

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique
Université Akli Mohand Oulhadj - Bouira -
Tasdawit Akli Muḥend Ulḥağ - Tubirett -



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة أكلي محمد أولحاج
- البويرة -

Faculté des Sciences et des Sciences Appliquées

كلية العلوم والعلوم التطبيقية

Référence :/MM/2021

المرجع :/م /م / 2021

Mémoire de Master

Présenté au

Département: Génie Électrique

Domaine: Sciences et Technologies

Filière: Electronique

Spécialité: Electronique des systèmes embarqués

Réalisé par :

Ben falami Mohamed abd raouf

Thème

L'automatisation d'un ascenseur didactique

Soutenu le: 21/09/2023

Devant le Jury composé de :

Mr :	M.Benaouicha Karim	MAA	Univ. Bouira	Président
	M.Asradj Zahir	M.A.A	Univ. Bouira	Rapporteur
	M ^e KABLA Aida	MCB	Univ. Bouira	Co/Rapporteur
	M.Issouni Salim	M.A.A	Univ. Bouira	Examineur

Dédicaces

Je veux dédier cet humble travail aux personnes qui se sont tenues à mes côtés et qui m'ont aidé dans toutes les difficultés, mon cher père et ma précieuse mère, mes frères Aymen et Khaled, ma sœur Amel et son mari Bilal.

à mon meilleur ami d'enfance Chemlal Hamza et à toute mon équipe de basket-ball.

et à mes chers amis qui m'ont accompagné tout au long de notre parcours universitaire

Remerciements

Ce travail a été effectué au sein du Département des Sciences et sciences appliquées de l'Université de Bouira.

Loué soit DIEU le grand et miséricordieux, le seul et unique qui nous a donné la force, la force et le courage de terminer nos études et de préparer ce travail.

Je tiens à remercier, en premier lieu, Dr. Asradj Zahir Directeur de ce mémoire. pour avoir accepté de superviser mon projet de fin d'études, ainsi que pour ses précieux conseils et, surtout, pour m'avoir laissé une grande liberté dans la conception et la rédaction de ce travail. Ses commentaires pertinents et ses encouragements

Je remercie également tous les membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à mon travail :

Prof Dr.Asradj Zahir

Dr.Benaouicha Karim

Dr.Issouni Salim

je tiens à remercier toute l'équipe de microtechlab, en particulier DR. metidji ibrahim, Mr. Abdraouf Boualem qui m'ont accepté et m'ont offert une excellente opportunité d'apprentissage et un excellent environnement de travail, je tiens également à remercier Dr Sedjal hamid, sedjal walid, hamidi rabeah, maouche haythem pour m'avoir guidé et fourni toute l'aide nécessaire.

Enfin, j'associe à ces remerciements tous ceux qui ont contribué à réaliser ce travail.

Résumé

Le travail sur ce projet de fin d'études nous a permis de mieux comprendre les systèmes automatisés en termes de fonctionnement et de leurs principaux composants, ainsi que les avantages qu'ils offrent par rapport à la méthode classique de la logique des câbles.

nous avons également réalisé une étude comparative entre les ascenseurs hydrauliques et les ascenseurs motorisés en termes de cas d'utilisation, de composants et d'avantages et d'inconvénients de chacun d'entre eux.

à la fin de ce projet, nous avons réussi à créer un programme pour commander un ascenseur éducatif en utilisant le logiciel tia portal et l'API S7-1214.

Mots clés : API, système automatisé, ascenseur didactique , elevator , Ladder , Grafcet .

Table des Matières

Introduction Générale	1
Chapitre 1 : Généralités sur le systèmes automatisés et les API	
1. Introduction	3
2. Définition d'un system automatisée	3
3. La structure d'un système automatisée.....	3
3.1. Partie opérative	4
3.1.1. Les préactionneurs	4
3.1.2. Les actionneurs	5
3.1. 3. Les capteurs	5
3.2. Partie commande	6
3.2. Partie relation.....	6
4. La chaîne fonctionnelle d'un système automatisé.....	6
4.1. La chaine d'information	6
4.2. La chaine d'énergie	7
5. Les avantages d'un système automatisée	8
6. Les inconvénients d'un système automatisée.....	9
7. Les automates programmable industiels	9
7.1. Définition.....	9
7.2. Les avantages des automates programmables	11
7.3. Les domaines d'utilisation des API	11
7.4. Fonctionnement d'un API	12
7.5. Architecture des automates programmables industriels	12
7.6. L'alimentation	13
7.7. Le processeur ou unité centrale (CPU).....	13
7.8. Les bus.....	14
7.9. Les mémoires	14
7.10. Les modules d'entrée/sortie (E/S)	15
7.10.1 Entrées/sorties Tout ou Rien(TOR).....	15
7.10.2 Entrées/sorties analogiques	15
7.10.3 Entrées/Sorties spéciales	15
8. langages de programmation des API	15
8.1. Programmation à schéma CONT ou LADDER	16
8.2. Le langage FBD	17
8.3. Le langage IL (liste des instructions)	18
8.4. Le langage ST.....	18
8.5. Modélisation du système par le grafcet	19

