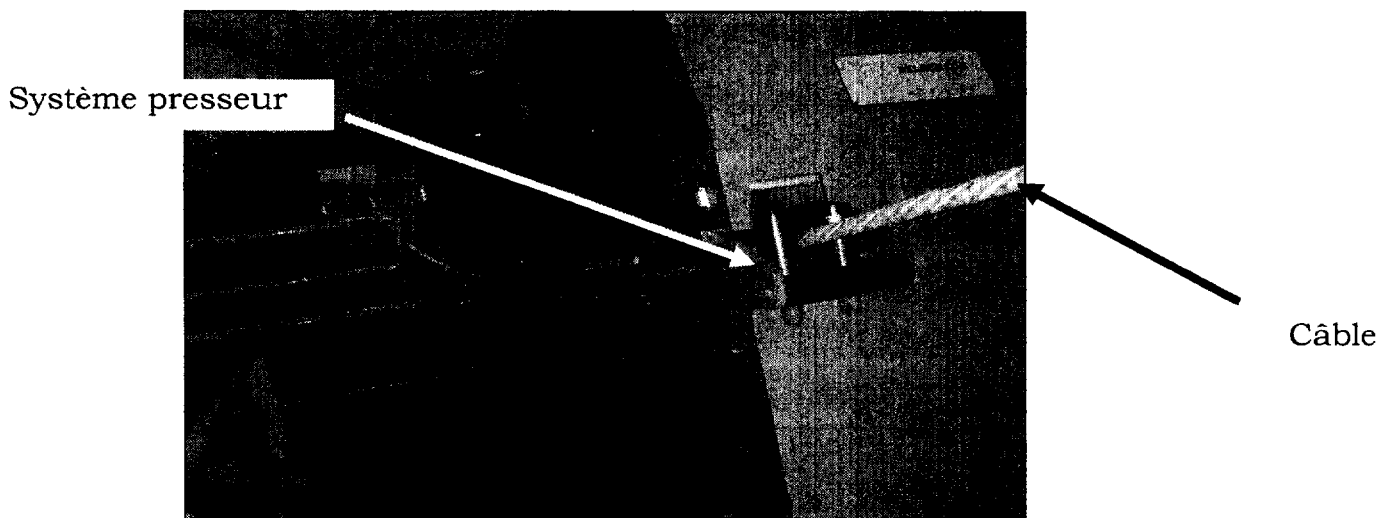
Problème technique A.2 : calcul de l'accélération maximale

Il est impératif pour obtenir un produit de qualité constante de contrôler le pas pendant tout le processus de fabrication.

En cas de perte d'adhérence du câble sur la courroie d'entraînement de la chenille, le pas ne peut plus être conforme à la consigne sur une certaine longueur, et il en découle une qualité diminuée du produit.

Ces pertes d'adhérence se produisent essentiellement lors des phases d'accélération, notamment en début de production, et plus rarement lors de l'apparition de points durs mécaniques lors du déroulement des câbles à assembler.

Il est donc nécessaire de connaître l'accélération maximale qui peut être appliquée au câble sans risquer une perte d'adhérence.



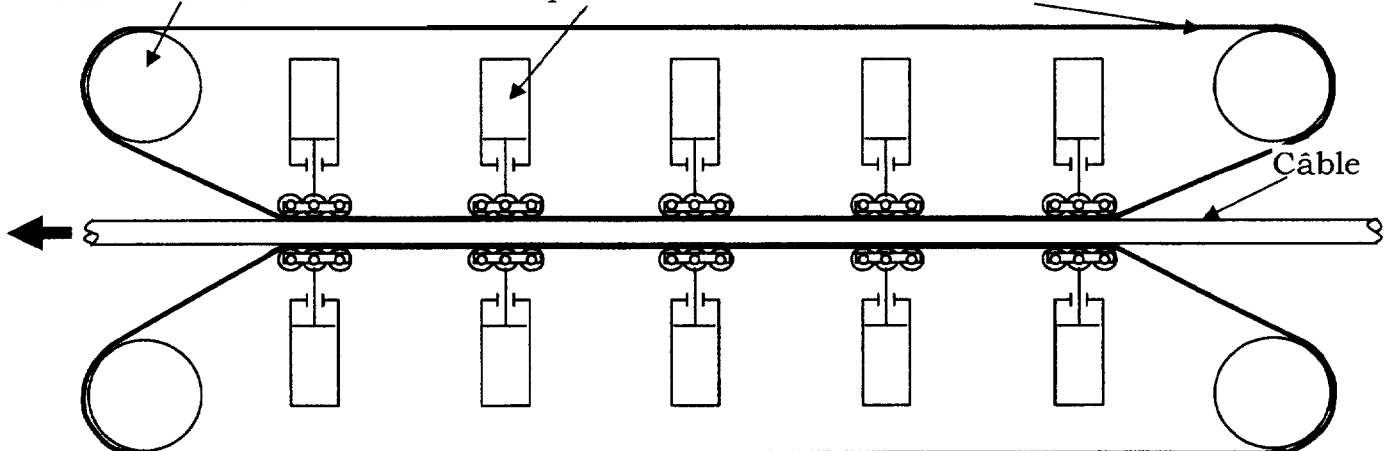
Hypothèses :

