

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique

Université Abderrahmane Mira - Bejaia



جامعة بجاية
Tasdawit n Bgayet
Université de Béjaïa

Faculté de Technologie



Département d'Automatique, Télécommunication et d'Electronique

Projet de Fin d'Etudes

Pour l'obtention du diplôme de Master

Filière : Automatique

Spécialité : Automatique et informatique industrielle

Thème

**Étude du cycle de fonctionnement de la banderoleuse
(Entreprise CEVITAL – Bejaia)**

Préparé par :

Mr. FERKI Mohammed Lamine

Mr. AMGHAR Idir

Dirigé par :

Mme. S. MEZAH

Mr. B. AIT LHADI

Examiné par :

Mr. F. YAHIAOUI

Mr. M. KACIMI

Année universitaire : 2022/2023

Remerciements

Avant de commencer tout développement sur cette expérience professionnelle, nous adressons tout d'abord nos remerciements les plus sincères au «Bon Dieu» le plus puissant de nous avoir guidé vers le chemin du savoir et de nous avoir donné le courage, la patience et la santé.

Tout d'abord, nous adressons nos sincères remerciements à notre promoteur Mme S. MEZAH, pour avoir accepté de guider nos travaux et pour son dévouement constant tout au long du processus. Ses connaissances et ses conseils ont été essentiels à notre réussite, et nous sommes honorés d'avoir pu bénéficier de sa supervision.

Nous adressons nos sincères remerciements à notre Co-promoteur, Mr B. AIT L'HADI, pour sa disponibilité sans faille, son soutien inconditionnel et pour avoir mis à notre disposition les ressources nécessaires à la réalisation de notre projet. Sa contribution a été inestimable et nous lui en sommes sincèrement reconnaissants.

Nous tenons à remercier chaleureusement le président et les membres du jury d'avoir accepté d'évaluer notre travail. Leur expertise et leurs commentaires constructifs nous ont permis de progresser et de perfectionner notre travail.

Enfin, nous voulons exprimer notre gratitude envers tous ceux qui, de près ou de loin, nous ont apporté leur aide, leurs conseils et leur soutien tout au long de notre parcours d'études. Votre présence et votre contribution ont été d'une importance capitale, et nous sommes sincèrement reconnaissants de vous avoir à nos côtés.

Dédicaces

C'est avec profonde gratitude et sincères mots,
que je dédie ce modeste travail de fin d'étude à
mes chers parents, qui ont sacrifié leur vie pour
ma réussite et m'ont éclairé le chemin par
leurs conseils judicieux.

J'espère qu'un jour,
Je pourrai leurs rendre un peu de ce qu'ils
ont fait pour moi, que dieu leur prête bonheur et longue vie.
Je dédie aussi ce travail à mon frère Oussama, qui m'a soutenu dans mes
études et toute ma carrière

Je tiens de dédier ce travail à toute ma famille ainsi que
Mes amis, Abd Elghani, Riad et Mouloud et sans oublié Dihia.

Mohamed Lamine

« Le succès n'est pas la clé du bonheur. Le bonheur
est la clé de succès. Si vous aimez ce que vous
faites vous réussirez. »

Albert Schweitzer

Table des matières

Liste des abréviations	i
Liste des figures	ii
Introduction générale	1
I.1. C'est quoi Cevital ?.....	3
I.2. Historique	3
I.3 Activités.....	4
I.1 Introduction	7
I.2 Chaîne de production du conditionnement d'huile au Cevital.....	7
I.2.1. Souffleuse	8
I.2.2. Remplisseuse.....	8
I.2.3. Bouchonneuse	8
I.2.4. Poseuse de poignée	8
I.2.5. Etiqueteuse	8
I.2.6. Palettiseur.....	8
I.2.7. Banderoleuse	8
I.3 Présentation de la machine « ROBOPAC GENESIS FUTURA 40 »	9
I.4 Composants de la banderoleuse	10
I.4.1. Châssis	10
I.4.2. Chariot	10
I.4.3. Protection anti-accident	10
I.4.4. Anneau rotatif.....	11
I.5 Principaux composants	11
I.5.1. Groupe chariot porte-bobine	11
I.5.2. Groupe pince – coupe - soudeuse	12

I.5.3.	Groupe presseur	12
I.5.4.	Groupe convoyeur	12
I.5.5.	Groupe élévateur à palettes	13
I.6	Eléments électriques de la machine.....	14
I.6.1.	Armoire électrique	14
I.6.2.	Moteurs électriques	14
I.6.3.	Variateur de vitesse.....	14
I.6.4.	Capteur photoélectrique	15
I.7	Eléments pneumatique	17
I.7.1.	Alimentation pneumatique	17
I.8	Mode de fonction de la machine	18
I.9	Conclusion	18
II.1	Introduction	21
II.2	Historique sur les automates programmables.....	21
II.3	Définition de l'automate programmable industrielle	21
II.4	Objectifs de l'automatisation.....	22
II.5	Mode de fonctionnement de l'automate programmable industriel	22
II.5.1.	Acquisition de données	22
II.5.2.	Traitement des données.....	22
II.5.3.	Commande des actionneurs.....	22
II.6	Caractéristiques des logiciels de programmation.....	23
II.7	Rôle de l'API	24
II.8	Types d'automates programmables industriels	24
II.9	L'architecture du système automatisée	25
II.10	Les avantages et inconvénients de l'API.....	26
II.11	Domaine d'application.....	26
II.12	L'automate utilisé (S7-1500).....	27
II.12.1.	Description	27
II.12.2.	Critère de choix de l'automate programmable industriel	27
II.12.3.	Composants de l'API S7-1500.....	28

II.12.3.1.	Alimentation du SIMATIC S7-1500	28
a.	Les modules d'alimentation système PS (tensions nominales d'entrée 24 V CC à 230V CA/CC) :	28
b.	Les modules d'alimentation externes PM (tensions nominales d'entrée 120/230V CA) :	28
II.12.3.2.	CPU 1516F-3 PN/DP	29
II.13	Périphérie décentralisée SIMATIC ET200SP :	30
II.13.1.	Description	30
II.13.2.	Composants de l'ET200SP	31
II.13.3.	Avantages du système de périphérie décentralisé SIMATIC ET200SP	32
II.14	Exploration visuelle du branchement des composants de l'automate S7-1500 et la SIMATIC ET200SP	33
II.15	Conclusion	35
III.1	Introduction	37
III.2	Présentation du Programme Original de la Banderoleuse :	37
III.2.1.	Objectifs du Programme Original :	37
III.2.2.	Table des variables	38
III.2.3.	Défis, Complexités et structure du programme	39
III.2.3.1.	Blocs organisationnels	39
III.2.3.2.	Bloc fonction (FB)	41
III.2.3.3.	Data blocks (DS)	44
III.3	Présentation du Programme simplifié de la Banderoleuse :	44
III.3.1.	Cahier de charge	44
III.3.2.	Table des variables	46
III.3.3.	Blocs organisationnels	46
III.3.4.	Programme et grafset	47
III.3.5	Conclusion	49
	Conclusion générale	51
	Bibliographie	53
	Annexe	54

Liste des abréviations

API	Automate Programmable Industriel
BF	Blocs Fonctions
BO	Blocs Organisationnels
CA	Courant Alternatif
CC	Courant Continu
CPU	Central Processing Unit
DIN	Institut de Normalisation
DP	Périphériques Distribués
DS	Data Blocs
PM	Power Module (Module d'alimentation)
PN	Profinet
PS	Power Supply (Alimentation électrique)
SIMATIC	Siemens Automatique
TIA	Totally Integrated Automation
TOR	Tout Ou Rien

Liste des figures

Figure 1 : Produit du groupe Cevital.....	4
Figure I.1 : Schéma de chaine de production du conditionnement d'huile Cevital	7
Figure I.2 : Schéma de la banderoleuse « ROBOPAC GENESIS FUTURA 40 »	9
Figure I.3 : Schéma démontrant l'emplacement du châssis et du chariot	10
Figure I.4 : Principaux composants de l'anneau rotatif.....	11
Figure I.5 : Types de convoyeur	12
Figure I.6 : Elévateur à palette.....	13
Figure I.7 : Barres transversales pour accouplement aux transporteurs à rouleaux	13
Figure I.8 : Différents types de capteurs photoélectrique.....	15
Figure I.9 : Groupe de traitement de l'air en entrée	17
Figure II.1 : Architecture du système automatisé	25
Figure II.2 : Composants de l'automate S7-1500	28
Figure II.3 : Module d'alimentation S7-1500.....	29
Figure II.4 : SIMATIC ET200SP	31
Figure II.5 : Composants de l'ET200SP	31
Figure II.6 : La figure (a) et (b) représentent le branchement de l'automate S7-1500	34
Figure II.7 : La figure (c) et (d) représentent le branchement de la SIMATIC ET200SP	34
Figure III.1 : Image 1 de la table des variables du programme CEVITAL.....	38
Figure III.2 : Image 2 de la table des variables du programme CEVITAL.....	39
Figure III.3 : Bloc organisationnel dans le programme CEVITAL.....	40
Figure III.4 : Réseaux de la sélection de la plaque de pression et du lifter sélection	40
Figure III.5 : Réseaux du bloc organisationnel	41
Figure III.6 : Blocs fonctions du programme principal de la banderoleuse à CEVITAL	42
Figure III.7 : Réseau responsable de la configuration machine du programme principal	42
Figure III.8 : Réseau responsable du délai pour charger/décharger la palette	43
Figure III.9 : Réseau responsable du délai pour avoir un contrôle de sortie délagé et l'autre est la minuterie pour la fin du signal de transfert	43
Figure III.10 : Table des variables de notre programme simplifié	46
Figure III.11 : Bloc organisationnel du programme simplifié.....	46
Figure III.12 : Grafcet du programme simplifié	48
Figure III.13 : Grafcet représente le bouton d'arrêt d'urgence.....	49



Introduction générale

Introduction générale

Dans le contexte industriel, où la compétitivité revêt une importance cruciale pour la survie des entreprises, l'automatisation est devenue une nécessité incontournable. Les avancées dans le domaine de la microélectronique et la diminution des coûts des composants électroniques ont incité les dirigeants d'entreprises à adopter l'automatisation comme moyen de rendre leurs produits plus concurrentiels. Pour être pleinement acceptée, cette automatisation doit impérativement entraîner une réduction des coûts de production tout en simplifiant les opérations.

De plus en plus, dans la résolution de nombreux problèmes de commande, les entreprises se tournent vers l'utilisation d'automates programmables industriels (API). Cette orientation ne se limite pas uniquement à des considérations budgétaires, mais elle vise également à gagner du temps, à accroître la flexibilité des opérations, à garantir une grande fiabilité, à permettre une localisation rapide des problèmes et à éliminer les aléas de manière efficace. En effet, les techniques liées aux automates programmables industriels favorisent de plus en plus des automatisations flexibles et adaptables à l'évolution du marché.

Notre stage, effectué au sein du complexe CEVITAL, plus précisément au sein de l'unité de conditionnement d'huile, nous a sensibilisés à l'importance de l'automatisation des machines pour assurer leur bon fonctionnement et permettre une intervention rapide et efficace en cas de dysfonctionnement. L'étude et l'amélioration du programme d'automatisation de la machine de banderolage "Robopac genesis futura 40" déjà en service dans cette unité constituent le cœur de notre travail de recherche.

Ce mémoire comporte une introduction générale, trois chapitres et une conclusion générale.

- **Préambule** : s'intéresse sur la présentation de l'entreprise Cevital et son développement à l'international.
- Le **premier chapitre** est consacré à la description de la machine, leur principe de fonctionnement et le rôle de chaque composant principale.
- Le **deuxième chapitre** s'intéresse sur l'automate programmable utilisé dans la banderoleuse.
- Le **troisième chapitre** est la partie pratique qui est dédiée à l'élaboration d'un programme sur TIA PORTAL et sa simulation.

Préambule

Présentation de l'entreprise Cevital

I.1. C'est quoi Cevital ?

Le Groupe Cevital est un conglomérat algérien de l'industrie agroalimentaire, la grande distribution, l'industrie et les services. Créé par l'entrepreneur Issad Rebrab en 1998, Cevital est le premier groupe privé algérien, présent également à l'international et la troisième entreprise algérienne par le chiffre d'affaires. Il emploie 18 000 salariés. Le groupe Cevital est le leader du secteur agroalimentaire en Afrique.

I.2. Historique

Cevital est créée par Issad Rebrab en 1998 à Bejaïa, spécialisée dans l'industrie agroalimentaire, elle possède une raffinerie d'huile et de sucre.

En 2007, Mediterranean Float Glass est créée, spécialisée dans la production, la transformation et distribution du verre pour la construction, les applications solaires et certaines industries spécialisées (électroménager, applications high-tech). Le 28 mai 2007, l'usine MFG de Larbaâ est inaugurée par le président de la République Abdelaziz Bouteflika.

En 2007, Numilog est créée, elle est spécialisée dans logistique et la gestion de la chaîne logistique (*supply chain management*).

Le 31 mai 2013, Cevital rachète le Français Oxxo, spécialisée dans la menuiserie PVC.

Le 15 avril 2014, Cevital reprend les activités françaises du groupe Fagor-Brandt. Le groupe Cevital prévoyait de reprendre également les activités espagnoles et polonaises du groupe Fagor, mais l'offre de reprise de l'activité en Espagne n'a pas été retenue par la justice espagnole et l'usine polonaise du groupe Fagor a finalement été reprise par BSH.

Le 31 mars 2022, Omar Ouali, ancien relecteur en chef de Liberté, a révélé que le journal liberté en lien avec détenue par Cevital va cesser de paraître à partir du 6 avril 2022 en raison de problèmes financiers. La procédure du dépôt de bilan par l'entreprise éditrice du journal Liberté sera lancée le 6 avril 2022 et le journal Liberté continuera à paraître jusqu'à la fin du mois d'avril 2022.

Fin juin 2022, Issad Rebrab annonce quitter ses fonctions et mandats au sein de l'entreprise pour partir à la retraite¹³. Malik Rebrab, son fils, prend sa succession en tant que PDG à partir du 30 juin 2022.

I.3 Activités

L'entreprise possède le complexe agroalimentaire de Bejaïa en Algérie. En 2012, 450 000 t d'huile, essentiellement destinées au marché national, ont été produites par Cevital Agro Industries.

Dans le domaine du sucre, en 2013, 1,6 million de tonnes sont attendues, dont un million pour le marché local, estimé à 1,1 million de tonnes. Cette année-là, il était prévu d'exporter 600 000 t vers une vingtaine de pays, en Afrique de l'Ouest, pour des clients tels que Coca-Cola, mais aussi vers l'Europe (Ferrero Rocher) et le Moyen-Orient. En 2010, première année de vente à l'export, 150 000 t seulement avaient quitté le territoire algérien. Premier exportateur du pays hors hydrocarbures, le groupe veut produire deux millions de tonnes de sucre en 2014, soit un gain de productivité de 400 000 t. Il s'appuie pour cela sur du matériel unique dans le pays, comme deux grues montées sur quatorze roues et capables de charger et décharger 36 t de sucre par coup de mâchoire. Cevital fournit aussi du sucre liquide à l'industrie algérienne des boissons. L'entreprise, qui envisage de produire du sucre roux, est la seule en Algérie à avoir utilisé un navire-usine BIBO (*bulk in, bags out*), de 30 à 40 000 t qui permet de charger en vrac au départ et de décharger emballé à l'arrivée. La capacité de production en sucre blanc est de deux millions tonnes par an, soit 180 % des besoins algériens et 2,7 millions de tonnes par an d'ici 2014. Il est exporté vers le Maghreb et le Moyen-Orient.



Figure 1: produits du groupe Cevital

L'entreprise produit aussi des huiles végétales avec une capacité de production de 570 000 tonnes par an, soit 140 % des besoins algériens, et l'entreprise exporte vers les pays du Maghreb et du Moyen-Orient. Pour les margarines et les graisses végétales, la capacité est

de 180 000 tonnes par an, soit 120 % des besoins algériens, sur plusieurs gammes de produits dont une exportation vers l'Europe, le Maghreb et le Moyen-Orient. Elle a en projet une unité de trituration de graines oléagineuses de trois millions de tonnes par an.

Pour les eaux minérales et boissons gazeuses, la capacité de production est de trois millions de bouteilles par jour. L'entreprise fabrique aussi des jus de fruits et des conserves (jus, soda, confitures, tomates en conserve).

Cevital est présent dans la logistique avec des silos portuaires et un terminal de déchargement de 2 000 tonnes par heure. Cevital a également intégré la logistique et le transport routier dans sa chaîne de valeurs par la création de la filiale Numilog. La filiale compte trois plateformes logistiques d'une surface totale de stockage d'environ 130 000 m², trois agences de transport, une flotte en nom propre de plus de 450 véhicules (maraichers, porte-conteneurs, plateaux, camions frigorifiques, etc.) ainsi qu'un réseau de distribution de vingt-cinq centres logistiques régionaux réparti sur le territoire algérien pour écourter les délais de mise à disposition des marchandises.

CHAPITRE I



Présentation de la machine

I.1 Introduction

Après l'avancée de la technologie, la vie des gens est devenue plus facile on exécute les tâches avec moins d'effort et en peu de temps dans tous les domaines, et parmi ces domaines se trouve l'industrie.

Ce chapitre se concentre sur la chaîne de production utilisée dans le conditionnement de l'huile, en mettant l'accent sur la banderoleuse automatique « **ROBOPAC GENESIS FUTURA 40** ». Où nous examinerons en détail les caractéristiques de cette machine, son mode de fonctionnement et ses composants etc...

I.2 Chaîne de production du conditionnement d'huile au Cevital

La chaîne de production au conditionnement d'huile des bouteilles de 5 litres se compose de :

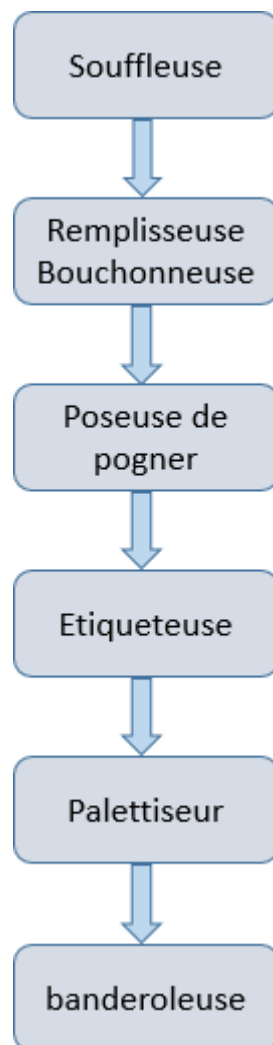


Figure I.1: Schéma de chaîne de production du conditionnement d'huile Cevital

I.2.1. Souffleuse

Une souffleuse de bouteille est une machine utilisée dans l'industrie de la fabrication de bouteilles en plastique. Elle est utilisée pour produire des bouteilles en plastique à partir de préformes, qui sont de petits tubes en plastique préformés.

Le processus de soufflage consiste à chauffer les préformes dans la souffleuse de bouteille jusqu'à ce qu'elles deviennent malléables. Ensuite, de l'air comprimé est utilisé pour souffler de l'air à l'intérieur des préformes chauffées, les faisant ainsi se dilater et prendre la forme d'une bouteille. Une fois la bouteille formée, elle est refroidie et éjectée de la machine.

I.2.2. Remplisseuse

Une remplisseuse de bouteille est une machine utilisée dans l'industrie pour remplir les bouteilles avec des liquides ou des produits visqueux. Elle est conçue pour automatiser le processus de remplissage, assurant ainsi une production efficace et précise.

I.2.3. Bouchonneuse

Une bouchonneuse de bouteille, également appelée capsuleuse, est une machine utilisée dans l'industrie de l'emballage pour appliquer des bouchons, des capsules ou des opercules sur des bouteilles. Elle est conçue pour sceller hermétiquement les bouteilles après le remplissage.

I.2.4. Poseuse de poignée

Une poseuse de poignée de bouteille, également appelée machine de pose de poignée, est un équipement industriel utilisé pour appliquer des poignées de transport sur des bouteilles. Ces poignées permettent de faciliter le transport des bouteilles et offrent une prise ergonomique pour les consommateurs.

I.2.5. Etiqueteuse

Une étiqueteuse de bouteille est une machine utilisée pour appliquer des étiquettes sur des bouteilles dans le cadre du processus d'emballage et d'étiquetage. Elle est conçue pour automatiser et faciliter le processus d'étiquetage des bouteilles

I.2.6. Palettiseur

Un palettiseur, également appelé machine de palettisation, est un équipement industriel utilisé pour automatiser le processus de palettisation des produits finis ou des colis sur des palettes. Son objectif est de regrouper et d'empiler les marchandises de manière organisée sur une palette, facilitant ainsi leur transport, leur stockage et leur manutention ultérieure.

I.2.7. Banderoleuse

Une banderoleuse, également connue sous le nom de machine d'enrubannage ou de filmeuse, est un équipement industriel utilisé pour envelopper et sécuriser des charges ou des palettes avec un film étirable ou une bande de matériau similaire. Son rôle est de stabiliser les

produits sur les palettes et faciliter leur manipulation et leur transport. Dans notre cas nous avons utilisé la banderoleuse italienne « **ROBOPAC GENESIS FUTURA 40** ».

I.3 Présentation de la machine « ROBOPAC GENESIS FUTURA 40 »

Est une machine d'emballage automatisée italienne conçue pour envelopper et sécuriser des palettes avec du film étirable. Elle est largement utilisée dans les entrepôts, les centres de distribution et les industries pour l'emballage efficace des produits, configurable selon les besoins de production. Elle peut être installée en fin de ligne de palettisation automatique. Elle dispose de composants électromécaniques pour contrôler le cycle de fonctionnement et de dispositifs de sécurité pour la protection des opérateurs.

