

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université A.MIRA-BEJAIA



Faculté de Technologie
Département de génie électrique

Projet de Fin d'étude

Pour l'obtention du diplôme de Master en automatique
Spécialité :Automatique et informatique industrielle

Thème

Etude et programmation d'une centrifugeuse BMA (B1750R)

Préparé par :

AIT AMOKRANE abderrezak

Dirigé par :

Mr MENDIL Boubekeur

Mr NAIT BELAID Yacine

Année Universitaire : 2017/2018

Remerciements

Je tiens tout d'abord à louer Allah pour m'avoir donné la patience et la persévérance qui ont fallu pour réaliser ce mémoire , à lui revient le vrai mérite.

Ensuite, j'aimerais exprimer ma reconnaissance envers toutes les personnes qui m'ont aidé ou encouragé lors de la rédaction de ce mémoire, spécialement ma famille "surtout **mes parents**" et mes amis.

Mes remerciements vont aussi de mérite à Mr **MENDIL.B**, mon professeur encadreur, et à Mr **NAIT BELAID.Y**, mon maître de stage, pour leurs conseils, patience et leur encouragement. Leurs partage et guidance m'ont été d'une aide précieuse.

Merci à l'équipe d'automaticiens de **CEVITAL**, j'en cite **Zahir, Sassi, Omar, Nabil** et les autres, pour leurs qualités humaines et le savoir pratique qu'ils m'ont transmis.

Enfin, je tiens à exprimer ma sincère gratitude aux membres du jury de m'honorer de leur présence.

II.2.2.3. Les fins de courses	24
II.3. Les caractéristiques de la B1750R	26
II.4. Le cycle d'une essoreuse discontinue	26
II.5. Domaines d'utilisation	28
II.6. Conclusion	29
Chapitre III : L'automatisation du procédé de la centrifugeuse	
III.1. Généralités sur les systèmes automatisés	30
III.1.1. Introduction	30
III.1.2. Le système technique automatisé	30
III.1.3. La structure fonctionnelle d'un système automatisé	31
La chaîne d'information	31
La chaîne d'énergie	31
III.1.4. La structure matérielle d'un système automatisé	32
III.1.4.1. La partie opérative	32
III.1.4.2. La partie commande	34
III.1.4.2.1. Les langages utilisés pour la programmation	34
III.1.4.2.2. Comparaison des langages	35
III.1.4.2.3. Le grafcet	36
III.1.4.3. L'interface homme-machine	37
III.1.5. Objectifs de l'automatisation	37
III.2. L'automate programmable industriel S7-300	38
III.2.1. Historique sur les APIs	38
III.2.2. Les avantages des APIs	39
III.2.3. Domaines d'emploi des APIs	39
III.2.4. Structure des APIs S7-300 de siemens	39
III.2.4.1. Structure interne	39

III.2.4.2. Aspect externe	42
III.2.4.2.1. Règles d'enfichage (S7-300)	42
III.2.4.2.2. Composants d'un S7-300	43
III.2.4.3. Organes de commande et de visualisation	44
III.2.5. Caractéristiques techniques de la CPU 315-2 DP	45
III.3. La programmation et simulation sur TIA PORTAL	47
III.3.1. Préliminaires sur le programme	47
III.3.1.1. Les conditions initiales	47
III.3.1.2. Analyse fonctionnelle du cycle de la centrifugeuse	47
III.3.1.3. Modes d'arrêt d'urgence	49
III.3.2. Le programme (GRAFCET de production normale) de la centrifugeuse	49
III.3.3. Création du programme sous TIA PORTAL	53
III.3.3.1. Création d'un nouveau projet	53
III.3.3.2. Configuration matérielle	54
III.3.3.3. Implémentation du programme	55
III.3.4. Simulation	57
III.4. Conclusion	57
Conclusion générale	58
Annexes	

Introduction générale

Introduction générale

Ce projet est réalisé au sein du complexe agro-alimentaire de CEVITAL. L'étude concerne le processus de fabrication du sucre blanc (raffinage) et, plus précisément, les essoreuses centrifuges. Le but est d'étudier la conception ainsi que le fonctionnement de la centrifugeuse, afin de pouvoir élaborer un programme qui décrira sa commande.

Pour ce faire, et dans un premier temps, on s'est intéressé aux composants du sucre et de ses variétés qui sont commercialisées. Ceci va nous aider à mieux assimiler le procédé de raffinage du sucre. L'objectif de tout le process est d'obtenir un sucre raffiné, pur et prêt à la consommation, après plusieurs étapes de raffinage le long du process.

Dans le second chapitre du manuscrit, on est entrée dans le vif du sujet, en décrivant à la fois la conception et le fonctionnement de la centrifugeuse. On est amené à comprendre les différents composants (sous-ensembles) de cette dernière et de leurs modes d'exécution, afin de mieux saisir le rôle de chacun dans le fonctionnement global du cycle de l'essoreuse. Les caractéristiques de la centrifugeuse B1750R de BMA ainsi que les domaines de son utilisation sont aussi traités.

Le fond de notre travail est exposé dans le troisième et dernier chapitre, à savoir l'automatisation du procédé de la centrifugeuse. Après une étude rapide des systèmes automatisés, on s'est focalisé sur l'automate programmable industriel S7-300, faisant l'objet de notre projet. L'étude de sa structure, de ses composants et organes, va nous aider à l'exploiter au mieux. La dernière partie est consacrée à la programmation et la simulation du système, en utilisant le logiciel de programmation pour l'automatisme TIA PORTAL.

Chapitre I :
Présentation du
procédé de
raffinage du sucre

I.1. Présentation de l'entreprise CEVITAL

L'entreprise Cevital a été créée en 1998, à Bejaia. Actuellement, elle est la seconde entreprise Algérienne par le chiffre d'affaire, derrière SONATRACH. C'est la première entreprise privée en Algérie à avoir investi dans des secteurs d'activités diversifiés. Elle a traversé d'importantes étapes historiques pour atteindre sa taille et sa notoriété actuelle.

CEVITAL est implanté au niveau du nouveau quai du port de Bejaia, à 3km du sud-ouest de cette ville, à proximité de la RN 09. La situation géographique de l'entreprise lui a beaucoup profité étant donné qu'elle lui confère l'avantage de proximité économique. En effet elle se trouve proche du port et de l'aéroport.

Elle dispose de plusieurs unités de production ultramodernes :

- 2 raffineries de sucre;
- 1 unité de sucre liquide;
- 1 raffinerie d'huile;
- 1 margarinerie;
- 1 unité de conditionnement d'eau minérale;
- 1 unité de fabrication et de conditionnement de boissons rafraîchissantes;
- 1 conserverie;
- 1 unité de fabrication de chaux calcinée.

Il est à noter que La filiale se distingue par les unités suivantes:

- La plus grande raffinerie de sucre au monde avec une capacité de production de 2 millions de tonnes par an et la plus grande raffinerie d'huile d'Afrique avec 570 000 tonnes par an.
- Le complexe de Bejaia est également le plus important terminal de déchargement portuaire du bassin méditerranéen avec une capacité de 2 000 tonnes/heure.[11]

I.2. Composition et variétés de sucre

Le sucre est un carburant énergétique, nécessaire au bon fonctionnement des cellules, en particulier au niveau des muscles, du cerveau, du cœur et des globules rouges. Dans les aliments, le sucre est classé parmi les glucides.

Le sucre ou saccharose est un glucide se trouvant à l'état naturel dans les fruits et les légumes. Il est produit par tous les végétaux lors de la photosynthèse, un procédé naturel qui transforme la lumière du soleil en énergie.



Figure I.1. Différentes variétés de sucre

Cependant, seules la canne à sucre et la betterave à sucre produisent suffisamment de saccharose pour la production commerciale. Le sucre est souvent ajouté dans des boissons, pâtisseries, produits laitiers, et autres pour rehausser leur goût.

Tableau I.1. Composition d'un jus de la canne à pleine maturité[1]

<i>Composants</i>	<i>Concentration (g/l)</i>
Sucres totaux	210,5
Saccharose	205,95
Fructose	0,7
Glucose	3,5
Acide aconitique	0,12
Acide citrique	0,12
Cendres	2,5
Azote	0,15
Phosphore	0,07
Potassium	1,31
Calcium	0,13
Magnésium	0,27
Manganèse	0,02

Il existe différentes variétés de sucres pour la cuisine, comme :

- le sucre blanc, raffiné, contenant quasi 100 % de saccharose ;
- le sucre roux ou complet, qui a conservé des vitamines et des minéraux dans la mélasse ;
- le sucre blond, filtré, qui contient moins de mélasse que le sucre roux ;
- le sucre glace, un sucre cristallisé broyé très finement ;
- la vergeoise, blonde, issue de la betterave ;
- la cassonade, un sucre roux issu de la canne à sucre...

I.3. Etapes de raffinage du sucre[2]

Le sucre brut, transporté par bateau, est recouvert d'une mince couche de mélasse, de résidus de plantes et d'autres impuretés apparues en cours d'expédition et lors de la manutention. Il doit donc faire l'objet d'une purification plus poussée avant d'être prêt à la consommation humaine. Pour fabriquer le sucre blanc, il faudra passer par toutes les étapes de raffinage.

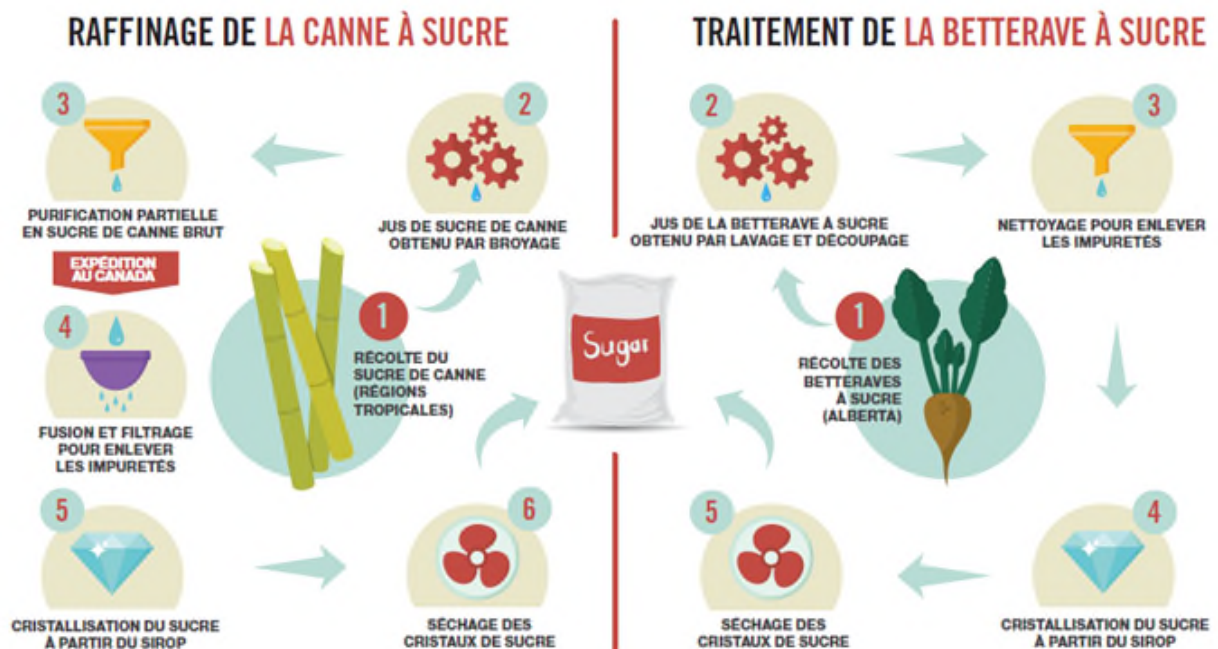


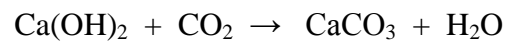
Figure I.2. Raffinage (globalement) du sucre de la canne et des betteraves à sucre

I.3.1. Affinage et refonte (*Refining and redesign*) (section1):

La première étape du raffinage consiste à débarrasser les cristaux des impuretés superficielles par malaxage dans (de l'eau au départ) un sirop saturé en sucre, c'est l'affinage. Ces cristaux sont ensuite séparés par centrifugation et dissous dans l'eau pure. Le sirop de refonte est donc obtenu. L'égout contenant les impuretés est traité dans le process pour extraire le sucre résiduel. Cette étape est très importante. Car, elle permet d'éliminer plus de 50% de la coloration et des impuretés présentes dans le sucre brut.

I.3.2. Carbonatation (*Carbonation*)(section2):

La carbonatation a été proposée en sucrerie de betteraves par PERIER ET POSSOZ. Ces derniers signalent que si l'on provoque dans un jus un précipité de carbonate de chaux, il enrobe les matières colorantes et les gommages, si la réaction reste alcaline et fournie ainsi un complément de clarification notable, le précipité formé est granuleux et filtre aisément:



Le process commence par l'utilisation de la chaux malaxée avec la refonte brute qui provoque une réaction chimique servant à débarrasser un certain nombre d'impuretés du liquide d'extraction.

A l'issue du chaulage, nous faisons passer un courant de gaz carbonique (CO₂) qui, avec la chaux, reforme le carbonate de chaux (CaCO₃), fixe les impuretés et les précipite.

Après 2 cycles successifs, on obtient un jus épuré et des écumes de filtration, utilisées en amendement calcaire dans les champs.



Figure I.3. Les machines utilisées pour le chaulage et la carbonatation (respectivement)

I.3.3. Filtration(Heater and clarifier)(section3):

Le but de la filtration est d'éliminer le carbonate de calcium en suspension dans le sirop carbonaté et récupérer le petit jus lors du lavage des gâteaux au niveau des filtres à presse.

La boue provenant du clarificateur (section 1) contient encore du sucre, elle est donc filtrée, le jus restant est extrait, et la boue peut être lavée avant de s'en débarrasser. Cela produit une eau sucrée. Le jus et l'eau sucrée retourne alors dans le processus. Un liquide totalement limpide qui contient 12 à 13 % de sucre est ainsi obtenu.



Figure I.4. La machine utilisée pour la filtration

I.3.4. Décoloration (Discoloration)(section4):

La décoloration de la refonte épurée qui est réalisée par absorption des colorants contenus dans la refonte sur résine échangeuse d'ions.

Les échangeurs d'ions sont des macromolécules insolubles (résine) comportant des groupements ionisables ayant la propriété d'échanger de façon réversible, certains de leurs ions, au contact d'autres ions provenant d'une solution. La résine échangeuse d'ions retire les couleurs du sucre mais aussi les sels présents. La résine est régénérée chimiquement(par le passage dans une saumure) ce qui donne une grande quantité d'effluents liquides. Le liquide clair et légèrement coloré est maintenant prêt pour la cristallisation, excepté le fait qu'il soit un peu trop dilué pour la consommation. Il est donc préalablement remis dans la chaudière à cristallisation.



Figure I.5. La machine utilisée pour la décoloration

I.3.5. Concentration(*Evaporator station*)(section5):

Avant de cristalliser le sirop filtré et décoloré, on est amené à concentrer le sirop dans un évaporateur en raison de la réintroduction d'eaux sucrées en provenance de lavage de gâteaux de filtration (section 3).

Porté à ébullition, il va traverser plusieurs chaudières, avec des températures et des pressions qui iront en diminuant. En fin de cycle, on obtient un sirop contenant quelque 65-70 % de saccharose.

I.3.6. Cristallisation haut produit(*Crystallization HP and Centrifugals*)(section6):

Le sirop passe dans une chaudière à cuire sous vide (pour éviter la caramélisation), amené à sursaturation de très fins cristaux de sucre (germes de sucre de 10 microns soit 1/100e de mm) vont ensuite ensemer le sirop et sa cristallisation va se généraliser. Au cours de la cuisson (croissance des cristaux), chaque germe va donner un cristal de sucre de 0,5 à 1 mm de grosseur, on obtient alors une masse de cristaux de sucre baignant dans un sirop coloré par des impuretés résiduelles « la masse cuite ».

Après turbinage dans desessoreuses centrifuges, le sucre blanc dit "de 1^{er} jet" est séparé, puis lavé par pulvérisation de vapeur. Le sucre encore contenu dans l'eau rejetée par la turbine est également extrait après 2 nouveaux cycles de cristallisation et turbinage, pour donner des sucres dits de 2^{eme} et 3^{eme} jet.



Figure I.5. Les centrifugeuses et les chaudières (cristallisation HP)

I.3.7. Séchage (Sugar driers) (section 7):

Encore chaud, le sucre, à présent cristallisé et blanc, à l'issue du turbinage, est envoyé dans des appareils de séchage à air chaud, afin de réduire son humidité à une valeur permettant une bonne conservation et éviter la prise de masse. Puis, il est refroidi et stocké dans des silos où il achève son étape de stabilisation.

Le séchage par pulvérisation (le plus souvent dit : « par atomisation ») des liquides consiste à les pulvériser sous forme de gouttelettes dans un courant d'air chaud. Une goutte de liquide devient ainsi un grain de poudre. L'air chaud apporte l'énergie nécessaire à l'évaporation de l'eau. Il sert en même temps à emporter l'humidité enlevée au produit sous forme de vapeur (humidité de 0.02 à 0.04 % à la sortie du sécheur). L'atomisation est un procédé très répandu dans l'industrie alimentaire.

I.3.8. Cristallisation bas produit (Crystallization LP and Centrifugals) (section 8):[3]

Cette étape permet de récupérer le sucre encore contenu dans les égouts provenant des cuites Haute Pureté. Cela se fait en trois étapes (jets) dans des cuites et centrifuges. Lors de l'affinage, la séparation du sucre et du sirop de lavage (liqueur d'affinage) nous donne un sirop appelé égout d'affinage. Celui-ci est séparé en deux. L'égout riche est réutilisé comme liqueur d'affinage. L'égout pauvre est envoyé vers cette section pour son épuisement en sucre. Les cuites sont identiques à celle de la cristallisation HP. La première étape nous donne un sucre A qui peut être séché et consommé comme sucre roux ou refondu pour être retraité et obtenir du sucre blanc. Les sucres B et C ne sont que des moyens d'épuisement complémentaires.

L'égout final de la centrifugation de la masse cuite C contient le non sucre et une partie équivalente de sucre qui n'est plus cristallisable qui s'appelle la mélasse.

I.3.9. Utilités (*utilities*) (section9):

Cette section comporte tout ce qui est nécessaire au fonctionnement de la raffinerie en vapeur, eau, gaz carbonique et réseaux de vide. C'est pour cela qu'elle est nommée utilités.

I.3.10. Stockage (*Storage*) (section10):[12]

Finalement, le sucre termine son aventure stocké dans des silos pendant une durée minimum de 48 heures pour assurer la maturation avec de l'air conditionné qui élimine l'humidité résiduelle contenue dans les cristaux de sucre, ou expédié par des camions ou wagons, pour le fournir aux consommateurs et aux industriels utilisateurs de sucre.

I.4. Conclusion

On a entamé ce premier chapitre par la présentation de la composition et la définition du sucre, qui est la matière indirectement concernée par l'étude de la centrifugeuse (vu qu'elle a été principalement conçue pour l'essorage de la masse cuite afin d'obtenir du sucre humide), et ses différentes variétés commercialisées.

Afin d'introduire le prochain chapitre sur l'étude conceptionnelle de la centrifugeuse, il était indispensable de définir le contexte dans lequel la centrifugation s'exécutait. Les étapes de raffinage du sucre blanc y ont été exposées pour comprendre où situer les centrifugeuses le long du processus de raffinage.

Chapitre II :
Présentation de la
centrifugeuse
discontinue
B1750R de BMA

II.1. La société BMA

La centrifugeuse faisant objet de l'étude est fabriquée par la société BMA (Braunschweigische Maschinenbauanstalt AG) fondée à Braunschweig (Allemagne) en 1853. Elle fournit des machines pour la production de sucre à partir de la betterave à sucre, de la canne à sucre et du sucre brut. La société a été fondée sous le nom de Fr. Seele & Co. En 1870, la transformation en une société et le changement de nom a eu lieu.

BMA AG est présente dans le monde entier. Le taux d'exportation est d'environ 90% et les activités couvrent plus de 80 pays dans le monde.

BMA Automation a été fondée en 2004 à Braunschweig et combine les activités d'ingénierie électrique du groupe BMA: MSR et technologie d'entraînement, les systèmes de contrôle de processus, conception du matériel, logiciels, visualisation, Équipements de commutation, la mise en service, Service et maintenance - localement et dans le monde entier pour le groupe BMA et les clients tiers.

Les principaux clients sont la construction mécanique, l'industrie sucrière et l'industrie alimentaire. Machines, étapes de procédés ou usines toutes entières, BMA propose des produits qui incluent des systèmes d'extraction de la betterave à sucre, diffuseurs pour la canne à sucre, et les systèmes de refroidissement, des évaporateurs, la cristallisation continue et discontinue, centrifugeuses continues et discontinues, dispositif de séchage et de refroidissement, et des pompes.

II.2. La centrifugeuse discontinue B1750R

La structure de la centrifugeuse B1750R est donnée par la figure II.1.

II.2.1. L'effet mécanique de la centrifugation (Séparation de phases par accélération centrifuge)[13]

La centrifugation est une opération de séparation mécanique, par action de la force centrifuge, de deux à trois phases entraînées dans un mouvement de rotation. On peut séparer deux phases liquides, une phase solide en suspension dans une phase liquide, voire deux phases liquides contenant une phase solide.

On peut agir sur plusieurs paramètres pour augmenter l'efficacité de la centrifugation :

- le diamètre des particules, en utilisant des flocculants ;
- la différence de densité ;
- la viscosité du fluide, qui diminue avec l'élévation de la température ;
- la surface de base du bol ;
- la vitesse de rotation, qui laisse la plus grande latitude de réglage .