Schéma simplifié du tirage du câble :

Poulie d'entraînement
Diamètre : 365 mm

Vérin presseur

Courroie d'entraînement



Documents à consulter :

description des moyens :

- Chapitre 1 : Présentation générale de la machine

Travail demandé :

- A2.1** En cas de perte d'adhérence entre le câble et la courroie d'entraînement de la chenille, se produit-il un surcâblage (pas inférieur à la consigne) ou un sous-câblage (pas supérieur à la consigne) ?
- A2.2** On se place dans le cas où l'effort de traction est maximal (10000 N) et le diamètre du câble maximal (120 mm).
Le coefficient d'adhérence entre les courroies d'entraînement du câble et le câble vaut 0,4.

Calculer l'effort normal minimum à appliquer pour garantir l'adhérence entre la courroie et le câble. Les efforts seront considérés comme ponctuels et appliqués au centre de la surface de contact entre le câble et la courroie, et le poids du câble dans la chenille sera négligé (reporter cet effort en bleu sur le document réponse A2.2).
- A2.3** Le serrage du câble est réalisé par 5 vérins pneumatiques sur la partie inférieure et 5 autres sur la partie supérieure. Le diamètre des pistons des vérins est de 70 mm.
Calculer la pression d'alimentation nécessaire des vérins pour garantir l'adhérence entre la courroie d'entraînement et le câble.
- A2.4** Calculer l'effort normal dans les mêmes conditions de production mais avec une pression égale à la pression maximale du réseau pneumatique (8 bars). (reporter cet effort en vert sur le document réponse A2.2)
- A2.5** En considérant le câble comme une masse de 1T en mouvement de translation, calculer l'accélération maximale γ que le câble peut supporter sans risquer une perte d'adhérence avec la courroie. (reporter la quantité $m\gamma$ en rouge sur le document réponse A2.2)
- A2.6** En déduire l'accélération maximale (en tr/s^2) admissible au niveau de l'axe de rotation du moteur (cette valeur servira à régler la rampe d'accélération au niveau du variateur de vitesse). Le rapport de transmission entre l'axe de la poulie d'entraînement et l'axe du moteur est de 1/32,4.

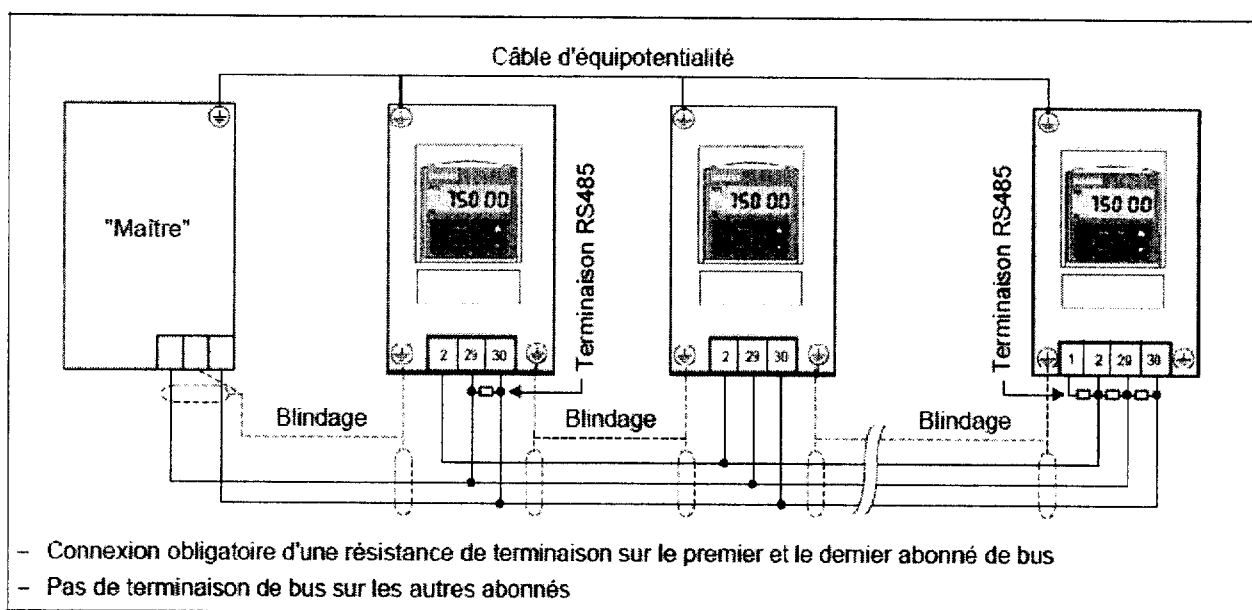
Problème technique A.3 : choix de la configuration automate, du variateur et contrôle du variateur par l'automate