9. La classification des API	19
9.1. Classification par gamme	19
9.1.1. Les automates de petite gamme.....	19
9.1.2. Les automates de moyenne gamme	20
9.1. 3. Les automates de haute gamme	20
9.2. Classification par configuration matériel	21
9.2.1. Automate compact	21
9.2.2. Automate modulaire	21
10. Les critères de choix d'un automate programmable industriel.....	21
11. Conclusion	22

Chapitre 2 : Généralités sur les ascenseurs

1. Introduction	24
2. La définition de l'ascenseur.....	24
2.1. Monte-charge industriel	25
2.1.1. Ascenseur pour personne.....	25
2.1.2. Monte-charge)	25
3. Les catégories d'ascenseurs.....	24
3.1. Les ascenseurs hydrauliques	25
3.1.1. Le principe de fonctionnement	25
3.1.2. Les avantages	27
3.1.3. Les inconvénients	27
3.2. Les ascenseurs à traction	28
3.2.1. Le principe de fonctionnement	28
3.2.2 Système de motorisation d'un ascenseur à traction	29
3.2.3. Les moteurs-treuil à vis sans fin à une ou deux vitesses	29
3.2.4. Les moteurs-treuil planétaires	29
3.2.5. Les moteurs à attaque directe « gearless » ou « sans treuil »	30
4. Comment choisir le type de motorisation	30
5. Les avantages	32
6. Les inconvénients	32
7. Les éventuels risques dans les ascenseurs	32
8. Conclusion.....	33

Chapitre 3 : La conception et la réalisation de l'ascenseur didactique

1. Introduction	34
-----------------------	----

2. L'objectif de ce projet	34
2.1. Présentation de cahier de charge	34
3. La structure mécanique.....	35
3.1. Le châssis de l'ascenseur	35
3.2. La cabine	36
3.3. Les étages	36
3.4. L'interface de commande	37
4. La liste des composants	37
4.1. L'automate programmable industriel	37
4.2. Module d'entrées numérique S7-1200 TOR SM 1221.....	38
4.3. Fiche banane	38
4.4. Bouton poussoirs	39
4.5. Les leds	39
4.6. interrupteur marche et arrêt	39
4.7. Un bouton d'urgence	40
4.8. Un moteur courant continue	40
4.9. Micro motoréducteur métallique	40
4.10. Capteur Module optocoupleur	41
4.11. LD293D driver a quatre canaux avec diodes.....	42
5. La programmation de l'ascenseur.....	43
5.1. Le programme de l'appel de cabine	43
5.2. Programme de déplacement de la cabin	46
5.3. La modulisation de programme par le grafcet.....	47
5.4. Elaboration de programme par le TIA Portal V15	51
5.5. Programme de déplacement de la cabin	53
5.6. Le programme de déplacement de la cabine	62
6. Exemple de simulation	70
7. Conclusion.....	71

Conclusion Générale	25
Références	26
Annexe	27

Liste des Figures

Fig. I.1 : La structure générale d'un système automatisée	3
Fig. I.2 : Schéma de fonctionnement d'un pré-actionneur.....	4
Fig. I.3 : Les parties principales d'un système automatisé	6
Fig. I.4 : Représentation de rôle de l'API.	10
Fig. I.5 : Schéma de fonctionnement d'un API.	12
Fig. I.6 : Schéma de la structure et différentes composants d'un API.	13
Fig. I.7 : Représentation des différentes modules d'alimentation pour les API.	13
Fig. I.8 : Schéma représentatif des différents blocs dans le langage LADDER.....	18
Fig. I.9 : Fonctionnement générale d'un Grafset.....	19
Fig.II.1 : Principe de fonctionnement d'un ascenseur hydraulique.....	26
Fig.II.2 : Représentation des modèles des ascenseurs hydrauliques.	26
Fig.II.3 : Représentation des modèles des ascenseurs a traction.....	28
Fig.II.4 : Représentation des différentes parties d'un ascenseur a traction.....	31
Fig.III.1 : Image conceptuelle du travail fini fournie par le client.	35
Fig.III.2 : Une image de la châssis de l'ascenseur réalisé.	35
Fig.III.3 : Une image de la cabine réalisé.....	36
Fig.III.4 : Une image de les étages réalisé.....	36
Fig.III.5 : L'interface de commande de l'ascenseur.....	37
Fig.III.6 : La CPU compacte SIMATIC S7-1200 1214C DC/DC/DC.....	37
Fig.III.7 : Le module d'entrées numérique S7-1200 TOR SM 1221.	38
Fig.III.8 : Une image des fiches bananes.....	39
Fig.III.9 : Bouton poussoirs.....	39
Fig.III.10 : Diode électroluminescente	39
Fig.III.11 : Interrupteur marche et arrêt.	39
Fig.III.12 : Une image d'un bouton des urgences.....	40
Fig.III.13 : Les caractéristiques de micro motoréducteur métallique.	41
Fig.III.14 : Capteur Module optocoupleur	41
Fig.III.15 : Les entrées et sorties de circuit LD293D	42
Fig.III.16 : Schéma block de l'ascenseur didactique.....	43
Fig.III.17 : Schéma de fonctionnement de programme d'appel de cabine.....	45
Fig.III.18 : Schéma de fonctionnement de programme de déplacement de la cabine.....	46
Fig.III.19 : Le grafset d'appel de la cabine au rez de chaussée.	47