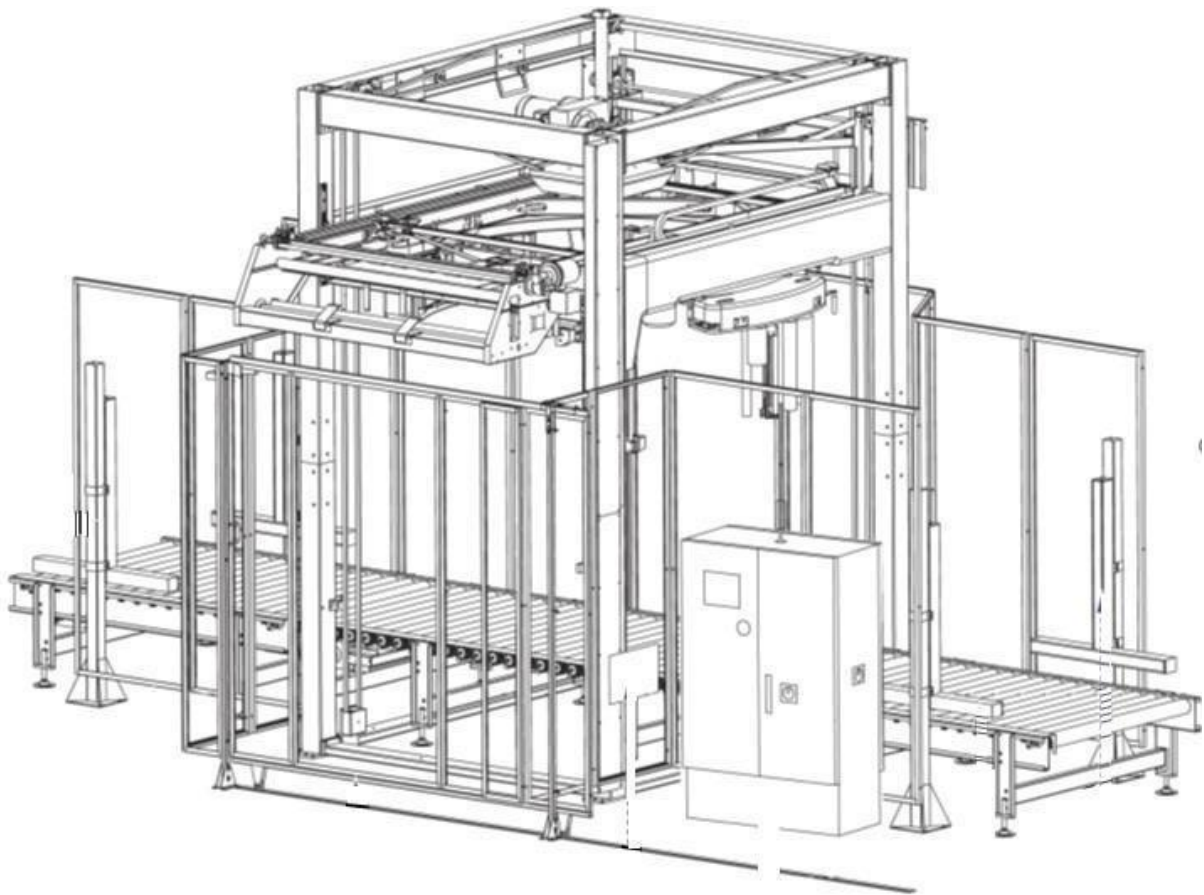


Figure I.2: Schéma de la banderoleuse « ROBOPAC GENESIS FUTURA 40 »

I.4 Composants de la banderoleuse

La machine de base se compose de :

I.4.1. Châssis

Le châssis d'une banderoleuse est la structure de base sur laquelle sont montés les différents composants de la machine. Il fournit une plateforme solide et stable pour soutenir et sécuriser les éléments tels que le bras rotatif, le système de déroulement du film et les mécanismes de coupe. Le châssis garantit la stabilité de la banderoleuse pendant le processus d'enrubannage et contribue à assurer son bon fonctionnement [1].

I.4.2. Chariot

Il se déplace verticalement sur les roues (8) qui coulissent sur les quatre colonnes. Le mouvement est provoqué par le motoréducteur (9) et les chaînes (10). La vitesse du moteur est contrôlée par variateur et codeur [1].

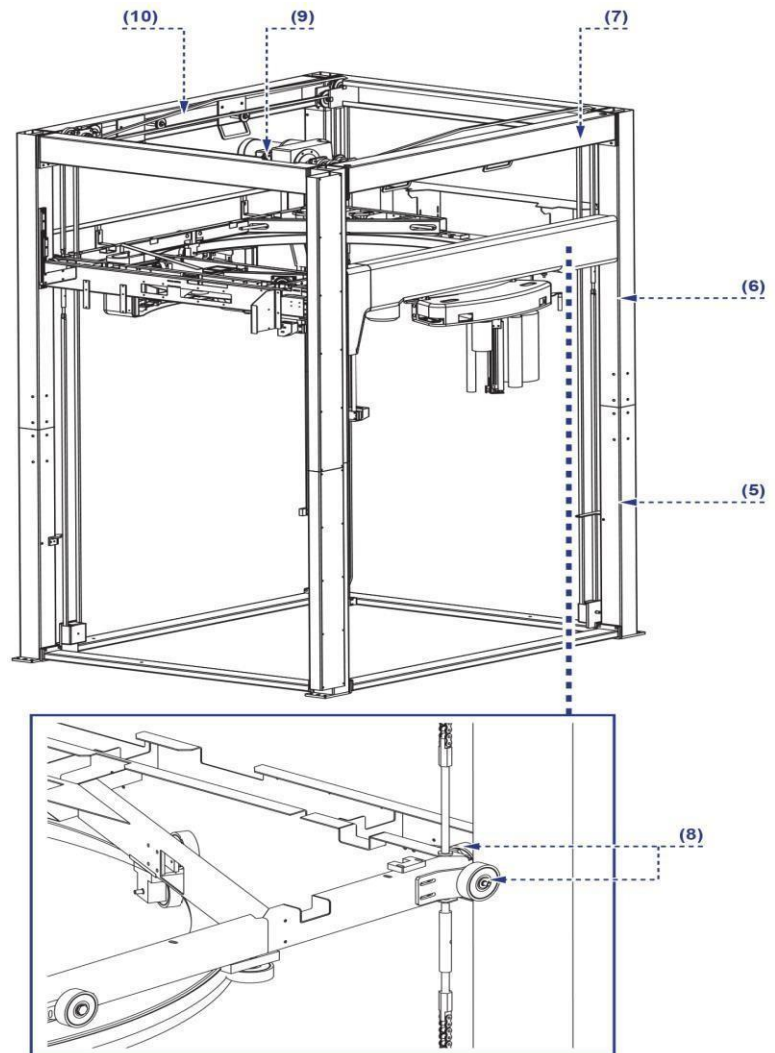


Figure I.3: Schéma démontrant l'emplacement du châssis et du chariot

I.4.3. Protection anti-accident

Les mesures de sécurité pour prévenir les accidents consistent en des panneaux en grillage métallique. Ces panneaux sont équipés d'une porte d'accès inter-verrouillée. Si quelqu'un traverse cette porte, la machine s'arrête immédiatement en mode d'urgence.

Un dispositif électrique d'inter-verrouillage est installé sur la porte pour permettre à l'opérateur d'entrer en toute sécurité dans la zone de travail. Cependant, cela ne peut être fait que sur demande via un sélecteur, et la machine s'arrête automatiquement lorsque

l'alimentation électrique et pneumatique est interrompue. Pour redémarrer la machine, il faut refermer la porte et rétablir le cycle en utilisant le bouton de "Reset" [1].

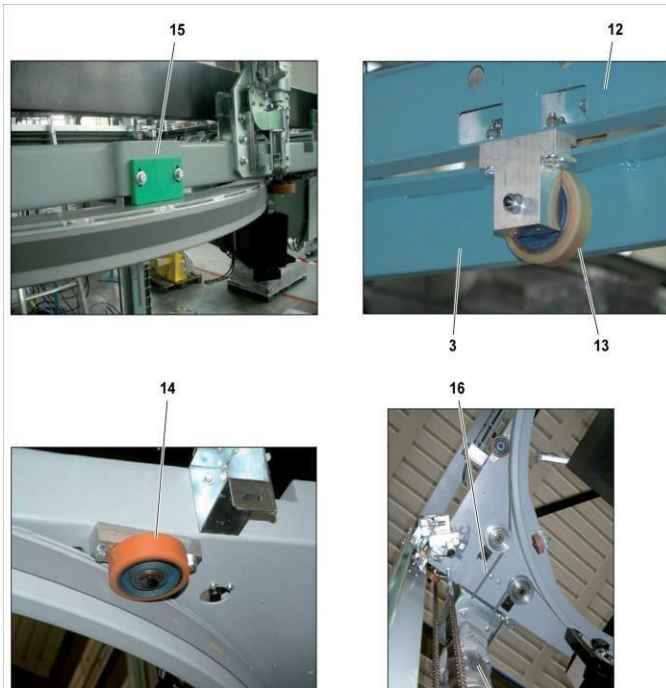


Figure I.4: Principaux composants de l'anneau rotatif

I.4.4. Anneau rotatif

L'anneau qui tourne est fixé à un chariot qui le fait tourner en utilisant des roues (13). Le chariot est soutenu par une structure (12) qui l'empêche de bouger latéralement grâce à d'autres roues (14). Les roues de contraste supérieures (15) garantissent que l'anneau ne puisse pas se déplacer vers le haut. Enroulée autour de celui-ci se trouve une courroie plate (16) qui est entraînée par un moteur réducteur. La vitesse du moteur réducteur (17) est contrôlée par un variateur.

Les batteries d'alimentation du chariot porte-bobine sont montées sur l'anneau rotatif, positionnées de manière diamétralement opposée par rapport au chariot lui-même. Ces batteries fournissent l'alimentation nécessaire au fonctionnement du chariot porte-bobine et contribuent également à équilibrer partiellement sa masse.

À la fin de chaque cycle d'enrubannage du film, l'anneau rotatif s'arrête dans une phase spécifique. Lors de chaque arrêt en phase, les goujons déplacés par le cylindre entrent en contact avec les contacts appropriés, permettant ainsi la recharge des batteries [1].

I.5 Principaux composants

I.5.1. Groupe chariot porte-bobine

C'est un élément essentiel de l'équipement. Il est spécialement conçu pour maintenir et dispenser le film étirable de manière contrôlée et précise lors de l'emballage des charges.

Ce groupe est doté d'un mandrin sur lequel est fixé le rouleau de film. Il se déplace le long de la machine de manière régulière et contrôlée, permettant ainsi un enroulement uniforme et sécurisé du film autour de la charge. Grâce à sa conception ajustable, le groupe chariot porte-bobine permet de régler la tension du film et la vitesse de rotation, garantissant ainsi un emballage adapté aux spécificités de la charge [2].

I.5.2. Groupe pince – coupe - soudeuse

Le groupe “pince-coupe-soudeuse” est un dispositif servant à la préhension de la pellicule, sa coupe et sa soudure en fin de cycle de banderôlage. Il est équipé d’une pince (pour la prise du film), fil chaud (pour la coupe du film) et d’une plaque soudeuse (pour le soudage). Le groupe est monté sur un chariot qui se déplace en direction orthogonale à la palette sur les guides. Ledit chariot s’approche à la palette en phase opérationnelle et s’éloigne en phase de banderôlage. Le mouvement est réglé au moyen du cylindre pneumatique [2].

I.5.3. Groupe presseur

Le groupe presseur est une composante essentielle de la banderoleuse. Il joue un rôle crucial dans le processus d’emballage en assurant la compression optimale des produits ou des charges palettisées avant l’application de la bande de cerclage. Doté d’un système de réglage précis. Il est intégré à la structure de l’anneau tournant comme il ne nécessite aucun moteur pour se déplacer et peut atteindre toutes les hauteurs de palette à banderoler [2].

I.5.4. Groupe convoyeur

Le convoyeur à rouleaux assure le déplacement des palettes d’une zone à une autre le long de la ligne de production, Les rouleaux se déplacent grâce à un système d’anneaux de chaîne qui reçoit le mouvement de deux chaînes de transmission actionnées par un motoréducteur. Le convoyeur est équipé d’un système de détection des palettes utilisant des photocellules. Il dispose également d’un système électrique indépendant, et les commandes de mouvement sont intégrées dans le panneau de commande de la machine. Dans notre cas le groupe convoyeur est constitué de 4 convoyeurs (CPOS1, CPOSCM, CPOS2, CPOS3) chacun munis d’un moteur triphasé. Cette ligne dispose de deux types de convoyeur [2] :

- A : avec motoréducteur externe (CPOS1, CPOS2, CPOS3)
- B : avec motoréducteur interne (CPOSCM).

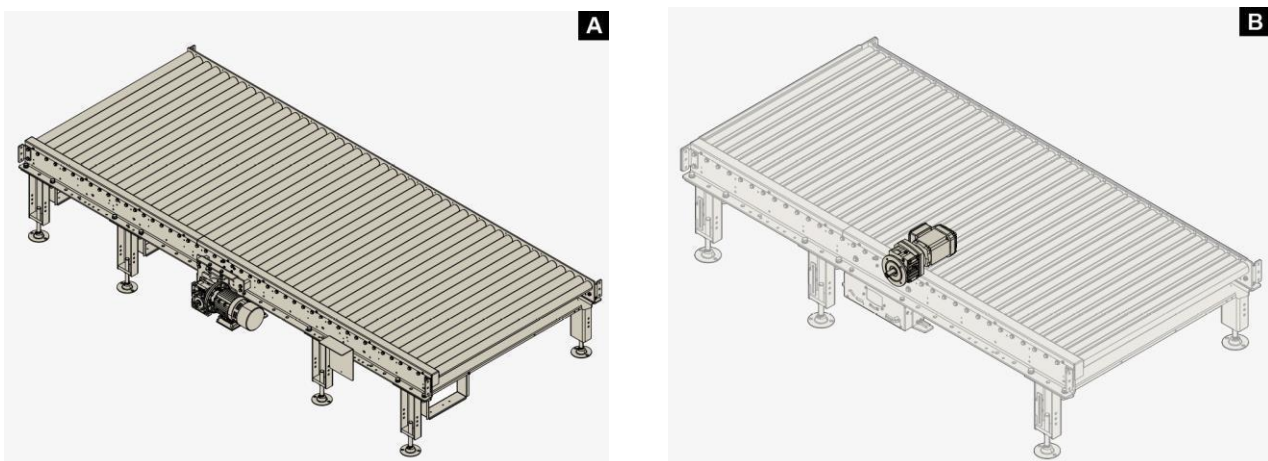


Figure I.5: Types de convoyeur

I.5.5. Groupe élévateur à palettes

Le dispositif dont il est question est un élévateur conçu spécifiquement pour soulever la palette à emballer et faciliter son banderôlage au niveau inférieur [2].

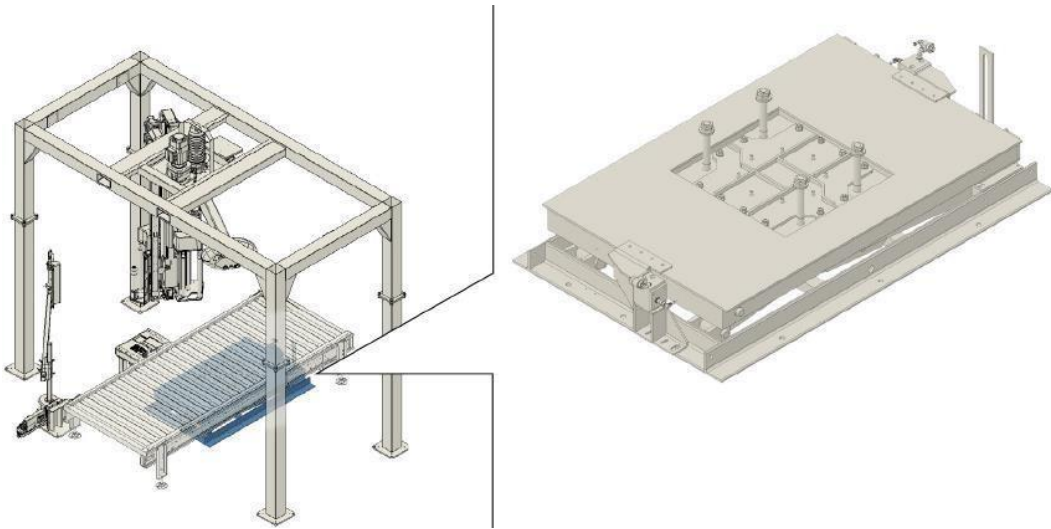


Figure I.6: Elévateur à palette

Il s'intègre parfaitement au cycle de notre banderoleuse automatique, l'élévateur peut être assemblé avec deux supports, barres transversales pour accouplement aux transporteurs à rouleaux ou châssis pour accouplement aux transporteurs à chaîne, ici dans notre cas le support utilisé c'est des barres transversales comme illustré dans la figure ci-dessous [2].

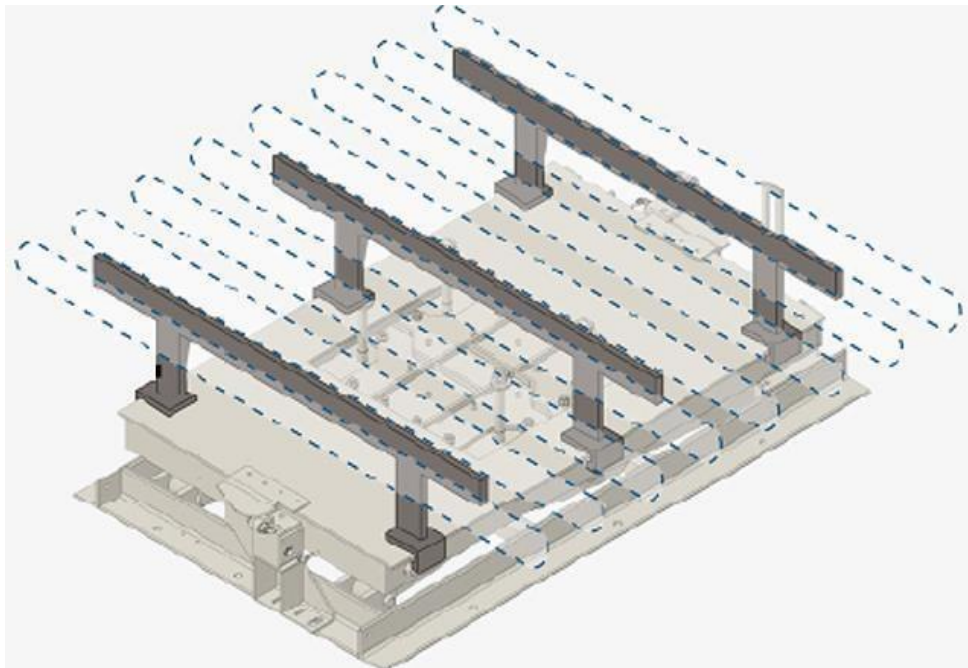


Figure I.7: Barres transversales pour accouplement aux transporteurs à rouleaux

La durée de la course ascendante varie selon les besoins d'utilisation. Il dispose d'un système électrique et pneumatique indépendant. Les commandes pour la manutention sont intégrées dans le panneau de contrôle de la machine [2].

I.6 Eléments électriques de la machine

I.6.1. Armoire électrique

L'armoire électrique est un boîtier métallique utilisé pour regrouper et protéger les composants électriques d'un système ou d'une installation. Elle joue un rôle essentiel dans la distribution, le contrôle et la sécurité de l'électricité.

L'armoire électrique est conçue pour abriter différents éléments de la banderoleuse, tels que les disjoncteurs, les fusibles, les interrupteurs, les transformateurs, les relais, les compteurs, les bornes de connexion et les câblages. Ces composants électriques sont installés de manière ordonnée et organisée à l'intérieur de l'armoire, ce qui facilite l'accès, la maintenance et les interventions en cas de besoin.

I.6.2. Moteurs électriques

Dans l'ensemble notre banderoleuse dispose de six moteurs triphasé de 400V.

M422 : il est situé dans le premier convoyeur (POS01), c'est un motoréducteur interne, ce dernier sert tourner les rouleaux de notre convoyeur (Pose01)

M402 : Il est situé dans le deuxième convoyeur (POS CM), c'est un motoréducteur externe, il sert à faire tourner rouleaux de ce convoyeur (POS CM).

M442 : Il est situé dans le troisième convoyeur (POS02), c'est un motoréducteur interne, il sert à faire tourner rouleaux de ce convoyeur (POS 02)

M462 : Il est situé dans le quatrième convoyeur (POS03), c'est un motoréducteur interne, il sert à faire tourner rouleaux de ce convoyeur (POS 03)

M202 : Il se situe dans la partie supérieure du châssis, son rôle est de faire tourner l'anneau rotatif

M222 : fixé sur le châssis supérieur de la banderoleuse entraine la chaîne de levage de l'anneau tournant.

I.6.3. Variateur de vitesse

Le variateur de vitesse est un dispositif électronique qui permet de contrôler et de régler la vitesse de rotation d'un moteur électrique en modifiant la tension et la fréquence d'alimentation.

Le variateur de vitesse fonctionne en modifiant la fréquence et la tension d'alimentation du moteur électrique. Il convertit généralement l'alimentation électrique fixe, qui est souvent

en courant alternatif (CA), en une tension et une fréquence variables. Cela permet de régler la vitesse de rotation du moteur en fonction des besoins spécifiques de l'application.

Dans notre banderoleuse on a utilisé Cinque variateur de vitesse :

- Un variateur de vitesse **U421** sur le moteur **M422**. Sert à contrôler la vitesse du convoyeur
- Un variateur de vitesse **U201** sur le moteur **M202**. Sert à contrôler la rotation de l'anneau tournant
- Un variateur de vitesse **U201** sur le moteur **M402**. Sert à contrôler la vitesse du convoyeur
- Un variateur de vitesse **U441** sur le moteur **M442**. Sert à contrôler la vitesse du convoyeur
- Un variateur de vitesse **U221** sur le moteur **M222**. Sert à contrôler la vitesse de montée et la descente de l'anneau tournant.

Le moteur **M462** il ne dispose pas de variateur de vitesse

I.6.4. Capteur photoélectrique

Un capteur photoélectrique est un capteur optique qui se compose d'une source lumineuse, d'un récepteur de lumière et d'un circuit de traitement de signal et de sortie de commande. Ils peuvent détecter la présence d'objets et parfois même les conditions de surface.

Lorsque la lumière émise est interrompue par un objet à proximité, le récepteur de lumière détecte ce changement et active ou désactive la sortie du capteur. Certains capteurs de proximité sont même capables de déterminer la distance par rapport à l'objet.