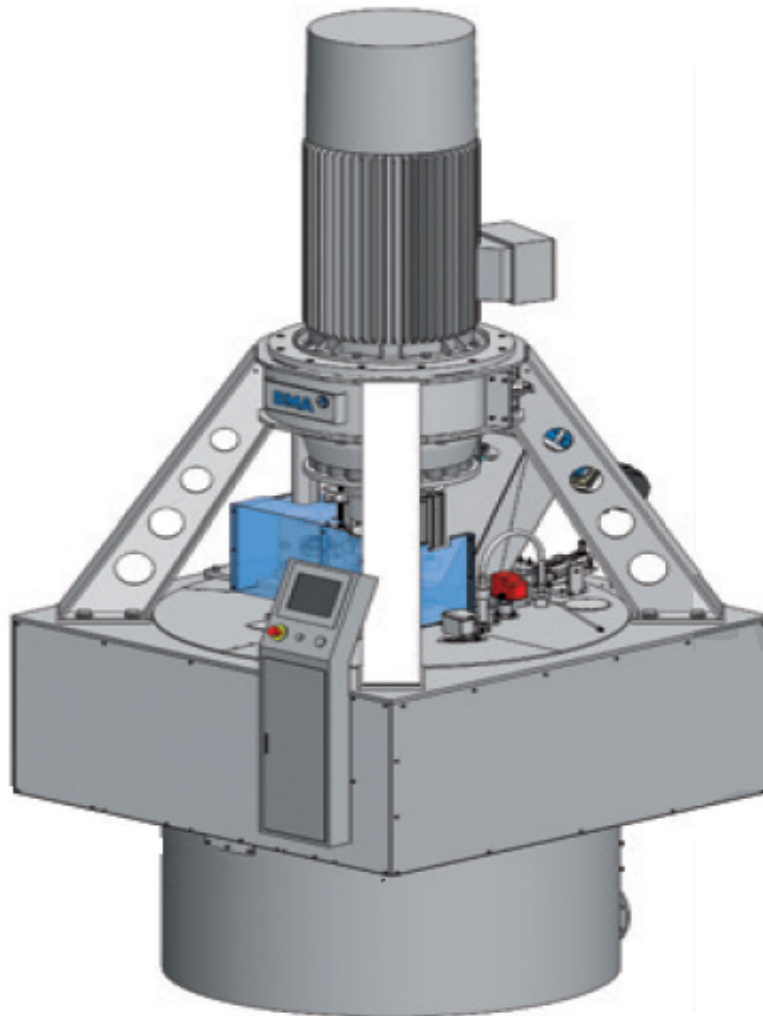


Figure II.1. Vue globale d'une centrifugeuse

II.2.2. Les sous-ensembles constitutifs de la centrifugeuse[2]

Les turbines discontinues de marque BMA (B1750R) sont essentiellement composées de :

II.2.2.1. Les sous-ensembles -1-

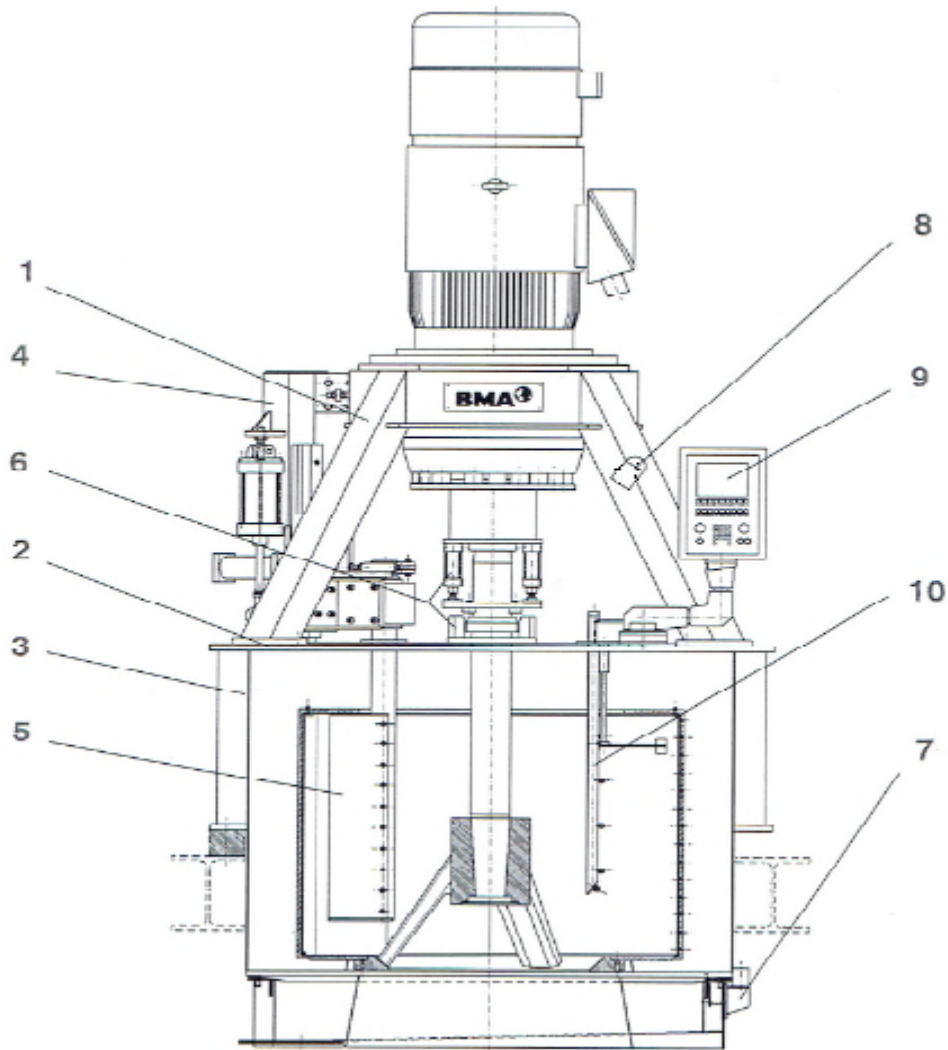


Figure II.2. Les sous-ensembles de la centrifugeuse B1750R (1)

Tableau II.1. Liste des sous-ensembles de la centrifugeuse B1750R (1)

<i>Num</i>	<i>Désignation</i>	<i>Num</i>	<i>désignation</i>
1	Support	2	Couvercle
3	Cuve	4	Partie supérieure du déchargeur
5	Charrue de déchargement (Right)	6	Dispositif de centrage
7	Dispositif interne de séparation des égouts	8	Projecteur
9	Appareil de commande	10	Rampe de clairçage à l'eau

Cuve (Num3) :

La cuve est composée d'une chemise en acier inoxydable, des recouvrements inférieurs et supérieurs, du couvercle en deux pièces et de quatre tubes d'écartement permettant la variation de la hauteur d'installation.

Sur les recouvrements sont disposés les points de réception pour le déchargeur, pour l'appareil de commande et le support, ainsi que les points d'union pour la charpente, dans le couvercle les points de raccordement pour le palpeur de niveau, la rampe clairçage à l'eau, le dispositif de chargement et le dispositif de clairçage à la vapeur.

Le couvercle dispose d'un orifice de montage et d'inspection permettant un contrôle visuel pendant le service et l'accès à la machine pour effectuer les travaux d'entretien ou de conservation.

Centrage (Num6) :

Le dispositif de centrage se compose d'une douille cylindrique fixée sur l'arbre, d'une bague à quatre rouleaux qui, pendant le service, roulent sur la douille, ainsi que de la réception extérieure transmettant les forces produites au couvercle.

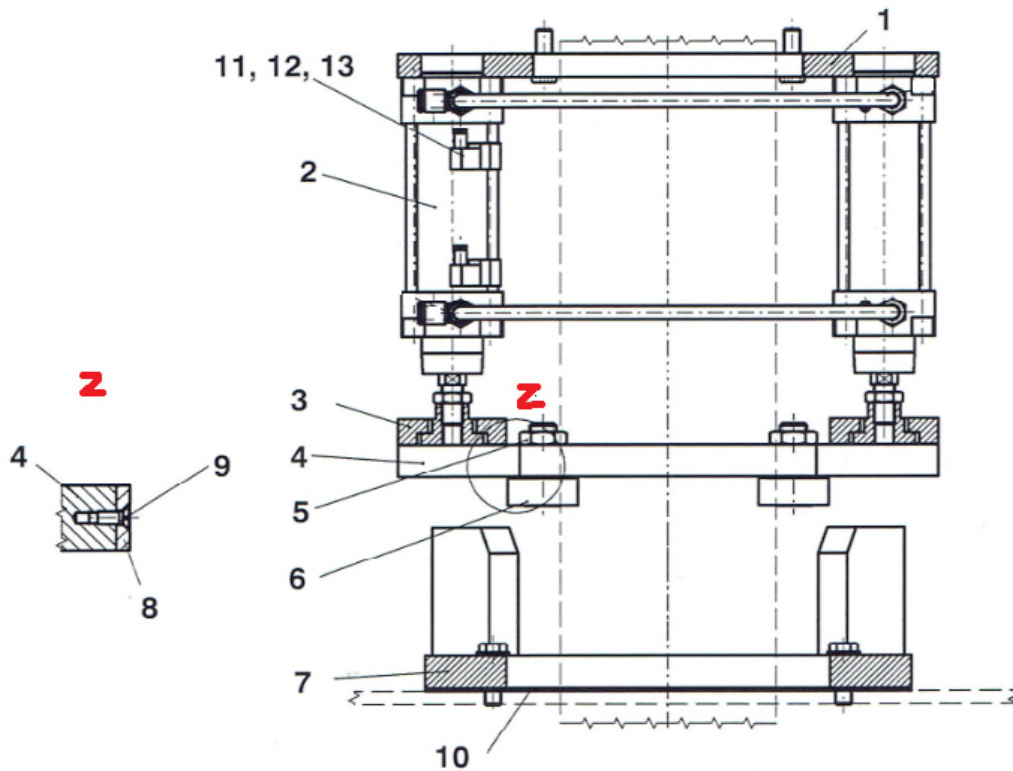


Figure II.3. Dispositif de centrage

Le tableau suivant énumère les éléments constitutifs du dispositif de centrage :

Tableau II.2. Liste des éléments qui constituent le dispositif de centrage

<i>Num</i>	<i>Quantité</i>	<i>Désignation</i>
1	1	Centrage complet
2	2	Vérin pneumatique
3	2	Pièce d'accouplement
4	1	Plaque
5	4	Ecrou borgne
6	4	Galet
7	1	Plaque de centrage
8	4	Plate
9	8	Vis à tête conique
10	1	Plaque
11	2	Détecteur de proximité
12	2	Connecteur
13	2	Pièce de serrage

Support (Num1) :

Le support est composé d'une tête avec quatre pieds de support carrés. La tête est destinée à recevoir l'accouplement et le frein, de manière à ce qu'aucune poussière de freinage ne puisse sortir.

La connexion entre moteur et support est assurée par une bague intermédiaire dont la forme constructive dépend de la bride du moteur.

Le support est guidé dans la cuve moyennant des douilles de serrage pour charges élevées et vissé à celle-ci.

Déchargeur :

Au choix, deux types de déchargeurs peuvent être utilisés. Il est impossible de combiner les deux systèmes:

1. Déchargeur R (tournant à droite, c.à.d. dans le sens de rotation du panier) "celui utilisé dans notre cas".
2. Déchargeur L (tournant à gauche, c.à.d. à l'opposé du sens de rotation du panier)

Déchargeur R (Num4,5) :

Dans ce système, la charrue de décharge entre dans la couche de produit dans le sens de rotation du panier.

Dans sa position de repos, la charrue se trouve environ 20mm au-dessus du fond du panier. Sa longueur correspond à celle du panier moins 3 mm en haut et 2 mm en bas. Par conséquent, le contact avec la couche de produit s'étend sur toute la hauteur du panier.

Après que la centrifugeuse ait atteint la vitesse de sécurité de 100 tr/min, la charrue descend. Une fois la position finale inférieure de la charrue et la vitesse de déchargement de la centrifugeuse atteintes, la charrue commence son mouvement horizontal vers sa position de travail.

Après l'élimination de la couche de produit et une courte phase de séjour approchée du tamis, la charrue retourne à sa position de repos.

Cette réalisation constructive du dispositif de déchargement permet d'atteindre les temps de déchargement extrêmement courts. Un vérin freiné hydrauliquement empêche que la charrue entre dans la couche de produit de façon non intentionnelle. L'huile hydraulique

circule en circuit fermé. Le vérin entier ne nécessite pas d'entretien. Pour pouvoir garantir la sécurité du process de déchargement, le dispositif suivant a été intégré :

La vitesse de sécurité (100 tr/min) programmé dans l'automate, signal d'avertissement du convertisseur, comparaison avec la valeur de vitesse transmise par le générateur tachymétrique (à une vitesse supérieure à la vitesse de sécurité tout mouvement de la charrue de décharge est impossible).

Dispositif de clairçage à l'eau (Num10):

Le dispositif de clairçage à l'eau est composée de la rampe de clairçage à l'eau, du flexible de raccordement orientable et de la vanne d'arrêt à commande pneumatique.

La rampe de clairçage est équipée de buses à jet plat et permet un ajustement radial (pour régler l'angle de pulvérisation en fonction de l'épaisseur de la couche de produit).

Dispositif de clairçage à la vapeur :

Si le clairçage à la vapeur est réalisé avec de la vapeur surchauffée, celui-ci s'effectue avant tout en vue d'un séchage préalable du produit. Dû à la température élevée, une grande partie de l'humidité s'évapore de façon à ce qu'une humidité résiduelle réduite du produit est atteinte.

En cas d'utilisation de vapeur sursaturée, le processus de clairçage à la vapeur sert à laver encore une fois le produit, mais avec une quantité minimale d'eau.

En règle générale: Pour les produits d'une pureté plus élevée, la nécessité d'effectuer un clairçage à la vapeur est moins importante. En cas de sucre affiné, le clairçage à la vapeur aux fins de lavage du sucre est superflu. Pour cela, seulement un clairçage à vapeur surchauffée donne un sens.

Le dispositif de clairçage à la vapeur peut également être utilisé pour un réchauffement préalable de la centrifugeuse.

Dispositif interne de séparation des égouts (Num7):

En principe, le dispositif de séparation des égouts est une vanne à siège qui ouvre et ferme le canal d'égout riche en fonction du temps technologique ajusté.

Les canaux pour égout pauvre et égout riche sont complètement séparés l'un de l'autre, de façon à ce qu'il reste du temps suffisant pour l'évacuation de l'égout respectif. Un mélange des égouts n'est plus possible que sur la paroi de l'enveloppe.

La vanne à siège est actionnée par vérin pneumatique.

Pupitre operateur (Num 9) :

Le pupitre operateur MP 370 Touch de siemens comprend le panneau multifonctions avec un écran tactile 12" monté dans un coffret en acier inoxydable, qui est fixé sur une console orientable permettant de le mettre dans une position la plus confortable pour l'operateur. La protection IP55 assure la protection nécessaire de l'électronique sans poser des problèmes lors du nettoyage.

Les séquences et fonctions de la machine sont représentées graphiquement avec des grandeurs importantes (vitesse, intensité du courant et température du moteur et les vibrations). Ce qui permet une conduite et une surveillance optimales de la machine.

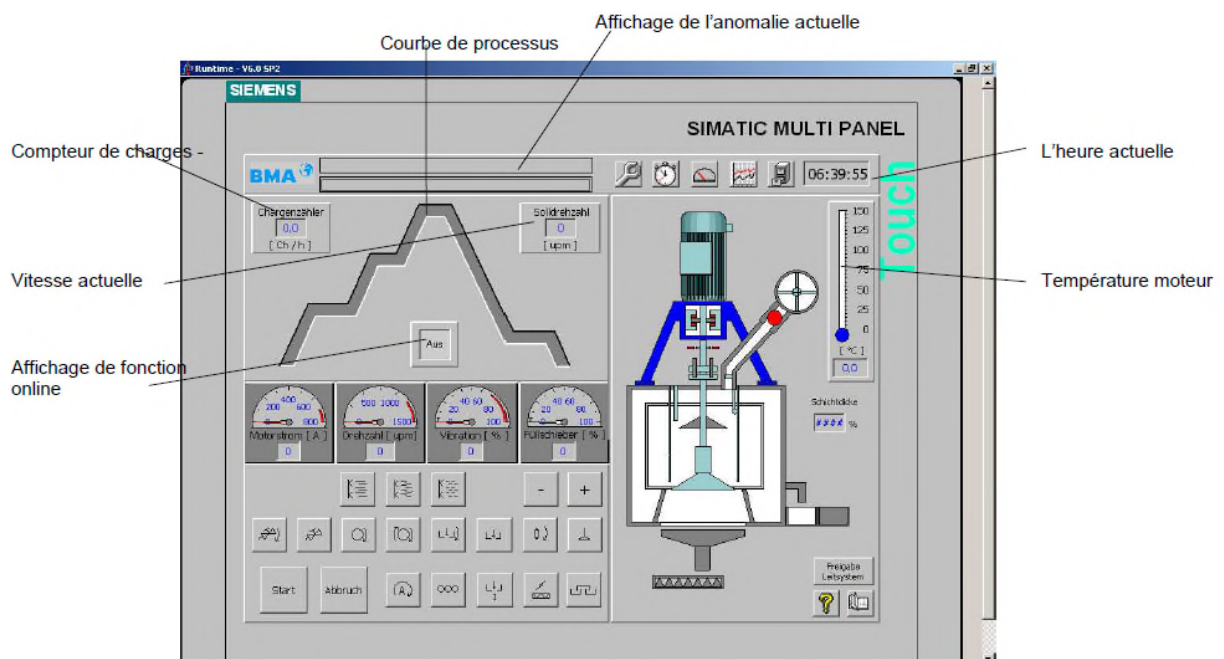


Figure II.4. Le menu affiché sur l'écran tactile du pupitre opérateur

II.2.2.2. Les sous-ensembles -2-

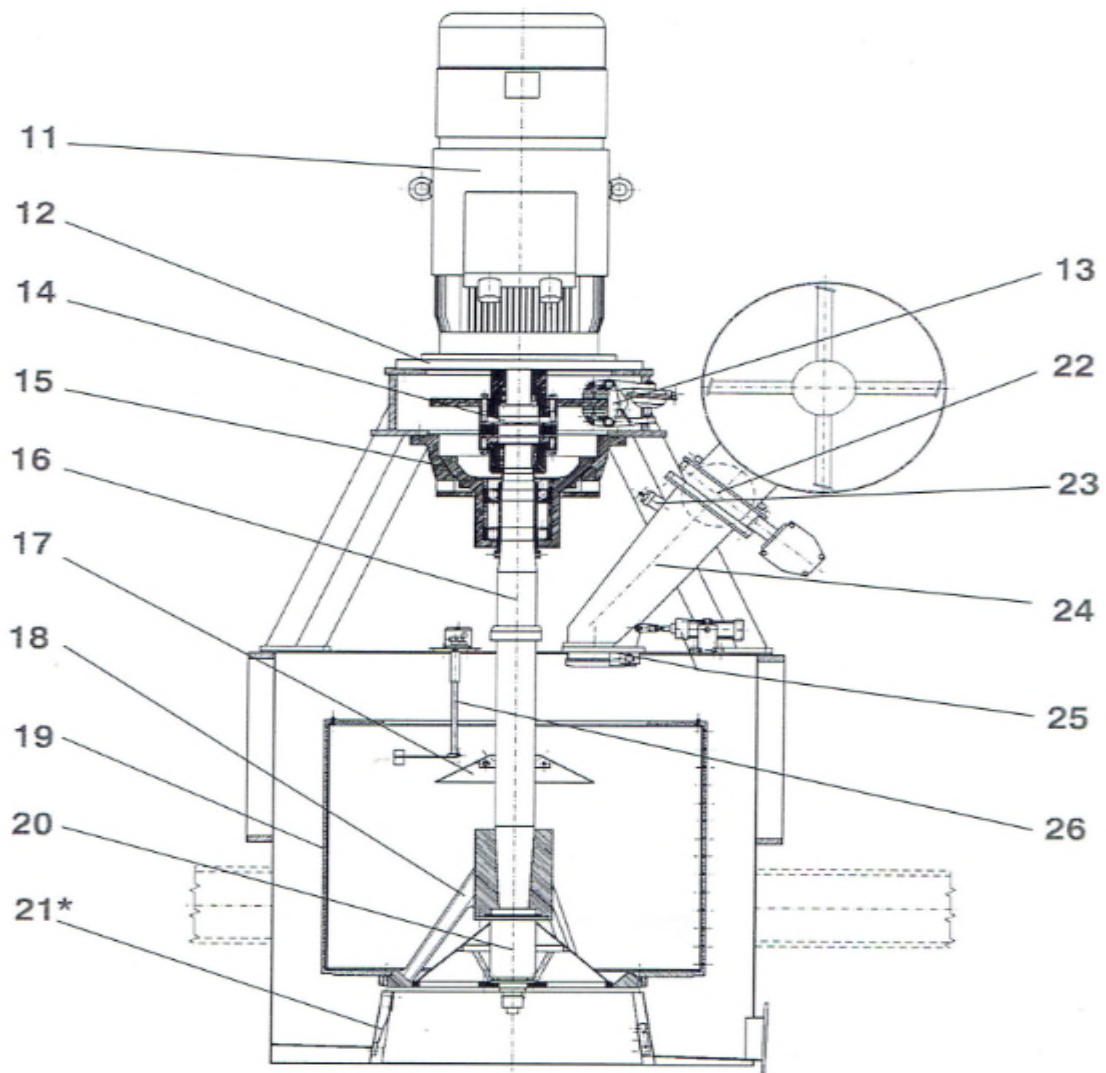


Figure II.5. Les sous-ensembles de la centrifugeuse B1750R (2)

Tableau II.3. Liste des sous-ensembles de la centrifugeuse B1750R (2)

Num	Désignation	Num	Désignation
11	Moteur	12	Bague intermédiaire
13	Frein	14	Accouplement
15	Tête d'entraînement	16	Arbre
17	Plateau de distribution	18	Moyeu
19	Panier (avec tamis)	20	Obturateur de fond
21	Dispositif de nettoyage	22	Vanne de chargement
23	Rinçage de la trémie de chargement	24	Trémie de chargement
25	Clapet de sécurité	26	Palpeur de niveau

Panier (Num19):

Le corps du panier est une construction soudée en acier inoxydable de haute résistance, quant à son enveloppe, elle est perforée sur toute la hauteur. Les perforations d'écoulement présentant un finissage de surface de haute qualité. Le moyeu est vissé au corps du panier.

Le panier est équipé d'une tôle perforée d'une épaisseur de 0,5 mm avec perforation de $\varnothing 0,55$ mm reposant sur une tôle à fontes en pont 6,5 mm d'épaisse.

D'un côté, sa forme spéciale assure un bon appui de la tôle perforée, de l'autre, on obtient ainsi un grand espace libre entre paroi du panier et tôle perforée à travers lequel le sirop peut couler vers les perforations du panier.

Tôle perforée et tôle à fontes en pont sont fabriquées en acier inoxydable.