Fig.III.20 : Le grafctet d'appel du cabine au 1er étage .	48
Fig.III.21 : Le grafctet d'appel du cabine au 2éme étage.....	48
Fig.III.22 : Le grafctet d'appel du cabine au 3éme étage.....	49
Fig.III.23 : Le grafctet de déplacement lorsque la cabine est situé au réz de chaussée.	49
Fig.III.24 : Le grafctet de déplacement lorsque la cabine est situé au 1er étage.....	50
Fig.III.25 : Le grafctet de déplacement lorsque la cabine est situé au 2éme étage.	50
Fig.III.26 : Le grafctet de déplacement lorsque la cabine est situé au 3éme étage.	51
Fig.III.27 : Le choix de l'api et module des entrées dans le logiciel.....	51

Liste des Tableaux

Tab.I.1 : Tableau qui démontre le fonctionnement de capteur TOR	05
Tab.I.2 : Tableau qui démontre les différents types des capteurs	05
Tab I. 3 : Tes différents symboles dans le langage LADDER.	16
Tab. I. 4 : Tableau représentatif des différent instructions dans le langage IL	18
Tab.III.1. Les entrées physique de l'api	52
Tab.III.2. Les sorties physique de l'api.....	52

Listes des Acronymes et Symboles

- **Acronymes**

PLC Contrôleur logique programmable

API Automate programmable industriel

CF Capteur fin de course

AC Appel de cabine

B Bouton de commande

CPU Unité centrale de traitement

TOR Tout ou rien (0 ou 1)

Grafcet Graphe fonctionnel de commande des étapes et transitions

Introduction Générale

L'ingénierie de contrôle a beaucoup évolué au fil du temps, Jusqu'au 18ème siècle et le début de la première révolution industrielle grâce à l'utilisation de moteurs à vapeur et la mécanisation de la production qui a entraîné la fabrication de produits par des machines au lieu de mains humaines qui a fait une énorme augmentation de la productivité, mais a également conduit à des conditions extrêmement dures et insalubres pour les humains, ce qui est un très gros problème qui serait plus tard minimisé au 19ème siècle et la deuxième révolution industrielle et la mise en œuvre de contrôle électrique et le câblage logique qui est basé sur l'utilisation de relais qui sont des interrupteurs électromécaniques permettant d'allumer et d'éteindre des dispositifs sans intervention humaine, malgré la complexité de leur entretien et de leur modification. Cela a jeté les bases de la troisième révolution industrielle et de l'automatisation industrielle que nous connaissons aujourd'hui grâce à l'invention du premier contrôleur logique programmable par Modicon dans le secteur automobile en 1968 pour remplacer les banques de relais et de minuteriers câblés dans les chaînes de production et d'assemblage grâce à ses capacités numériques logiques.

L'introduction des microcontrôleurs et des automates programmables augmenterait la vitesse et la productivité des processus de fabrication et des lignes d'assemblage dans tous les domaines en raison de leur capacité à effectuer les anciennes tâches des relais et des minuteriers et de nouvelles tâches telles que l'acquisition d'informations en utilisant des capteurs, le contrôle des robots et la détection des erreurs et leur correction par exemple par l'utilisation de méthodes de contrôle telles que les PID pour augmenter la précision et minimiser les erreurs, cette solution s'est avérée être la solution la plus rentable pour contrôler des systèmes complexes et sa flexibilité peut être réappliquée pour contrôler d'autres systèmes rapidement et facilement.

Dans ce mémoire, nous allons étudier les ascenseurs et fabriquer un ascenseur éducatif en utilisant l'api s7-1214 et en le programmant à l'aide du logiciel tia portal. pour réaliser ce mémoire, nous allons diviser notre travail en trois chapitres

Dans le premier chapitre, nous allons explorer les aspects fondamentaux des systèmes d'automatisation, y compris leur définition, leurs objectifs, leur structure, leurs composants, ainsi que leurs avantages et inconvénients. Par la suite, nous définirons plus en profondeur dans le cœur de ces systèmes, à savoir les automates programmables industriels (API). Nous étudierons en détail leur architecture, leurs composants, leur fonction et les différentes catégories auxquelles ils appartiennent. De plus, nous aborderons les langages de programmation utilisés pour les configurer.

Dans le deuxième chapitre, on va ce qu'est un ascenseur, ses différents types et leurs composants, ainsi que les différentes motorisations appliquées à l'ascenseur à traction, puis nous avons expliqué les multiples avantages et inconvénients des ascenseurs.

Dans le troisième chapitre, nous discuterons des étapes de la réalisation d'un ascenseur éducatif automatisé à l'aide d'une API, nous montrerons les différentes pièces mécaniques et structures qui ont été utilisées pour le construire. Ensuite, nous avons examiné les pièces électroniques nécessaires et comment nous avons modélisé le programme pour faire fonctionner l'ascenseur à l'aide du grafcet. Nous avons terminé ce chapitre en appliquant ce grafcet dans le langage ladder à l'aide du logiciel tia portal et en l'implémentant dans une API Siemens de la famille S7-1200.