Pour la nouvelle configuration de la partie commande de la machine, il a été décidé de remplacer toutes les motorisations à courant continu par des motorisations asynchrones.

Un automate, dont la configuration est à déterminer mais dont on sait déjà qu'il sera de la série S7 200 de Siemens, pilotera tous les variateurs par un bus de communication utilisant le protocole USS.

Hypothèses :

Structure du bus USS (source Siemens) :



La régulation de vitesse sera gérée par le variateur et non par l'automate.

Les dynamos tachymétriques sont donc raccordées au variateur, et l'automate récupèrera l'information pour affichage par le bus USS. Il n'y a donc plus d'entrées sorties analogiques nécessaires dans la configuration automate.

La modélisation de la machine étant complexe, on choisira un variateur avec régulateur PI autoadaptatif intégré afin de faciliter la mise en service.

Un terminal de dialogue tactile doit être prévu, ce qui implique que l'automate doit posséder 2 ports de communication: un pour le terminal, un pour le bus USS.

Pour la suite, on prendra comme référence du moteur chenille: 1LA 131-2AA10

Documents à consulter :

description des moyens :

- Chapitre 1 : Présentation générale de la machine

documentation constructeurs :

- Automates (p13 à p19)
- Opération USS_CTRL (p11 à p12)
- Variateurs Micromaster (p23 à p24)
- Pupitres opérateur (p20 à p22)
- Jeux d'instruction CEI 1131 (p20 à p22)

Travail demandé :

Choix de l'automate et du variateur :

A3.1 les nombre d'entrées/sorties nécessaires sont les suivants :

- 31 entrées TOR 24 Vcc
- 14 sorties TOR relais
- pas d'entrées/sorties analogiques

Déterminer la configuration de l'automate:

- unité centrale
- modules d'entrée TOR
- modules de sortie TOR

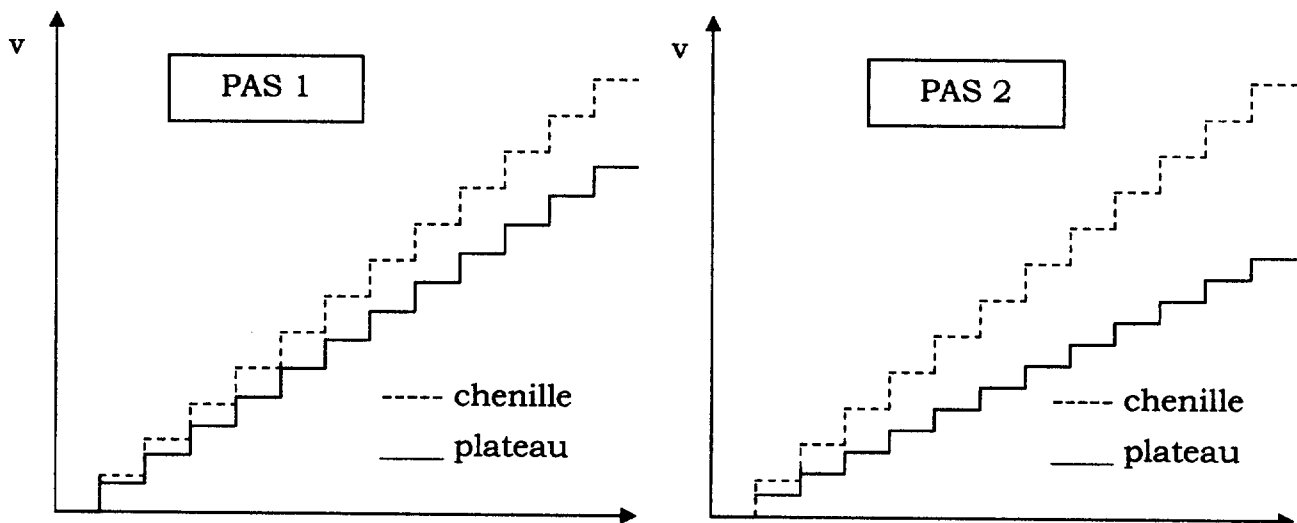
A3.2 Déterminer la référence du terminal de dialogue.