On distingue plusieurs détecteurs photoélectriques :

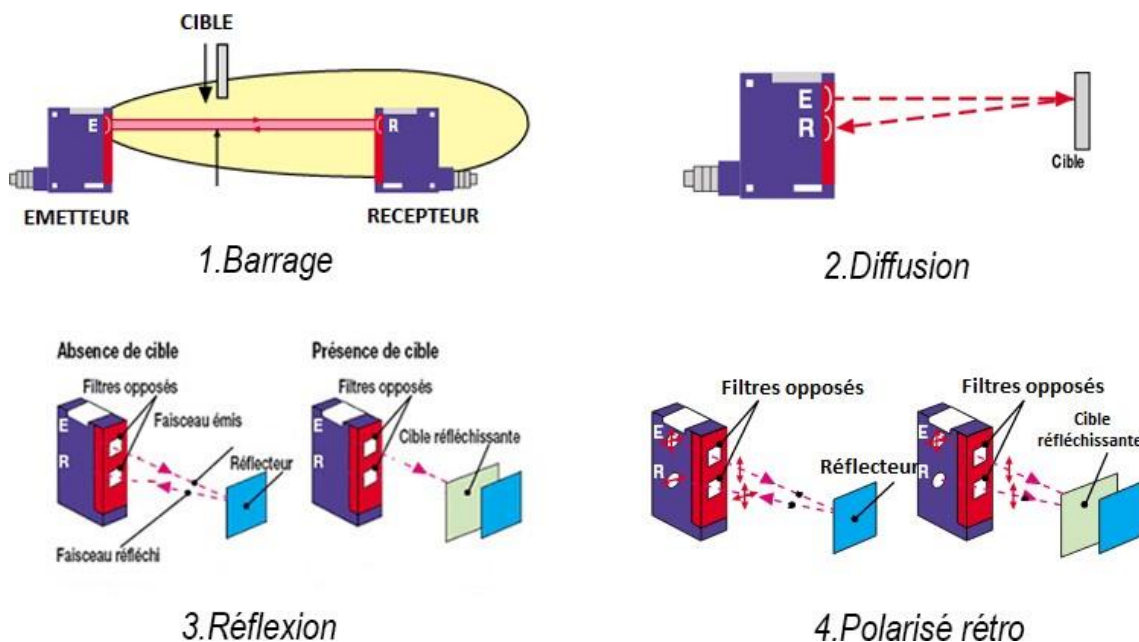


Figure I.8: Différents types de capteurs photoélectrique

Sur l'ensemble de notre banderoleuse on trouve dix-sept photocellules, leurs emplacements et leurs rôles sont les suivants :

- **B2701** : est de type réflecteur, il est placé à la fin du premier convoyeur son rôle est la déclaration de la position de la palette dans le premier convoyeur (POS01).
- **B2331** : est de type réflecteur, il est placé au début du deuxième convoyeur (POSCM) son rôle est de contrôler la rotation de l'anneau en entrée et lecture longueur palette.
- **B2332 et B2333** : est de type réflecteur, sont positionné d'une façon diagonale c'est deux derniers sert à détecter le contrôle rotation de l'anneau diagonal en entrée et en sortie.
- **B2336 et B2335** : est de type diffusion, sont placé au centre du deuxième convoyeur (POSCM) dans la zone du banderôlage son rôle est la déclaration de la position de la palette dans le convoyeur (POSCM).
- **B2334** : est de type réflecteur, il est placé à la fin du deuxième convoyeur (POSCM) son rôle est de contrôler la rotation de l'anneau en sortie.
- **B2721** : est de type diffusion, il est placé au troisième convoyeur (POS02) son rôle est de la déclaration de la position de la palette dans le troisième convoyeur (POS02).
- **B2741** : est de type diffusion, il est placé à la fin du quatrième convoyeur sert à donner la position de la palette dans le quatrième convoyeur (POS 3).
- **B2742** : est de type diffusion, il est placé en dessous du quatrième convoyeur (POS 3) sert à détecter la présence du chariot à fourche.
- **S2101** : est de type diffusion, il est placé juste à côté de l'anneau qui sert à compter les tours grâce à un repère qui lui donne le signal que l'anneau a bien fait un tour.
- **B2130 et B2131** : le premier est un émetteur et le deuxième est un récepteur (type barrage), ils sont pour but de lire la hauteur de la palette dans la machine.
- **S2132 et S2133** : est de type diffusion, leurs rôles est de déclarer la position haut/bas de l'anneau respectivement.
- **S2361 et S2362** : est de type fin de course, il est placé en dessous du deuxième convoyeur, son rôle est de renseigné l'état de l'élévateur s'il est en position haut ou bas.

I.7 Eléments pneumatique

I.7.1. Alimentation pneumatique

La banderoleuse fonctionne grâce à l'énergie pneumatique, avec une pression de 6 bars provenant de la station de compresseurs. Un bloqueur est utilisé pour isoler la machine de la ligne d'alimentation pneumatique. Il est crucial que l'environnement de travail soit propre et sec, car toute humidité ou saleté pourrait endommager l'installation et réduire la durée de vie des composants pneumatiques. Pour adapter l'énergie pneumatique au système, une unité de conditionnement est utilisée. L'alimentation pneumatique est équipée des dispositifs suivants :

1 Robinet entrée : ouvre et ferme l'alimentation d'air comprimé de la machine.

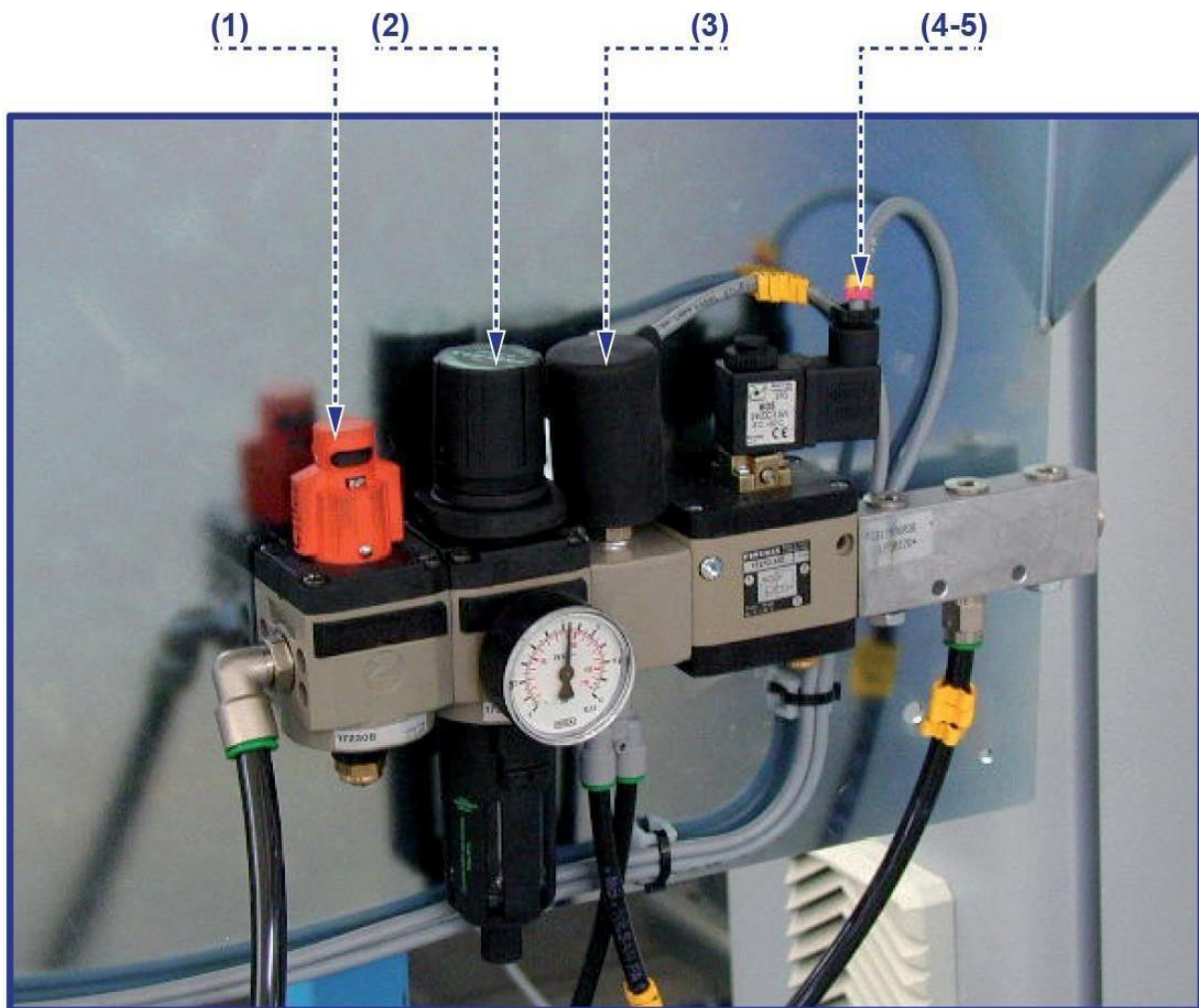


Figure I.9: Groupe de traitement de l'air en entrée.

2 Régulateur de pression avec filtre et manomètre : pour réguler la pression générale de l'installation pneumatique. Tourner la molette pour modifier les taux de pression indiqués sur le manomètre.

3 Pressostat : détecte le taux de pression de service lorsque ce taux descend au minimum programmé.

4 Électrovanne de purge rapide : pour fermer l'alimentation d'air et purger la pression de l'installation pneumatique en cas d'arrêt d'urgence.

5 Électrovanne de démarrage progressif : pour alimenter l'air dans l'installation de façon graduelle.

Dans notre banderoleuse l'utilisation du pneumatique se trouve dans :

1. Système de coupe et de soudure : Les composants pneumatiques impliqués dans le système de coupe et de soudure du film peuvent être situés à proximité de ces zones spécifiques. Des actionneurs pneumatiques sont utilisés pour effectuer les mouvements de coupe et de soudure avec précision.
2. Elévateur : Le système élévateur est composé d'un vérin et d'un distributeur électromagnétique contrôlé par l'une des sorties de notre automate.
3. Compartiment du compresseur d'air : Le compresseur d'air peut être situé dans un compartiment spécifique de la machine, généralement à l'arrière ou sur le côté. Il est responsable de la production et du stockage de l'air comprimé.

I.8 Mode de fonction de la machine

Etape 01 : Le groupe transporteur (convoyeur) assure le transfert de la palette vers la zone centrale de la machine où elle sera banderolée

Etape 02 : Le chariot porte-bobine effectue une rotation autour de l'axe de la palette chargée, assurant ainsi l'enroulement de la bande de façon continue sur toute la hauteur. Des capteurs surveillent les mouvements de montée, de descente et de rotation de l'anneau tournant autour de la palette.

Etape 03 : Une fois le banderôlage terminé, le groupe pince immobilise le film et procède à sa découpe à l'aide du (groupe pince – coupe – soudeuse).

Etape 04 : Le groupe transporteur déplace la palette vers la zone de sortie tout en acheminant simultanément la palette suivante vers la zone de banderôlage.

I.9 Conclusion

Dans ce chapitre, nous nous sommes concentrés sur la ligne de conditionnement de l'huile chez Cevital. Cette ligne de production spécifique est dédiée à l'emballage de l'huile de manière efficace et sûre, afin de préserver sa qualité pendant toute sa durée de conservation.

Nous avons commencé par représenter en première partie la ligne de conditionnement de l'huile au Cevital. Cette ligne comprend différentes étapes clés pour le conditionnement de

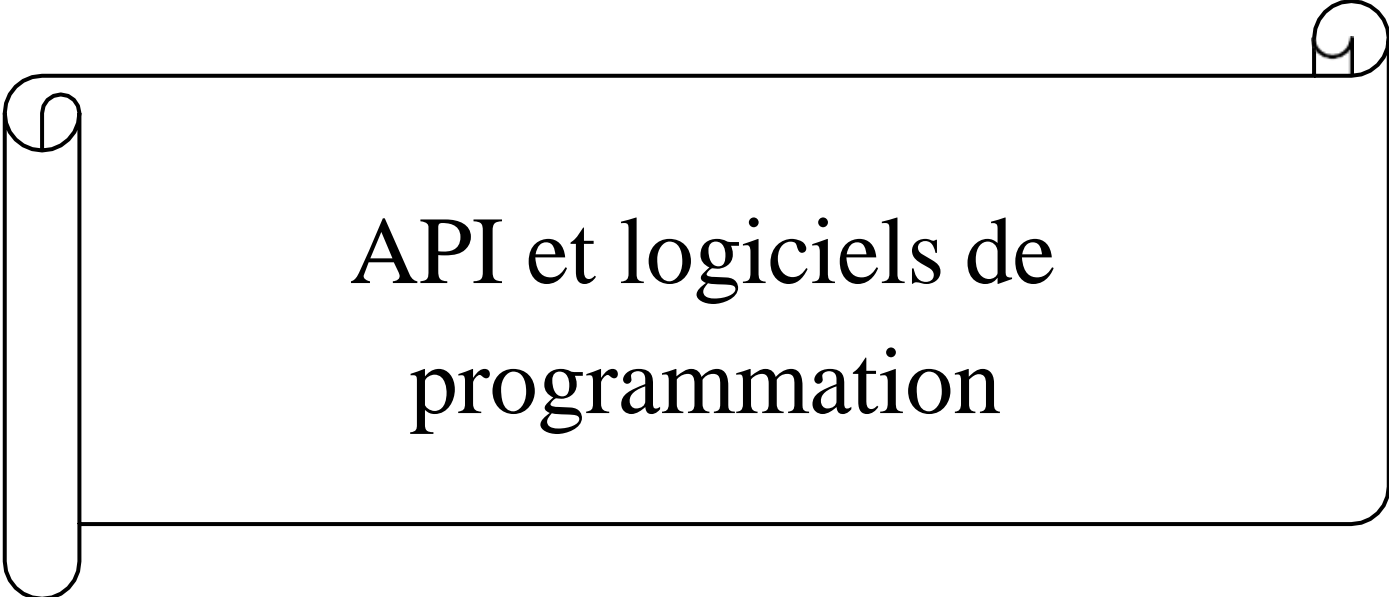
l'huile, telles que le remplissage des contenants, l'étiquetage, le palettiseur ainsi que la banderoleuse.

Ensuite, nous avons fourni une description détaillée de la banderoleuse utilisée dans cette ligne de conditionnement. Nous avons examiné en profondeur les équipements principaux de la machine et mis en évidence le rôle spécifique de chacun d'entre eux.

La banderoleuse est composée de plusieurs éléments essentiels qui contribuent à son bon fonctionnement. Parmi ces équipements, nous avons identifié le convoyeur, qui achemine les palettes d'huile vers la machine pour leur emballage. Nous avons également mentionné le dispositif de coupe-soudure, ce système permet de sceller le film autour de la palette d'huile et de découper précisément le film pour créer des bandes solides et sécurisées.

A la fin de ce chapitre nous avons expliqué le principe de fonctionnement de la banderoleuse.

CHAPITRE II



API et logiciels de programmation

II.1 Introduction

Dans un monde où la technologie est omniprésente et la compétitivité est primordiale, l'automatisation est devenue une nécessité dans l'industrie. Nous utilisons des automates programmables industriels (API) pour automatiser les systèmes industriels, que ce soit pour améliorer l'efficacité de la production, faciliter l'utilisation des équipements ou résoudre les problèmes causés par les anciennes méthodes.

Ce chapitre a pour objectif de fournir une présentation générale de l'API, expliquer son rôle et son principe de fonctionnement. Nous allons également fournir une description détaillée de l'automate ET200SP (Terminaison électrique 200 Programmable siemens).

II.2 Historique sur les automates programmables

Au début des années 50, les ingénieurs étaient déjà confrontés à des problèmes d'automatismes, les composants de base de l'époque étaient des relais électromagnétiques à un ou plusieurs contacts. Les circuits conçus comportaient des centaines voire des milliers de relais.

C'est en 1969 que les constructeurs américains d'automobiles (Général Motors en particulier) ont demandé aux firmes fournissant le matériel d'automatisme des systèmes plus évolués et plus souples pouvant être modifiés simplement sans coût exorbitant. Les ingénieurs ont résolu le problème en créant un nouveau type de produit nommé automates programmables. Ils n'étaient rentables que pour des installations d'une certaine complexité, mais la situation a vite changé, ce qui a rendu les systèmes câblés obsolètes

II.3 Définition de l'automate programmable industrielle

L'API est un type d'automate programmable conçu spécialement pour les applications industrielles. Il est utilisé pour contrôler et automatiser des processus de production complexes dans différents secteurs industriels, tels que l'automobile, l'aérospatiale, la chimie, la pétrochimie, l'agroalimentaire et bien d'autres encore.

Il est capable de traiter des signaux entrants provenant de divers capteurs et de déclencher des actions sur des actionneurs tels que des moteurs, des valves, des actionneurs pneumatiques ou hydrauliques, etc. Les programmes d'API sont créés en utilisant un langage de programmation spécifique et sont souvent stockés sur une mémoire interne ou une carte mémoire amovible.

Les avantages des automates programmables industriels incluent une grande fiabilité, une grande flexibilité, une précision élevée et une capacité à fonctionner dans des environnements difficiles et à haute température. Ils permettent également une optimisation des processus de production, une augmentation de la productivité et une réduction des coûts [3].

II.4 Objectifs de l'automatisation

L'automatisation permet d'apporter des éléments supplémentaires à la valeur ajoutée par le système, ces éléments sont exprimables en termes d'objectifs par :

- Accroître la productivité (rentabilité, compétitivité) du système.
- Améliorer la flexibilité de production.
- Améliorer la qualité du produit.
- Adapter à des contextes particuliers tels que les environnements hostiles pour l'homme (milieu toxique, dangereux, nucléaire...).
- Adapter à des tâches physiques ou intellectuelles pénibles pour l'homme (manipulation de lourdes charges, tâches répétitives parallélisées...).
- Augmenter la sécurité.

II.5 Mode de fonctionnement de l'automate programmable industriel

Le mode de fonctionnement d'un automate programmable industriel se divise généralement en trois étapes principales [3] :

II.5.1. Acquisition de données

L'API acquiert les données à partir des capteurs, tels que des capteurs de température, de pression, de niveau, etc. Les données sont ensuite traitées pour déterminer les actions à effectuer.

II.5.2. Traitement des données

Les données acquises sont traitées en fonction du programme qui a été préalablement programmé dans l'API. Le programme détermine les actions à effectuer en fonction des données acquises. Ces actions peuvent inclure l'activation ou la désactivation de relais, la commande de moteurs, la régulation de la température, etc...

II.5.3. Commande des actionneurs

Une fois que le traitement des données est terminé, l'API commande les actionneurs, tels que des moteurs, des valves, des pompes, etc., pour effectuer les actions nécessaires. Les

actionneurs sont activés ou désactivés en fonction des données acquises et des instructions du programme.

L'API fonctionne en boucle, acquérant et traitant les données en continu pour commander les actionneurs. Les programmes d'API peuvent être modifiés pour adapter le fonctionnement de l'automate à différents besoins. Les API modernes peuvent également être équipés de capacités de communication pour permettre le contrôle et le monitoring à distance, ainsi que la collecte de données en temps réel pour l'analyse et l'optimisation des processus de production.

II.6 Caractéristiques des logiciels de programmation

Les logiciels jouent un rôle essentiel dans notre société moderne en exécutant des programmes et des applications sur des ordinateurs et des appareils mobiles. Ces programmes sont composés d'un ensemble d'instructions qui permettent au matériel informatique d'accomplir des tâches spécifiques. Les logiciels sont omniprésents et utilisés dans presque tous les aspects de notre vie quotidienne, que ce soit pour la communication, le divertissement, l'éducation, les soins de santé ou d'autres domaines. Leur importance est indéniable dans le fonctionnement et le progrès de notre monde connecté.

Les logiciels présentent plusieurs caractéristiques essentielles qui les différencient du matériel informatique. L'une des caractéristiques les plus remarquables des logiciels est qu'ils sont intangibles. Contrairement au matériel, que l'on peut toucher et voir, le logiciel est un ensemble de codes et d'instructions stockés électroniquement. Cette intangibilité rend les logiciels plus flexibles et plus faciles à mettre à jour et à modifier que le matériel.

- La création d'un logiciel est un processus complexe qui implique plusieurs étapes. La première étape consiste à identifier le problème spécifique que le logiciel vise à résoudre. Une fois que le problème est clairement défini, l'équipe de développement se lance dans l'élaboration d'un plan de conception et de réalisation du logiciel. Ce plan comprendra des informations détaillées sur les caractéristiques et les fonctionnalités du programme, ainsi que sur le choix du langage de programmation et des outils qui seront utilisés pour sa mise en œuvre.
- Bibliothèques de fonctions et de blocs fonctionnels : Les logiciels API comprennent des bibliothèques de fonctions et de blocs fonctionnels prédéfinis. Ces bibliothèques contiennent des modules de code réutilisables pour des tâches courantes telles que la gestion des entrées/sorties, le traitement des signaux, les

opérations mathématiques, la temporisation, etc. Elles permettent aux programmeurs de gagner du temps en utilisant des fonctions déjà développées.

- Simulation et débogage : Les logiciels API offrent des outils de simulation et de débogage puissants. Ils permettent aux programmeurs de tester et de vérifier leurs programmes avant de les déployer sur les automates réels. Les fonctionnalités de simulation permettent de simuler les entrées/sorties, d'observer l'exécution du programme et de détecter d'éventuelles erreurs ou dysfonctionnements. Les outils de débogage facilitent l'identification et la correction des erreurs dans le code.
- Communication et connectivité : Les logiciels API offrent des fonctionnalités de communication et de connectivité pour interagir avec d'autres systèmes. Ils prennent en charge différents protocoles de communication telle que Modbus, Profibus, Ethernet/IP, etc., permettant aux API de communiquer avec d'autres automates, systèmes de supervision, bases de données ou équipements externes [4].

II.7 Rôle de l'API

- Permettre la connexion des logiciels, applications, et services à leurs données.
- Permettre la communication entre deux applications distinctes.
- L'échange des fonctionnalités et données à l'intérieur ou l'extérieur des entreprises.