Chapitre1: Généralités sur les systèmes automatisés et les API

1.Introduction :

L'automatisation industrielle a révolutionné le paysage de la fabrication en introduisant des technologies avancées qui implique l'utilisation de technologies avancées pour automatiser et optimiser les opérations de fabrication, telles que des capteurs pour acquérir des informations et des actionneurs tels que des bras de robots, des convoyeurs, des moteurs, etc.

Il vise à réduire l'intervention humaine dans les tâches répétitives et banales tout en améliorant la précision, la vitesse et la fiabilité. En employant des systèmes automatisés, les entreprises peuvent atteindre des niveaux plus élevés d'efficacité, de productivité et de rentabilité. L'automatisation peut être appliquée dans divers secteurs, notamment l'automobile, l'aérospatiale, les produits pharmaceutiques, l'alimentation et les boissons, et bien d'autres encore.

2. Définition d'un system automatisée :

Un système est un ensemble de composants et de sous-systèmes interconnectés qui fonctionnent ensemble pour atteindre un objectif commun fourni par les utilisateurs. [1]

Un système automatique fait référence à une installation ou à un mécanisme qui fonctionne avec une intervention humaine minimale ou nulle. Il est conçu pour effectuer des tâches ou des fonctions spécifiques de manière autonome par rapport à son entrée et pour réaliser l'action correcte et précise le plus rapidement possible, sur la base d'instructions prédéterminées ou d'une logique programmée. [1]

Les systèmes automatiques sont généralement équipés de capteurs, d'actionneurs, de contrôleurs et de mécanismes de rétroaction qui leur permettent de détecter, d'analyser et de prendre décisions qui répondent à les données fournies par l'utilisateur ou provenant de l'environnement.[3]

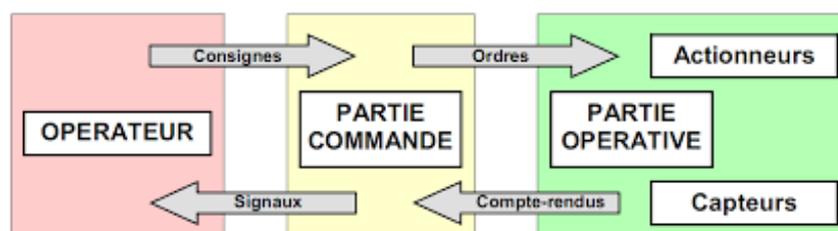


Fig. I. 1 : La structure générale d'un système automatisée

On peut trouver ces systèmes sont utilisée dans tous les domaines industriels par exemple :

- les industries de transformation des produit chimiques, production d'énergie pour le control des température, pression ...etc.
- les industries de fabrication et assemblages comme les automobiles et l'électroménager pour le control des opérations d'montages

3. la structure d'un système automatisée

Afin d'assurer le meilleur fonctionnement d'un système automatique, celui-ci doit contenir trois parties essentielles, chacune d'entre elles jouant un rôle critique, qui sont les suivantes : partie opérative (P.O), partie de commande (P.C) et la partie relation.[1]

3.1. Partie opérative :

C'est l'organe de puissance qui peut être mécanique, électrique, pneumatique ou hydraulique et bien souvent un assemblage de ces technologies, qui effectue les actions qui exécute les commandes et transforme la matière d'œuvre a l'état désirée , il est devisée au deux partie [2][3]

3.1.1. Les préactionneurs :

Ce sont des interfaces de puissance entre la partie commande et la partie opérative qu'ils ont responsable de transmettre l'énergie nécessaire pour fonctionner les actionneurs par exemple les contacteurs et les relais pour les moteurs électrique et les distributeurs pour les vérins .[6]

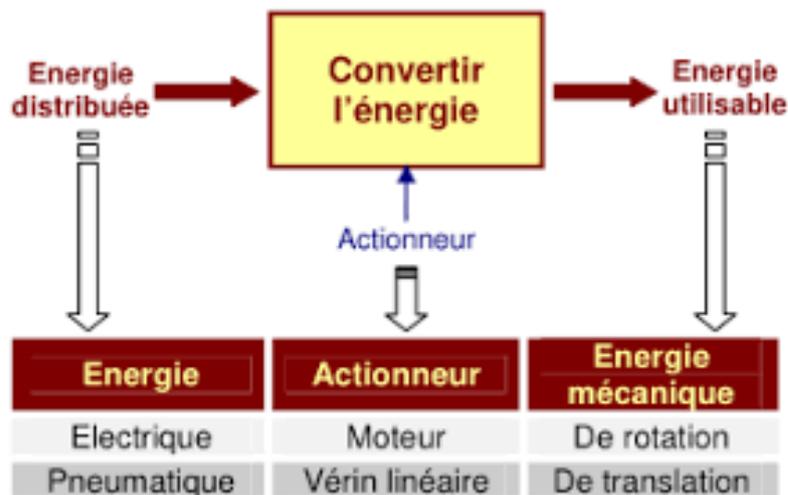


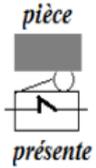
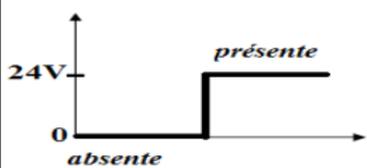
Fig. I. 2 : Schéma de fonctionnement d'un pré-actionneur