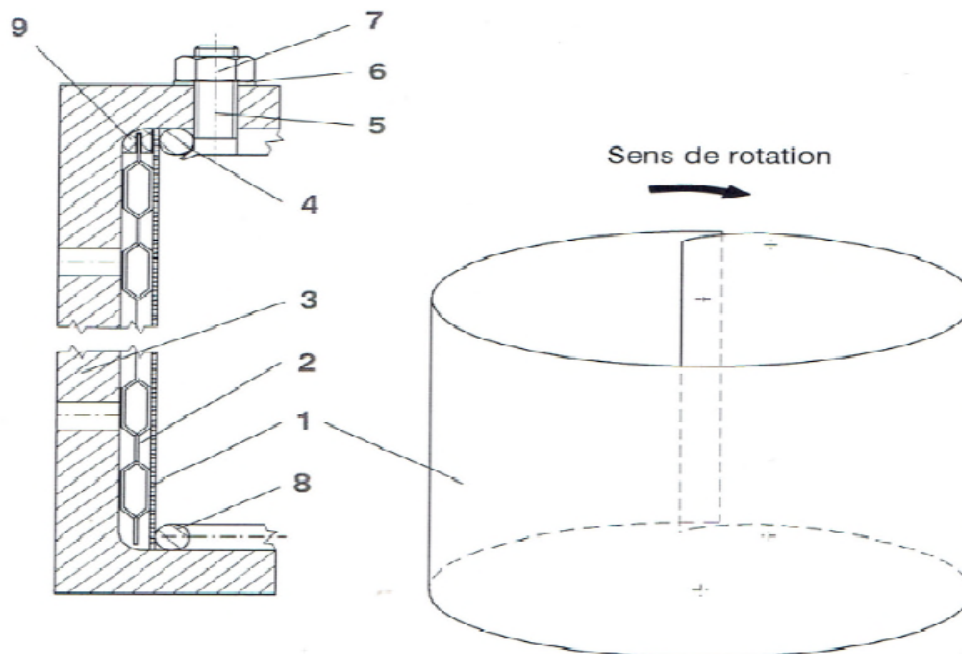


Figure II.6. Tamisage du panier de la centrifugeuse

Tableau II.4. Liste des éléments qui constituent le tamis

<i>Num</i>	<i>Désignation</i>	<i>Num</i>	<i>Désignation</i>
1	Tamis de recouvrement	2	Tamis de soutien
3	Chemise de panier	4	Bague de serrage supérieure
5	Vis de serrage	6	Rondelle d'arrêt
7	Ecrou six-pans	8	Bague de serrage inférieure
9	Joint profilé		

Arbre (Num16) :

En combinaison avec l'accouplement, l'arbre de centrifugeuse transmet le couple de rotation du moteur d'entraînement du panier. L'arbre est produit d'un acier de résistance extraordinairement haute et étudié avec une réserve de sécurité multiple pour la transmission de forces. Il est pourvu d'une protection anticorrosive par nickelage chimique dur dans les parties visibles.

Entrainement (Num 13, 14,15) :

L'entraînement est composé de la tête d'entraînement (Num 15) avec deux roulements permettant le ré-graissage, d'une rotule semi-sphérique pour permettre les mouvements d'oscillation et de ressorts en caoutchouc pour les amortir, de l'accouplement (Num 14), du frein (Num 13), de l'alarme d'oscillations et des transmetteurs de vitesse.

La bague extérieure de l'entraînement est vissée sur le support.

Grace à sa réalisation constructive avec couronne dentée centrale en caoutchouc, l'accouplement peut supporter les mouvements d'oscillations sans être endommagé. Le frein travaille comme "frein d'urgence". Pendant le service en cycles, le freinage est effectué en régime générateur du moteur. Le frein est desserré par pression de ressort et actionné à l'aide d'air comprimé.

Obturateur de fond (Num20):

L'obturateur de fond est un cône en tôle avec bague de centrage montée. En état fermé, cette bague assure le guidage dans le fond du panier et l'obturation envers ce-dernier.

Au niveau de l'ouverture supérieure, le cône est guidé sur une unité pneumatique de cylindre et piston de façon à empêcher que du produit entre dans l'espace se trouvant au-dessous de l'obturateur.

L'unité de cylindre et piston est alimentée en air à travers un passage tournant de façon à ce qu'il est possible de renoncer au montage d'éléments supplémentaires à l'intérieur du panier pour commander l'obturateur.

Palpeur de niveau (Num26):

La régulation automatique de la quantité de masse cuite alimentée se fait par l'intermédiaire du palpeur de niveau fixé sur le couvercle de la cuve.

Au début du process de chargement, le palpeur est libéré par le cylindre pneumatique et, sous la pression d'un ressort, commence son chemin vers la paroi du panier. La couche de masse cuite fait retourner le bras du palpeur. Une fois l'épaisseur de couche préfixée atteinte, un détecteur de valeur limite émet le signal pour l'achèvement du process de chargement (il faut tenir compte d'un égouttement postérieur de masse cuite dû au temps de fermeture de la vanne de chargement). L'impulsion donnée sert en même temps à amorcer le vérin pneumatique qui entraîne le mouvement du bras du palpeur vers le centre du panier.

Le mouvement du vérin pneumatique peut être réglé moyennant la vanne d'étranglement.

Pour varier l'épaisseur de la couche de produit, il est possible d'ajuster le palpeur de niveau en continue depuis l'extérieur et de le bloquer à l'aide d'une poignée en croix.

Dispositif de chargement (Num 22, 25,24):

Le dispositif de chargement se compose de la tubulure pour le raccordement au malaxeur de distribution, de la vanne de chargement à commande pneumatique, du positionneur, de l'unité des fins de course (Num 22), de la trémie de chargement (Num 24) et du clapet de sécurité (Num 25).

Le clapet de sécurité est fermé un peu décalé dans le temps par rapport à la fermeture de la vanne de chargement pour que la masse cuite restante puisse sortir de la trémie de chargement. En outre, la trémie de chargement est rincée pendant cette période de différence. Pendant la phase de chargement, le flux de masse cuite est guidé sur le plateau de distribution par le clapet de sécurité.

Attention: En état fermé, le clapet de sécurité standard ne peut résister qu'à une pression préalable de la masse cuite qui, tout au plus, équivaut à une colonne de produit de 2,3 m!

L'ouverture de la vanne de chargement peut être réglée en continue à des valeurs entre 0 et 100%, afin de réduire l'alimentation successive en masse cuite après l'actionnement du palpeur de niveau et d'optimiser la distribution de la masse cuite par le plateau de distribution.

Dispositif de nettoyage automatique dans la sortie de sucre (Num21):

Il est possible d'installer un dispositif de nettoyage dans le cône de sortie de produit qui empêche de façon efficace la formation d'incrustations. Il s'agit d'une tôle vibratoire conique raccordée avec la cuve moyennant des ressorts et actionnée par moteurs pneumatiques de vibration.

Le dispositif de nettoyage devrait être actionné à peu près toutes les 2 à 3 heures, c.-à-d. à intervalles d'environ 55 cycles, mais peut être ajusté librement.

Variateurs de vitesse:[14]

SINAMICS S150 sont des convertisseurs de fréquence présentés en armoire. Ils ont été conçus pour des entraînements à vitesses variables à hautes performances dans la construction de machines et d'installations. Ces armoires couvrent la gamme de puissance de 75KW à 1200KW. Elles conviennent en particulier pour une utilisation à vitesse variable présentant:

- des exigences élevées en matière de réponse dynamique et de précision de vitesse ;
- des cycles de freinage fréquents avec des énergies de freinage élevées ;
- un fonctionnement quatre quadrants.

L'utilisateur dispose d'un pupitre opérateur simple, l'AOP30 présent sur la face avant de l'armoire et affichant un texte d'aide et des graphiques.

Fonctions Software :

- Redémarrage automatique suite à une panne de réseau ou une perturbation ;
- Connexion du variateur à un moteur en rotation ;
- Identification automatique du moteur pour un contrôle optimal ;
- Temps d'accélération et de décélération paramétrables ;
- Lissages des rampes paramétrables.

Tableau II.5. Caractéristiques techniques et électriques du variateur de vitesse

Tensions d'alimentation	380 à 480 V triphasé, +/-10 % 660 à 690 V triphasé, +/-10 %
Puissances nominales	75 à 1200 kW
Types de réseau	TN/TT ou IT
Fréquence du réseau	47 à 63 Hz
Fréquence de sortie	0 à 300 Hz
Mode de commande	Commande vectorielle avec ou sans codeur ou caractéristique V/f
Fréquences fixes	16 fréquences fixes, paramétrables
Bandes de fréquence occultées	4, paramétrables
Bornier utilisateur	Entrées/sorties TOR Entrées/sorties analogiques Entrées pour sonde température du moteur Nombre variable
Interface de communication	PROFIBUS DP en standard
Mode de freinage	Fonctionnement quatre quadrants en standard

Moteur (Num 11):

Son rôle c'est d'assurer le mouvement rotatif du panier. Il est lié rigidement au bâti. Commandé par le variateur de vitesse afin de satisfaire les contraintes de l'évolution des phases du cycle.

L'arbre du moteur et celui du panier sont accouplés élastiquement pour permettre l'absorption des vibrations du balourd éventuel. Le moteur présente les caractéristiques suivantes : ABB – moteur asynchrone de 250 KW - 1744 tr/mn – $\cos(\alpha)$ 0,8.

II.2.2.3. Les fins de courses :

Les fins de courses sont réparties sur le système pour permettre une automatisation meilleure.

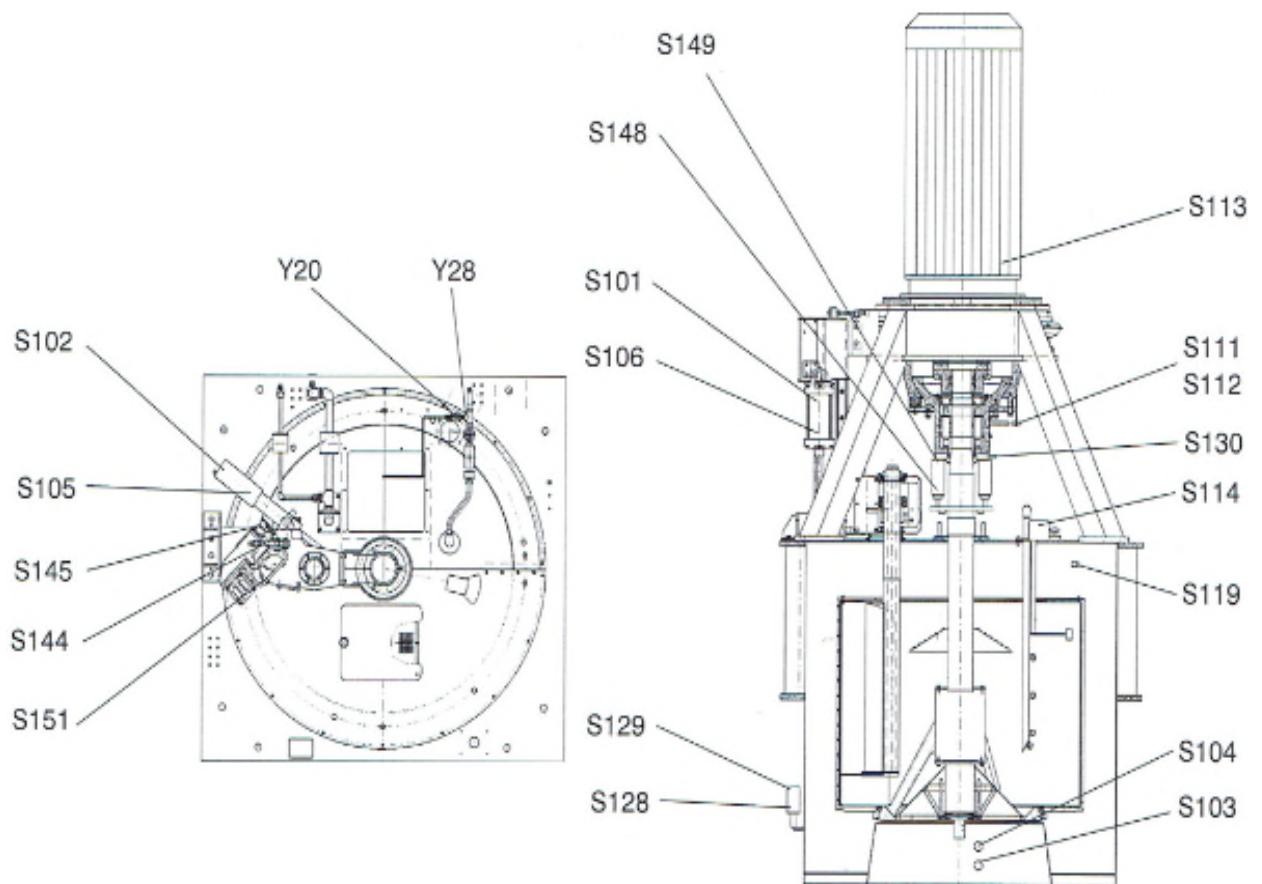


Figure II.7. Les fins de courses

Tableau II.6. Liste des fins de course du système

<i>Désignation</i>	<i>Type</i>	<i>Fonction</i>
S149	Détecteur de proximité	Arbre non centré
S148	Détecteur de proximité	Arbre centré
S101	Détecteur de proximité	Déchargeur en haut
S106	Détecteur de proximité	Déchargeur en bas
S128	Détecteur de proximité	Séparation d'égout pauvre ouverte
S129	Détecteur de proximité	Séparation d'égout riche ouverte

S103	Détecteur de proximité	Obturbateur de fond ouvert
S104	Détecteur de proximité	Obturbateur de fond fermé
S119	Interrupteur de pression MCS4	Frein desserré
S114	Fin de course mécanique I-U1ZW	Palpeur de niveau
S130	Détecteur de proximité IGA 3008 BPKG	Générateur tachymétrique
S111 S112	Détecteur de proximité IGA 3008 APKG(2x)	Oscillations
S113	Interrupteur à chute de bille/mesure électronique d'oscillation	Contrôle d'oscillations
S102	Détecteur de proximité	Déchargeur en position de repos
S105	Détecteur de proximité	Déchargeur en position de travail
S144	Détecteur de proximité	Déchargeur verrouillé
S145	Détecteur de proximité	Déchargeur non verrouillé
S151	Détecteur de proximité	Contrôle de surcharge
S115	Micro-rupteur ou détecteur de proximité	Vanne de chargement fermé
S132	Interrupteur à pression	Garde-pression circuit d'air principal
Y20	Electrovanne	Rinçage de la trémie de chargement
Y28	Electrovanne	Rinçage du déchargeur R

Contrôle d'oscillations :

Pour protéger la centrifugeuse, deux interrupteurs d'oscillation et un interrupteur de vibration sont montés.

Les interrupteurs sont destinés à :

- Détecter d'une façon préventive les battements du panier, de l'arbre et de l'obturbateur contre la cuve de centrifugeuse et les empêcher.
- Protéger la centrifugeuse contre les vibrations excessives dues aux balourds dans le panier ou par exemple à un arbre déformé

II.3. Les caractéristiques de la B1750R

L'essoreuse centrifuge se distingue aux autres types de centrifugeuses de la série B par les caractéristiques suivantes :

Tableau II.7. Liste des Caractéristiques de la B1750R[4]

<i>Type de la centrifugeuse</i>		B1750R
<i>Poids de charge par cycle</i>	<i>kg</i>	1750
<i>Volume du panier</i>	<i>Litre</i>	1107
<i>Epaisseur de couche de produit max</i>	<i>mm</i>	230
<i>Vitesse max</i>	<i>tr/min</i>	1080
<i>Facteur de centrifugation max (coefficient d'essorage)</i>		1004
<i>Entraxe</i>	<i>mm</i>	2300
<i>Nombre de cycles</i>	<i>environ. cycle/h</i>	27
<i>Débit de masse cuite</i>	<i>environ. tonne/h</i>	44
<i>Puissance moteur d'entraînement 400v/460v</i>	<i>environ. kW</i>	287/331
<i>Diamètre du panier</i>	<i>mm</i>	1540
<i>Hauteur du panier</i>	<i>mm</i>	1170
<i>Poids (Centrifugeuse + Moteur)</i>	<i>tonne</i>	8,3 - 9

II.4. Le cycle d'uneessoreuse discontinue

Les centrifugeuses discontinues travaillent de façon entièrement automatique et par cycles. Un cycle se compose de :

- chargement ;
- accélération ;
- essorage ;
- freinage ;
- déchargement ;
- lavage des tamis.

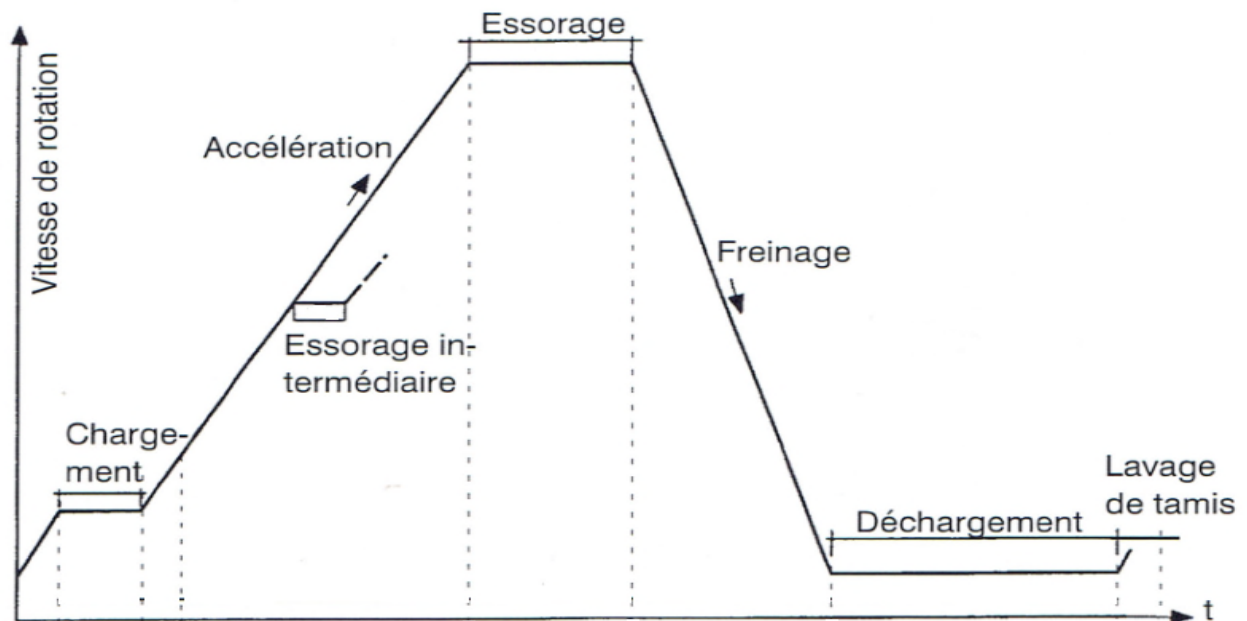


Figure II.8. Le graphe représentant les séquences du déroulement du cycle

Selon produit, exécution de la machine, et variante de l'entraînement, il est possible de réaliser jusqu'à 25 cycles/h.

Au début d'un cycle, la centrifugeuse fonctionne à la vitesse de chargement (ajustable entre 120 et 250 tr/min), quand la vanne de chargement s'ouvre (jusqu'à la consigne fixée, par exemple 70%), la masse cuite entre dans le tube d'entrée.

A travers le clapet de sécurité, le flux de masse cuite est guidé vers le plateau de distribution et réparti d'ici régulièrement dans le panier.

Une fois l'épaisseur de masse cuite souhaitée atteinte, le palpeur de niveau émet le signal pour la fermeture de la vanne de chargement. Une fois la vanne de chargement fermée, le lavage du tube d'entrée et l'accélération à la vitesse d'essorage commence. Le clapet de sécurité se ferme de façon temporisée.

Pendant la phase d'accélération, les opérations de clairçage à la vapeur et à l'eau sont réalisées, un peu décalé dans le temps l'une envers l'autre. Après avoir appliqué le clairçage à l'eau, le dispositif de séparation des égouts passe en position "égout riche". Pendant les phases d'accélération et d'essorage, la plus grande quantité possible de liquide (d'abord égout pauvre puis égout riche) est amenée vers les canaux d'évacuation des égouts de la cuve.

Après la phase de freinage, environ à une vitesse entre 80 et 40 tr/min (selon le dispositif de chargement), le processus de chargement commence. Pendant quelques

révolutions du panier, le déchargeur écarte la couche de produit de la paroi du panier en dirigeant les cristaux vers l'ouverture se trouvant dans le fond du panier.

Avant le processus de déchargement, cette ouverture a été libérée par l'obturateur de fond.

Le produit tombe de la sortie de la cuve dans les unités de transport postposées.

Une fois le processus de déchargement achevé, le lavage des tamis est effectué pendant que la centrifugeuse accélère de nouveau à la vitesse de chargement.

Après la fin du lavage et le passage du dispositif de séparation des égouts éventuellement existant en position "égout pauvre". Il est possible de commencer automatiquement ou manuellement un nouveau cycle.[2]

II.5. Domaines d'utilisation:

Les centrifugeuses discontinues BMA de la série B, de commande automatique, sont appropriées pour l'essorage de toutes les masses cuites de sucre raffiné, de sucre blanc et de sucre roux qui se présentent en sucrerie.

On peut également les utiliser dans la séparation des solides cristallins et de liquides dans diverses branches de l'industrie alimentaire et chimique, comme par exemple pour le dextrose, le fructose, le sulfate de sodium, l'acide citrique et le glutamate mono-sodique.[8]

II.6. Conclusion

Guidé par le besoin croissant de machines performantes et robustes par les investisseurs dans le domaine de l'industrie sucrière, la société BMA comme énoncé dans ce chapitre a pu répondre à ces exigences par ses différents produits (dont les centrifugeuses continues et discontinues) qui varient selon la volonté de l'acquéreur.

On a constaté que la centrifugeuse exploitait l'effet de la centrifugation pour réaliser la fonction pour laquelle elle a été conçue (c.à.d. l'essorage). Puis on a énuméré les composants d'une centrifugeuse B1750R, et montré le rôle de chacun d'eux dans le fonctionnement global de la turbine (centrifugeuse), tel que les fins de courses, le déchargeur, le panier, l'obturateur,...etc.

Nous avons aussi vu certaines caractéristiques et décrit le fonctionnement de la machine à travers l'évolution de son cycle, puis donner quelques utilisations de la centrifugeuse.

Nous aurons besoins de la compréhension du fonctionnement de la centrifugeuse, ainsi que de la connaissance de ses composantes pour entamer le prochain chapitre parlant sur l'automatisation du procédé de l'essoreuse.

Chapitre III :

L'automatisation du procédé de la centrifugeuse

III.1. Généralités sur les systèmes automatisés

III.1.1. Introduction

L'automatisation est considérée comme l'étape d'un progrès technique où apparaissent des dispositifs techniques susceptibles de seconder l'homme, non seulement dans ses efforts musculaires, mais également dans son travail intellectuel de surveillance et de contrôle.

Dans l'industrie, les automatismes sont devenus indispensables. Car, ils permettent d'effectuer quotidiennement les tâches les plus ingrates, répétitives et dangereuses. Parfois, ces automatismes sont d'une telle rapidité et d'une telle précision, qu'ils réalisent des actions impossibles pour un être humain. L'automatisme est donc synonyme de productivité et de sécurité.

C'est l'avènement de systèmes électroniques qui a permis son développement:

- Les capteurs analogiques ou numériques;
- Les automates programmables industriels (PLC en anglais: Programmable Logic Controller);
- Les bus de communication (CAN, CANopen, Profibus...);
- La vision 2D ou 3D.

III.1.2. Le système technique automatisé

Un système technique est un ensemble d'éléments organisés issus de différentes technologies (électronique, informatique, mécanique, pneumatique, hydraulique...) qui servent à réaliser une fonction globale. La finalité d'un système technique est d'apporter une *valeur ajoutée* à la *matière d'œuvre*.