II.8

Types d'automates programmables industriels

Les automates peuvent être de type compact ou modulaire.

- **Compact** : On distinguera les modules de programmation (LOGO de Siemens, ZELIO de Schneider, MILLENIUM de Crouzet ...) des micro-automates. Ils intègrent le processeur, l'alimentation, les entrées et les sorties. Selon les modèles et les fabricants, ils peuvent réaliser certaines fonctions supplémentaires (comptage rapide, E/S analogiques ...) et recevoir des extensions en nombre limité, généralement destinés à la commande de petits automatismes.
- **Modulaire** : Le processeur, l'alimentation et les interfaces d'entrées/sorties résident dans des unités séparées (modules) et sont fixées sur un ou plusieurs racks, Ces automates sont intégrés dans les automatismes complexes.

II.9 L'architecture du système automatisée

Notre système « maître-esclave » est composée d'un automate SIMATIC S7-1500 « le maître » qui contrôle 2 périphérie décentralisée ET200SP « esclaves » l'un est responsable du fonctionnement du palettiseur et l'autre contrôle la banderoleuse, le tous relié par des câbles PROFINET et passant par des switches.

Un tel système offre plusieurs avantages, notamment une communication efficace, une répartition des tâches, une fiabilité accrue, une flexibilité et une évolutivité améliorées, ainsi qu'une programmation modulaire.

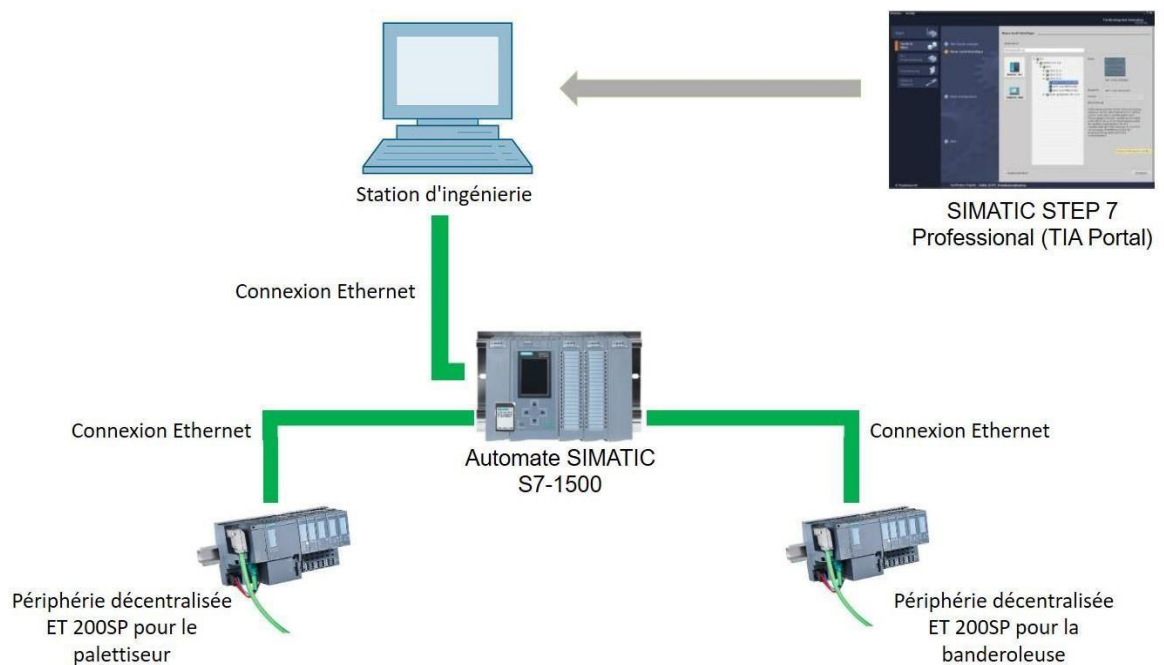


Figure II.1 : Architecture du système automatisé

II.10 Les avantages et inconvénients de l'API

Les API offrent de nombreux avantages, on peut les résumer dans les points suivants :

- La capacité de production accélérée.
- La simplicité de mise en œuvre.
- La souplesse d'utilisation.
- L'intégration dans un système de production.

Les API présentent également certains inconvénients, notamment :

- La complexité de configuration et de programmation, qui requiert souvent des compétences techniques spécialisées.
- Les risques de pannes ou de dysfonctionnements, qui peuvent entraîner des coûts importants de temps d'arrêt de la production.
- La maintenance coûteuse des API, qui nécessite souvent des pièces de rechange spécifiques.
- La limitation de leur flexibilité et de leur capacité de stockage et de traitement des données, qui peuvent limiter leur utilisation pour des applications nécessitant des calculs complexes ou la manipulation de grandes quantités de données.

II.11 Domaine d'application

De nos jours, il est impossible de concevoir un système de production sans intégrer les différentes technologies et composants qui constituent les systèmes automatisés. Ces technologies sont omniprésentes dans de nombreux domaines, tels que l'automobile, l'aviation, l'industrie, la médecine et les transports.

II.12 L'automate utilisé (S7-1500)

II.12.1. Description

Le système d'automatisation SIMATIC S7-1500 est un système de commande modulaire utilisé pour les moyennes et grandes performances. Il existe un éventail complet de modules pour une adaptation optimale à la tâche d'automatisation [5].

Les automates SIMATIC S7-1500 offrent des temps de réponse extrêmement rapides pour une qualité de contrôle optimale et les performances système les plus élevées.

II.12.2. Critère de choix de l'automate programmable industriel

Le choix des API revient à considérer certains critères important tels que :

1. Le nombre et la nature des entrées/sorties.
2. Les caractéristiques du processeur, telles que sa taille mémoire, sa vitesse de traitement, et les fonctionnalités spécifiques qu'il propose.
3. Les fonctions ou modules spéciaux : Certains modules sont conçus pour décharger le processeur en effectuant des calculs, contribuant ainsi à garantir la sécurité du traitement et de la communication avec le système.
4. La capacité de communication avec d'autres systèmes.
5. La fiabilité et la robustesse de l'API.

Dans notre cas nous avons utilisé l'automate programmable industriel S7-1500 qui a été proposé par le bureau technique de CEVITAL.

SIMATIC S7-1500 est un perfectionnement des systèmes d'automatisation SIMATIC S7-300 et S7-400 avec les nouvelles performances suivantes [5] :

- Deux accumulateurs de 64 bits.
- Performance système accrue.
- Fonctionnalité Motion Control intégrée.
- PROFINET IO IRT.
- Écran intégré pour commande et diagnostic près de la machine.
- Innovations linguistiques STEP 7 sous réserve de fonctions éprouvées.
- Web serveur pour commande et diagnostic avec des navigateurs internet.

II.12.3. Composants de l'API S7-1500

L'automate S7-1500 est composé d'une alimentation électrique ①, d'une CPU avec écran intégré ② et de modules d'entrées/sorties pour les signaux TOR et analogiques ③. Si nécessaire aussi des processeurs de communication et des modules fonctionnels pour des tâches spéciales comme la commande de moteur pas à pas. Les 32 modules (maximum) sont montés sur un profilé-support avec un rail DIN symétrique intégré ④. [5]

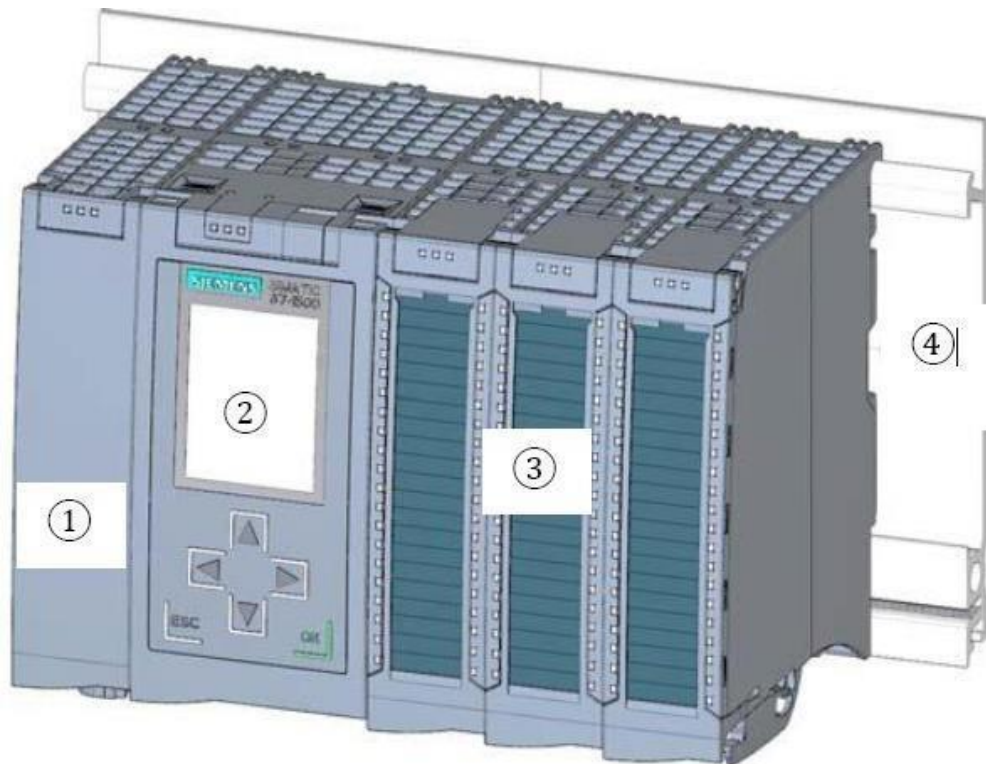


Figure II.2 : Composants de l'automate S7-1500

II.12.3.1. Alimentation du SIMATIC S7-1500

Elle assure la distribution d'énergie aux différents modules.

- a. **Les modules d'alimentation système PS (tensions nominales d'entrée 24 V CC à 230V CA/CC) :**

Avec raccordement au bus de fond de panier fournissent la tension d'alimentation interne aux modules configurés.

- b. **Les modules d'alimentation externes PM (tensions nominales d'entrée 120/230V CA) :**

Ne sont pas raccordés au bus de fond de panier du système d'automatisation S7-1500. L'alimentation système de la CPU, les circuits électriques d'entrée et de sortie des modules de périphérie, les capteurs et les actionneurs sont alimentés en 24V CC par l'alimentation externe.



Figure II.3 : Module d'alimentation S7-1500

II.12.3.2. CPU 1516F-3 PN/DP

La CPU 1516F-3 PN/DP (Profinet/périphériques distribués) est un modèle spécifique de la famille de produits SIMATIC S7-1500 de Siemens.

Voici quelques informations sur la CPU 1516F-3 PN/DP :

- 1. Performance et puissance de traitement :** La CPU 1516F-3 PN/DP est dotée d'un puissant processeur qui offre une performance élevée pour les applications industrielles exigeantes. Elle dispose d'un processeur double cœur avec une fréquence d'horloge élevée, ce qui lui permet d'exécuter rapidement les tâches et de traiter les données de manière efficace.
- 2. Connectivité :** La CPU 1516F-3 PN/DP offre une connectivité étendue grâce à ses interfaces intégrées. Elle est équipée d'une interface PROFINET (PN) pour la communication avec d'autres périphériques industriels via le protocole PROFINET. De plus, elle dispose également d'une interface PROFIBUS DP (Decentralized Peripherals) qui permet la connexion à des périphériques PROFIBUS.
- 3. Extension et modularité :** La CPU 1516F-3 PN/DP est conçue de manière modulaire, ce qui signifie qu'elle peut être étendue en ajoutant des modules d'extension pour répondre aux besoins spécifiques de l'application. Elle prend en charge les modules

d'extension tels que les modules d'E/S, les modules de communication supplémentaires et les modules fonctionnels spéciaux.

- 4. Mémoire et stockage :** La CPU 1516F-3 PN/DP dispose d'une mémoire intégrée pour le stockage des programmes et des données de 5mo. Elle est équipée d'une mémoire de travail (RAM) de 1.5mo, pour l'exécution des programmes et d'une mémoire de programme (Flash) pour le stockage permanent des programmes. La taille de la mémoire peut varier en fonction de la configuration spécifique de la CPU.
- 5. Sécurité et fiabilité :** La CPU 1516F-3 PN/DP offre des fonctionnalités avancées en termes de sécurité et de fiabilité. Elle intègre des mécanismes de protection contre les accès non autorisés, tels que la gestion des utilisateurs et les fonctions de cryptage. De plus, elle est conçue pour fonctionner de manière fiable même dans des environnements industriels difficiles, avec des températures étendues, des vibrations et des interférences électromagnétiques.
- 6. Programmation :** La CPU 1516F-3 PN/DP est programmable à l'aide du logiciel d'ingénierie TIA Portal de Siemens. Ce logiciel permet aux ingénieurs de développer, configurer et diagnostiquer les programmes de contrôle en utilisant une interface conviviale. [1]

II.13 Périphérie décentralisée SIMATIC ET200SP :

II.13.1. Description

La SIMATIC ET200SP, un système modulaire de périphérie décentralisée, est conçu pour connecter les signaux de processus à un système d'automatisation central, tel que le SIMATIC S7-1500. Elle offre une gamme complète de modules permettant une adaptation optimale à diverses tâches d'automatisation.

L'utilisation courante de la périphérie décentralisée se produit lorsque les signaux doivent être transmis sur de longues distances, rendant le câblage direct excessif. Dans ce contexte, les signaux peuvent être collectés localement puis acheminés vers l'automate central via un système de bus. Pour le système ET200SP, cette connexion peut se faire soit par PROFINET soit par PROFIBUS, dans notre cas le ET200SP qui est liée à la banderoleuse est contrôlé par le Simatic s7-1500 via des câbles PROFINET. [5]

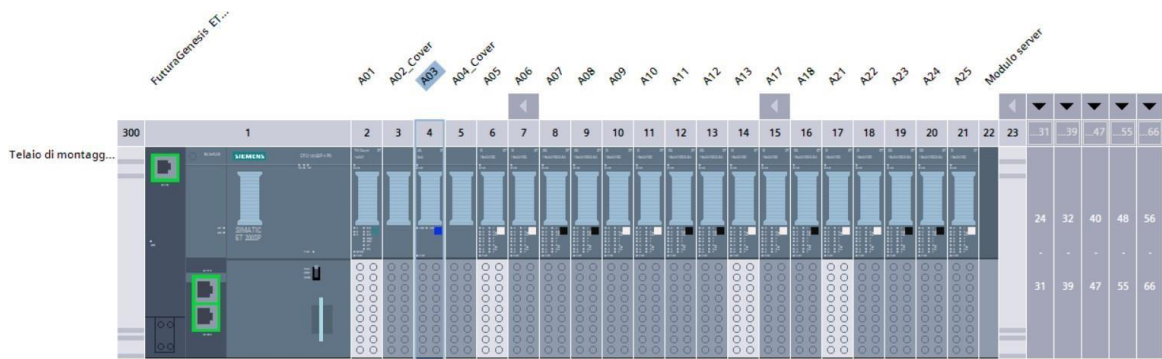


Figure II.4 : SIMATIC ET200SP

II.13.2. Composants de l'ET200SP

La périphérie décentralisée ET200SP est montée sur un rail normalisé ⑦ et est constituée d'un module d'interface ① avec adaptateur de bus ⑥, de jusqu'à 32/64 modules d'E/S ④ enfichés sur des BaseUnits ②, ③, et d'un module serveur de terminaison ⑤.

Le système d'E/S décentralisées assure une utilisation très aisée. Grâce à son design compact, il garantit une économie maximale dans l'armoire de commande. Le SIMATIC ET200SP communique via PROFINET. Sa grande vitesse et son taux de transmission élevé assurent une performance sensiblement plus grande que les systèmes traditionnels. [5]

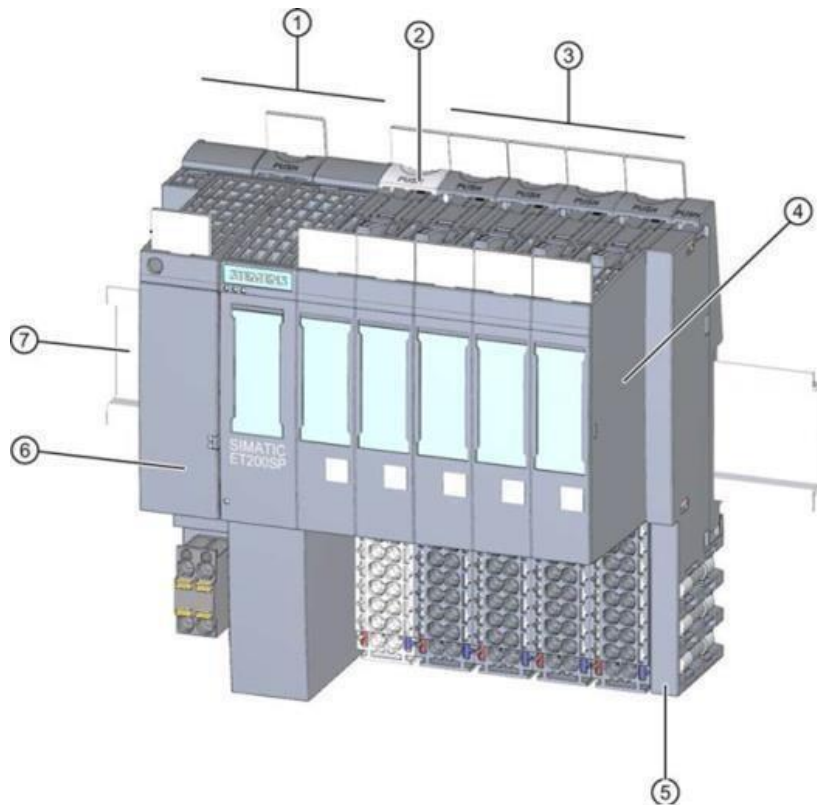


Figure II.5 : Composants de l'ET200SP

Cette périphérie décentralisée fournit les entrées et les sorties nécessaires pour se connecter au processus sur site. Ces entrées et sorties peuvent être lues et écrites par l'unité centrale grâce à un protocole de bus. Les modules d'E/S sont intégrés de manière habituelle dans le programme S7 à l'aide d'adresses d'entrées (%E) et sont assignés à l'aide d'adresses de sorties (%A).

Étant une extension de l'automate central, la configuration de ce système est réalisée avec le logiciel STEP 7 Professional V13. [5]

II.13.3. Avantages du système de périphérie décentralisé SIMATIC ET200SP

- Encombrement réduit et flexibilité élevée grâce à la modularité.
- Modules compacts, câblage permanent avec raccordement un fil ou plusieurs fils.
- Adaptation de la configuration pour extensions futures grâce au contrôle de configuration intégré.
- Hautes performances grâce à PROFINET IO isochrone avec les profils PROFI-safe et PROFIenergy.
- Module d'alimentation intégré.
- Réglage de tous les paramètres par un logiciel.
- Plusieurs normes de communication (PROFIBUS DP, PROFINET IO, point à point (RS232, RS485) ...etc.).
- Intégration facile de départs-moteurs avec protection contre les surcharges et contre les court-circuit.
- Modules pour les fonctions comptage, positionnement, pesage et mesure de caractéristiques électriques.

II.14 Exploration visuelle du branchement des composants de l'automate S7-1500 et la SIMATIC ET200SP

La figure 6 et 7 représentent les différents branchements de l'automate S7-1500 et la Simatic ET200SP.