3.1.2. Les actionneurs :

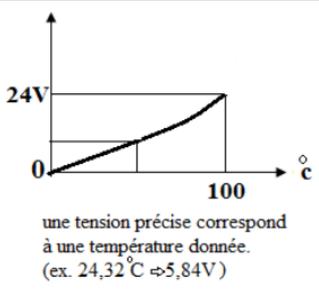
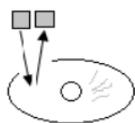
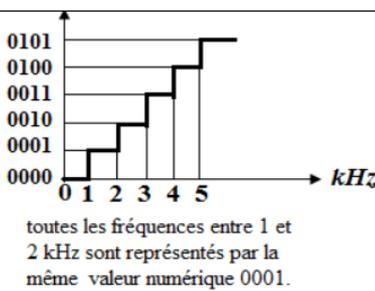
ce sont les dispositifs responsable a transformer l'énergie d'entrée (électrique , pneumatiques , hydrauliques) en énergie de sortie mécanique qui résulte une rotation , mouvement ou un translation par exemple les moteurs et les vérins pneumatiques [3]

3.1.3 Les capteurs

Un capteur est un organe de prélèvement et de codage d'information qui transforme une grandeur physique en une grandeur électrique, qui peut être interpréter par un dispositif de contrôle commande qui permet d'avoir des informations sur le système comme les positions des vérins, vitesse des moteurs ou la présence de produit et l'état de l'environnement comme la température et la pression on distinguer trois catégories numérique, analogique ou TOR [5]

Fonction de capteur	Nature de la transmission	symbole	Type de signal
Contrôle de la présence d'une pièce	Tout ou rien TOR	 <i>absente</i>  <i>présente</i>	

Tab.I.1 : Tableau qui démontre le fonctionnement de capteur TOR

Type de mesure	Nature de l'émission	exemple	Type de signal
mesure Continue d'une variation continue	Analogique : L'émission est une grandeur électrique continue (tension, fréquence...).	sonde de température 	
Mesure non Continue d'une variation continue	Numérique : L'émission est une impulsion ou un binaire.	lecteur de compact disk ou CD-ROM 	

Tab.I.2 : Tableau qui démontre les différents types des capteurs

3.2 Partie commande :

Elle est le cerveau des systèmes automatiques constituée de circuits électroniques, elle est responsable du traitement des données, prend les décisions et commande la partie opérative par l'émission d'ordres en fonction d'informations et réception des informations sous la forme de signaux électriques depuis les capteurs, elle peut communiquer avec des humains ou d'autres systèmes.[1]

3.3 Partie relation :

C'est la partie qui contient le pupitre de dialogue homme-machine équipé des dispositifs de commande permettant la mise en/hors énergie de l'installation aussi la sélection des modes de marche, la commande manuelle des actionneurs, le départ des cycles et l'arrêt d'urgence... ainsi que des signalisations diverses telles que les voyants lumineux, les IHM, Klaxons, sonneries,...etc. [3]

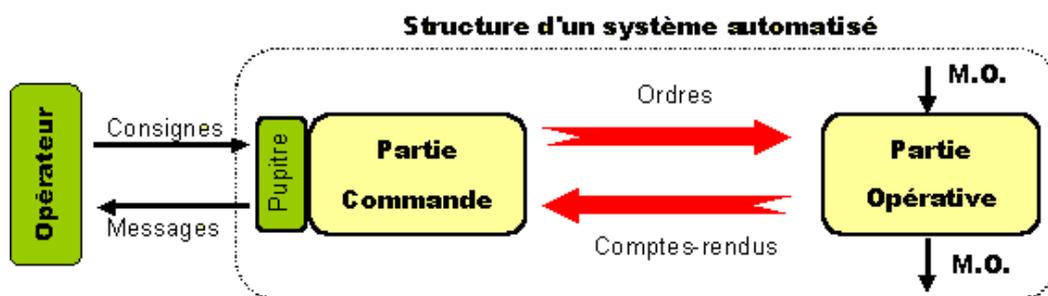


Fig. I. 3 : Les parties principales d'un système automatisé

4. la Chaîne fonctionnelle d'un système automatisé :

Une chaîne fonctionnelle est un sous-ensemble qui construit un système automatisé. On peut distinguer au sein des systèmes deux chaînes, l'une agissant sur les flux de données,

4.1. La chaîne d'information :

La chaîne d'information est constituée à partir des fonctions suivantes : l'acquisition des données, le traitement des informations et la communication des informations traitées appelée chaîne d'information (Chaîne d'acquisition), l'autre agissant sur les flux de matière et d'énergie, appelée chaîne d'énergie (Chaîne d'action).