L'automatisation d'un système technique consiste à transférer tout ou une partie des tâches de coordination, auparavant exécutées par des opérateurs humains, dans un ensemble d'objets techniques appelé partie commande.

La partie commande mémorise le savoir faire des opérateurs pour obtenir la suite des actions à effectuer sur les matières d'œuvre afin d'élaborer la valeur ajoutée.

Elle exploite un ensemble d'informations prélevées sur la partie opérative pour élaborer la succession des ordres nécessaires pour obtenir les actions souhaitées.

Note:

La matière d'œuvre: C'est le produit qui subit l'intervention du système (matière, information, énergie,...).

La valeur ajoutée: C'est la modification des caractéristiques de la matière d'œuvre après passage dans le système (transformation, déplacement, stockage,...).

III.1.3. La structure fonctionnelle d'un système automatisé

Du point de vue fonctionnel, un système automatisé peut être considéré comme la coordination d'une chaîne d'information et d'une chaîne d'énergie, comportant chacune une fonction et un rôle à garantir.

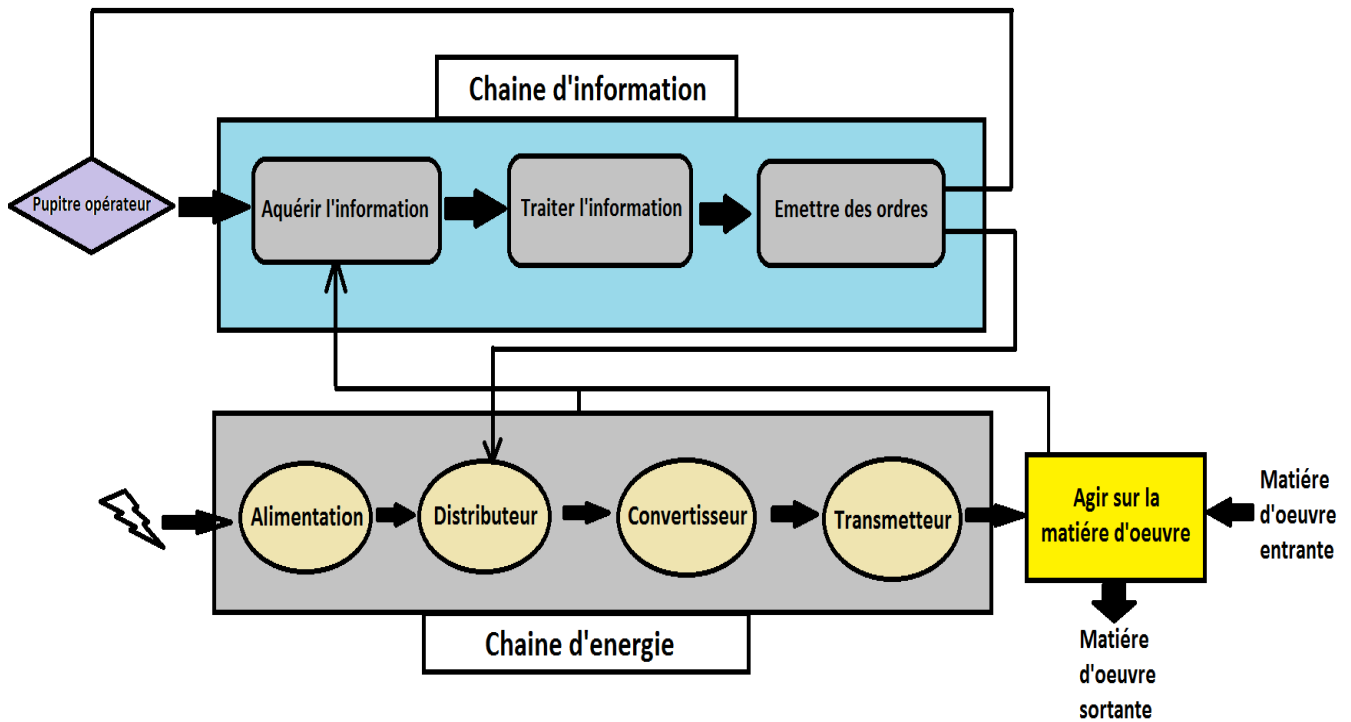


Figure III.1. Structure fonctionnelle d'un système automatisé

La chaîne d'information:

Après que l'information ait été prélevé sur la chaîne d'acquisition (fins de courses, capteurs, pupitre, etc.), elle sera traitée par la partie commande (systèmes électroniques programmables ou pas). Cette dernière enverra des ordres aux distributeurs et en même temps au pupitre opérateur pour affichage.

La chaîne d'énergie:

L'alimentation assure la mise en forme de l'énergie externe en énergie compatible avec la chaîne d'action, puis le distributeur va se charger de distribuer cette énergie aux actionneurs (les organes convertisseurs d'énergie) et sera transmise vers les organes de transmissions (transmetteurs) pour enfin agir sur la matière d'œuvre.

III.1.4. La structure matérielle d'un système automatisé[15]

Tout système automatisé se compose généralement de trois parties distinctes. Chacune a une fonction à remplir pour permettre la stabilité et la continuité du système. Le schéma de la figure III.2 illustre les interactions existantes entre ces parties.

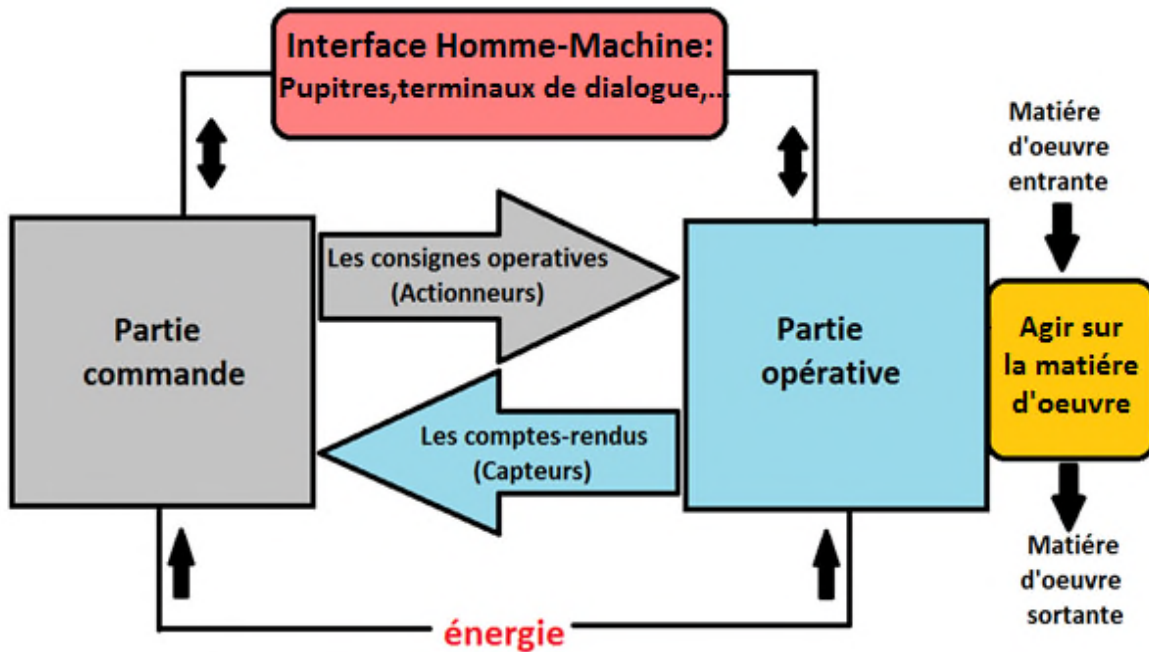


Figure III.2. La structure matérielle d'un système automatisé

III.1.4.1. La partie opérative

La partie opérative est aussi appelée partie puissance, c'est le processus physique à automatiser. Elle agit sur la matière d'œuvre à partir de consignes élaborées par la partie commande et génère des comptes-rendus à destination de celle-ci. Cette partie se compose de deux ensembles, la chaîne d'action et la chaîne d'acquisition :

La chaîne d'action: c'est elle qui est chargé d'agir sur la matière d'œuvre en fonction des consignes émises par la partie commande. On distingue trois éléments, quelque soit la technologie employée :

Les pré-actionneurs :

Un pré-actionneur est un élément qui, sur réception d'un ordre de la partie commande, fournit à l'actionneur qui lui est associé l'énergie requise pour fonctionner. Les pré-actionneurs utilisés avec les actionneurs électriques sont principalement les contacteurs magnétiques et les variateurs de vitesse. Pour les actionneurs pneumatiques et hydrauliques, les pré-actionneurs les mieux adaptés à la tâche sont les distributeurs électropneumatiques ou électro-hydrauliques, selon le cas.

Les actionneurs:

Les actionneurs ont pour but de convertir une énergie d'entrée sous une certaine forme en une énergie sous une forme différente adaptée à l'opération à effectuer.

Les actionneurs peuvent être classés selon le type d'énergie, tels que les actionneurs électriques, pneumatiques, hydrauliques ou mécaniques. On les classe aussi selon la manière de mise en œuvre, tels que les actionneurs de type Tout ou Rien (TOR) comme le vérin pneumatique ou proportionnels comme le moteur électrique.

Les effecteurs:

C'est l'élément de la chaîne qui est en contact avec la matière d'œuvre. Il se charge d'agir sur cette dernière.

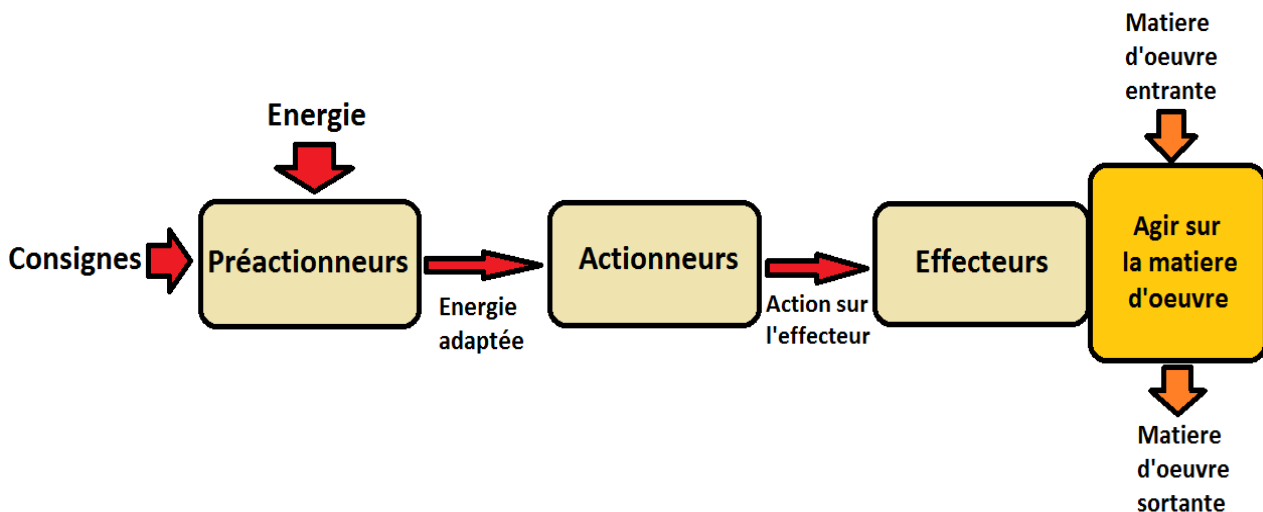


Figure III.3. Les éléments d'une chaîne d'action

La chaîne d'acquisition:

L'élément essentiel de la chaîne d'acquisition est le capteur. Il sert à acquérir les différents états du système. Il est capable de générer un signal exploitable par la partie commande à partir de phénomènes physiques tel que : le déplacement, la pression, la température, la force, la vitesse, etc. L'information est prélevée sur la matière d'œuvre, la partie opérative ou sur l'environnement du système.

Les capteurs, selon l'information qui en ressort, se divisent en trois groupes:

Les capteurs (détecteurs) Tout Ou Rien (TOR): fournissent une information électrique binaire car ils caractérisent une grandeur qui ne peut prendre que deux états (vrai ou faux, présent ou absent,...).

Les capteurs analogiques: fournissent une information électrique à intensité variable en courant (4-20 mA) ou en tension (0-10 V), ils caractérisent l'état réel d'une grandeur physique. Cette information est convertie en valeur numérique puis stocké dans un registre de l'automate pour être ensuite traité.

Les capteurs (codeurs) numériques: fournissent une information électrique constitué de plusieurs signaux logiques émis simultanément (liaison parallèle), ou d'un signal logique (train d'impulsions logiques sur une liaison série) nécessitant un traitement par la partie commande.⁹

III.1.4.2. La partie commande

La partie commande est le cerveau du système automatisé. Sa mission se résume à assurer le traitement des données prélevées en continue sur le process par comparaison aux consignes fournies par l'utilisateur, et à piloter la partie opérative en coordonnant la succession de ses actions avec la finalité d'agir (transformation, déplacement et/ou stockage) sur la matière d'œuvre.

Le traitement des données est en fonction de règles décrites par des équations logiques, un programme, un grafcet,...etc. La commande peut être réalisé par l'intermédiaire d'un automate, d'un ordinateur ou par un circuit logique câblée (séquenceur).

L'automate programmable industriel est le composant de traitement le plus apprécié en industrie en raison de ses qualités spécialement étudié pour l'emploi industriel par les fabricants.

III.1.4.2.1. Les langages utilisés pour la programmation[5]

Il existe plusieurs langages de programmation supportés par les automates pour permettre aux automaticiens un libre choix quant à leur préférence en le domaine. On peut citer quelques-uns :

Schéma à relais (LD ou LADDER) :LADDER est un langage de programmation graphique. La représentation est inspirée des schémas de circuits.

Le programme est représenté dans un ou plusieurs réseaux. Un réseau contient sur le bord gauche une barre conductrice dont partent les circuits. Les requêtes des signaux binaires sont placées sur les circuits sous forme de contacts. La disposition en série des éléments sur un circuit crée un montage en série, la disposition sur des branches ET crée un montage en parallèle. Les fonctions complexes sont représentées par des boîtes.

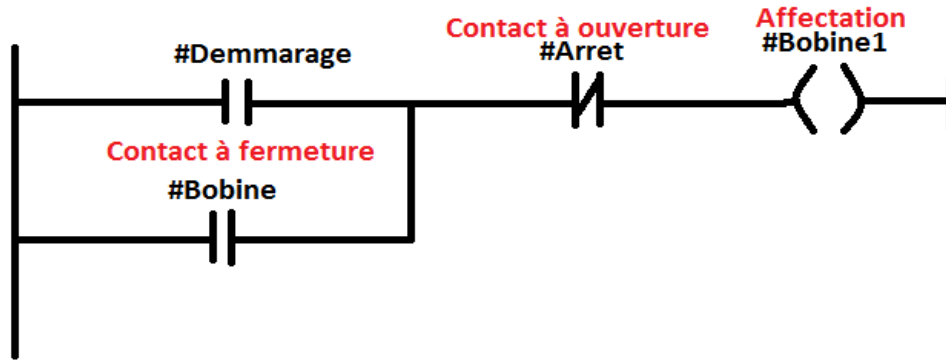


Figure III.4. Réseau contenant des contacts

Instruction List (IL): Le langage de programmation LIST (liste d'instructions) est un langage textuel proche du langage machine. Chaque instruction correspond à une étape de l'exécution du programme par la CPU. Vous pouvez regrouper plusieurs instructions en réseaux.

Structured text (ST): Langage informatique de même nature que le Pascal, il utilise les fonctions comme *if ... then ...else ...* (si ... alors ... sinon ...).

Fonction bloc diagram (FBD): Langage graphique où des fonctions sont représentées par des rectangles avec les entrées à gauche et les sorties à droite. Les blocs sont programmés (bibliothèque) ou programmables.

Structured control language (SCL): Le langage de programmation SCL optionnel est un langage évolué textuel, dont la structure de langage correspond pour l'essentiel à la norme CEI 1131-3. Grâce à ses instructions en langage évolué et contrairement au langage LIST, ce langage proche du PASCAL simplifie entre autres la programmation de boucles et de branches conditionnelles. SCL est de ce fait tout particulièrement adapté au calcul de formules, aux algorithmes d'optimisation complexes ou à la gestion de grandes quantités de données.⁹

III.1.4.2.2. Comparaison des langages[6]

Le tableau III.1. représente les avantages et les inconvénients de chaque langage de programmation:

Tableau III.1. Certains avantages et inconvénients des langages de programmation pour automates.

Langages	Avantages	Inconvénients
LD	-facile à lire et à comprendre par la majorité des électriciens. -langage de base de tout PLC.	-suppose une programmation bien structurée.

FBD	-Très visuel et facile à lire.	-Peut devenir très lourd lorsque les équations se compliquent.
ST	-Langage de haut niveau (langage pascal) Pour faire de l'algorithmique.	-Pas toujours disponible dans les ateliers logiciels.
IL	-langage de base de tout PLC type assembleur.	-très lourd et difficile à suivre si le programme est complexe. -Pas visuel.
SFC	-Description du fonctionnement (séquentiel) de l'automatisme. -Gestion des modes de marches.	-Peu flexible. -Pas toujours accepté dans l'industrie...

III.1.4.2.3. Le grafcet[7]

Le Grafcet(Graphe de Commande Etape/Transition) est un outil pour l'analyse du fonctionnement d'un automatisme, particulièrement bien adapté aux systèmes à évolution séquentielle, c'est l'outil de représentation graphique du cahier des charges qui accompagnera le système automatisé, de sa conception à son exploitation. Il est associé à la norme internationale IEC 60848.

Le Grafcet est utilisé par certain fabricants d'automates pour la programmation, parfois associé à un langage de programmation, en fait c'est un langage de spécification d'automatismes.

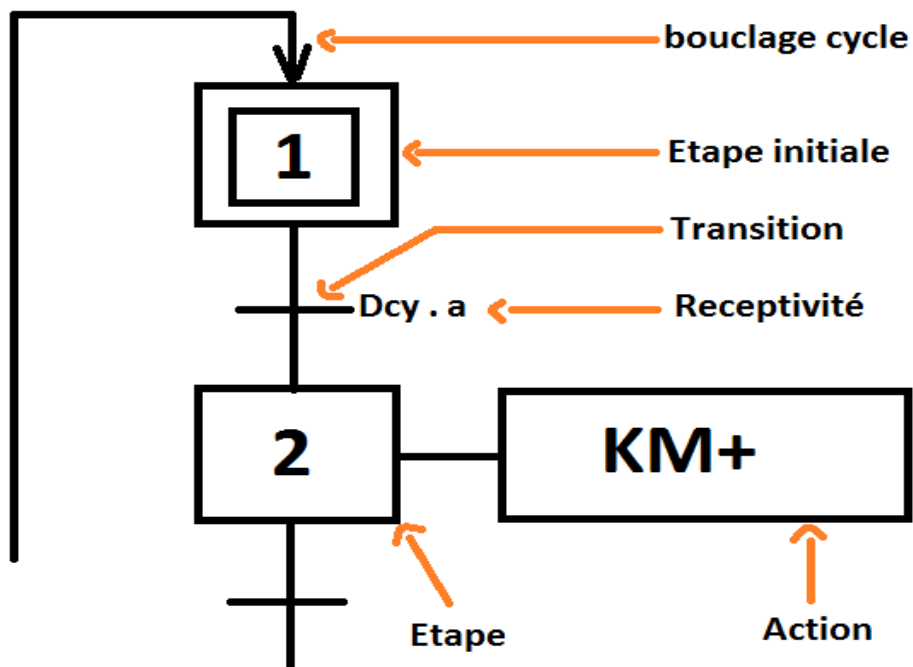


Figure III.5. Représentation du modèle Grafcet

Règles d'évolution d'un Grafset :

1. *première Règle-situation initiale:* La situation initiale est la situation à l'instant initial.
2. *deuxième Règle-Franchissement d'une transition:* Une transition est dite validée lorsque toutes les étapes immédiatement précédentes reliées à cette transition sont actives. Une transition est franchissable lorsque la transition est validée ET lorsque la réceptivité associée à cette transition est vraie. Une transition franchissable est obligatoirement franchie.
3. *troisième Règle-Evolution des étapes actives:* Le franchissement d'une transition entraîne simultanément l'activation de toutes les étapes immédiatement suivantes et la désactivation de toutes les étapes immédiatement précédentes reliées à cette transition.
4. *quatrième Règle-Evolutions simultanées:* plusieurs transitions simultanément franchissables sont simultanément franchies.
5. *cinquième Règle-Activation et désactivation simultanée d'une étape:* si une même étape est simultanément activée et désactivée, elle reste active.

III.1.4.3. L'interface homme-machine

Composé des pupitres de commande et de signalisation, dans le but d'établir le dialogue entre l'opérateur et la partie commande. Il permet à l'opérateur de commander le système (marche, arrêt, départ cycle ...) et de définir les consignes. Il permet également de surveiller l'évolution du système à l'aide de voyants, de terminal de dialogue,...

III.1.5. Objectifs de l'automatisation

L'automatisation a pour objectif ultime de remplacer l'homme pour les tâches pénibles et/ou répétitives, néanmoins on peut en citer d'avantages:

- Booster la compétitivité de l'entreprise en améliorant la qualité du produit et en augmentant la productivité du système;
- S'adapter aux contextes particuliers (environnement hostiles à l'homme, tâches physiques ou intellectuelles pénibles, ...);
- Améliorer les conditions de travail en écartant les tâches les plus pénibles et en renforçant la sécurité ;
- Economiser les matières premières et l'énergie et la réduction des coûts de production.

III.2. L'automate programmable industriel S7-300

III.2.1. Historique sur les APIs

Les automates programmables sont apparus aux USA vers les années 1969, avant même que n'existent les microprocesseurs. Les premiers processeurs d'automates furent donc construits à l'aide des circuits intégrés disponibles à l'époque. A l'époque ils étaient destinés essentiellement à automatiser les chaînes de montages automobiles, ils sont de plus en plus employés dans l'industrie.

De 1970 à 1974, la technologie des microprocesseurs (du moins les premiers) ajoutèrent une plus grande flexibilité et une « intelligence » à l'automate programmable. Les capacités d'interface avec l'utilisateur s'améliorent. L'automate programmable peut maintenant exécuter les opérations arithmétiques en plus des opérations logiques; il manipule les données et les adresses ; il effectue la communication avec d'autres automates ou ordinateurs, donnant ainsi une nouvelle dimension aux applications de l'automate programmable.

Depuis, les automates programmables utilisent une mémoire non-volatile pour emmagasiner les instructions. Ces derniers accompliront des fonctions logiques, arithmétiques, de temporisation, de comptage et de manipulation des données. En plus, les fonctions de contrôle PID et d'autres fonctions complexes comme le contrôle numérique de processus sont présentes. Puisque les automates programmables ont été conçus pour accomplir des opérations semblables à celles des relais, la programmation est basée généralement sur la nomenclature des diagrammes en échelle (ou schéma à relais).