Figure (a)



Figure (b)

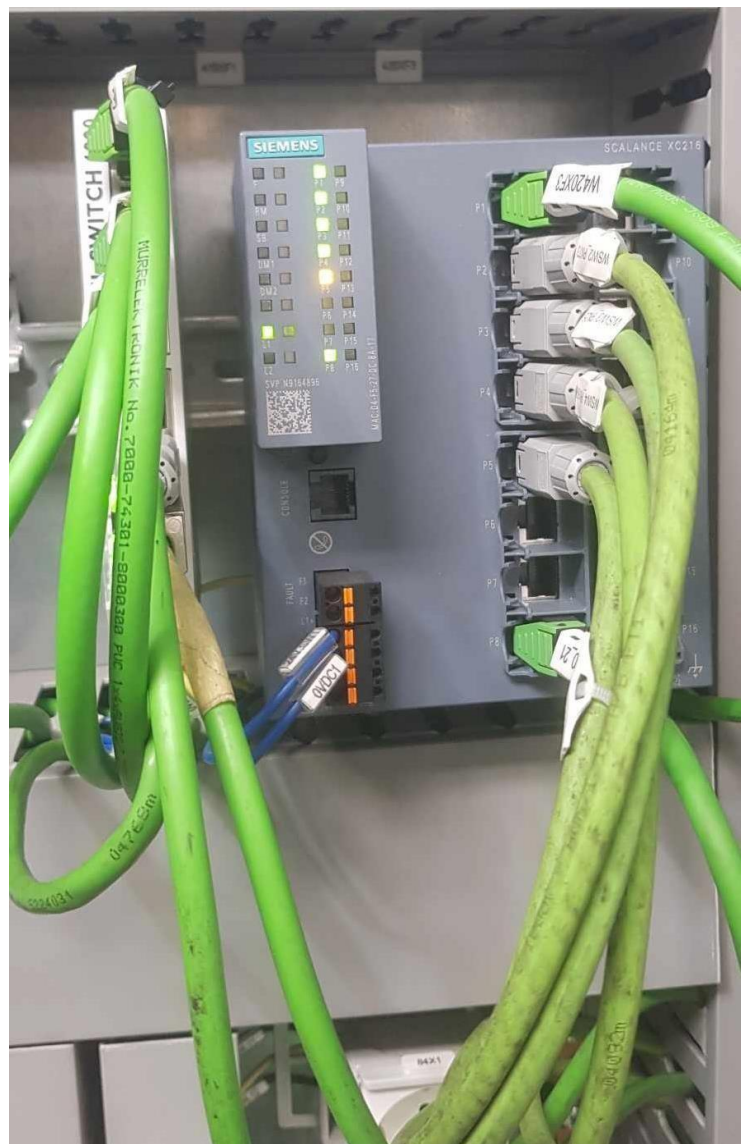


Figure II.6 : La figure (a) et (b) représentent le branchement de l'automate S7-1500

Figure (c)



Figure (d)

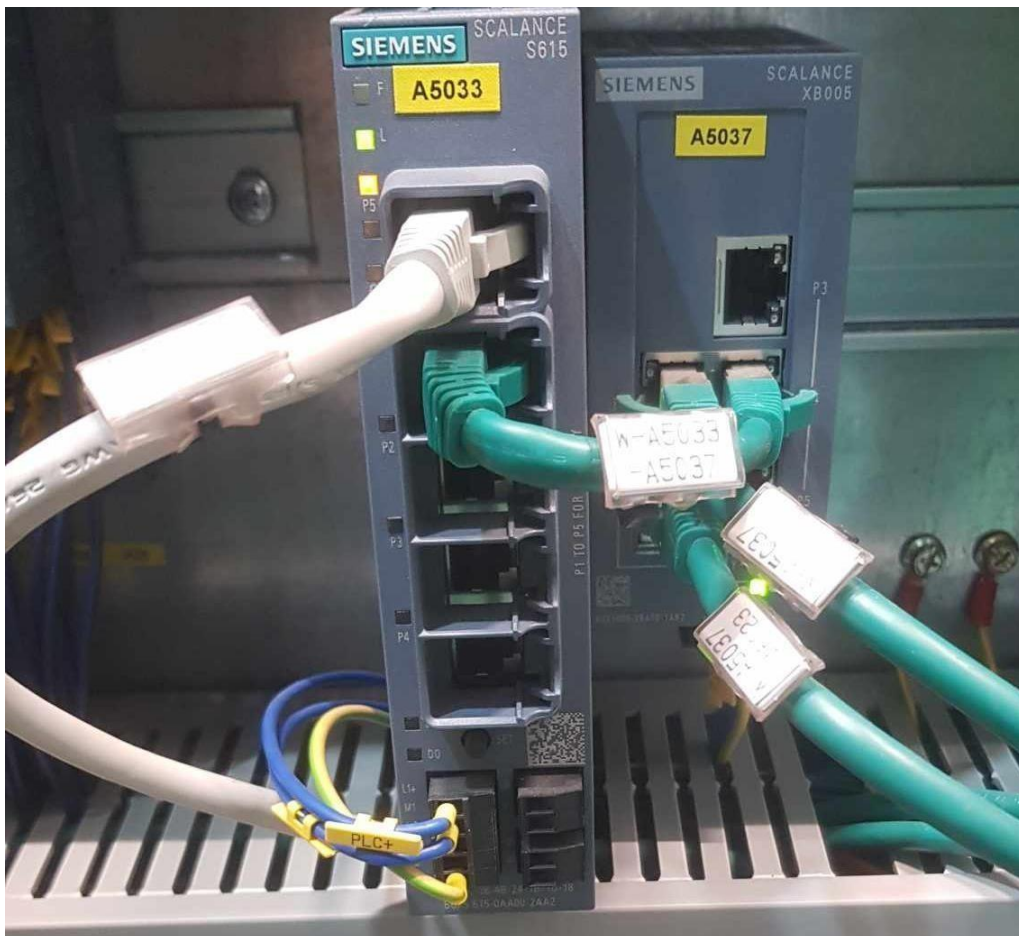


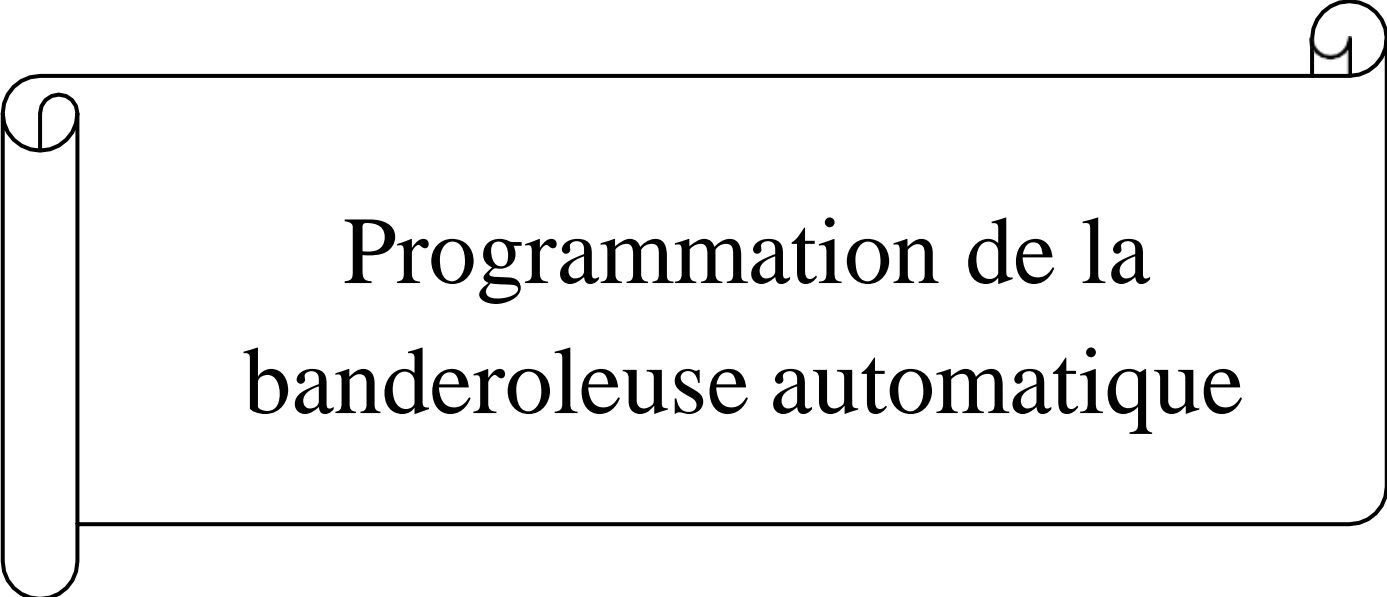
Figure II.7 : La figure (c) et (d) représentent le branchement de la SIMATIC ET200SP

II.15 Conclusion

Au cours de ce chapitre, nous avons exploré divers éléments de l'Automate Programmable Industriel. Nous avons commencé par analyser sa structure modulaire et son architecture, en soulignant ses avantages et inconvénients. Ensuite, nous avons approfondi notre compréhension sur l'automate S7-1500 et justifier notre choix.

L'automatisation est réalisée grâce au logiciel « TIA PORTAL V13 » de SIEMENS., un outil essentiel qui permet la programmation et la supervision avancées des API.

CHAPITRE III



Programmation de la banderoleuse automatique

III.1 Introduction

Après avoir présenté en détail la machine de banderolage dans le chapitre 1 et exploré les API et logiciels de programmation pertinents dans le chapitre 2, nous entamons maintenant le troisième volet de notre mémoire de fin d'études. Ce chapitre, intitulé "Programmation de la Banderoleuse" est une pièce maîtresse de notre compréhension du fonctionnement de cet équipement essentiel dans le domaine de l'industrie.

Au cours de cette exploration se trouve le contrôle informatique de la banderoleuse, un élément critique pour son efficacité et sa précision dans le processus d'emballage. Dans cette introduction, nous jetterons d'abord un coup d'œil au programme réellement utilisé dans l'industrie pour orchestrer les opérations de la banderoleuse.

Ensuite, d'appliquer nos compétences et connaissances acquises tout au long de notre cursus. Nous examinerons le programme que nous avons conçu pour la banderoleuse. Bien que notre programme puisse être moins détaillé que celui employé dans l'industrie, il représente une occasion passionnante

III.2 Présentation du Programme Original de la Banderoleuse :

III.2.1. Objectifs du Programme Original :

Le programme original de la banderoleuse est conçu pour atteindre plusieurs objectifs cruciaux. Il doit coordonner divers composants mécaniques, électriques et électroniques de la machine pour garantir un emballage précis et efficace. Les principaux objectifs de ce programme comprennent :

- 1. Contrôle de la tension du film :** Le programme doit maintenir une tension optimale sur le film étirable utilisé pour la banderolage afin d'assurer un emballage uniforme et sécurisé.
- 2. Positionnement Précis :** Il doit permettre un positionnement précis du produit à banderoler pour éviter les erreurs d'emballage.
- 3. Séquence d'opérations :** Le programme doit gérer la séquence d'opérations, de la détection du produit à banderoler jusqu'à la coupe et la soudure du film.
- 4. Sécurité :** Il doit intégrer des fonctionnalités de sécurité pour éviter les accidents et les dysfonctionnements.

- 5. Adaptabilité :** La programmation doit être adaptable pour prendre en charge différents types de produits et de tailles d'emballage.

III.2.2. Table des variables

La table des variables dans TIA Portal est un outil essentiel pour la gestion, la documentation et la programmation efficace des variables dans un projet d'automatisation. Elle offre une vue d'ensemble claire de toutes les variables utilisées, ce qui facilite la création de solutions d'automatisation robustes et bien documentées.

La table des variables dans le programme original de la banderoleuse contient 717 variables (74 sortie, 117 entrées, 526 mémoire) donc nous allons donner un petit aperçu de cette table dans les figures suivantes :

	Name	Tag table	Data type	Address	Retain	Acces...	Writa...	Visibl...	Supervision	Comment
1	Clock_Byte	Tabella delle var...	Byte	%MB255	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
2	MB0	Tabella delle variabi..	Byte	%MB0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
3	MB1	Tabella delle variabi..	Byte	%MB1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
4	MW2	Tabella delle variabi..	Word	%MW2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
5	MB30	Tabella delle variabi..	Byte	%MB30	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Film broken cycle
6	MB31	Tabella delle variabi..	Byte	%MB31	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Film broken cycle
7	MB32	Tabella delle variabi..	Byte	%MB32	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Ring rotation stopping cycle
8	MB9	Tabella delle variabi..	Byte	%MB9	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
9	MB18	Tabella delle variabi..	Byte	%MB18	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
10	MB20	Tabella delle variabi..	Byte	%MB20	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
11	MB21	Tabella delle variabi..	Byte	%MB21	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
12	MB24	Tabella delle variabi..	Byte	%MB24	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
13	MB25	Tabella delle variabi..	Byte	%MB25	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
14	MB16	Tabella delle variabi..	Byte	%MB16	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
15	MB6	Tabella delle variabi..	Byte	%MB6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
16	MW7	Tabella delle variabi..	Word	%MW7	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
17	MB40	Tabella delle variabi..	Byte	%MB40	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
18	MB41	Tabella delle variabi..	Byte	%MB41	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
19	MB42	Tabella delle variabi..	Byte	%MB42	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
20	M0.4	Tabella delle variabi..	Bool	%M0.4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
21	M7.5	Tabella delle variabi..	Bool	%M7.5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
22	M2.4	Tabella delle variabi..	Bool	%M2.4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Machine cycle: M2.4 Pallet lifter check
23	ClampCutOk8	Tabella delle variabi..	Bool	%M80.7	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		ClampCutOk8: Ok to pallet lifter downward
24	M20.2	Tabella delle variabi..	Bool	%M20.2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Futura clamp cycle: M20.2 Waiting welder...
25	M20.3	Tabella delle variabi..	Bool	%M20.3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Futura clamp cycle: M20.3 Open clamp
26	M20.4	Tabella delle variabi..	Bool	%M20.4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Futura clamp cycle: M20.4 Welder unit do...
27	M20.5	Tabella delle variabi..	Bool	%M20.5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Futura clamp cycle: M20.5 Welder forward
28	M20.6	Tabella delle variabi..	Bool	%M20.6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Futura clamp cycle: M20.6 Waiting for wel...

Figure III.1 : Image 1 de la table des variables du le programme CEVITAL

29	M20.7	Tabella delle variabi..	Bool	%M20.7	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Futura clamp cycle: M20.7 Welder unit ba...
30	M21.0	Tabella delle variabi..	Bool	%M21.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Futura clamp cycle: M21.0 Welder unit up...
31	M21.1	Tabella delle variabi..	Bool	%M21.1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Futura clamp cycle: M21.1 Waiting for rin...
32	M12.5	Tabella delle variabi..	Bool	%M12.5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Bit per cose da fare
33	M10.4	Tabella delle variabi..	Bool	%M10.4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Automatic mode for film ended or broken
34	M15.1	Tabella delle variabi..	Bool	%M15.1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Reset request for ring up/down movement
35	M3.3	Tabella delle variabi..	Bool	%M3.3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Machine cycle: M3.3 Ring downward to re...
36	M3.1	Tabella delle variabi..	Bool	%M3.1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Machine cycle: M3.1 Ring rotation deceler...
37	M3.0	Tabella delle variabi..	Bool	%M3.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Machine cycle: M3.0 Ring rotation middle ...
38	TopEnd	Tabella delle variabi..	Bool	%M12.1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Top film ended or broken
39	RingOk3	Tabella delle variabi..	Bool	%M92.2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	RingOk3: Request to move ring upward
40	RingOk4	Tabella delle variabi..	Bool	%M92.3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	RingOk4: OK to rotate ring
41	M0.1	Tabella delle variabi..	Bool	%M0.1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Machine cycle: M0.1 Ring downward to re...
42	M2.1	Tabella delle variabi..	Bool	%M2.1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Machine cycle: M2.1 Waiting for welder ca...
43	M0.5	Tabella delle variabi..	Bool	%M0.5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Machine cycle: M0.5 Ring upward/downw...
44	ClampCutOk15	Tabella delle variabi..	Bool	%M82.6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ClampCutOk15: Clamp open for Arc cycle
45	ClampCutOk14	Tabella delle variabi..	Bool	%M82.5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ClampCutOk14: Clamp down for Arc cycle
46	M42.5	Tabella delle variabi..	Bool	%M42.5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Arc cycle: M42.5 Machine film clamp clos...
47	M42.4	Tabella delle variabi..	Bool	%M42.4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Arc cycle: M42.4
48	M42.3	Tabella delle variabi..	Bool	%M42.3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Arc cycle: M42.3 Arc clamp forward to ll p...
49	ClampCutOk16	Tabella delle variabi..	Bool	%M82.7	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ClampCutOk16: Clamp closed for Arc cycle
50	M83.0	Tabella delle variabi..	Bool	%M83.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Delay on pressure plate downward for top .
51	TopOk9	Tabella delle variabi..	Bool	%M87.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	TopOk9: Ok for ring down
52	RingOk10	Tabella delle variabi..	Bool	%M93.7	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	RingOk10: Ring in position to lift welder c...
53	TopOk10	Tabella delle variabi..	Bool	%M87.1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	TopOk10: Top cycle ended
54	ClampCutOk17	Tabella delle variabi..	Bool	%M83.1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ClampCutOk17: Revolution over clamp do...
55	M15.2	Tabella delle variabi..	Bool	%M15.2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	First cycle
56	TopOk11	Tabella delle variabi..	Bool	%M87.2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	TopOk11: Ring rotation stopped for top w...

Figure III.2 : Image 2 de la table des variables du le programme CEVITAL

III.2.3. Défis, Complexités et structure du programme

La programmation de la banderoleuse implique des défis uniques liés à la coordination de nombreux éléments mécaniques et électroniques. La précision et la vitesse sont des considérations critiques, tout comme la sécurité des opérateurs et la fiabilité du processus d'emballage.

Dans les sections suivantes, nous détaillerons plus en profondeur les éléments clés de ce programme original, en examinant de près les fonctions et les contrôles spécifiques qui sont en jeu. Cette analyse nous permettra de mieux comprendre comment la banderoleuse atteint ses performances optimales grâce à la programmation.

III.2.3.1. Blocs organisationnels

Les blocs organisationnels dans TIA Portal sont des éléments cruciaux pour organiser, structurer et gérer le programme d'automatisation. Ils contribuent à rendre le code plus lisible, modulaire et efficace tout en permettant une gestion précise des tâches et des événements dans le système d'automatisation, le programme fournis par le constructeur (ROBOPAC) contient trois blocks organisationnels qui sont (Cycle interrupt, main, startup).



Figure III.3 : Bloc organisationnel dans le programme CEVITAL

On va choisir un bloc parmi ces trois par exemple le bloc main et prendre quelque réseau pour les voir.

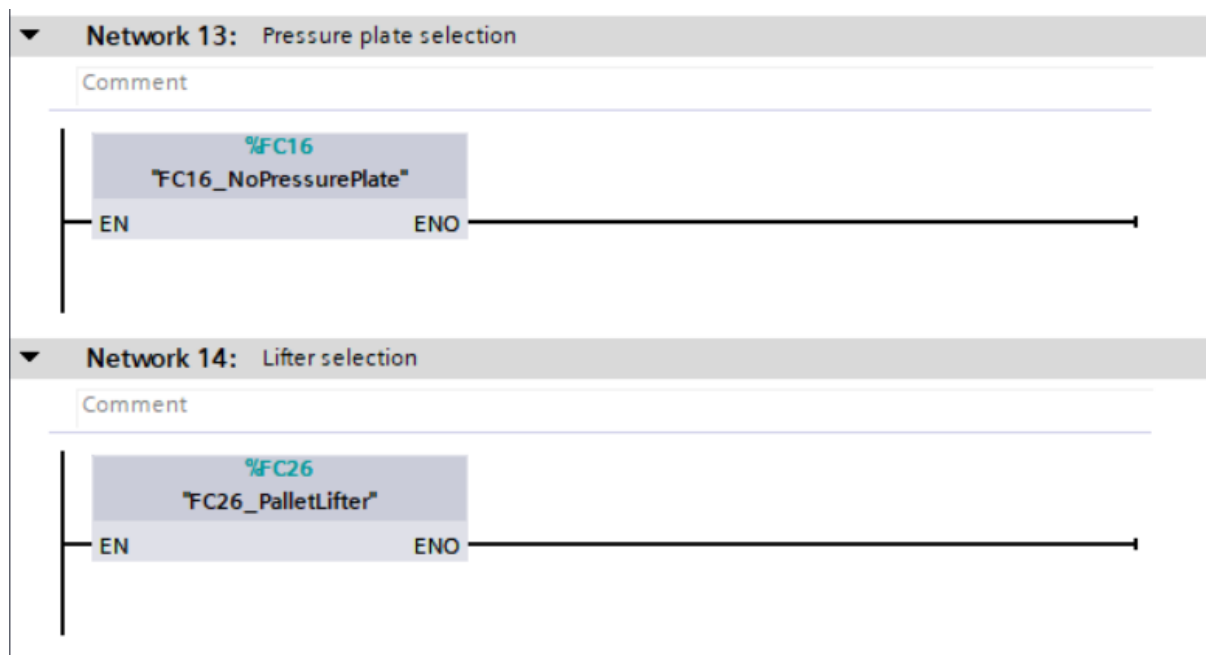


Figure III.4 : Réseaux de la sélection de la plaque de pression et du lifter sélection

Dans le réseau numéro 13 se trouve la "sélection de plaque de pression" et dans le réseau numéro 14 se trouve la sélection de poussoir.

Ce bloc a pour but de faire appel au bloc fonctionnel et ils contribuent à rendre le code plus lisible, dans les figures suivantes se trouve d'autre exemple du bloc organisationnelle (main).



Figure III.5 : Réseaux du bloc organisationnel

III.2.3.2. Bloc fonction (FB)

Ce sont des blocs de code qui ne conserve pas en mémoire les données des variables temporaires une fois que la fonction est exécutée. Si nous souhaitons conserver ces données ; nous devons utiliser des variables. Les blocs de fonction sont utilisés pour programmer des fonctions qui sont réutilisées à plusieurs reprises.

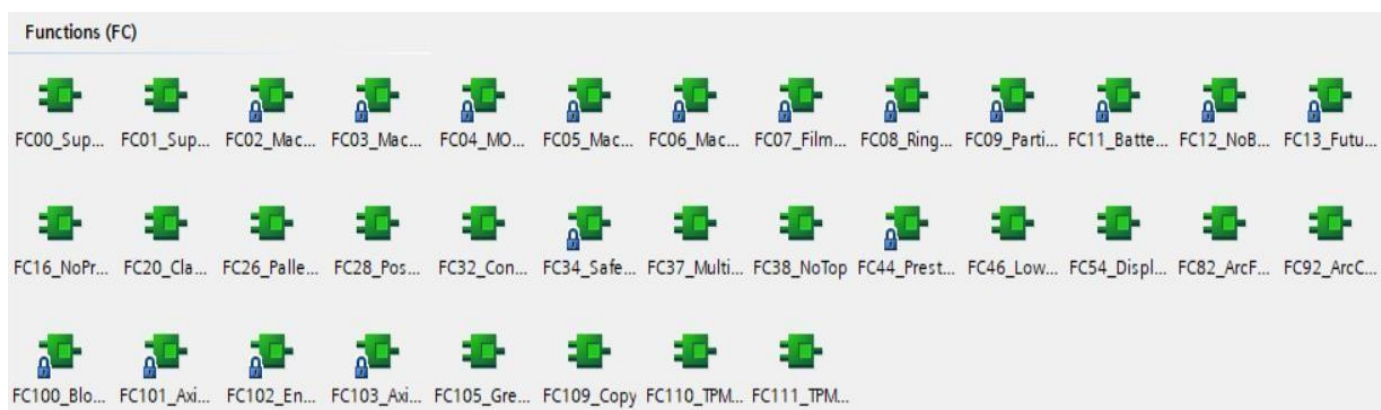


Figure III.6 : Blocs fonctions du programme principal de la banderoleuse à CEVITAL

Dans le bloc fonction de CEVITAL la plupart de ces blocs sont verrouiller. On va choisir un de ces blocs et le voir.

Par exemple on va sélectionner le bloc fonction numéro 32 qui est responsable du « convoyor management with inverter ». Il contient ce bloc 40 réseau qui sont responsable du convoyeur (barrière de sécurité et alarme et délai de marche et arrêt du convoyeur etc.....les figures suivantes montrent quelques réseaux de ce bloc fonction.