- Acquérir : Les éléments responsables de l'introduction des informations au système sont les capteurs et les interfaces homme/machine (Bouton poussoir, bouton coup de poing, potentiomètre, écran tactile, clavier...etc) permettent de prélever des informations sur le comportement de la partie opérative ou du milieu extérieur et d'envoyer des consignes au système, respectivement. Les informations capturées et les consignes sont transformées en des informations exploitables

(généralement de nature électrique ou pneumatique car ils seront portés par un support physique) par la partie commande.

- Traiter : L'unité de traitement est le plus souvent dans l'industrie une carte électronique ou un automate programmable industriel (API). C'est un ensemble électronique qui gère et assure la commande du système automatisé en fonction des informations recueillies par les capteurs et boutons.

- Communiquer : Les interfaces machine/homme (voyant, alarme sonore, écran...) permettent à l'utilisateur d'être informé sur l'état du système et les réseaux) réalisent une communication avec d'autres systèmes.[1]

4.2. Chaîne d'énergie :

La chaîne d'énergie assure la réalisation d'une fonction dont les caractéristiques sont spécifiées dans le cahier des charges. Elle est constituée des fonctions génériques suivantes :

- Alimenter : Elle fournit au système l'énergie (électrique, pneumatique, hydraulique)

dont il a besoin pour fonctionner. L'énergie électrique est générée par des batteries ou des piles. Elle peut-être produite par des réseaux électrique ou à partir d'énergie solaires ou du vent. Pour les systèmes qui nécessitent d'autres énergies comme de l'air comprimé il faut utiliser des compresseurs ou des pompes.

- Distribuer : En général, l'énergie l'ordre issue de la partie commande n'est pas suffisante pour être utilisable directement par les actionneurs. Alors le rôle du pré-actionneur est de distribuer ou non une énergie importante en attente, sous l'action d'une énergie de commande plus faible. Les pré-actionneurs les plus utilisés sont des contacteurs ou des relais si l'énergie est électrique. Si l'énergie est pneumatique, les pré-actionneurs sont des distributeurs.

- Convertir : La fonction des actionneurs, est de convertir une énergie de puissance provenant du pré-actionneur en une énergie adaptée à l'exécution de la tâche à effectuer. En général les actionneurs sont des moteurs (l'énergie électrique est convertie en une énergie mécanique de rotation) ou des vérins (l'énergie pneumatique) est convertie en une énergie mécanique de translation).

- Transmettre : A la sortie de l'actionneur, l'énergie mécanique est disponible. Cependant, pour un grand nombre de systèmes, cette énergie mécanique n'est pas directement utilisable par l'effecteur. Alors il faut transmettre cette énergie à l'effecteur. Cette fonction peut être se réalisée en plusieurs actions telle que transmettre l'énergie à l'effecteur par exemple par les engrenages et les poulies courroies. Transformer l'énergie mécanique de rotation en translation ou vice-versa :

cette fonction est réalisée par exemple par les guidages de rotation, les guidages de translation et les freins. Adapter l'énergie : cette fonction est réalisée par exemple par les systèmes vis-écrou.

- Agir : Les effecteurs sont les éléments terminaux de la chaîne d'action. Ils agissent directement sur la matière d'œuvre en vue de lui apporter une valeur ajoutée. Ils convertissent l'énergie reçue de l'adaptateur en une opération ou un effet sur la matière d'œuvre.[1]

5. les avantages d'un système automatisée :

L'objectif d'un système industriel automatique est d'augmenter la productivité, de réduire les coûts, d'améliorer la qualité des produits et l'efficacité opérationnelle en utilisant des technologies d'automatisation et des systèmes de contrôle intelligents, Voici quelques objectifs spécifiques d'un tel système :

- Augmentation de la production : Les systèmes industriels automatiques visent à maximiser la production en réduisant le travail manuel, en minimisant les temps d'arrêt et en optimisant l'efficacité globale de l'équipement. Cela aide les industries à répondre aux demandes du marché et à améliorer leur compétitivité.

- Amélioration de l'efficacité : L'automatisation élimine ou réduit les erreurs humaines, ce qui améliore l'efficacité des processus. Les systèmes automatisés peuvent effectuer des tâches plus rapidement et avec plus de précision que les humains, ce qui se traduit par une productivité accrue et une réduction des déchets.

- Réduction des coûts : En automatisant les tâches répétitives et en rationalisant les processus, les systèmes industriels automatiques peuvent réduire considérablement les coûts de main-d'œuvre. Ils réduisent également les déchets matériels, la consommation d'énergie et les dépenses de maintenance, ce qui permet de réaliser des économies globales.

- Amélioration de la qualité des produits : L'automatisation garantit la cohérence et la précision de la production, réduisant ainsi les variations et les défauts. En mettant en œuvre des mesures de contrôle de la qualité et en utilisant des capteurs et des systèmes de surveillance, les systèmes industriels automatiques peuvent identifier et traiter les problèmes de qualité en temps réel, ce qui se traduit par une meilleure qualité des produits et une plus grande satisfaction des clients.

- Amélioration de la sécurité des travailleurs : Les systèmes automatisés peuvent prendre en charge des tâches dangereuses ou physiquement exigeantes, réduisant ainsi le risque de blessures et d'accidents pour les travailleurs. En retirant les humains d'environnements potentiellement dangereux, l'automatisation industrielle améliore la sécurité sur le lieu de travail.