Ce qu'il est important de noter c'est que les automates furent au départ, et restent encore maintenant, des machines conçues par des automaticiens pour des automaticiens, indépendamment donc des constructeurs d'ordinateurs. Leur parfaite adéquation aux besoins industriels en est la conséquence la plus marquante.



Figure III.6. Parmi les fabricants d'API les plus reconnus

III.2.2. Les avantages des APIs[6]

Evolutivité: très favorable aux évolutions, très utilisé en reconstruction d'armoire.

Fonctions: assure les fonctions conduites, dialogue, communication et sureté.

Taille des applications: gamme importante d'automates.

Vitesse: temps de cycle de quelque ms.

Modularité: haute modularité, présentation en rack.

Développement d'une application et documentation: très facile avec des outils de programmation de plus en plus puissant.

Architecture de commande: centralisée ou décentralisée avec l'apparition d'une offre importante en choix en réseaux, bus de terrain, blocs E/S déportées.

Mise en œuvre: mise au point rendu facile avec l'apparition des outils de simulation PO.

Maintenance: échange standards et aide au diagnostique intégrée.

Portabilité d'une application: norme IEC 1131.

III.2.3. Domaines d'emploi des APIs

On utilise les API dans tous les secteurs industriels pour la commande des machines (convoyage, emballage ...) ou des chaînes de production (automobile, agroalimentaire ...) ou il peut également assurer des fonctions de régulation de processus (métallurgie, chimie ...).

Il est de plus en plus utilisé dans le domaine du bâtiment (tertiaire et industriel) pour le contrôle du chauffage, de l'éclairage, de la sécurité ou des alarmes.

III.2.4. Structure des APIs S7-300 de siemens

III.2.4.1. Structure interne[8]

La Figure III.7 représente essentiellement les éléments constituant d'un automate programmable industriel. Chaque élément a un rôle particulier dans le schéma global.

Le processeur

Etant donné ses capacités universelles de traitement, le microprocesseur peut évidemment assurer les fonctionnalités demandées à un automate. Il est possible de faire correspondre au jeu d'instructions de l'automate, un jeu de sous-routines écrites dans le langage du microprocesseur et qui donnent lieu aux traitements désirés. Ce jeu de sous-routines constitue ce que l'on appelle le logiciel système de l'automate.

Pour exécuter un programme de logique, le microprocesseur analysera successivement chaque instruction logique et, selon le code opératoire trouvé, lancera la sous-routine qui convient.

Bus d'échange

Les échanges d'informations entre les différents éléments de l'automate (entrées, sorties, mémoires) transitent toujours par le processeur, il est possible d'utiliser un chemin commun (BUS) et une procédure commune pour ces échanges.

Le BUS, est constitué de lignes d'adresses, de lignes de données et de lignes de contrôle. Ces lignes véhiculent des signaux binaires.

La mémoire

On distingue trois zones de mémoires dans l'automate :

- *Mémoire de chargement:*

La mémoire de chargement se trouve sur la micro-carte mémoire SIMATIC et correspond exactement à la taille de cette carte. Elle sert à mémoriser les blocs de codes et les blocs de données ainsi que les données système (configuration, liaisons, paramètres de modules, etc.). Les blocs qui sont repérés comme n'intervenant pas dans l'exécution sont copiés uniquement dans la mémoire de chargement. En plus, il est possible de stocker toutes les données de configuration d'un projet sur la micro-carte mémoire SIMATIC.

- *Mémoire système:*

La mémoire système est intégrée à la CPU et ne peut pas être étendue. Elle contient:

- les plages d'opérandes Mémentos, Temporisations et Compteurs;
- les mémoires images des entrées et des sorties ;
- les données locales.

- *Mémoire de travail:*

La Mémoire de travail est intégrée à la CPU et ne peut pas être étendue. Elle sert à exécuter le code et à traiter les données du programme utilisateur. Le traitement du programme s'effectue exclusivement au niveau de la mémoire de travail et de la mémoire système.

Fonctions spéciales

L'utilisation de modules séparés du processeur principal vise à le soulager de traitements requérant des temps de calcul importants et qui pourraient poser des problèmes d'exécution en temps réel. C'est ainsi qu'on trouve des modules de régulation PID, de commande d'axe, de comptage rapide, ...

Modules de surveillance et de contrôle

Il s'agit de modules chargés de surveiller et de contrôler le bon fonctionnement du matériel aussi bien que du logiciel. La fonction la plus communément rencontrée est celle dite du "chien de garde" (watch dog) qui contrôle le cycle de l'automate.

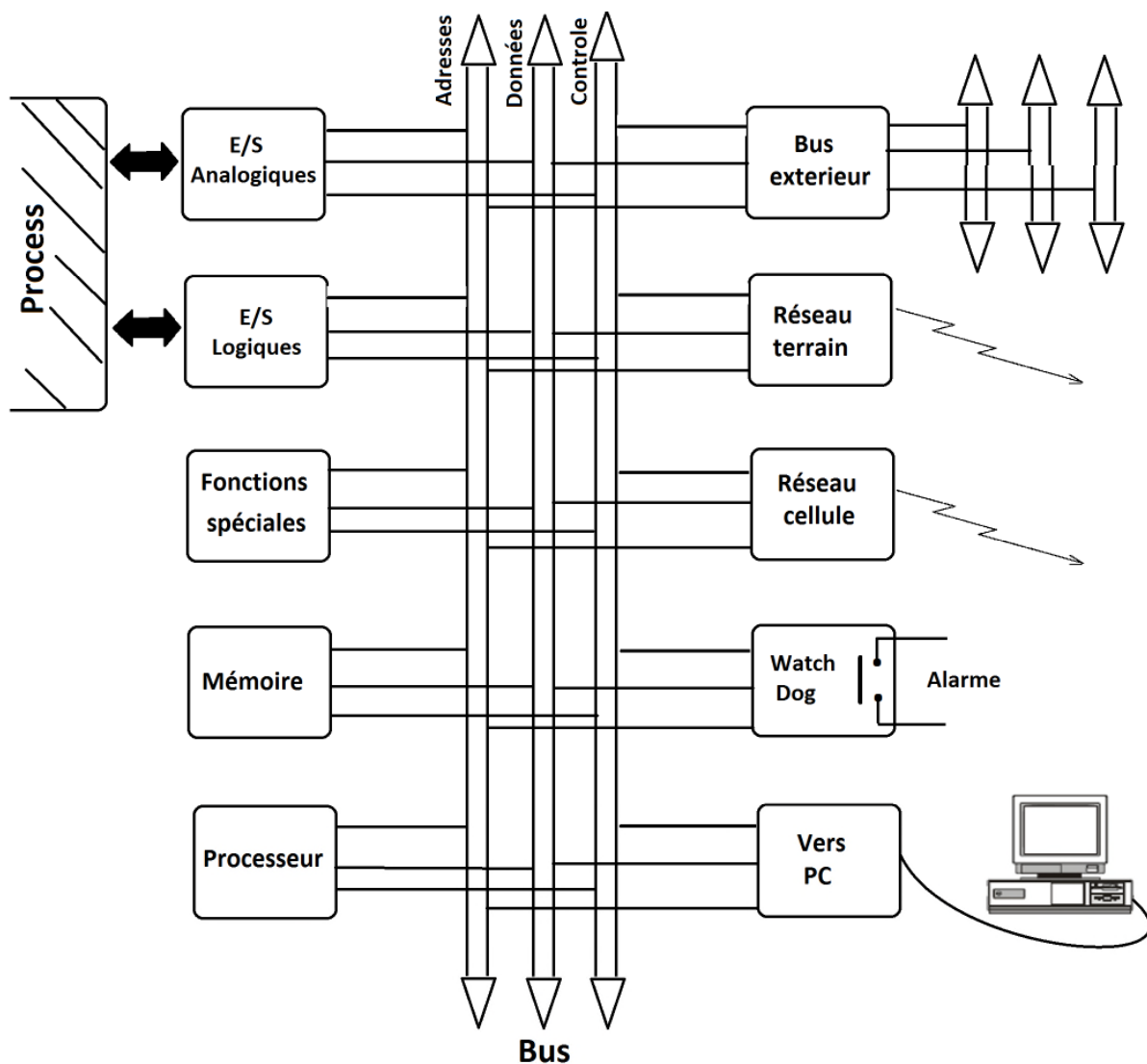


Figure III.7. Structure interne d'un automate programmable

III.2.4.2. Aspect externe[9]

Un S7-300 se compose de plusieurs constituants. La figure III.8 présente un montage possible.

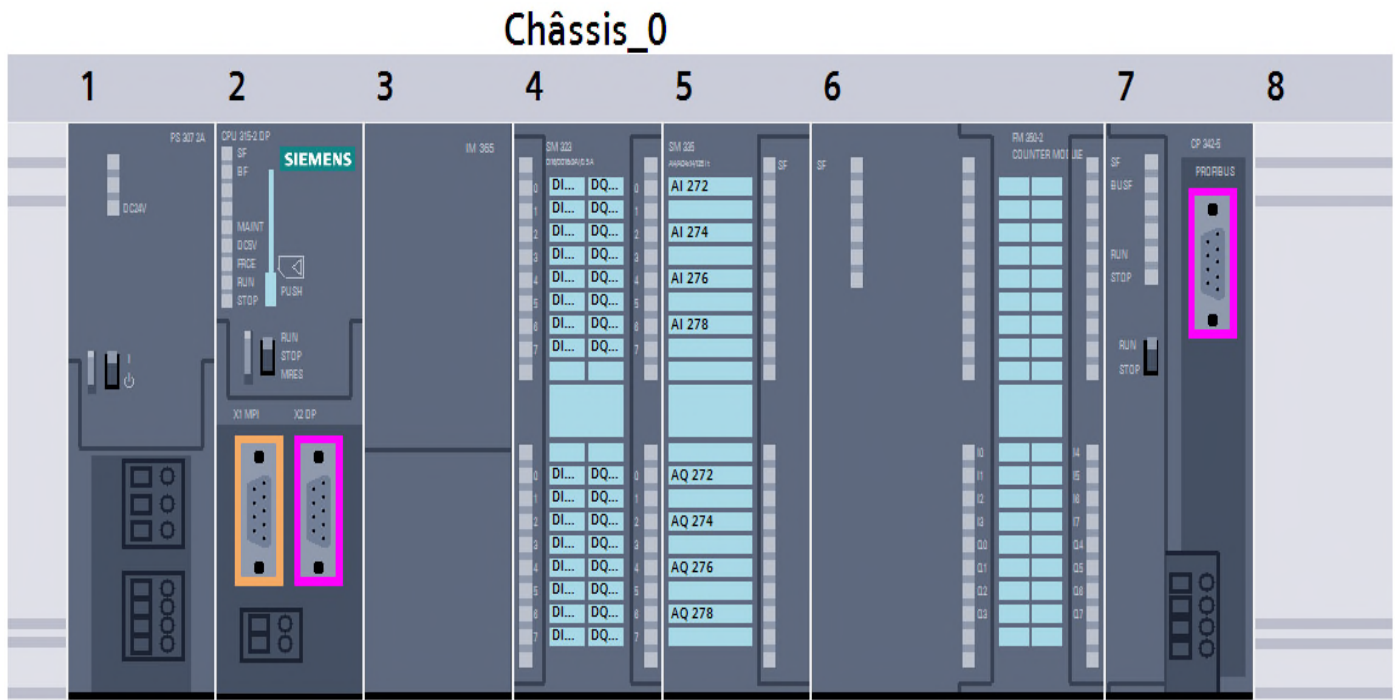


Figure III.8. Exemple d'aspect modulaire extérieur de l'automate S7-300

III.2.4.2.1. Règles d'enfichage (S7-300):

Profilé support 0 :

- Emplacement 1 : uniquement alimentation (par exemple 6ES7 307-...) ou vide;
- Emplacement 2 : uniquement unité centrale (par exemple 6ES7 314-...);
- Emplacement 3 : module de couplage (par exemple 6ES7 360-.../361-...) ou vide;
- Emplacements 4 à 11 : modules de signaux ou modules fonctionnels, processeurs de communication ou vide.

Profils support 1 à 3(en cas d'extension) :

- Emplacement 1 : uniquement modules d'alimentation (par exemple 6ES7 307-...) ou vide;
- Emplacement 2 : vide;
- Emplacement 3 : module de couplage Emplacements 4 à 11 : modules de signaux ou modules fonctionnels, processeurs de communication (en fonction du module de couplage utilisé) ou vide.

III.2.4.2.2. Composants d'un S7-300:

Profilé-support (châssis): Comme châssis, on utilise un profilé-support pour le S7-300. On accroche, sur ce support, tous les modules du système S7-300.

(1) Alimentation (Power Supply): Elle convertit la tension réseau (AC 120/230 V) en tension de service DC 24 V et assure l'alimentation du S7-300 ainsi que l'alimentation externe pour les circuits de charge DC 24 V.

(2) Unité centrale pour S7-300 (CPU): Unité centrale du système d'automatisation S7 avec unité arithmétique et logique, mémoire, système d'exploitation et interface pour console de programmation. Elle exécute le programme utilisateur alimente le bus de fond de panier du S7-300 en 5 V, communique avec les autres partenaires d'un réseau MPI via l'interface MPI. En outre, une CPU peut être maître ou esclave DP sur un sous-réseau PROFIBUS.

(3) Coupleur (Interface Module): Il relie les différentes rangées d'un S7-300 entre elles.

(4) Module d'entrée/sortie TOR: permet de recevoir les informations du S.A.P. ou du pupitre et de mettre en forme (filtrage, ...) ce signal tout en l'isolant électriquement .

(5) Module d'entrée/sortie analogique: permet de commander les divers pré-actionneurs et éléments de signalisation du S.A.P. tout en assurant l'isolement électrique.

(6) Modules de fonction (Fonction Module): Ils réalisent les tâches du traitement des signaux de processus critiques au niveau du temps et exigeant beaucoup de mémoire. Par exemple le positionnement ou le réglage.

(7) Processeur de communication (CP): Il soulage la CPU des tâches de communication, par exemple CP 342-5 DP pour liaison au PROFIBUS-DP.

III.2.4.3. Organes de commande et de visualisation

La figure III.9 montre les organes de commande et de visualisation d'une CPU. Sur certaines CPU, la disposition des organes diffère de celle représentée ici.

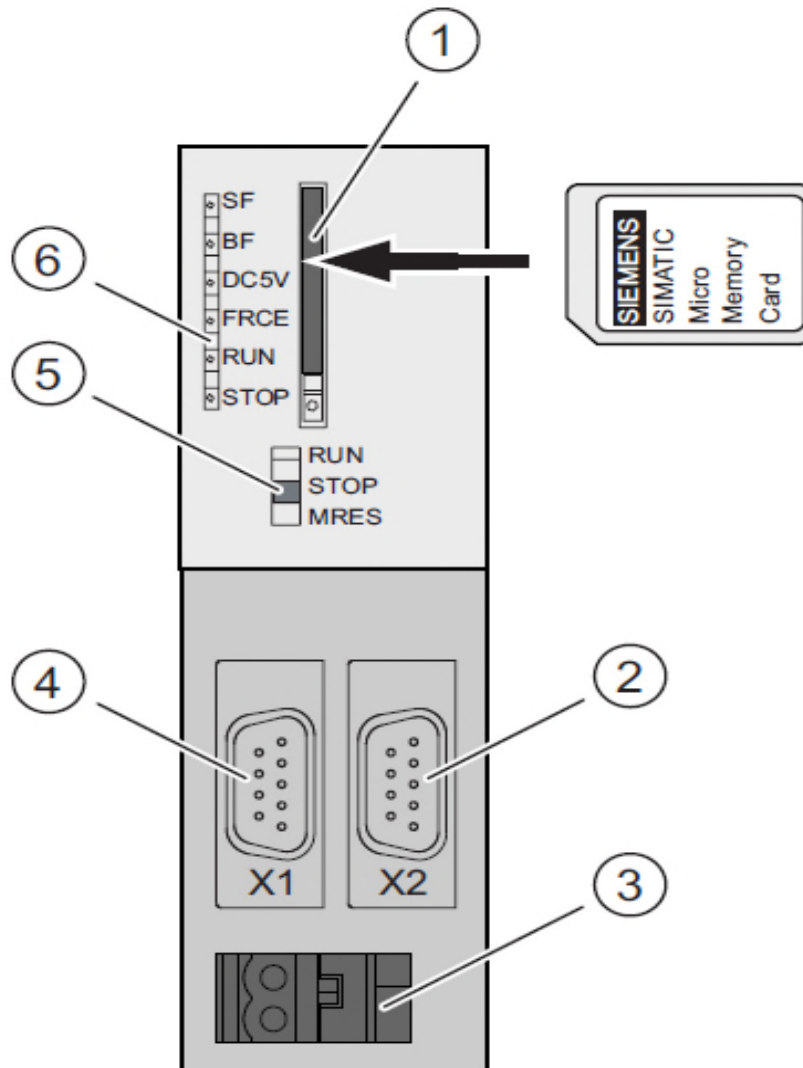


Figure III.9. Organes de commande et de visualisation d'une S7-315 2DP

- (1) Logement de la micro-carte mémoire SIMATIC avec éjecteur.
- (2) 2ème interface PROFIBUS DP (Périphérique Décentralisé), uniquement CPU 315-2 DP.
- (3) Bornes pour la tension d'alimentation et la terre fonctionnelle.
- (4) 1ère interface multipoint MPI des CPU.
- (5) Commutateur de mode de fonctionnement : Le mode de fonctionnement de la CPU est réglé grâce au commutateur de mode de fonctionnement.

Tableau III.2. Positions du commutateur de mode de fonctionnement

Position	Signification	Explications
RUN	Mode de fonctionnement RUN	La CPU traite le programme utilisateur.
STOP	Mode de fonctionnement STOP	La CPU ne traite aucun programme utilisateur.
MRES	Effacement général	Position du commutateur de mode de fonctionnement pour l'effacement général de la CPU. L'effacement général à l'aide du commutateur de mode de fonctionnement nécessite une séquence d'actions particulière de la part de l'utilisateur.

(6)LEDs de visualisation pour CPU :

Tableau III.3. LEDs de visualisation d'état et de défaut des CPU

LED	Visualisation	Signification
SF	rouge	défaut du matériel ou du logiciel.
BF	rouge	défaillance de la pile.
DC5v	verte	l'alimentation 5V cc pour CPU et bus S7-300 est correcte.
FRCE	jaune	le forçage permanent est actif
RUN	verte	CPU en RUN , la LED clignote à 1 Hz au démarrage , à 0,5 Hz en mode d'attente.
STOP	jaune	CPU en STOP ou ATTENTE ou en démarrage , la LED clignote en cas de demande d'effacement général.

III.2.5. Caractéristiques techniques de la CPU 315-2 DP[10]

Dans le tableau III.4, sont mentionnées certaines des plus importantes caractéristiques à connaître sur la CPU 315-2 DP :

Tableau III.4. Quelques caractéristiques techniques de la CPU 315-2 DP

Mémoire	
Mémoire de travail	
○ intégrée	64 Ko
○ extensible	non
Mémoire de chargement	
○ intégrée	RAM 96 Ko
○ FEPR0M extensible	jusqu'à 4 Mo
○ RAM extensible	non
Sauvegarde	oui
○ avec pile	toutes les données
○ sans pile	4736 octets
Temps de traitement	
Temps de traitement pour	
○ Opérations en bit min.	0,3 μ s
○ Opérations en mot min.	1 μ s
○ Opérations arithmétiques sur nombres entiers min.	2 μ s
○ Opérations arithmétiques sur nombres à virgule flottante min.	50 μ s
Temps/compteurs et leur rémanence	
Compteurs S7	64
○ Rémanence réglable	Z 0 à Z 63
○ Par défaut	Z 0 à Z 7
○ Plage de comptage	0 à 999
Compteurs CEI	oui
○ Type SFB	
Temps S7	128
○ Rémanence réglable de	T 0 à T 127
○ Par défaut	aucune temporisation rémanente
○ Plage de temps	10 ms à 9990 s
Temporisations CEI	oui
○ Type SFB	
Zones de données et leur rémanence	
Zone de données rémanente totale (y compris mémentos, temporisations, compteurs)	4736 octets
Mémentos	2048
○ Rémanence réglable	de MB 0 à MB 255
○ Par défaut	de MB 0 à MB 15
Mémentos de cadence	8 (1 k octet de memento)
Dimensions et poids	
Cotes de montage L x H x P	80x125x130 (mm)
Poids	0,53 kg environ
Tensions et courants	
Tension d'alimentation	24 V cc
○ Plage admissible	20,4 à 28,8 V
Puissance dissipée	typ. 10 W
Consommation (en marche à vide)	typ. 0,9 A
Courant d'appel à l'enclenchement	typ. 8 A.
Langages de programmation	
CONT/LIST/LOG	

III.3. La programmation et simulation sur TIA PORTAL

III.3.1. Préliminaires sur le programme:

Avant d'élaborer le programme, on doit définir certaines informations, telles que les conditions initiales, l'analyse fonctionnelle de la centrifugeuse et ses modes d'arrêt [2].

III.3.1.1. Les conditions initiales

Avant de lancer le programme, il faudra vérifier les conditions initiales suivantes:

- Le frein doit être préalablement serré;
- Clapet de sécurité fermé;
- Obturateur de fond fermé;
- Soupapes du clairçage à l'eau et du clairçage à la vapeur fermés;
- Palpeur de niveau en position repos;
- Arbre non centré;
- Déchargeur bloqué;
- Vanne de chargement fermé;

III.3.1.2. Analyse fonctionnelle du cycle de la centrifugeuse

Démarrage:

- Après avoir reçu les commandes "démarrer" et "mode automatique" et évalué les conditions initiales pour le démarrage du système, il y aura desserrage du vérin pneumatique Y1. Après que l'interrupteur "frein desserré" S119 soit actionné, le moteur est libéré. Il s'accélère jusqu'à la vitesse de chargement N2.
- Si ce n'est pas le premier cycle d'exécution, les deux dernières actions seront sautées

Chargement:

- L'accélération du moteur est interrompue et le palpeur de niveau passe en position de travail Y10. Le contact "palpeur de niveau en position de travail" est fermé S114.
- Le clapet de sécurité Y5 et la vanne de chargement Y9 s'ouvrent. Une temporisation T2 "contrôle de chargement" est actionnée.
- Après l'ouverture du contact du palpeur de niveau sous l'influence de la masse cuite, ou après l'écoulement du temps donné par la temporisation T2, la vanne de chargement est fermée et le palpeur de niveau retourne à sa position de repos.
- Parallèlement à ces opérations, le "rinçage de la trémie de chargement" Y20 est actionné pour une durée T18 et le clapet de sécurité se ferme après une durée T22.

Accélération:

- Une fois que la fin de course "vanne de chargement fermé" S115 est actionnée, le moteur de la centrifugeuse accélère et le dispositif de séparation des égouts passe en position "égout pauvre" Y4 et la fin de course "séparation d'égout pauvre" S128 est actionnée.

- Le dispositif "début du clairçage à l'eau" Y2 commence à fonctionner pour une durée T7. Dès que la temporisation s'est écoulé, le dispositif "début du clairçage à la vapeur" Y16 est lancé pour une durée T9.