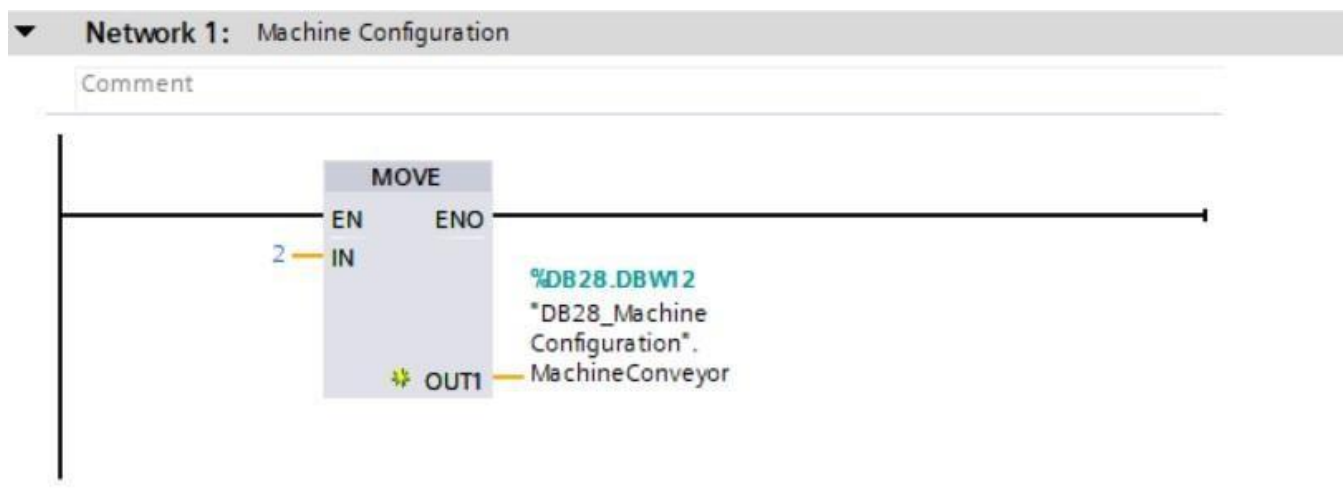


Figure III.7 : Réseau responsable de la configuration machine du programme principal

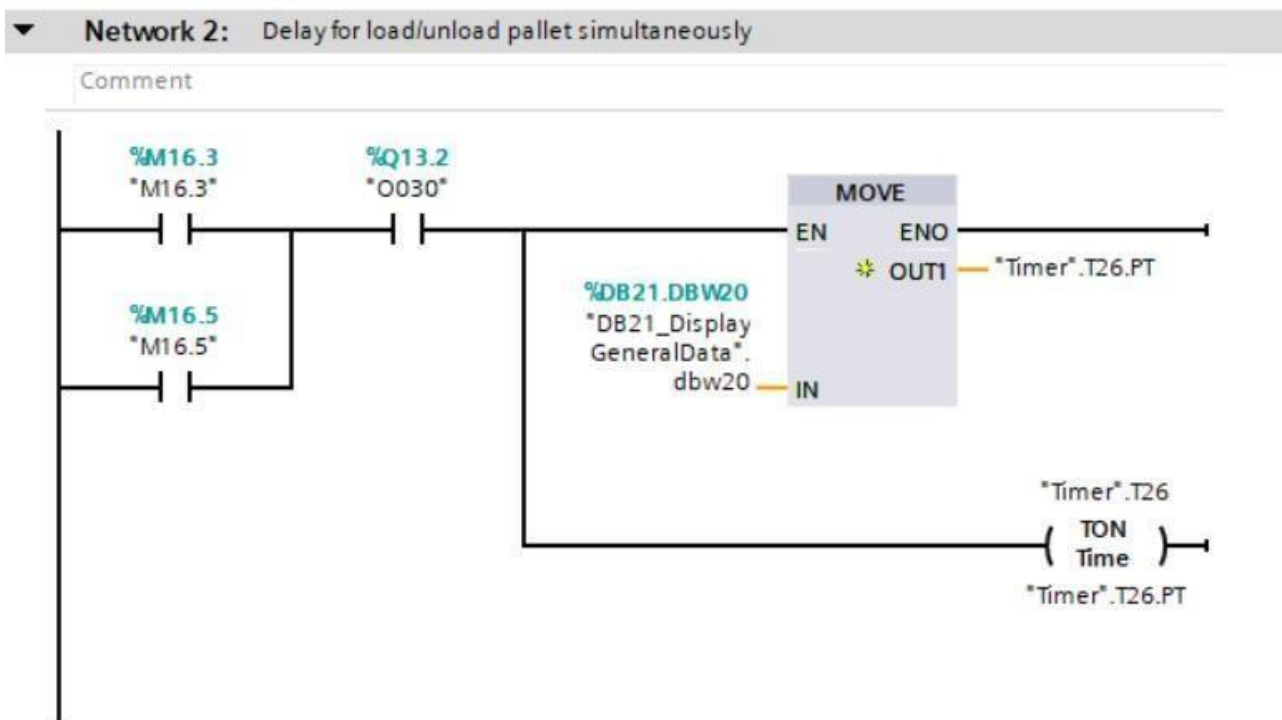


Figure III.8 : Réseau responsable du délai pour charger/décharger la palette

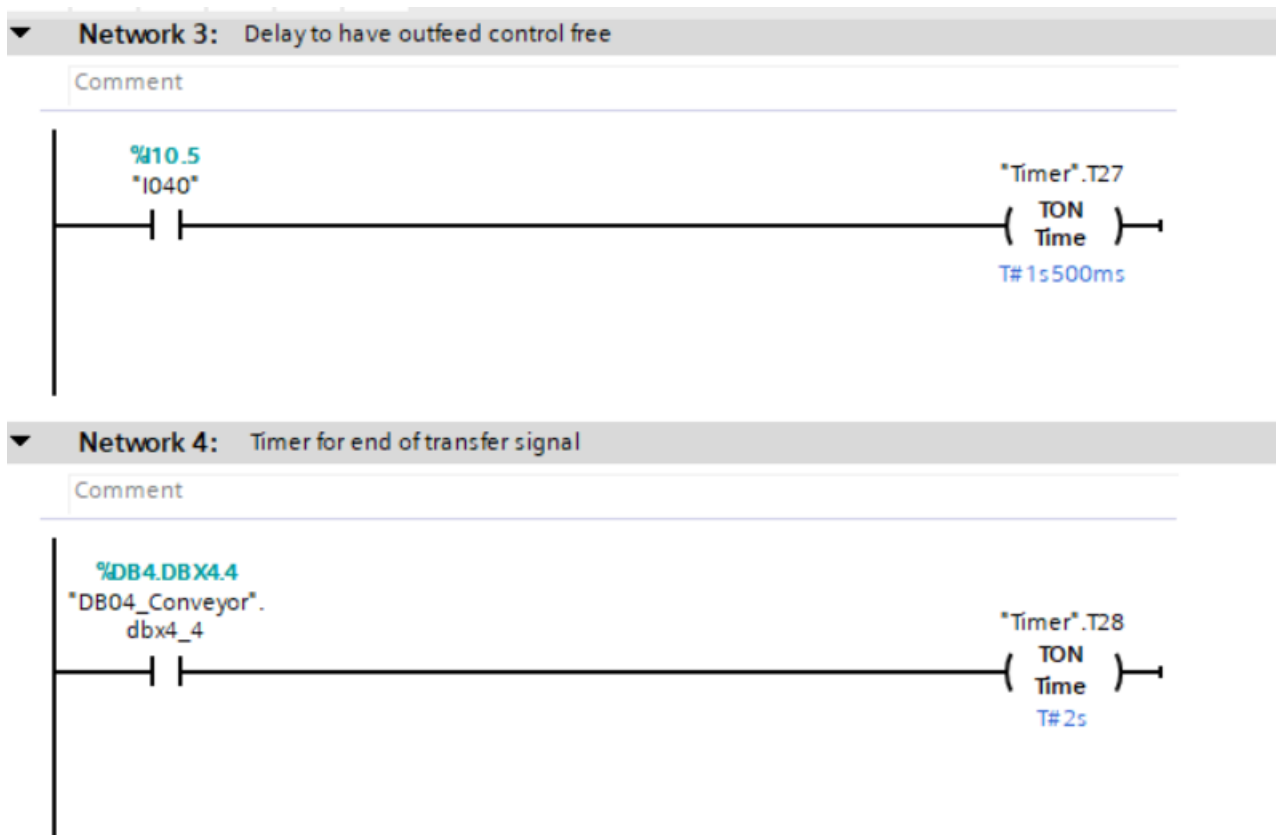


Figure III.9 : Réseau responsable du délai pour avoir un contrôle de sortie dégagé et l'autre est la minuterie pour la fin du signal de transfert

III.2.3.3. Data blocks (DS)

Ce sont des composants essentiels pour la programmation et la gestion des systèmes automatisés, car ils permettent de stocker, organiser et échanger des données de manière efficace, contribuant ainsi à la création de solutions d'automatisation robustes et flexibles.

III.3 Présentation du Programme simplifié de la Banderoleuse :

Le programme principal contient beaucoup de variable et aussi c'est un programme très long, donc on va élaborer un programme simplifié pour la machine d'enrubannage. Même si notre programme peut être moins élaboré que celui couramment utilisé dans l'industrie, il offre une opportunité passionnante.

III.3.1. Cahier de charge

- Sortie de la palette du palettiseur.

- Entrée de la palette au 1^{er} convoyeur (pos 1) qui est entraîné par un moteur **M422** et lié à un variateur de vitesse **U421**, il a pour but de transférer la palette en position de bande rôtage au centre de la machine, la palette sera détectée par une photocellule **B2701** qui est placée à la fin du convoyeur.

Suite à cette détection la palette avancera ou s'arrêtera en fonction de si la position centre machine est libre ou non.

- Dans le cas où la position centre machine est libre la palette rentre au 2^{ème} convoyeur (pos CM) qui est quant à lui entraîné par un moteur **M402** et lié à un variateur de vitesse **U201**, une photocellule **B2331** placée au début du 2^{ème} convoyeur sert à contrôler la rotation de l'anneau en entrée, elle sera détectée par quatre capteurs, les photocellules **B2332** et **B2333** sont positionnées d'une façon diagonale ces deux derniers servent à détecter le contrôle rotation de l'anneau diagonal en entrée et en sortie, deux autres capteurs **B2336** et **B2335** positionnés au centre du convoyeur leurs rôles est la déclaration du positionnement de la palette au centre de la machine.
- Une fois la palette est centralisée, le chariot descend jusqu'à la partie supérieure de la palette, sachant que ce dernier est délimité par deux capteurs fin de course (**S2132** et **S2133**) pour une position haut/bas de l'anneau respectivement, puis un mécanisme (élévateur) monte en dessous de la palette pour éviter le choc entre la machine et le convoyeur lorsque l'anneau descend en bas de la palette pour couvrir la partie basse de celle-ci, un capteur **S2362** renseigne la montée de cet élévateur et un

capteur **S2361** renseigne la hauteur de cet élévateur et un capteur la descente de ces élévateurs.

La banderoleuse est entraînée par un moteur **M222** lié à un variateur de vitesse **U221**, ce moteur a pour rôle de faire tourner l'anneau, et un autre moteur **M202** lié à un variateur de vitesse **U202** à pour but de faire monter et descendre le chariot, un autre capteur branché a cette machine **B2130**, il est pour but de lire la hauteur de la palette dans la machine et faire arrêter le chariot de descente après avoir franchir le signal lumineux de ce capteur, deux autre photocellule **S2101 et S2102**, le premier est placé juste à côté de l'anneau qui sert à compter les tours on descendant et le deuxième sert à compter les tours à la montée grâce à un repère qui lui donne le signal que l'anneau a bien fait un tour, le cycle se répète autant de fois est programmé.

Le chariot porte-bobine entame le bande rôlage en tournant autour de la palette à vitesse réduite, à la fin du premier tour, la pince de préhension du film s'ouvre et l'extrémité du film est couverte par ses spirales successives. Simultanément, Tout en poursuivant sa rotation, le chariot porte-bobine atteint sa vitesse de croisière et descend jusqu'au point le plus bas de la palette pour remonter ensuite en effectuant un bande rôlage en spirales croisées (il est toutefois possible de programmer des cycles de bande rôlage différents de celui-ci).

- A proximité de la fin du bande rôlage, le contraste s'abaisse, le chariot porte-bobine effectue le dernier tour et s'arrête. Le groupe « Pince-coupe-soudure » bloque le film, le coupe à chaud et le soude.

- Une fois terminé le convoyeur transfère la palette vers la zone de sortie si le 3eme convoyeur est vide et le 1er convoyeur transporte en même temps la suivante dans la zone de bande rôlage quand le centre de la machine sera vide, un capteur **B2334** positionné à la fin du deuxième convoyeur contrôle la rotation de l'anneau et fin du cycle.

- La palette arrive au 3eme convoyeur (pos 2) qui est entraîné par un moteur **M442** et liée à un variateur de vitesse **U441**, ce dernier est équipé par une photocellule **B2721** qui donne le positionnement de la palette, puis elle va être transporté vers le 4eme convoyeur (pos 3) une fois être vide qui est entraîné par un moteur **M462** et deux capteurs **B2742** et **B2741** placés au niveau du 4eme convoyeur, le premier se trouve à la fin du convoyeur sert à donner la position de la palette et l'autre sert à détecter la présence du chariot à fourche, le convoyeur précédent transporte la prochaine palette une fois les deux capteurs (**B2742** et **B2741**) seront mise à zéro (libre) à ce point, on détecte le fin de cycle, le cycle de production se répète autant de fois lors de présence des palettes tel expliquer ci-dessus.

III.3.2. Table des variables

Dans notre table des variables nous avons 32 variables (21 entrées, 10 sortie, 1 mémoire)

	Name	Tag table	Data type	Address	Retain	Acces...	Writa...	Visibl...	Supervision	Comment
1	C	Default tag table	Bool	%I0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		détection entrée palette convoyeur POS1
2	B2701	Default tag table	Bool	%I0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		positionnement palette convoyeur POS1
3	B2331	Default tag table	Bool	%I0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		Control rotation anneau en entrée
4	B2332	Default tag table	Bool	%I0.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		control rotation anneau diagonal en entrée
5	B2333	Default tag table	Bool	%I0.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		control rotation anneau diagonal en sortie
6	B2336	Default tag table	Bool	%I0.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		positionnement palette convoyeur centre ...
7	B2335	Default tag table	Bool	%I0.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		positionnement palette convoyeur centre ...
8	B2334	Default tag table	Bool	%I0.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		Control rotation anneau en sortie
9	B2721	Default tag table	Bool	%I1.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		positionnement palette convoyeur POS2
10	B2741	Default tag table	Bool	%I1.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		positionnement palette convoyeur POS3
11	B2742	Default tag table	Bool	%I1.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		détection présence du chariot a fourche
12	S2101	Default tag table	Bool	%I1.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		compteur tour descente
13	S2102	Default tag table	Bool	%I1.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		compteur tour montée
14	B2130	Default tag table	Bool	%I1.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		lecture hauteur palette
15	S2132	Default tag table	Bool	%I1.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		anneau bas
16	S2133	Default tag table	Bool	%I1.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		anneau haut
17	S2361	Default tag table	Bool	%I2.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		elevateur bas
18	S2362	Default tag table	Bool	%I2.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		elevateur haut
19	M1 av	Default tag table	Bool	%Q0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		moteur descente anneau
20	M1 R	Default tag table	Bool	%Q0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		moteur montée anneau
21	M2	Default tag table	Bool	%Q0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		Rotation anneau
22	MC1	Default tag table	Bool	%Q0.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		moteur convoyeur 1
23	MC2	Default tag table	Bool	%Q0.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		moteur convoyeur 2
24	MC3	Default tag table	Bool	%Q0.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		moteur convoyeur 3
25	MC4	Default tag table	Bool	%Q0.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		moteur convoyeur 4
26	dcy	Default tag table	Bool	%I2.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
27	V+	Default tag table	Bool	%Q0.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		monter elevateur
28	V-	Default tag table	Bool	%Q1.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		descende elevateur
29	nombre de tour	Default tag table	Int	%MW2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
30	compteur	Default tag table	Bool	%I2.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
31	compteur a 15	Default tag table	Bool	%Q1.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
32	BAU	Default tag table	Bool	%I2.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		boutton d'arrêt d'urgence

Figure III.10 : Table des variables de notre programme simplifié

III.3.3. Blocs organisationnels

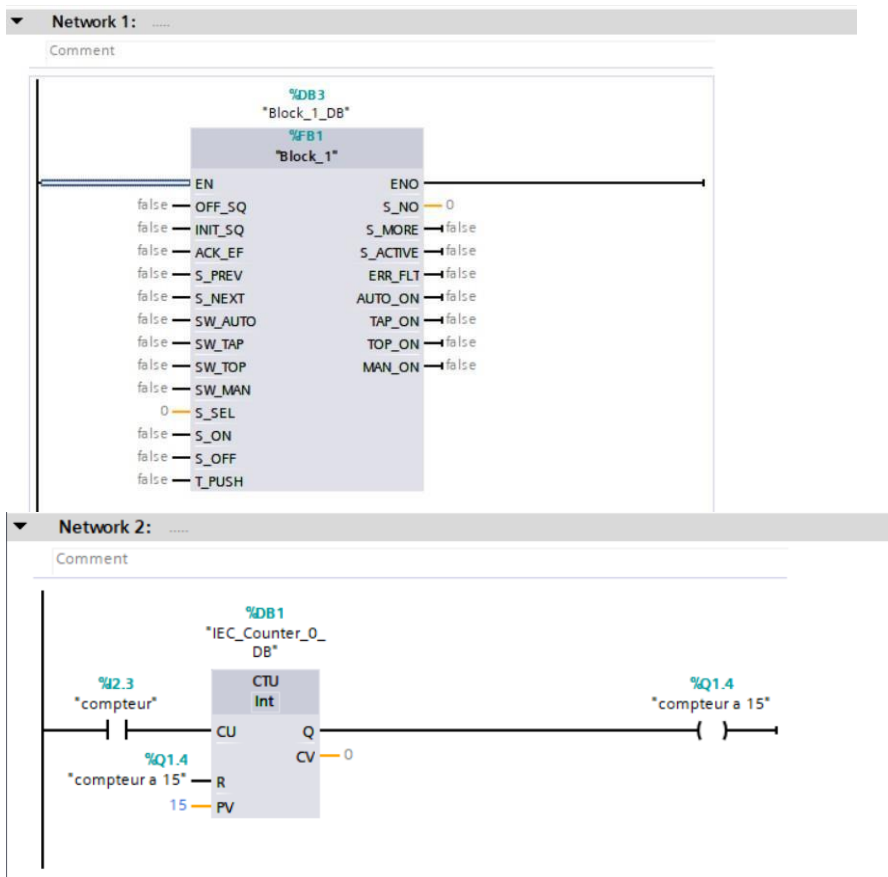
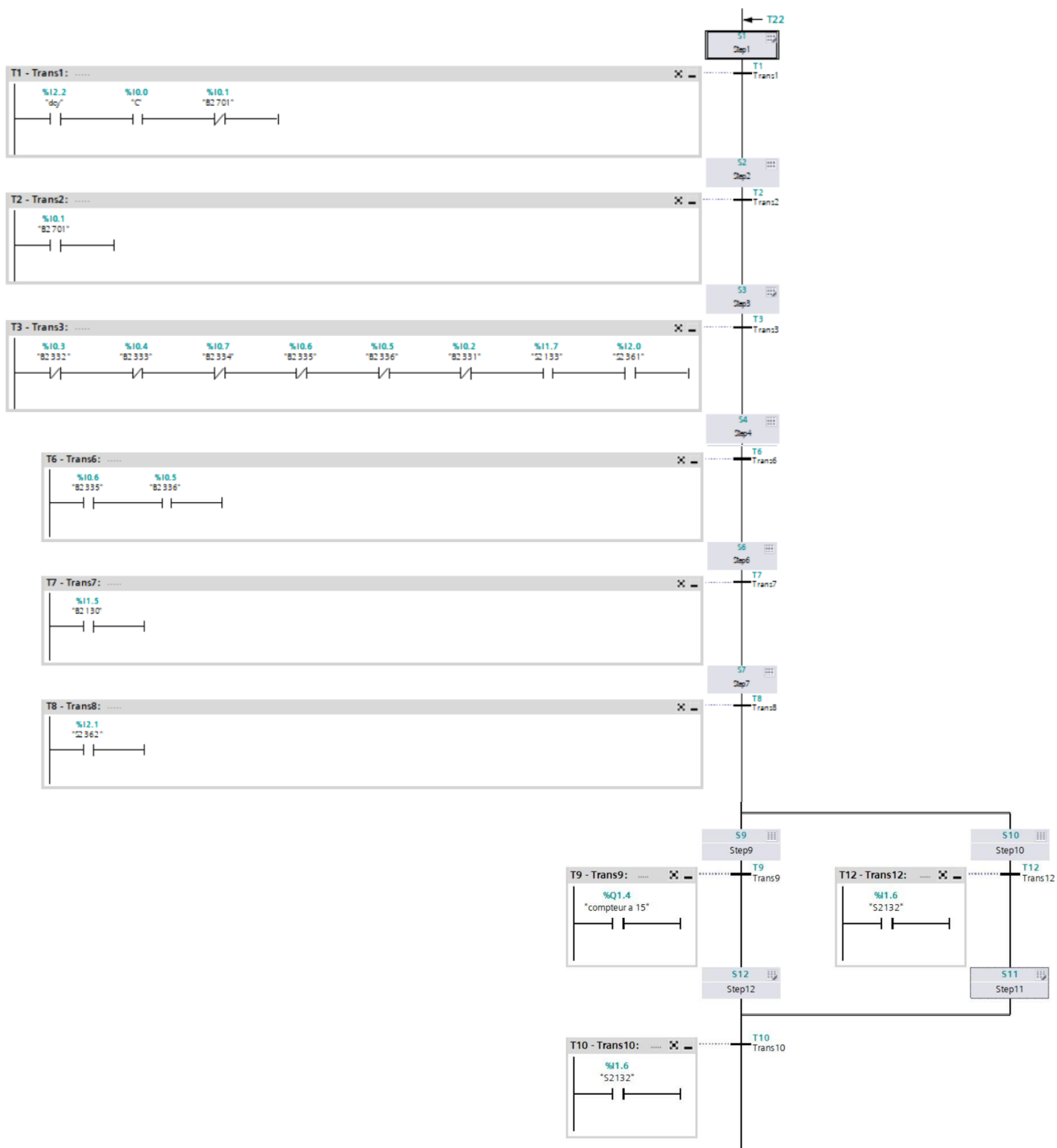