- Flexibilité et évolutivité accrues : Les systèmes industriels automatiques sont conçus pour être flexibles et s'adapter à l'évolution des besoins de production. Ils peuvent être reprogrammés ou reconfigurés pour s'adapter à différentes variations de produits ou ajuster les volumes de production, ce qui permet aux industries de répondre rapidement aux demandes du marché.

- Collecte et analyse des données : L'automatisation permet de collecter de grandes quantités de données provenant de divers capteurs et équipements. En analysant ces données, les systèmes industriels peuvent identifier des modèles, des tendances et des possibilités d'optimisation des processus, de maintenance prédictive et d'amélioration continue.
- Intégration et connectivité : Les systèmes industriels automatiques modernes sont conçus pour être interconnectés et intégrés à d'autres systèmes, tels que les logiciels de planification des ressources de l'entreprise et les systèmes de gestion de la chaîne d'approvisionnement. Cette intégration transparente facilite l'échange de données, la gestion des stocks et la surveillance en temps réel, ce qui permet de créer un écosystème industriel plus efficace et plus réactif.[1][2][6]

6. les inconvénients d'un système automatisée :

- L'investissement initial élevé : La mise en place d'un système industriel automatisé nécessite souvent un investissement initial important. Les coûts comprennent l'acquisition et l'installation d'équipements d'automatisation, la reconfiguration de la chaîne de production et la formation des employés pour faire fonctionner et entretenir le système. Cette première dépense en capital peut représenter un défi financier pour certaines entreprises, en particulier les petites ou moyennes entreprises.
- La complexité et compétences requises : Les systèmes industriels automatiques sont complexes et nécessitent des connaissances et des compétences spécialisées pour la conception, la mise en œuvre, le fonctionnement et la maintenance. Des techniciens et des ingénieurs qualifiés sont nécessaires pour programmer, dépanner et réparer les systèmes automatisés. La demande d'une telle expertise peut entraîner des coûts de main-d'œuvre plus élevés ou la nécessité de former les employés existants, ce qui peut poser des problèmes aux entreprises.
- Le déplacement de la main-d'œuvre : La mise en œuvre d'un système industriel automatique peut entraîner une réduction de la demande de certains types de travail manuel. Les emplois qui impliquent des tâches répétitives ou banales peuvent être remplacés par des processus automatisés, ce qui peut entraîner des déplacements d'emplois ou la nécessité pour les travailleurs d'acquérir de nouvelles compétences pour rester pertinents sur un marché du travail en pleine évolution.[1][2][6]

7. Les automates programmable industriels :

7.1 Définition

L'automate programmable industriel (**API**) est un dispositif électronique programmable destiné à la commande de processus industriels par un traitement séquentiel. Dans son unité centrale de traitement, il exécute un nombre d'instructions introduites dans sa mémoire sous forme de programme, il est branché directement aux capteurs et pré-actionneurs grâce aux entrées/ sorties dont

il est équipé. Il diffère des autres outils informatiques par son adaptation aux environnements industriels et ses langages de programmation qui sont développées spécialement pour le traitement des fonctions nécessaire pour fonctionner un système automatisée qu'ils sont :

- D'assurer l'acquisition de l'information fournie par les capteurs
- De faire le traitement ;
- Elaborer la commande des actionneurs ;
- Assurer également la communication pour l'échange d'informations avec L'environnement.[7]

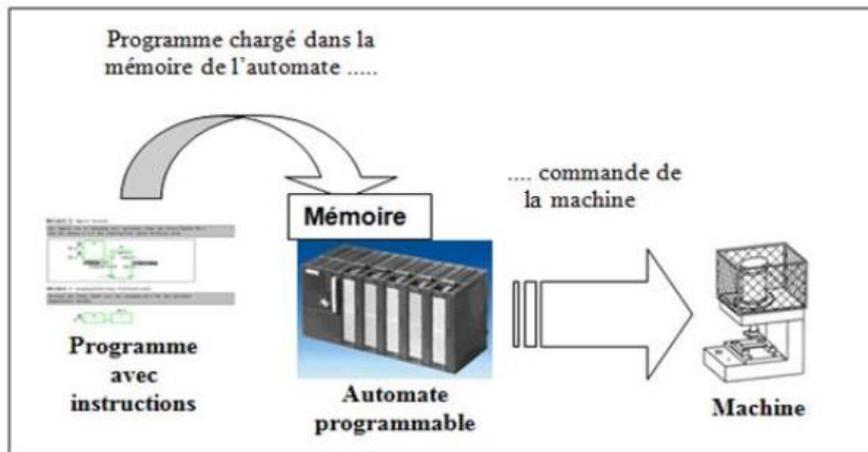


Fig. I. 4 : Représentation de rôle de l'API

L'automate programmable industriel API utilise une mémoire programmable pour stocker les instructions et qui implémente différentes fonctions, qu'elles soient logiques, de séquençement, de temporisation, de comptage ou arithmétiques, pour commander les machines et les processus. Il est conçu pour être exploité par des ingénieurs, dont les connaissances en informatique et langages de programmations peuvent être limitées. La création et la modification des programmes de l'API ne sont pas réservées aux seuls informaticiens. Les concepteurs de l'API l'ont préprogrammé pour que la saisie du programme de commande puisse se faire à l'aide d'un langage simple. La programmation de l'API concerne principalement la mise en œuvre d'opérations logiques et de commutation, par exemple, si A ou B se produit, alors allumer c, ou si A et B se produisant, alors allumer D. Les dispositifs d'entrée, c'est-à-dire des capteurs, comme des interrupteurs, et les dispositifs de sortie, c'est-à-dire des moteurs, des vannes, etc., du système sont connectés à l'API. L'opérateur saisit une séquence d'instructions, le programme, dans la mémoire de l'API. L'automate surveille ensuite les entrées et les sorties conformément aux instructions du programme et met en œuvre les règles de command définies.[4]