A3.3 Déterminer grâce au bilan de puissance s'il est nécessaire de prévoir une alimentation auxiliaire 24VCC.

A3.4 Donner la référence du variateur correspondant au cahier des charges et au moteur, en précisant les critères de choix.

Programmation de l'automate et contrôle du variateur :

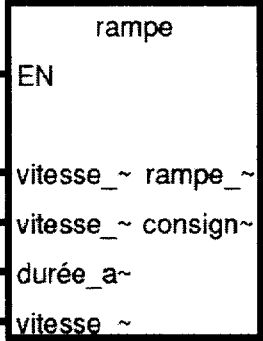
Rampes d'accélération :



La programmation de l'automate doit se faire en respectant la norme CEI 1131 relative au langage de programmation des automates, à laquelle doivent se conformer les constructeurs.

Pour générer les rampes d'accélération et de décélération de la chenille et du plateau, un bloc fonctionnel a été créé afin de pouvoir l'utiliser, en passant les paramètres adéquats, autant de fois que nécessaire sans avoir besoin de réécrire les lignes de programme correspondantes.

Ses caractéristiques sont les suivantes :

Paramètres d'entrée		Paramètres de sortie
EN : validation pour exécution du sous-programme		Rampe_générée : mis à 1 lorsque la rampe a été générée
Vitesse_initiale (en m/mn pour la chenille et en tr/mn pour le plateau)		
Vitesse_finale (en m/mn pour la chenille et en tr/mn pour le plateau)		
Durée_accélération (en s)		Consigne_variateur :
Vitesse_nominale : vitesse pour une consigne de 100% du variateur		(en % de la vitesse nominale)

A3.5 Compléter sur le document réponse les lignes de programme en langage à contact permettant l'élaboration de rampe d'accélération (compléter uniquement les champs de variables vides).

A3.6 Les variateurs ont pour adresse 2 (chenille) et 3 (plateau) sur le bus USS. Compléter sur le document réponse les blocs d'instruction qui permettent à l'automate de piloter les variateurs avec une consigne rangée dans le mot %VD100 pour la chenille et %VD104 pour le plateau.

Problème technique A.4 : Redéfinition de la distribution BT normal/secours

Pour la nouvelle configuration de la distribution normal/secours, les machines stratégiques doivent être regroupées sur une même canalisation électrique préfabriquée secourue.

L'assembleuse AS09 fait partie de ces machines, et il faut donc dimensionner cette nouvelle canalisation ainsi que toutes les protections de ce nouveau départ

Documents à consulter :

📁 description des moyens :

- chapitre 3 : Alimentation de l'assembleuse AS09

📁 documentation constructeurs :

- Canalisations électriques préfabriquées (p25 à p30)
- Méthode de calcul des courants de court-circuit (p31 à p32)
- Disjoncteurs (p33 à p34)
- Déclencheurs (p35)

Travail demandé :

- A4.1** Calculer le courant d'emploi de la canalisation.
- A4.2** Donner la référence de la canalisation correspondante.
- A4.3** Calculer les courants de court-circuit sur les jeux de barre TGBT Atelier et Gaine 600A.
- A4.4** Compléter la référence du disjoncteur ALIM ATELIER (préciser la lettre correspondante au pouvoir de coupure).
- A4.5** Déterminer la référence du disjoncteur GAINÉ 600A.
- A4.6** Donner la référence du déclencheur à associer au disjoncteur GAINÉ 600A, et préciser les réglages I_0 et I_r .