Figure III.11 : Bloc organisationnel du programme simplifié

III.3.4. Programme et grafcet



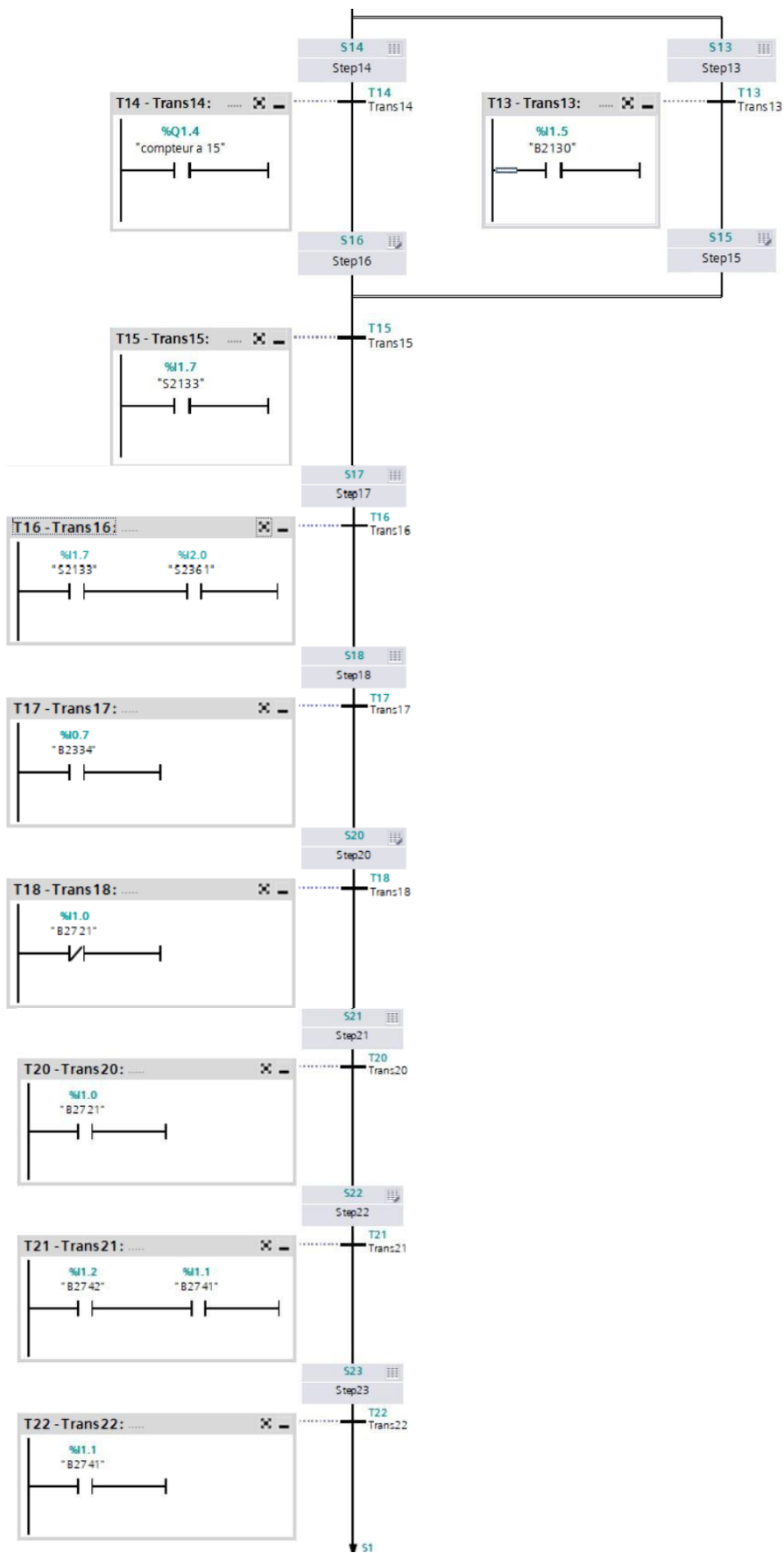


Figure III.12 : Grafset du programme simplifié

Nous avons un deuxième grafcet concernant le bouton d'arrêt d'urgence. Ce dernier sert à arrêter toute la chaîne.

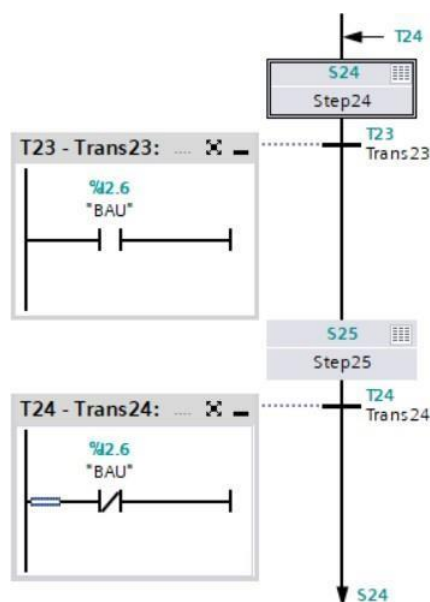


Figure III.13 : Grafcet représente le bouton d'arrêt d'urgence

III.3.5 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons abordé les différents blocs de la banderoleuse du programme principal rédigé par CEVITAL, ainsi que le nombre de variables utilisées dans ce programme. L'objectif principal de ce chapitre consiste à élaborer un programme pour la banderoleuse "Rebopac Genesis Futura 40" sous la forme d'un Grafcet, une fois que le cahier des charges correspondant aura été rédigé.

Ce chapitre nous a permis de procéder à la programmation et à la simulation de la commande de notre machine en utilisant l'automate S7-1500 via le logiciel de programmation TIA Portal.



Conclusion générale

Conclusion générale

L'automatisation industrielle consiste à utiliser des machines pour réduire la charge de travail des travailleurs tout en maintenant la productivité et la qualité. Elle repose sur l'utilisation de systèmes électroniques qui gèrent l'ensemble du processus de contrôle-commande, de la détection par des capteurs jusqu'au pilotage des automates.

Dans le cadre de notre travail, nous avons mené une étude sur une banderoleuse et ses principaux composants. Ensuite, nous avons développé un programme pour l'automate S7-1500. Cette étude de la machine nous a permis de couvrir différents domaines tels que l'électrique, l'électromécanique, l'informatique et le pneumatique. En analysant les composants de la machine, nous avons compris leur mode de fonctionnement, le cycle de fonctionnement de la machine, ce qui nous a conduit à établir un cahier des charges et à élaborer un grafcet.

Ce projet nous a permis d'acquérir une méthodologie pour l'automatisation de système industriel et qui implique les étapes suivantes :

- Le rôle et la place de la machine dans l'environnement où elle est implantée.
- L'étude de la partie opérative de la machine en mettant en avant les caractéristiques techniques de ses éléments.
- Le choix du système de commande utilisé selon la complexité du processus, et le coût et les exigences de sécurité.
- Représentation du cycle de fonctionnement de la machine en grafcet depuis le cahier des charges.
- En fin la traduction du modèle de fonctionnement de la machine en un programme exécutable dans la partie commande ce qui permettra de gérer le fonctionnement.

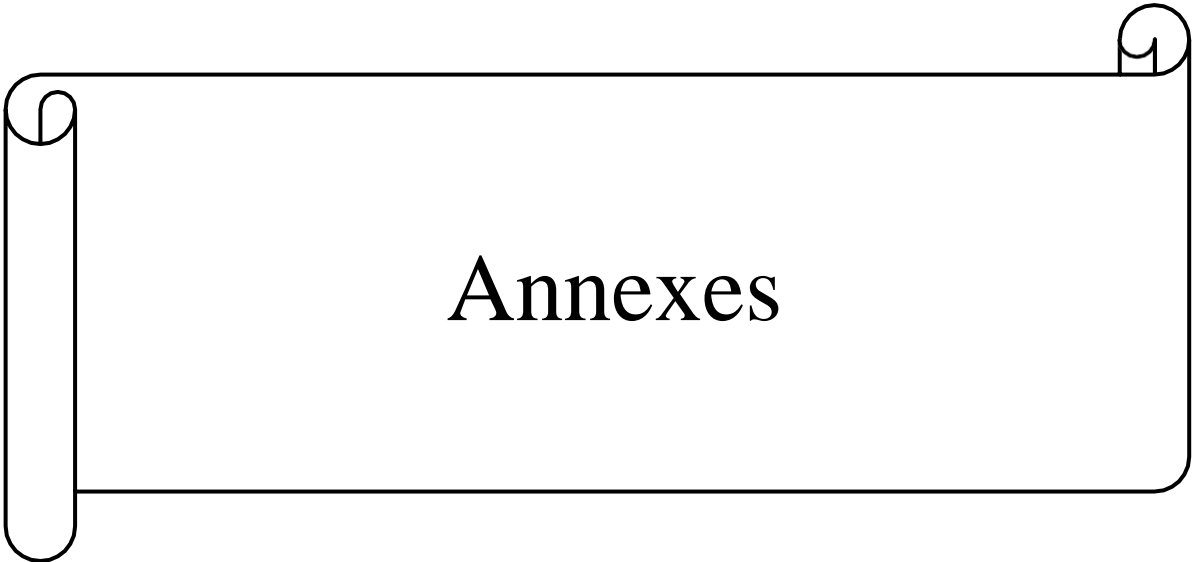
La période de stage que nous avons effectuée au niveau de l'entreprise Cevital nous a permis de côtoyer le monde du travail et d'acquérir une discipline professionnelle.

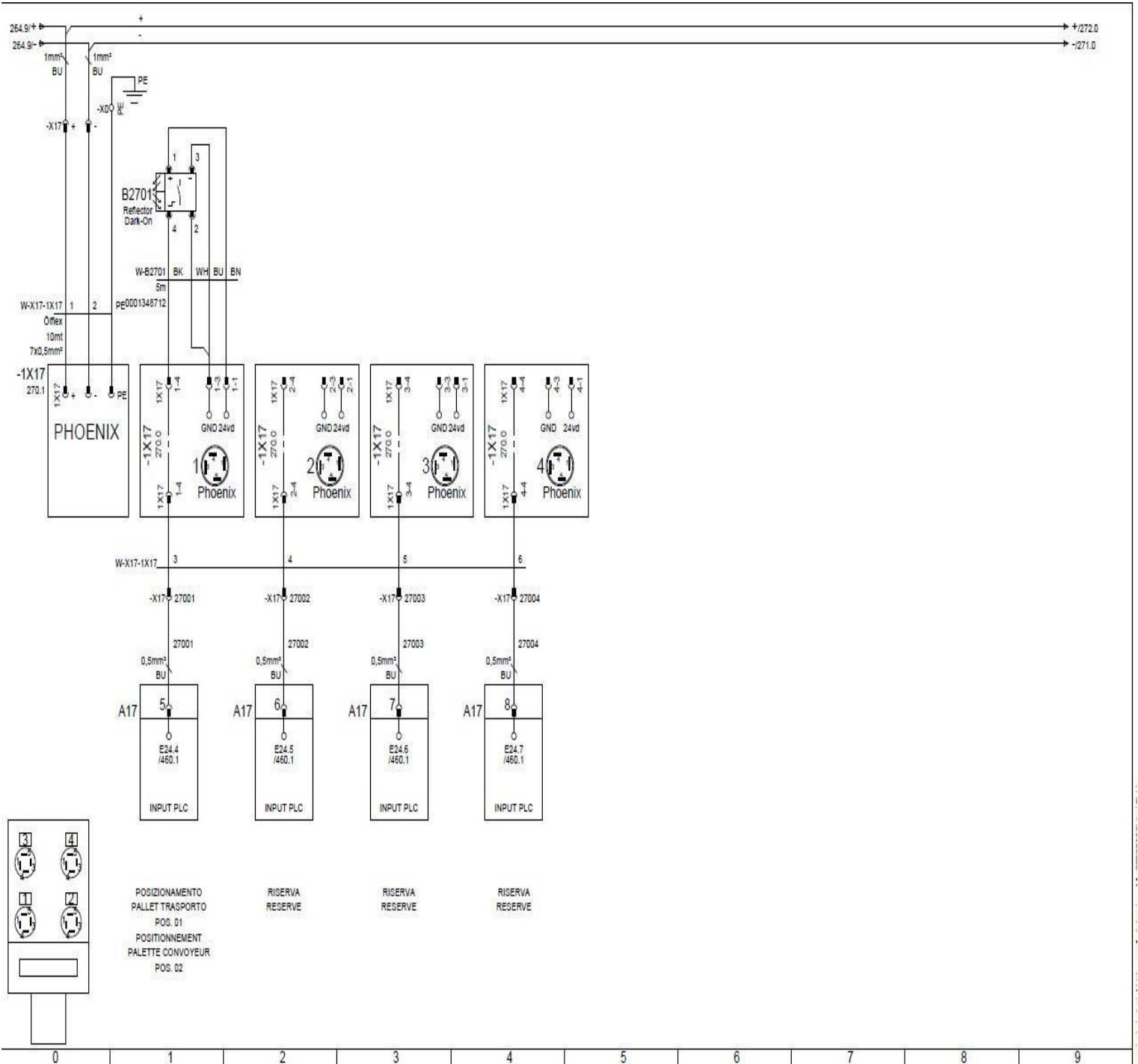
A decorative scroll-like frame with a black outline. The frame is horizontal and has rounded ends. On the left side, there is a vertical bar that looks like a scroll's binding. On the right side, there is a small circular element that looks like a scroll's end. The word "Bibliographie" is centered within the frame in a black serif font.

Bibliographie

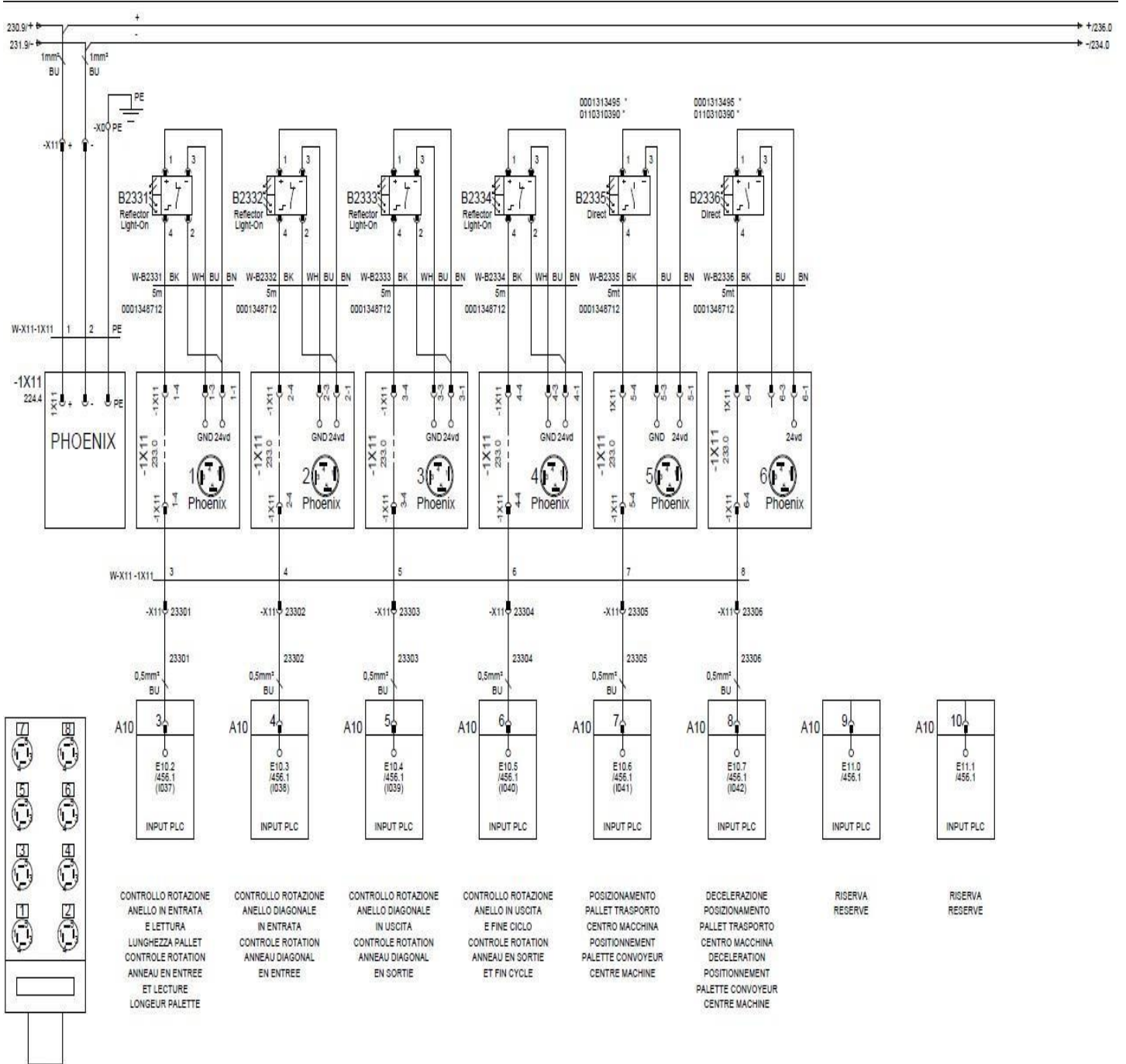
Bibliographie

- [1] Manuelle de formation de CEVITAL
- [2] Robopacusa.com
- [3] Livre de l'automate programmable industrielle par William Bolton 2^{ème} édition
- [4] AUTOMATE PROGRAMMABLE, document, 2014, disponible sur :
https://media.automation24.com/manual./fr/91696622_s71200_System_Manual_fr-FR_fr-FR.pdf
- [5] <https://www.automation.siemens.com/sce-static/learning-training-documents/tia-portal/hw-config-s7-1500/sce-012-201-decentral-hardware-configuration-s7-1500-et200sp-pn-r1703-fr.pdf>

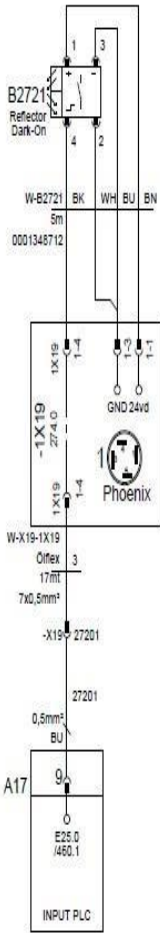
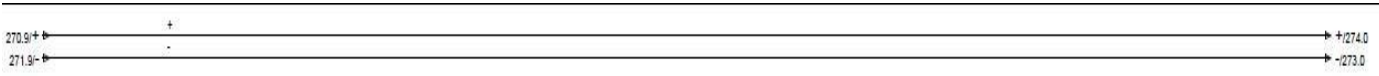




Machine : GENESIS FUTURA 40	N°..cod. 5222020044	desig.: G.Moretti	ROBOPAC	TRASPORTO POS. 01 CONVOYEUR POS. 01	date : 14.03.2022	pag. 270
Customer: CEVITAL	drawing: 5222044	respon: S. STEFANI		revis.:	264	271

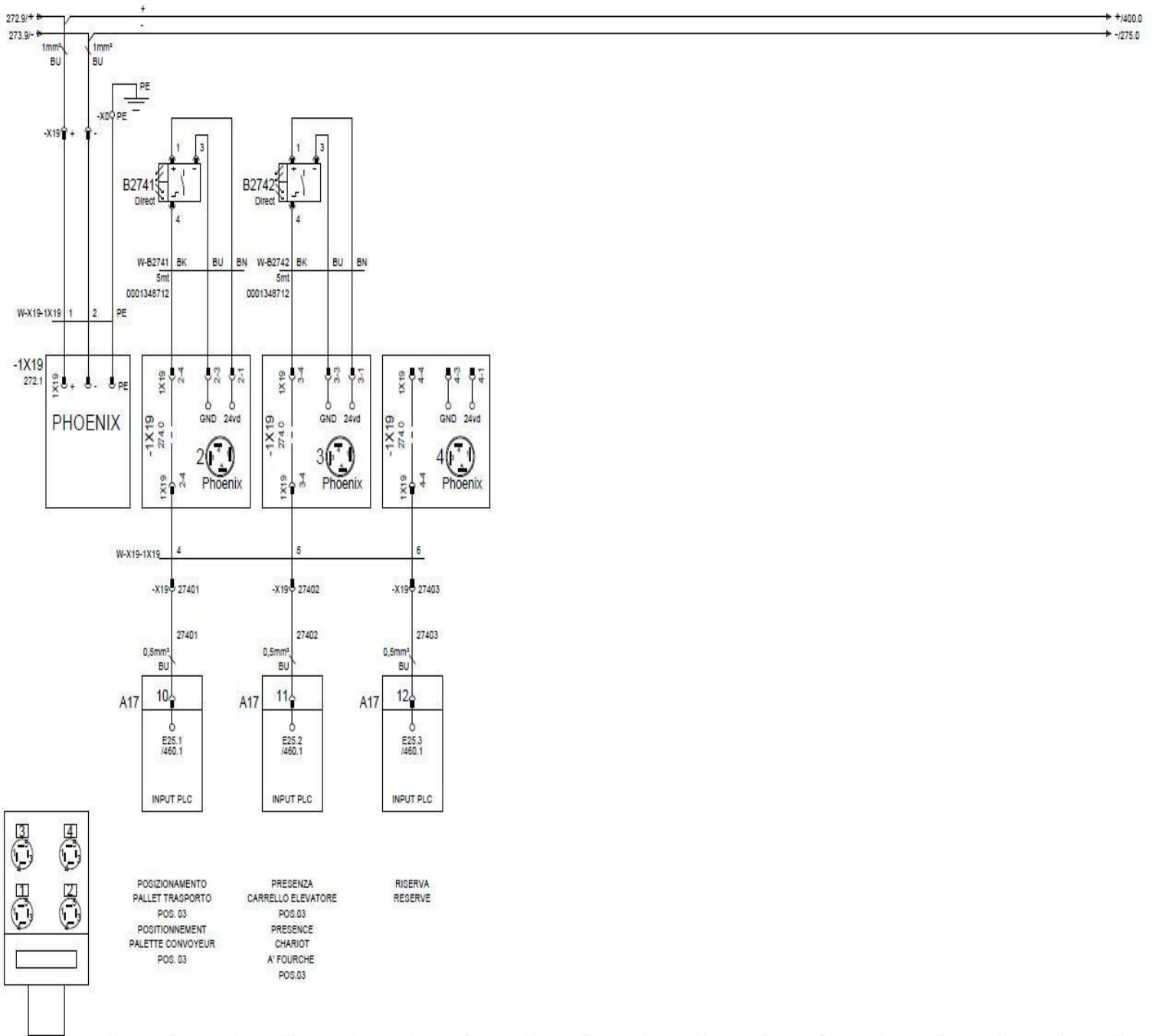


Machine :	GENESIS FUTURA 40	N°.cod.	5222020044	desig.:	G.Moretti	ROBOPAC	POSIZIONAMENTO PALLET POS.CM / POSITIONNEMENT DU PALLET POS.CM	date :	14.03.2022	pag.	233
Customer:	CEVITAL	drawing:	5222044	respon:	S. STEFANI			revis.:		231	234