Essorage:

- Aussitôt que la vitesse d'essorage N4 est atteinte, le moteur arrête son accélération et la temporisation "durée essorage" T13 commence à s'écouler.
- En même temps le dispositif de séparation des égouts passe en position "égout riche" et la fin de course "séparation d'égout riche" S129 est actionnée.

Freinage:

- Une fois la temporisation écoulée, le moteur commence à freiner en régime générateur.
- Quand la vitesse de sécurité N5 est atteinte, les dispositifs "débloquent le déchargeur" Y37, "ouvrir l'obturateur" Y8 et "centrage" Y38.1 sont actionnées.
- Aussitôt que les fins de courses "autorisation descendre le déchargeur" S145, "obturateur ouvert" S103, et "arbre centré" S148 sont actionnées, le "déchargeur descend" Y6.1 jusqu'à ce que la fin de course "déchargeur abaissé" S106 soit actionnée.

Déchargement:

- Dès que la vitesse de déchargement N1 est atteinte, le "déchargeur pivote en position de travail" Y7.1, puis la fin de course "déchargeur en position de travail" S105 est actionnée.
- Alors la temporisation de séjour en position de travail T15 s'écoule. Une fois écoulée, entre en fonction le mouvement "s'éloigner du tamis" Y.2, la fin de course "déchargeur retiré" S102 est actionnée.
- Ensuite "hausser le déchargeur" Y6.2 et "fermer l'obturateur" entrent simultanément en fonction, puis les fins de courses "déchargeur en haut" S101 et "obturateur fermé" S104 sont actionnées.
- Après cela les dispositifs "bloquer le déchargeur" et "décentrage" Y38.2 s'activent jusqu'à ce que les fins de courses "blocage descente déchargeur" S144 et "arbre non centré" S149 s'actionnent.

Lavage écran:

- Enfin le moteur accélère jusqu'à la vitesse de chargement N2, et en parallèle entrent en fonction les dispositifs "lavage du tamis" Y2 d'une durée T14, et "rinçage du déchargeur" Y28.
- Chaque 55 cycles que fait la centrifugeuse il y aura activation du "nettoyage de la sortie du sucre" Y39 pour une durée T24.
- Une fois la temporisation T14 écoulé et la vitesse N2 atteinte, le cycle est de nouveau incité, à l'utilisateur appartient de choisir entre les modes automatiques/manuelle

III.3.1.3. Modes d'arrêt d'urgence

- Si aux hautes vitesses, des oscillations excessives non admissibles se produisent et le contrôle d'oscillations réagit ou le bouton d'arrêt d'urgence est actionné à la main, le cycle actuel est interrompue. La machine est freiné en régime générateur du moteur jusqu'à atteindre la vitesse de décharge.
- Il faut terminer le cycle en mode manuel.
- Si en cas de fortes oscillations pendant le chargement, les détecteurs de proximité du contrôle d'oscillations (S111,S112) sont actionnés, le cycle est également interrompue.

III.3.2. Le programme (GRAFCET de production normale) de la centrifugeuse

la description formelle de la séquence d'actions et du fonctionnement du cycle de la centrifugeuse est donnée par un ensemble de partitions de Grafcet illustrées par les figures III.10-16.

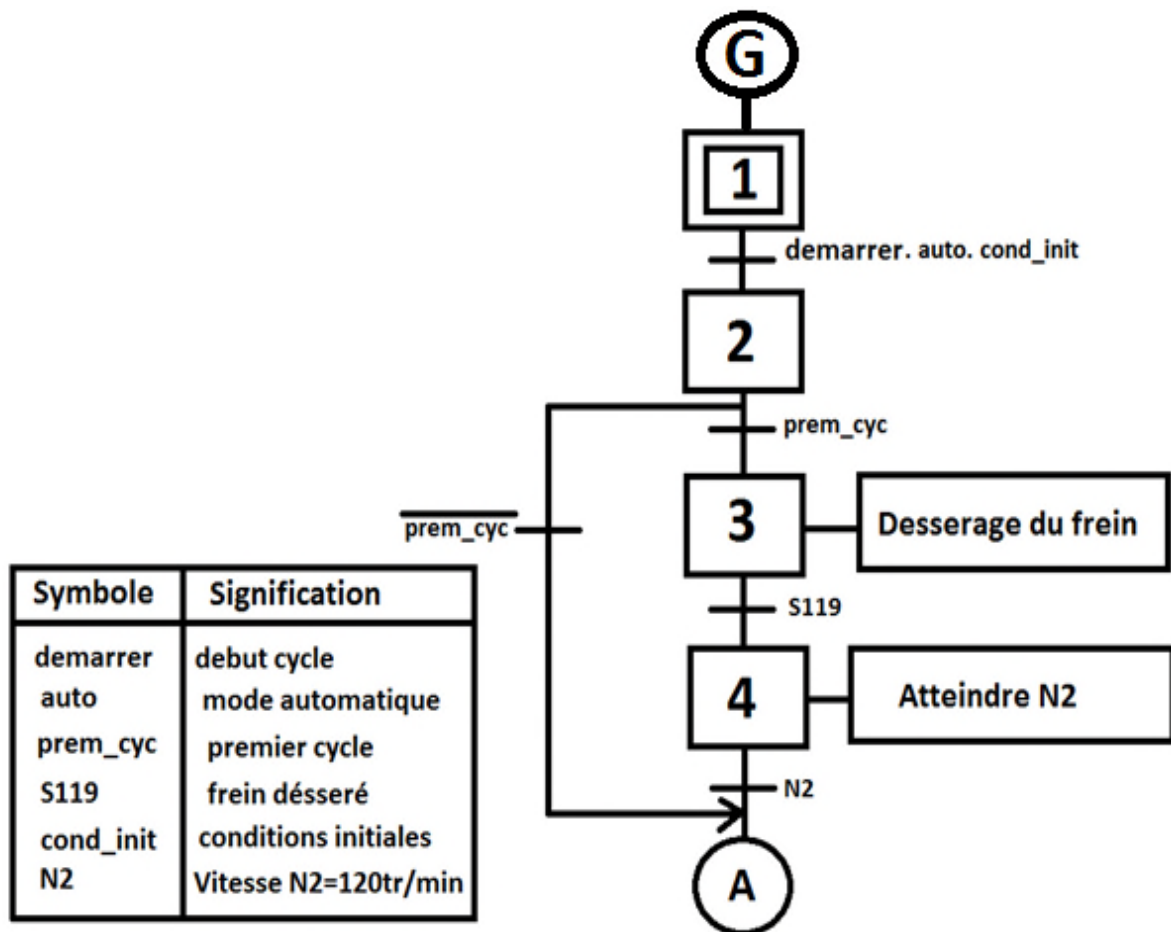


Figure III.10. Partie de démarrage du GRAFCET

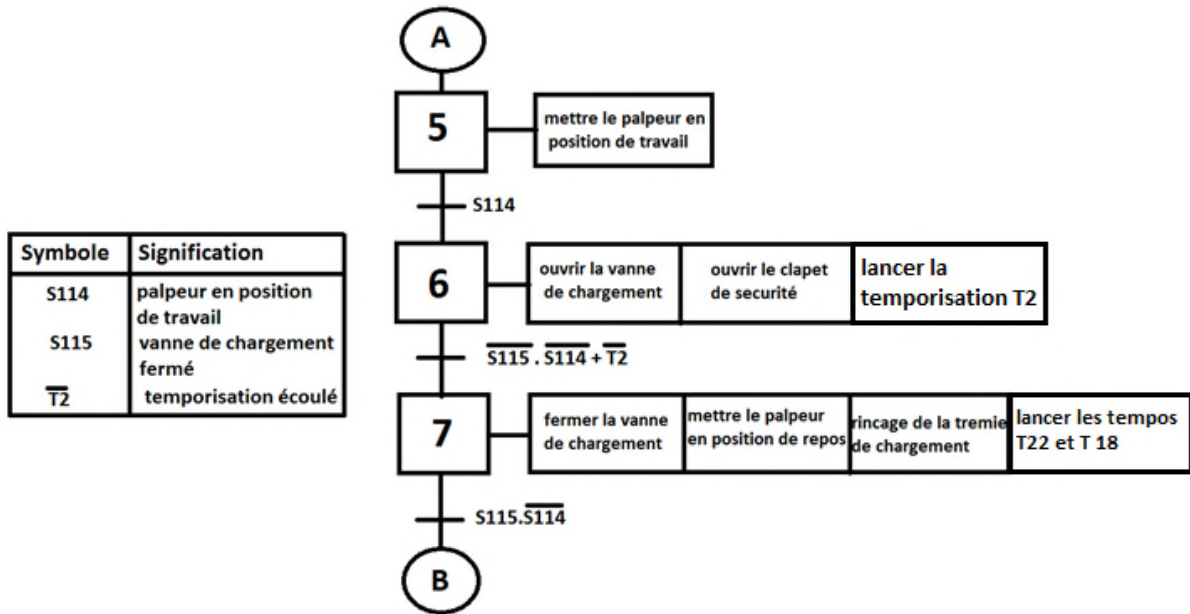


Figure III.11. Partie de chargement du GRAFCET

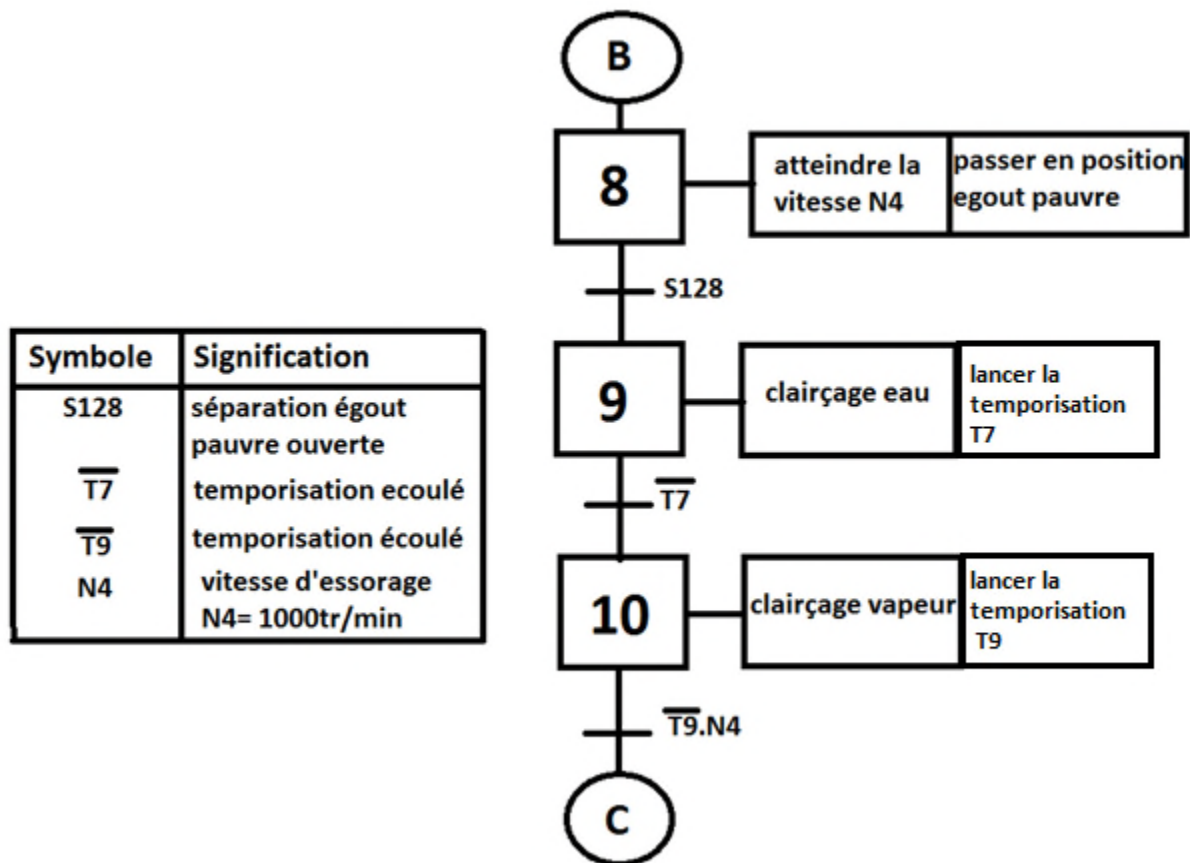


Figure III.12. Partie d'accélération du GRAFCET

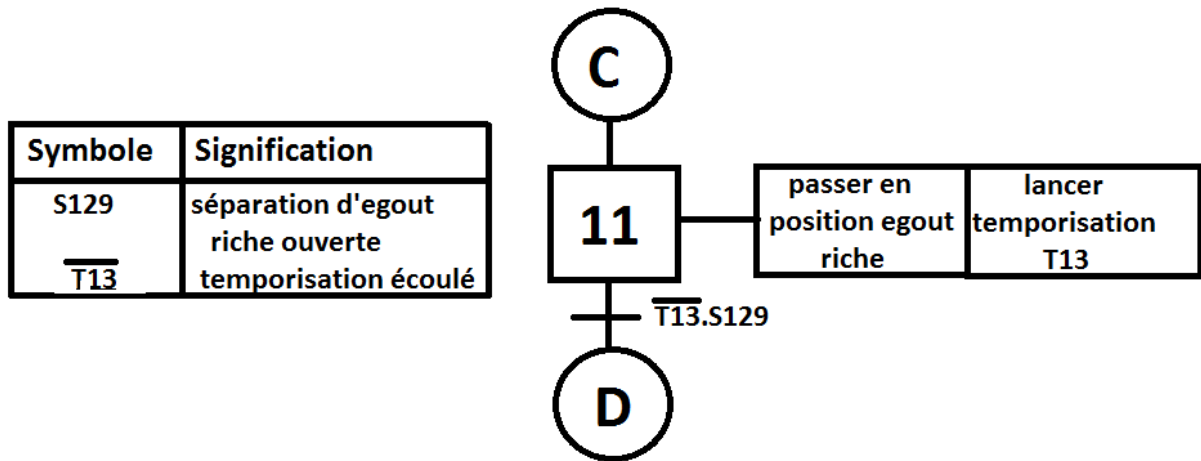


Figure III.13. Partie d'essorage du GRAFCET

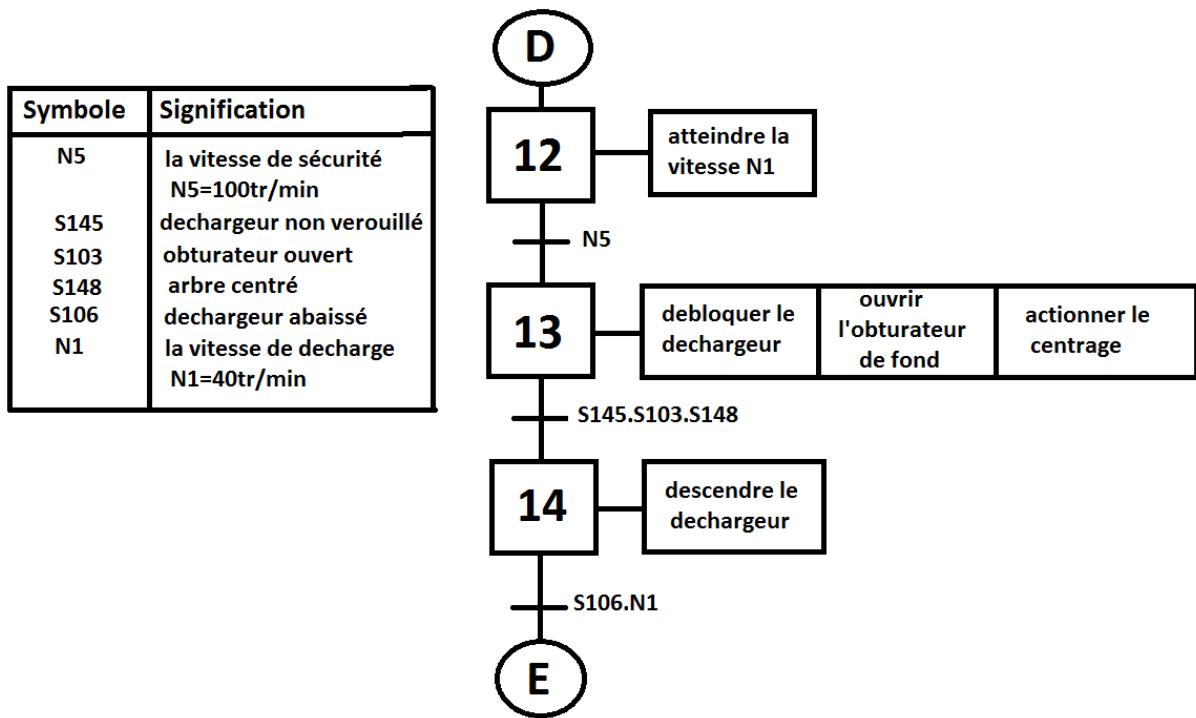


Figure III.14. Partie de freinage du GRAFCET

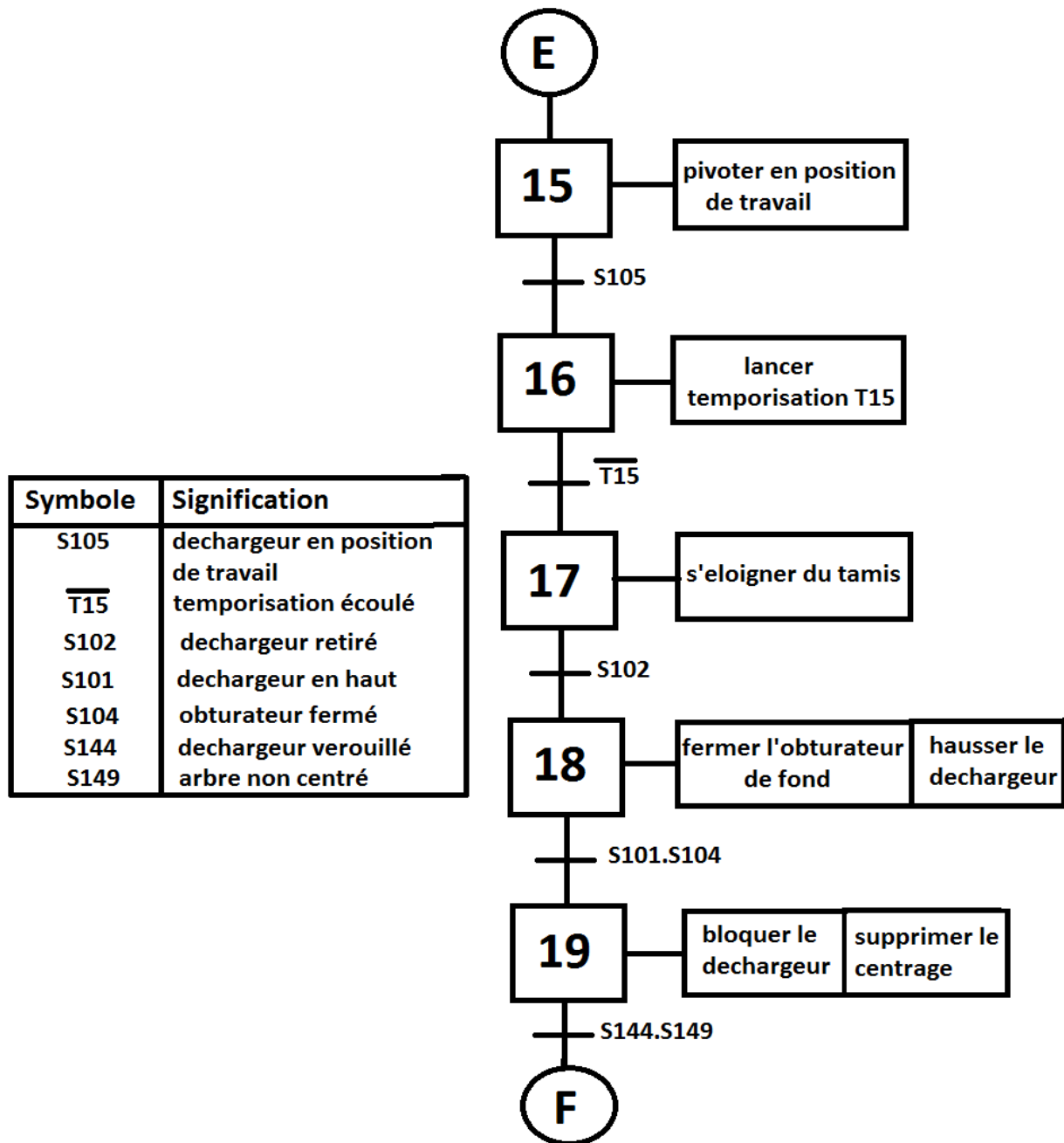


Figure III.15. Partie de déchargement du GRAFCET

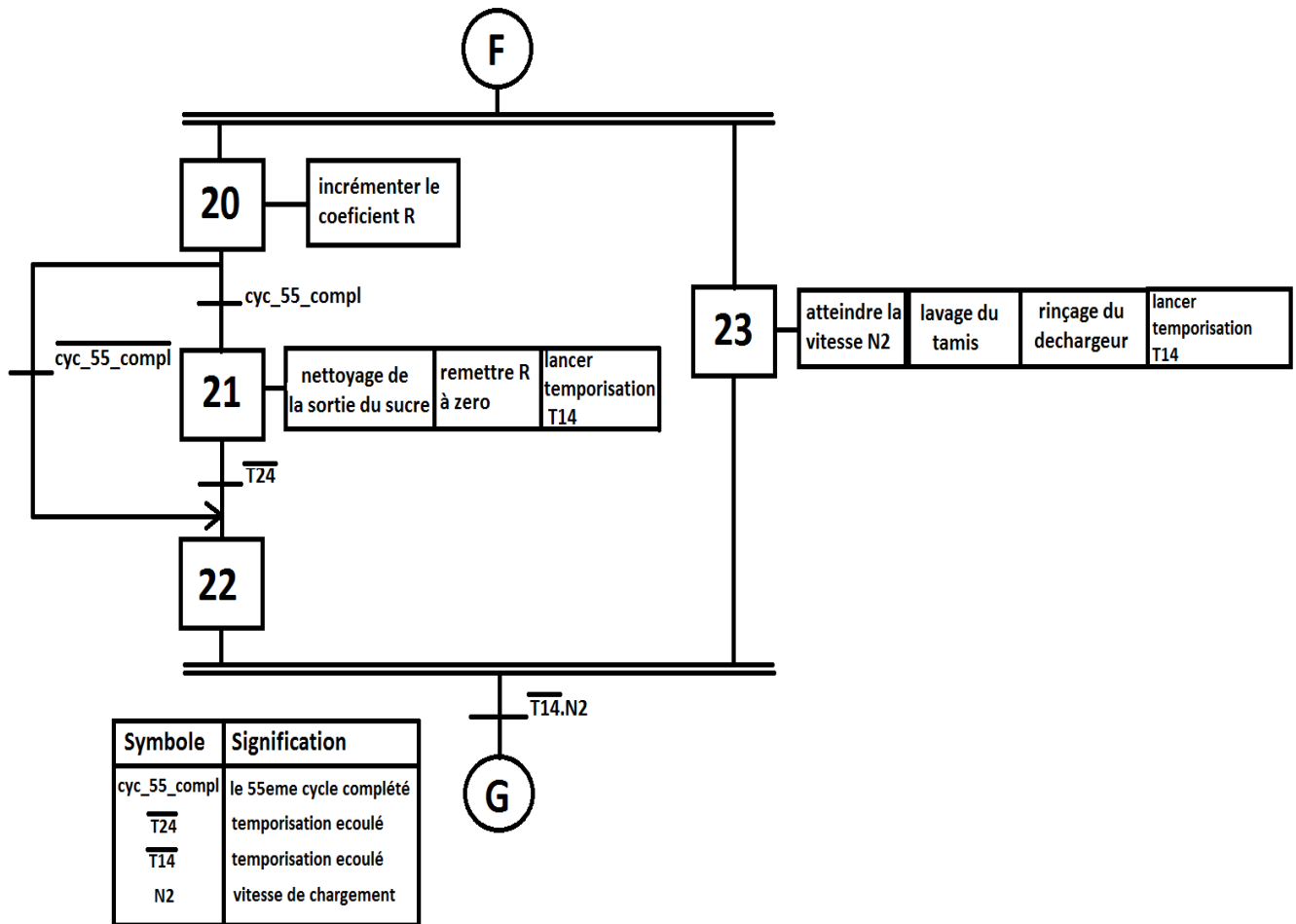


Figure III.16. Partie de lavage écran du GRAFCET

III.3.3. Création du programme sous TIA PORTAL

TIA PORTAL (Totally Integrated Automation) est une plateforme de siemens. C'est la dernière évolution de ses logiciels de programmation. Elle regroupe, dans un seul logiciel, STEP7 pour la programmation d'automates et WINCC Flexible pour les interfaces homme-machine, en plus grâce à PLCSim on peut simuler de manière intuitive notre projet avant de le déployer sur un contrôleur.

III.3.3.1. Création d'un nouveau projet

Après installation du logiciel, on double clique sur l'icone de TIA PORTAL et on obtient la fenêtre d'accueil du logiciel. on choisit "Créer un projet" et on insère le nom et chemin du fichier et puis la validation se fait en cliquant sur le bouton "Créer".

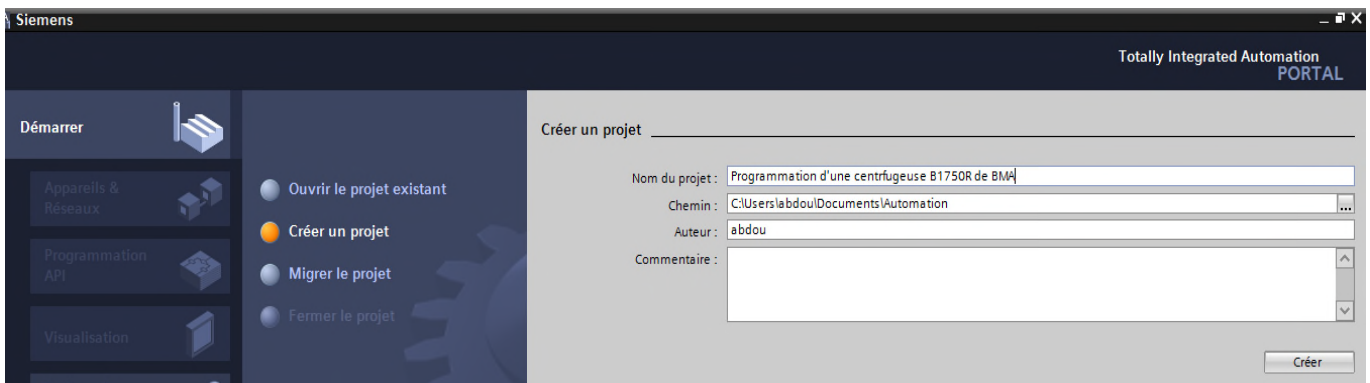


Figure III.17. La fenêtre d'accueil du logiciel TIA PORTAL

III.3.3.2. Configuration matérielle

Avant de commencer à programmer, on doit d'abord définir la configuration matérielle du projet. Le choix de la CPU et des modules qui l'accompagne se fait en fonction des entrées/sorties de l'automate, la communication et autres paramètres.

On a choisit comme modules :

- Une alimentation externe AC120 / 230V,DC24V / 2A;
- Une CPU 315-2 DP;
- Deux modules d'entrées TOR Di16 x 24V, par groupe de 16;
- Deux modules de sorties TOR, DO16 x DC24V / 0,5A;
- Un module d'entrées/sorties analogiques AI4 x 14 bits + AO4 x 12 bits.

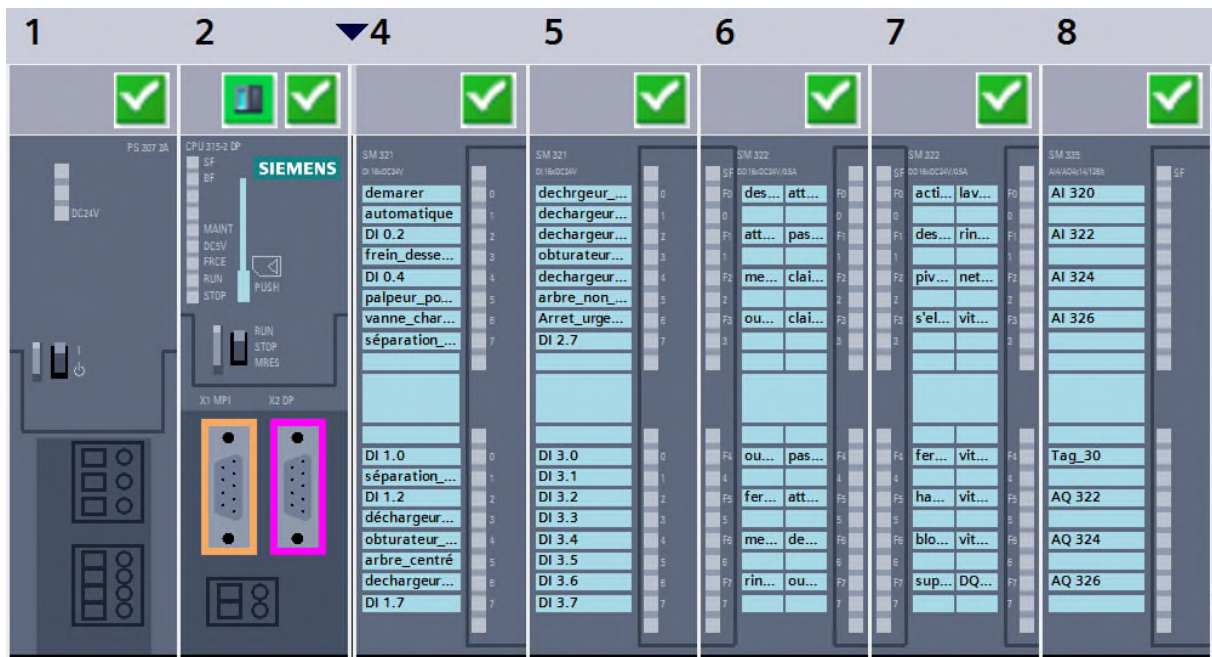


Figure III.18. Vue de l'automate S7-300 (CPU315-2 DP) généré sur TIA PORTAL

III.3.3.3. Implémentation du programme

Après implémentation, on obtient le GRAFCET de la figure III.19 :

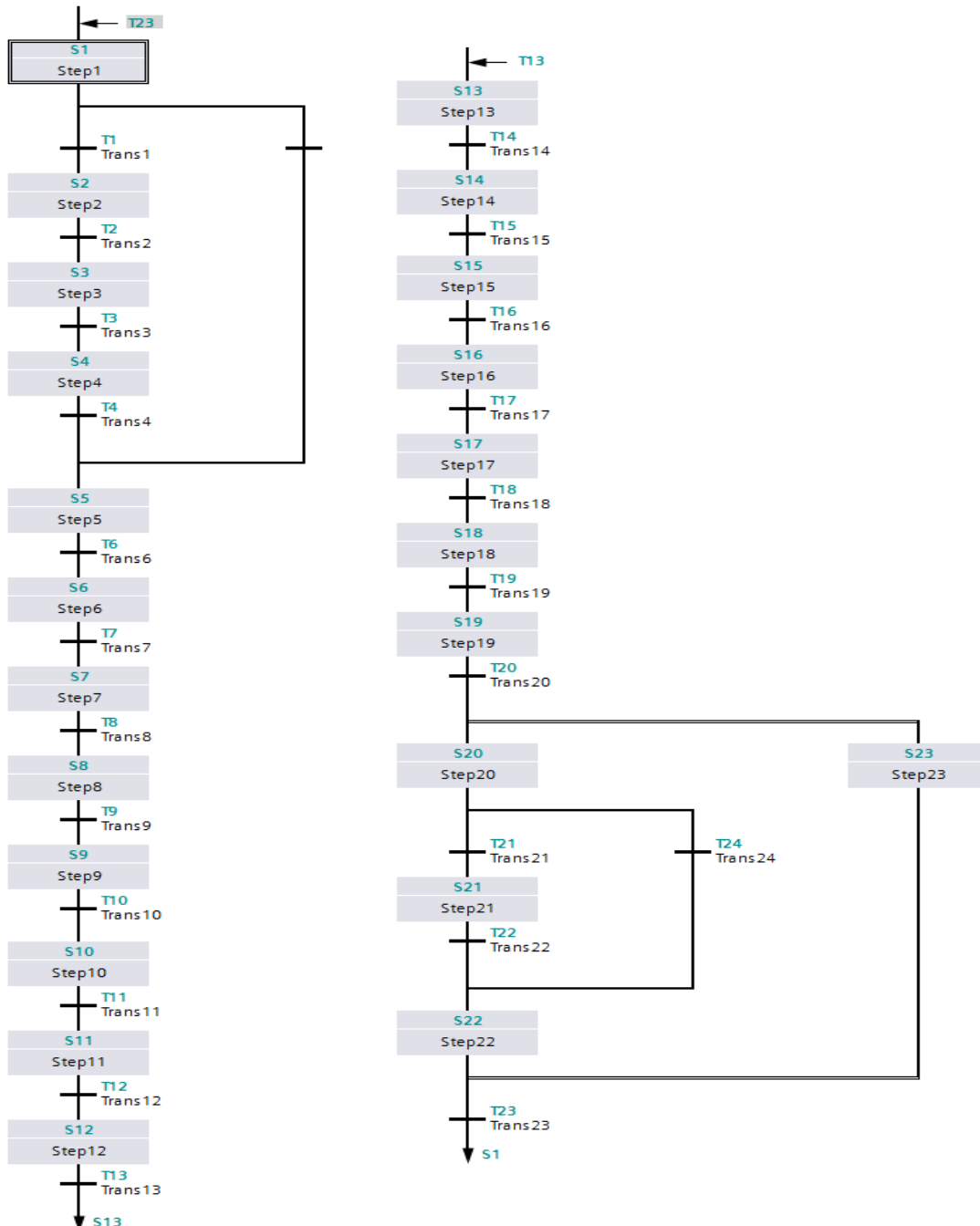


Figure III.19. Le GRAFCET de la centrifugeuse sur TIA PORTAL

Remarque:

Contrairement aux versions précédentes (tels que le STEP7 2008), les actions et les réceptivités ne sont pas visibles sur TIA PORTAL. C'est le seul point négatif, car on peut avoir des difficultés quant à la surveillance du graph lors de la simulation.

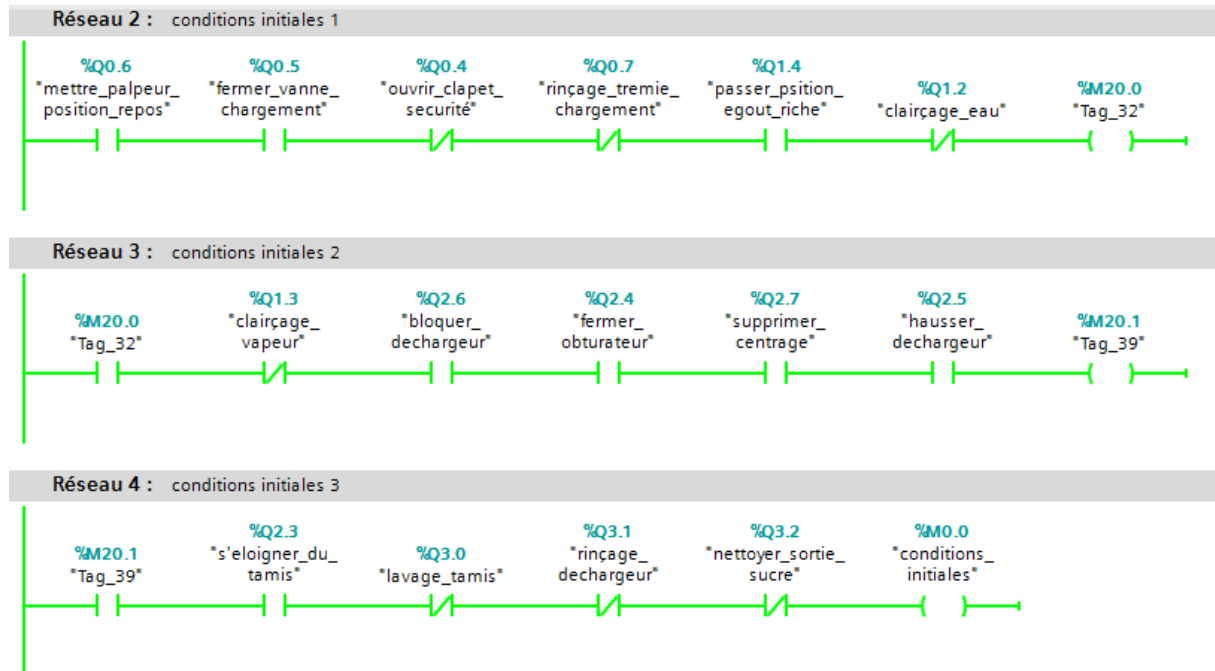


Figure III.20. Présence de la totalité des conditions initiales(ici représentés en ladder) qui sont favorable au démarrage du cycle

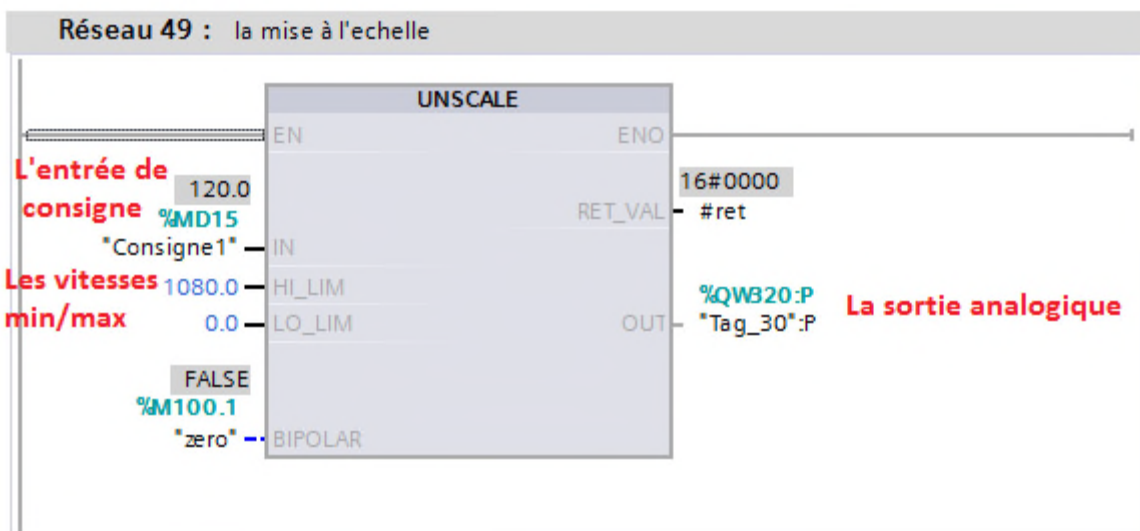


Figure III.21. La mise à l'échelle qui permet de commander le variateur de vitesses

III.3.4. Simulation

La figure III.22 représente la vue IHM qui sera simulée.

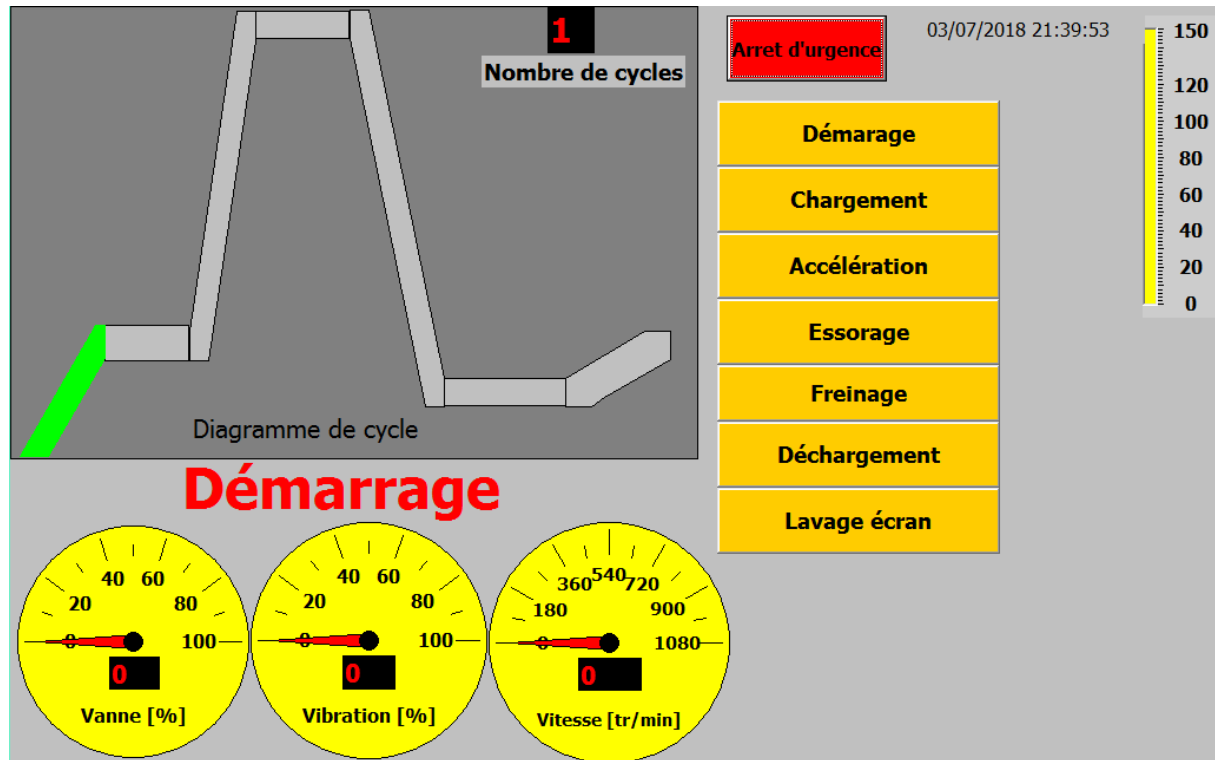


Figure III.22. la vue IHM de la centrifugeuse

III.4. Conclusion

Ce dernier chapitre expose, d'abord, des généralités sur les systèmes automatisés, en particulier, leurs structures fonctionnelle et matérielle et leur mode de fonctionnement.

Ensuite, on a étudié l'automate programmable industriel S7-300 et découvert ses caractéristiques et sa structure interne et son aspect externe. Son noyau est la CPU 315-2 DP qui pilote la centrifugeuse.

la dernière partie du chapitre expose notre travail, à savoir la programmation du cycle de la centrifugeuse, après avoir défini les conditions initiales et établit l'analyse fonctionnelle et les modes d'arrêt. L'étape finale était de créer un projet sur TIA PORTAL et puis d'implémenter le programme et le simuler.

Conclusion générale

Conclusion générale

Ce projet de fin d'étude fut un premier contact avec le monde de l'industrie et une expérience enrichissante. Il s'agit de l'étude des essoreuses centrifuges du processus de fabrication du sucre blanc, au sein du complexe agro-alimentaire de CEVITAL. Le but était l'étude de la centrifugeuse et l'élaboration du programme de commande.

Pour ce faire, une étude générale des composants du sucre, de ses variétés ainsi que du procédé de raffinage, a été faite. Ceci est exposé dans le premier chapitre.

Le second chapitre décrit la conception et le fonctionnement de la centrifugeuse. On est amené à comprendre les différents composants (sous-ensembles) de cette dernière et de leurs modes d'exécution, afin de mieux saisir le rôle de chacun dans le fonctionnement global du cycle de l'essoreuse. Les caractéristiques de la centrifugeuse B1750R de BMA ainsi que les domaines de son utilisation sont aussi traités.

Le fond de notre travail, concernant l'automatisation du procédé de la centrifugeuse, a été abordé avec une étude rapide des systèmes automatisés et, en particulier, l'automate programmable industriel S7-300. Puis on a procédé à la programmation et la simulation du système, en utilisant le logiciel de programmation pour l'automatisme TIA PORTAL.

Ce projet de fin d'étude m'a permis une familiarisation avec le monde industriel et la consolidation des connaissances acquises durant notre formation par la mise en pratique. On espère que ce mémoire servira pour de travaux futurs dans le domaine.

Références bibliographiques

- [1] L. FAHRASMANE et B. GANOU-PARFAIT « *De la canne au rhume*, » Edition Quae, 1997.
- [2] Documentation de BMA. *Description de la centrifugeuse du type B*.
- [3] Nabil Hai et Nassim MOKRAOUI, « *Etude et réalisation d'un programme d'une turbine* », Mémoire de Master en Automatique. Université de Bejaia, année 2017.
- [4] Documentation technique de BMA. *Programme technique*.
- [5] Documentation du logiciel de programmation TIA PORTAL V11.
- [6] Philippe RAYMOND « *Les automates programmables industriels (API)* », notes de cours, BTS MAI, octobre 2005.
- [7] Jean-François PETIN, « *Ingénierie d'automatisation* » Notes de cours, Université Henry Poincaré, Nancy 1.
- [8] H. LECOCQ, « *Les automates programmables* » Notes de cours, Université de Liège, 2005.
- [9] Documentation SIEMENS « *Système d'automatisation s7-300 installation et configuration* » 2003.
- [10] Documentation SIEMENS « *s7-300 caractéristiques techniques* » 2008.