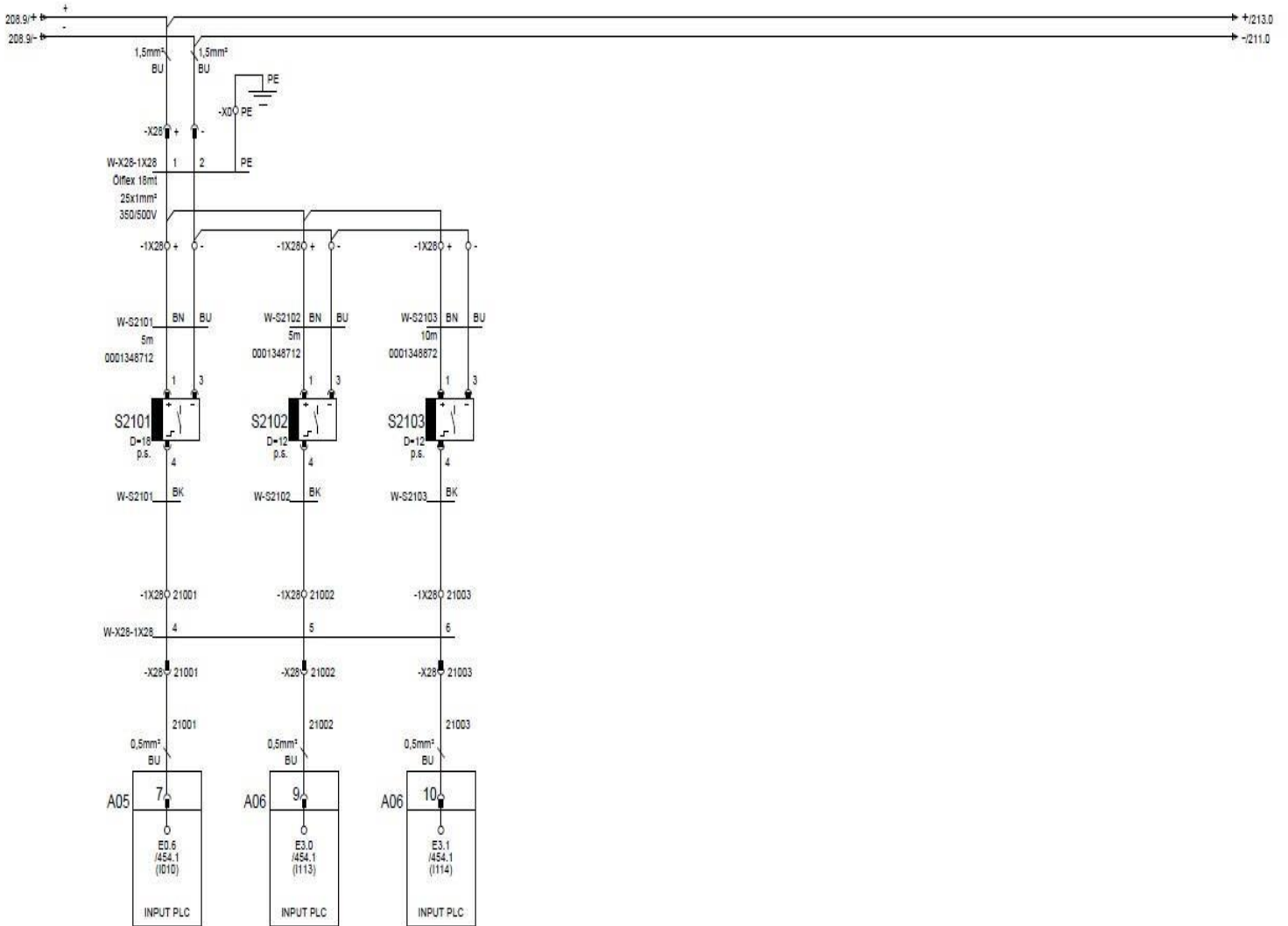


POSIZIONAMENTO
 PALLET TRASPORTO
 POS. 02
 POSITIONNEMENT
 PALETTE CONVOYEUR
 POS. 02

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
Machine :	GENESIS FUTURA 40	N°.cod.	5222020044	desig.:	G.Moretti	ROBOPAC		TRASPORTO POS. 02 CONVOYEUR POS. 02	date :	14.03.2022	pag.	272
Customer:	CEVITAL	drawing:	5222044	respon:	S. STEFANI			revis.:			271	273



0	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
Machine :	GENESIS FUTURA 40	N°.cod.	5222020044	desig.:	G.Moretti	ROBOPAC		TRASPORTO POS. 03	date :	14.03.2022	pag.	274
Customer:	CEVITAL	drawing:	5222044	respon:	S. STEFANI			CONVOYEUR POS. 03	revis.:		273	275

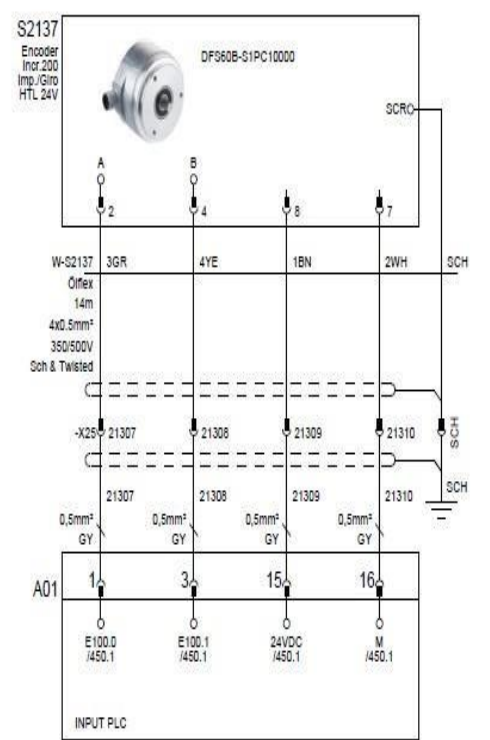
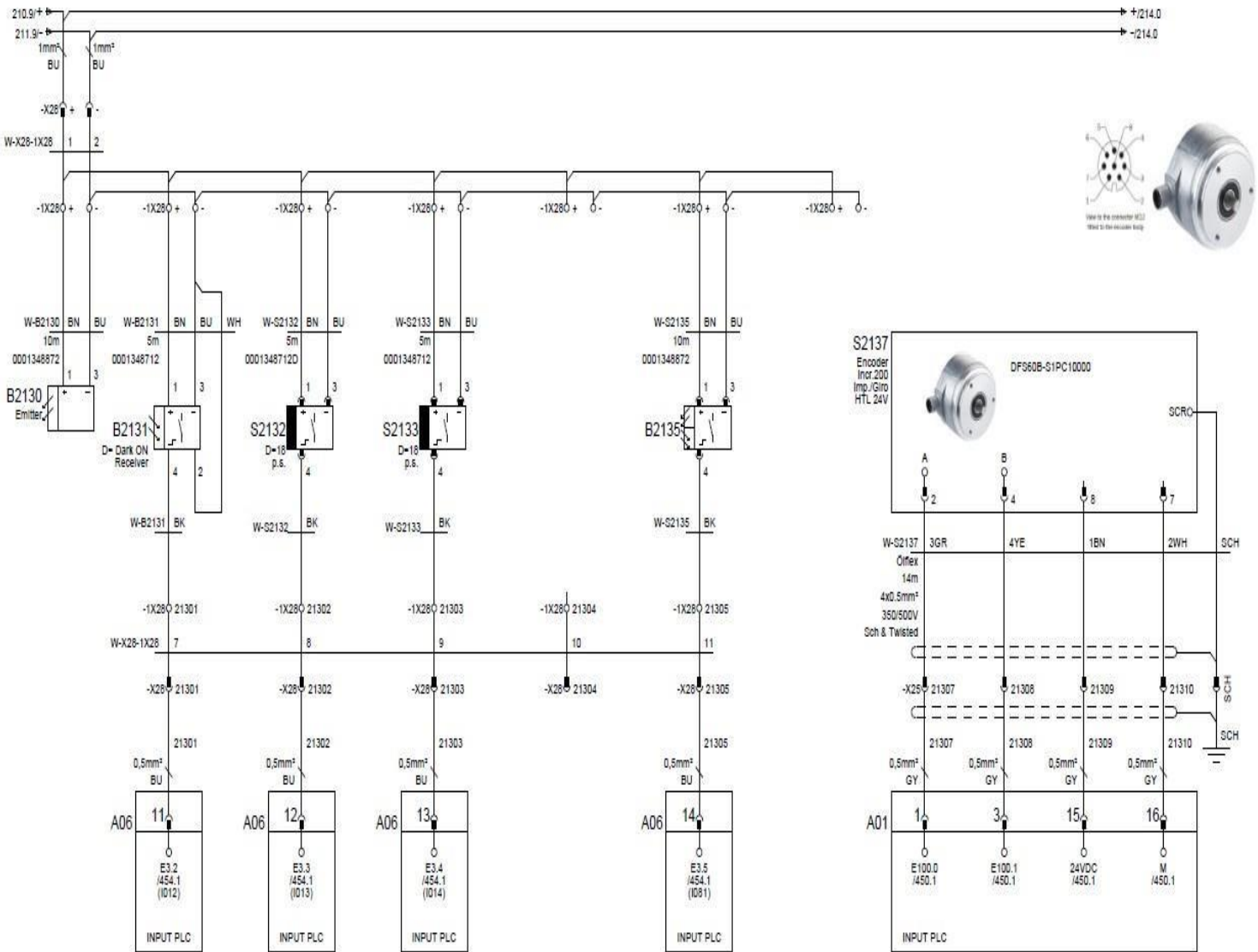


ANELLO IN FASE
CONTEGGIO GIRI
ANNEAU EN PHASE
COMPTAGE TOURS

ANELLO IN FASE PER
ESTRAZIONE ANIMA
ARC
ANNEAU EN PHASE
POUR CYCLE ARC

ANELLO IN FASE
PER CICLO ARC
ANNEAU EN PHASE
POUR CYCLE ARC

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Machine : GENESIS FUTURA 40		N°.cod. 5222020044		desig.: G.Moretti		ROBOPAC INPUT ROTAZIONE ANELLO ENTREE ROTATION ANNEAU		date : 14.03.2022		pag. 210	
Customer: CEVITAL		drawing: 5222044		respon: S. STEFANI				revis.:		208 211	



LETTURA ALTEZZA PALLET
LECTURE HAUTEUR PALETTE

LETTURA ALTEZZA PALLET
LECTURE HAUTEUR PALETTE

ANELLO ALTO ANNEAU HAUT
ANELLO BASSO ANNEAU BAS

RISERVA RESERVE
LETTURA ALTEZZA PALLET IN ENTRATA
LECTURE HAUTEUR PALETTE EN ENTREE

SEGNALE "A" ENCODER
POSITIONAMENTO ANELLO
SIGNAL "A" COMPTAGE TOURS
POSITIONEMENT ANNEAU

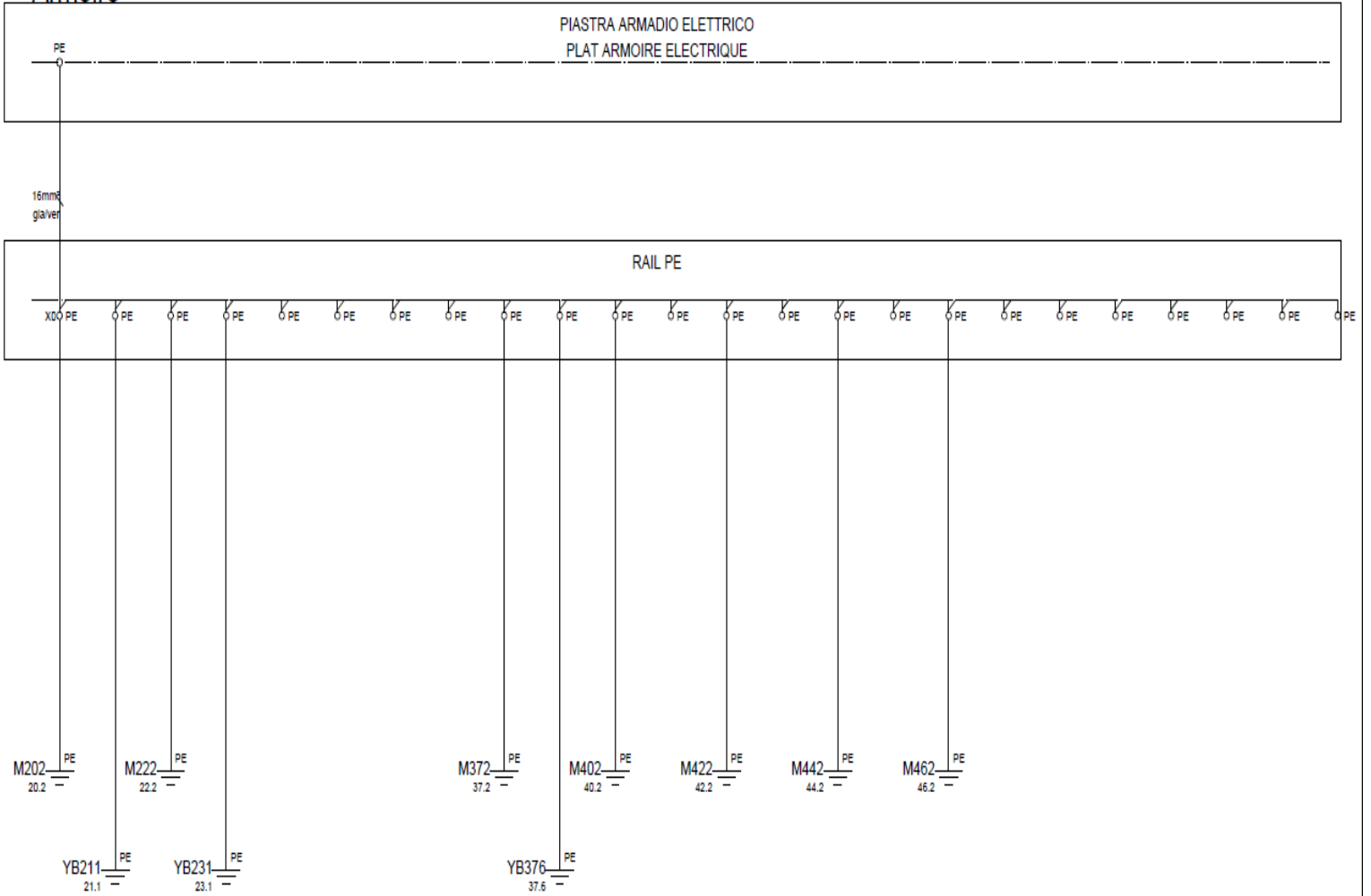
ALIMENTAZIONE ENCODER
POSITIONAMENTO ANELLO
SIGNAL "A" COMPTAGE TOURS
POSITIONEMENT ANNEAU


SEGNALE "B" ENCODER
POSITIONAMENTO ANELLO
SIGNAL "B" COMPTAGE TOURS

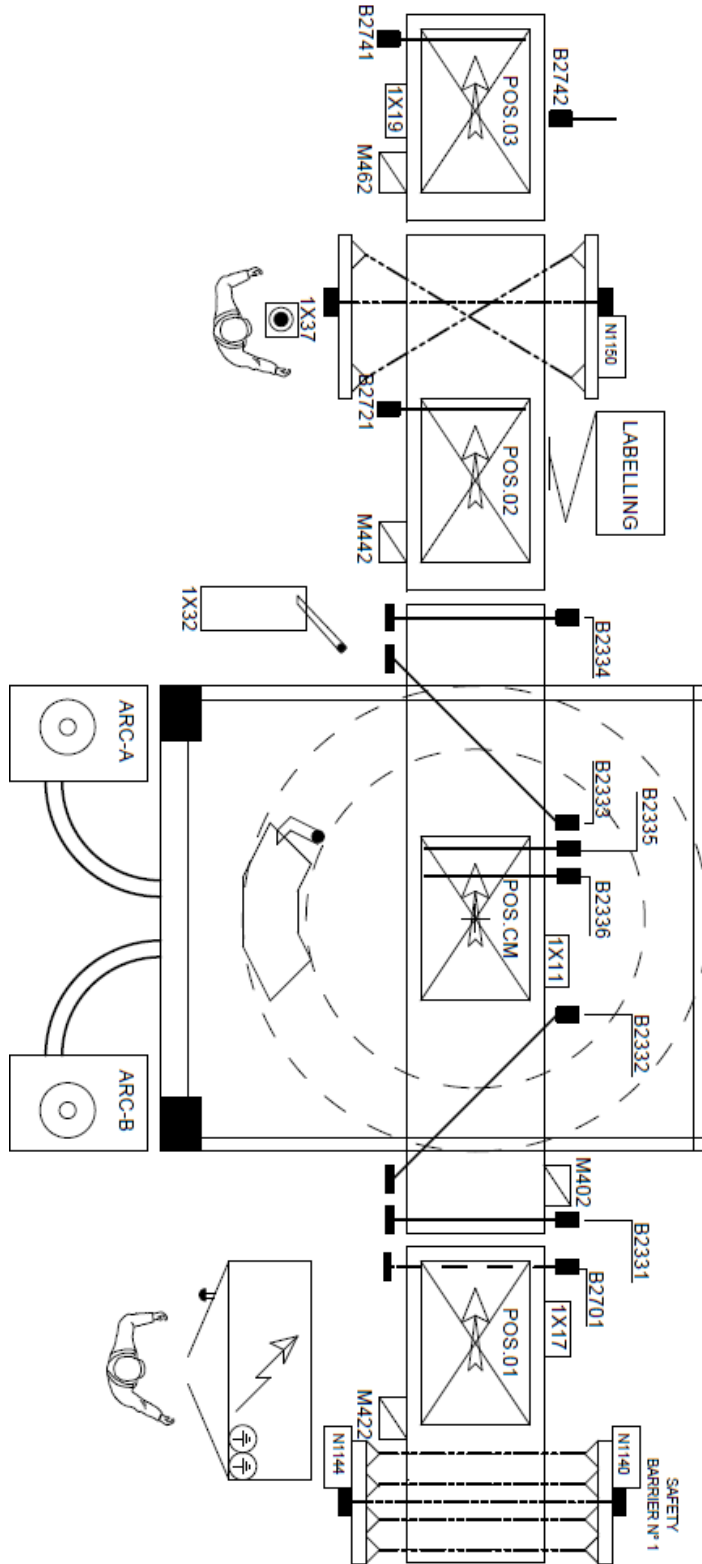
ALIMENTAZIONE ENCODER
POSITIONAMENTO ANELLO
SIGNAL "A" COMPTAGE TOURS

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Machine : GENESIS FUTURA 40	N°.cod. 5222020044	desig.: G.Moretti	ROBOPAC			INPUT SAL./DISC. ANELLO ENTREE MONTEE/DESCENTE ANNEAU	date : 14.03.2022	pag. 213	
Customer: CEVITAL	drawing: 5222044	respon: S. STEFANI					revis.:	211	214

Armadio elettrico Armoire



0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Machine : GENESIS FUTURA 40	N°.cod. 5222020044	desig.: G.Moretti		 CONNESSIONE TERRE CONECTION A LA TERRE		date : 14.03.2022		pag. 565	
Customer: CEVITAL	drawing: 5222044	respon: S. STEFANI				revis.:		560 567	



Étude du cycle de fonctionnement de la banderoleuse

Résumé : Notre projet de mémoire de fin d'études s'est déroulé au sein de l'unité de conditionnement d'huile au niveau de Cevital. Cette expérience a constitué une opportunité pour nous d'acquérir une expérience pratique dans le domaine industriel, venant ainsi enrichir nos compétences théoriques obtenues au cours de notre parcours académique. Dans le cadre de ce travail, nous avons entrepris l'étude de la machine de banderolage, ainsi que la mise en œuvre d'une version simplifiée de son programme de base garantissant son fonctionnement optimal. Pour ce faire, nous avons utilisé un programme développé sur le logiciel Step7, assurant ainsi le bon fonctionnement de cette machine. À noter que le logiciel Step7 intègre un simulateur d'automate. De plus, ce projet nous a également permis d'analyser en profondeur la structure modulaire de l'automate programmable et son architecture, en mettant en évidence ses avantages et ses inconvénients. Ensuite, nous avons approfondi notre compréhension de l'automate S7-1500 et justifié notre choix de l'utiliser dans cette application spécifique.

Mots-clés : Automatisation, banderoleuse (Robopac genesis futura 40), automate programmable industriel, CEVITAL, TIA PORTAL.

Study of the operating cycle of the banderolling Machine

Abstract : Our end-of-studies thesis project took place within the oil packaging unit at Cevital. This experience provided us with an opportunity to gain practical experience in the industrial field, thus enriching the theoretical knowledge we had acquired throughout our academic journey. In the context of this work, we undertook the study of the strapping machine and the implementation of a simplified version of its basic program to ensure its optimal functioning. To achieve this, we utilized a program developed in the Step7 software, thus ensuring the proper operation of this machine. It is worth noting that the Step7 software includes a PLC simulator. Furthermore, this project also allowed us to delve deeply into the modular structure of the programmable logic controller and its architecture, highlighting its advantages and disadvantages. We then deepened our understanding of the S7-1500 PLC and justified our choice to use it in this specific application.

Keywords : Automation, (Robopac genesis futura 40) banderolling, industrial programmable logic controller, CEVITAL, TIA PORTAL.