Sites web

- [11] La société CEVITAL, *Histoire du groupe* :
- <https://www.cevital.com/lhistoire-du-groupe>
- [12] La société tunisienne de sucre :
- <http://www.sotusucre.com.tn/activites>
- [13] Ecole des mines de Saint-Etienne. *La centrifugation* :
- https://www.emse.fr/~brodhag/TRAITEME/fich4_5.htm
- [14] LA SOCIÉTÉ SIEMENS. *Sinamics s150* :
- w5.siemens.com/france/web/fr/ad/entrainement/entrainements_moteurs/grands_entrainements/variableurs_moteurs_alternatifs_basse_tension/pages/sinamics_s150.aspx#>
- [15] Thierry SCHANEN « *Guide des automatismes* »
- <http://guidedesautomatismes.com>

Annexes

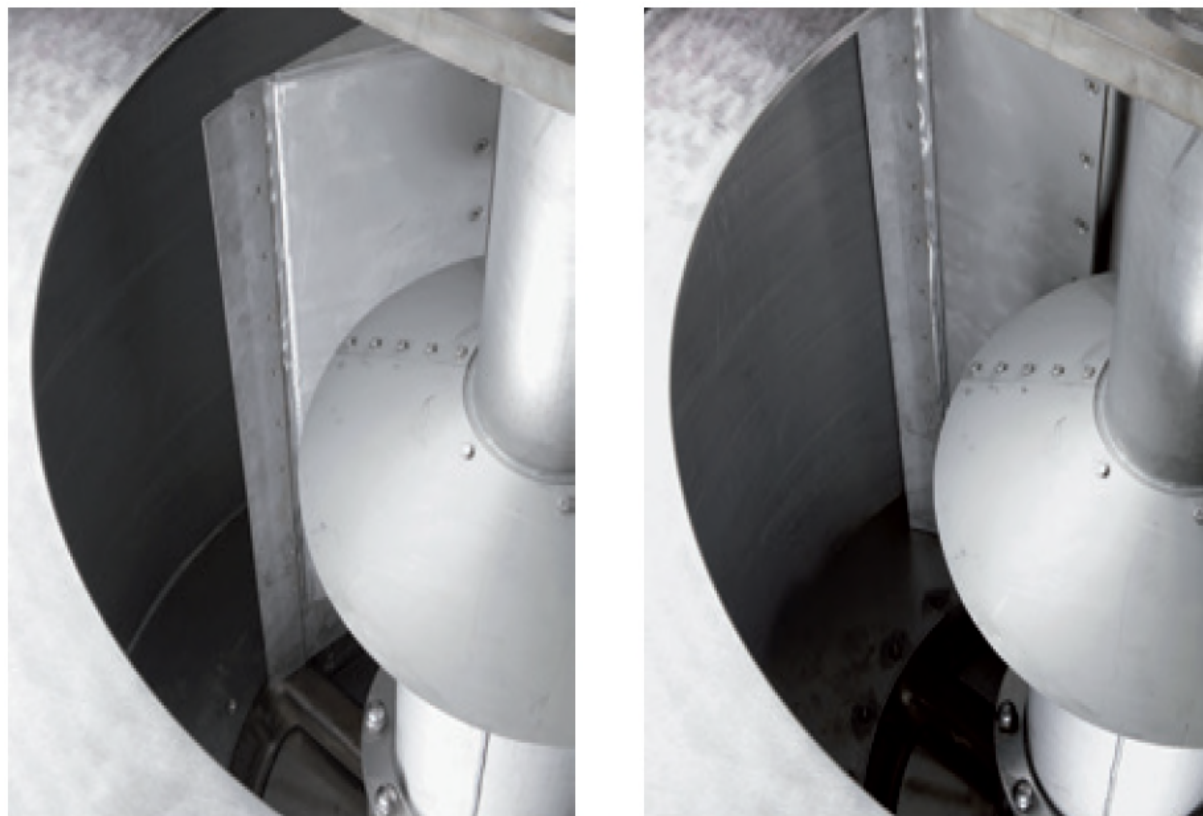


Figure A.1. Mode opératoire du déchargeur

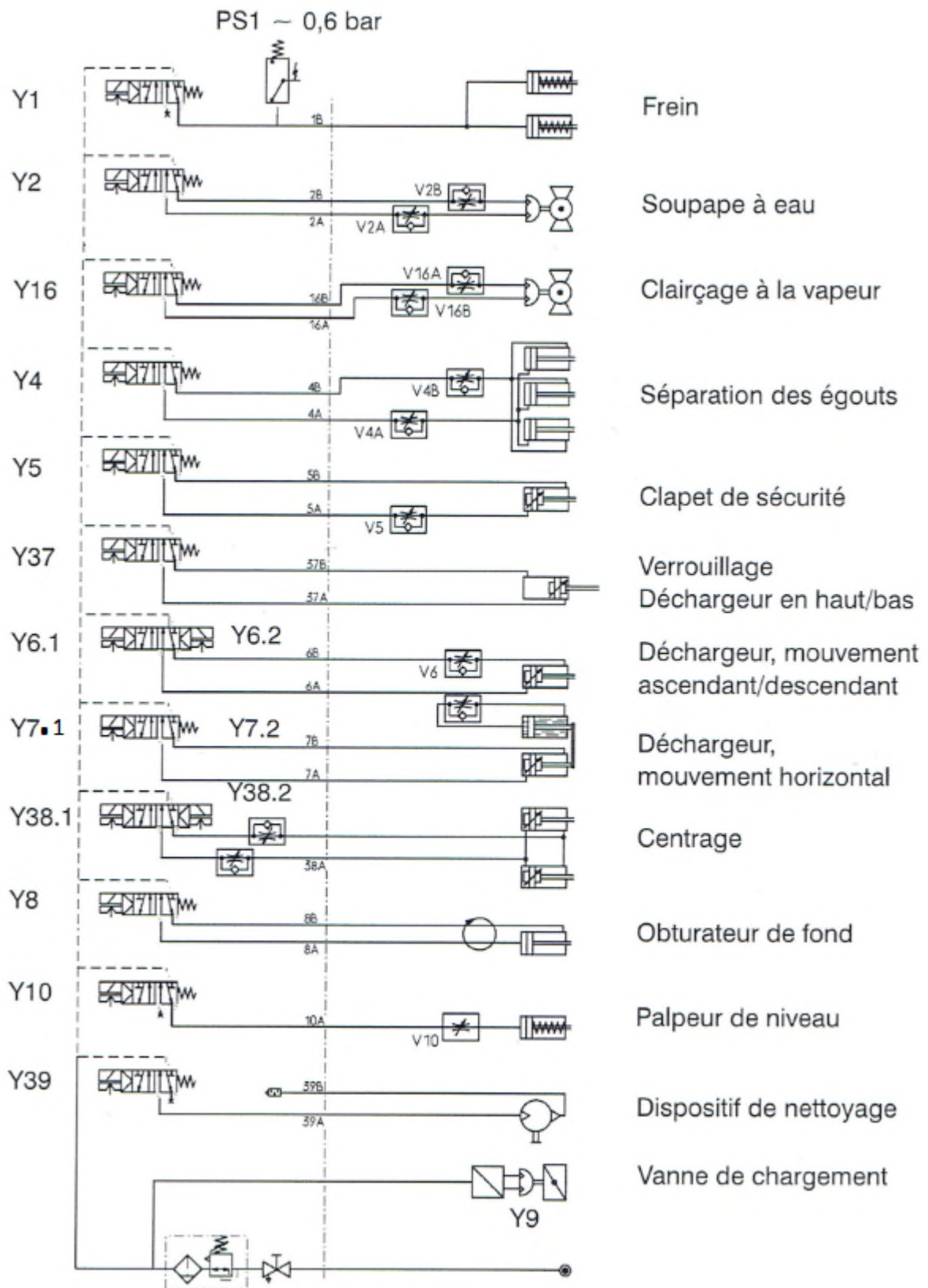


Figure A.2. Les schémas pneumatiques des actionneurs de la centrifugeuse

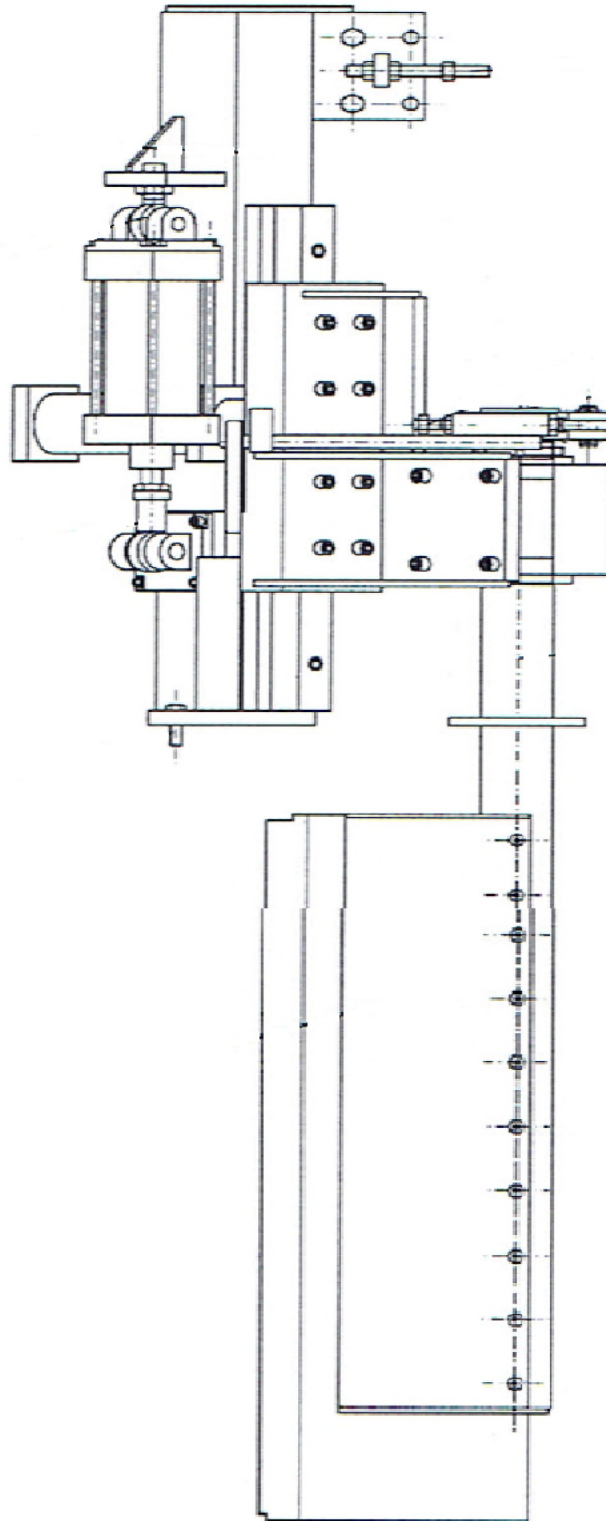


Figure A.3. L'aspect externe du déchargeur

SIEMENS

FREQUENZUMRICHTER / AC DRIVE
SINAMICS S150

← Désignation de l'appareil

① Input: Eingang:	3AC	380 - 480 V	197 A	
② Output: Ausgang:	3AC	0 - 480 V	210 A	
③ Temperature range: Temperaturbereich:		+ 0 - + 40 °C		⑤ Duty class: I Bel - Klasse:
④ Degree of protection: Schutzart:		IP20		⑥ Cooling method: AF Kühlart:
				⑦ Weight: 708 kg Gewicht:

Order number: 1P 6SL3710-7LE 32-1AA3-Z
Bestellnummer:

L26+L45+L50+L83+L84+L86+ ← Liste des options intégrées

CE

Serial number:
Fabrik - Nummer:

S N-A92249230014345

Version:
Version: 2PE D

↑↑↑↑↑
Mois de fabrication
Année de fabrication

Made in EU (Germany)

Figure A.4. La plaque signalétique du variateur de vitesse en armoire

La figure montre le montage d'un S7-300 avec potentiel de référence mis à la terre (réalisation avec cavalier).

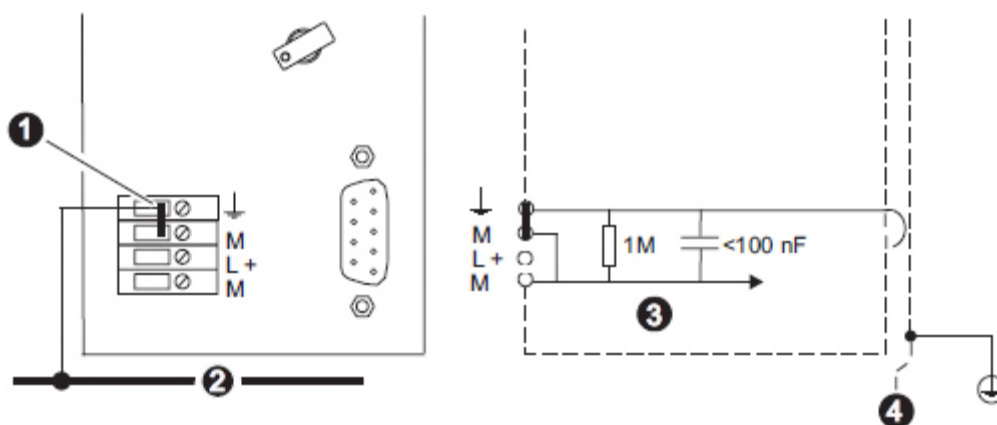


Figure A.5. Montage d'un S7-300 avec potentiel de référence mis à la terre

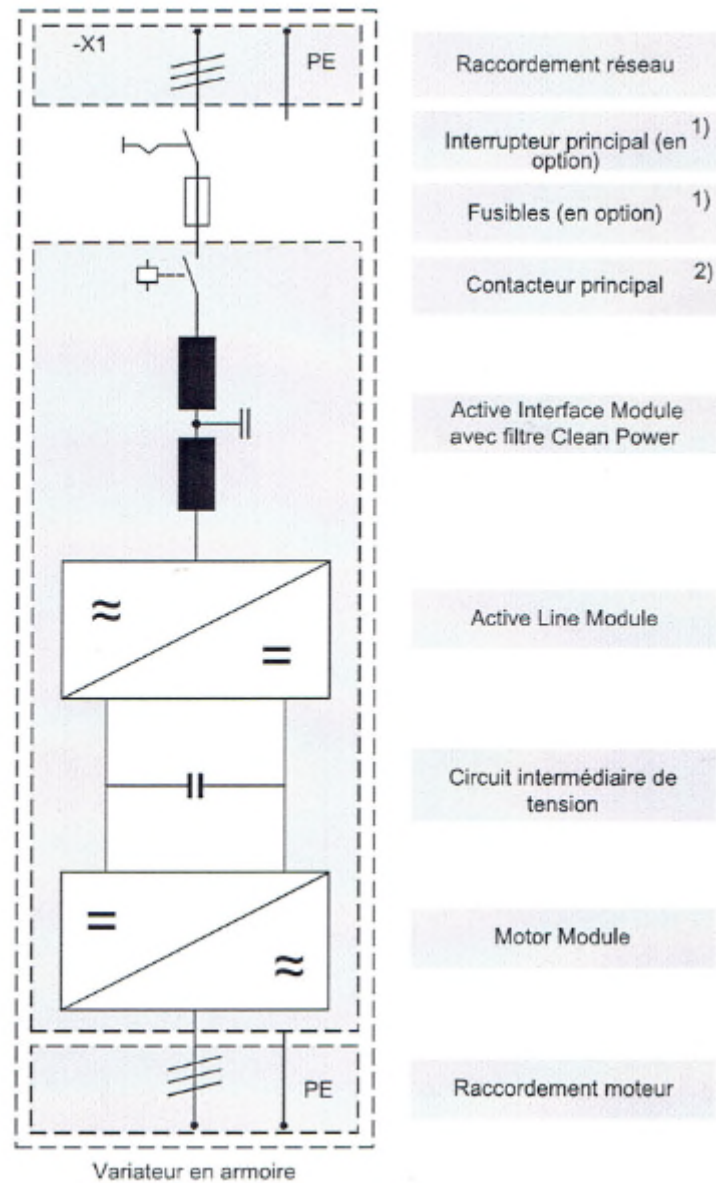


Figure A.6. Principe de raccordement du variateur de vitesse en armoire

Variateurs de vitesse

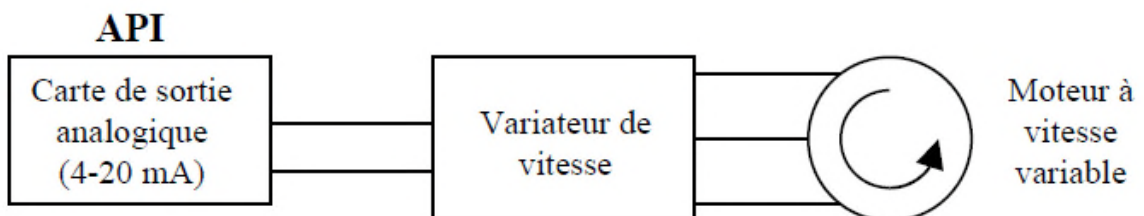


Figure A.7. le mode de contrôle du moteur à travers le variateur par la CPU

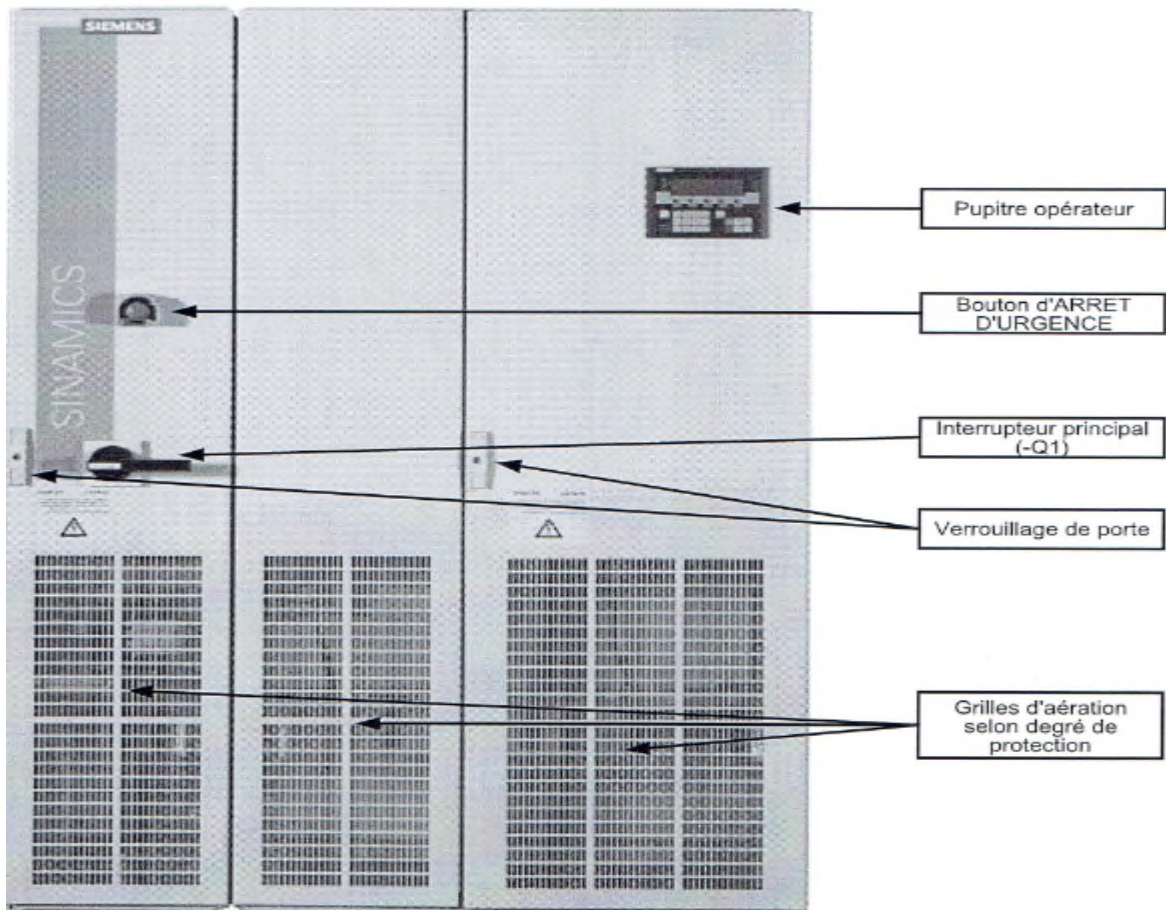


Figure A.8. L'armoire du variateur de vitesse

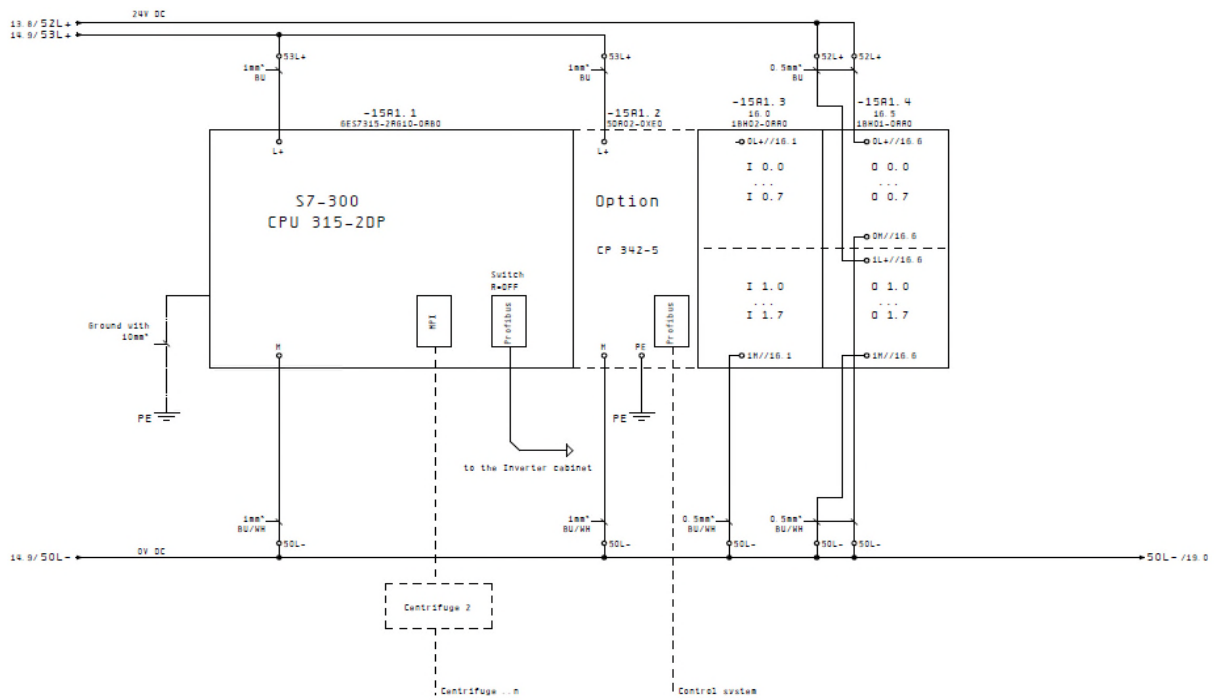


Figure A.9. Schéma électrique de raccordement de la CPU 315-2 DP