7.2. Les avantages des automates programmables :

Les API sont comparables aux ordinateurs. Toutefois, alors que les ordinateurs sont optimisés pour la tâche de calcul et d'affichage, les API sont utilisés pour les tâches de commande et les environnements industriels. Voici ce qui caractérise les API :

- Ils sont solides et conçus pour supporter les vibrations, les températures basses ou élevées, l'humidité et le bruit ;
- Les interfaces des entrées et sorties sont intégrées à l'automate
- Ils sont faciles à programmer et leur langage de programmation facile à comprendre est principalement orienté sur les opérations logiques et de commutation.
- La simplification de travail de l'homme qui, libéré de la machine, peut se consacrer à des activités plus qualifiantes;
- Améliorer la productivité des installations en augmentant leur autonomie de fonctionnement .
- Renforcer la qualité par une surveillance permanente des productions et augmente la sécurité des installations;
- Réaliser, notamment grâce au développement des techniques programmables, de l'installation plus souple, plus flexible d'emploi et susceptible de former des productions différentes par simple changement de programme.

En effet, l'automatisme peut intervenir à tous les stades d'opérations industrielles, dans des domaines aussi divers que les industries de transformations, de fabrication ou de transport, dans les machines-outils ainsi que dans la vie quotidienne (systèmes d'alarmes, automatisation de parking...).[2][3][7]

7.3. Les domaines d'utilisation des API :

Pour les raisons qui viennent d'être évoquées, les API s'adressent à des applications que l'on trouve dans la plupart des secteurs industriels :

- Métallurgie et sidérurgie : pour les problèmes de gaz, de contrôle de qualité.
- Mécanique et automobile : commande de machines-outils, robots, machines de soudage.
- Industries chimiques : pilotage d'unités de production, dosage et mélange reproductibles.
- Industries pétrolières : commande et la surveillance des pipe-lines, ou affectés aux parcs de changement et la distribution des gaz et des liquides.
- Industries agricoles et alimentaires : aux postes de mélanges et de contrôle des produits.
- Transports et manutention : tri de paquets, de courrier, gestion mécanisée de parc de stockage, emballage.

L'application des API sont des Applications diverses dans tous les domaines industriels.[1][2][6]

7.4. Fonctionnement d'un API

L'automate programmable reçoit les informations qui décrivent la situation d'un système à travers ses modules d'entrée qui sont généralement des capteurs ou des commandes manuelles d'un opérateur, l'api traitera ces informations et prendra une décision basée sur un programme pré-écrit dans sa mémoire par un ingénieur.

Le microprocesseur réalise toutes les fonctions logiques ET, OU, les fonctions de temporisation, de comptage, de calcul... Il est connecté aux autres éléments (mémoire et interface E/S) par des liaisons parallèles appelées ' BUS ' qui véhiculent les informations sous forme binaire. Lorsque le fonctionnement est dit synchrone par rapport aux entrées et aux sorties, le cycle de traitement commence par la prise en compte des entrées qui sont figées en mémoire pour tout le cycle.

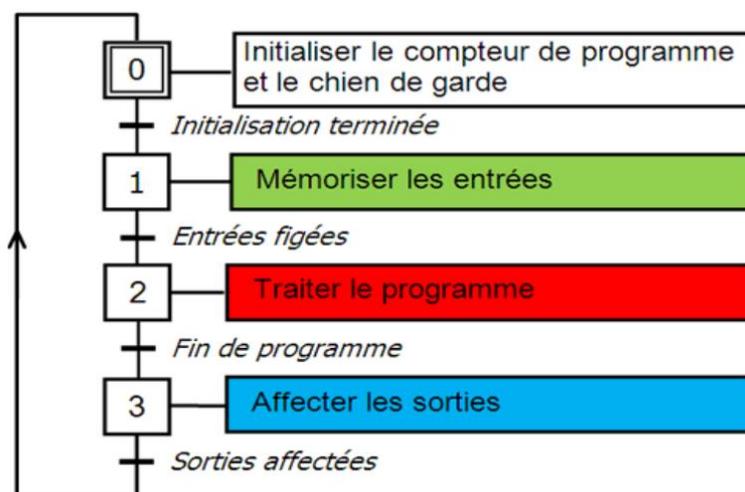


Fig. I. 5 : Schéma de fonctionnement d'un API

Le processeur exécute alors le programme instruction par instruction en rangeant à chaque fois les résultats en mémoire. En fin de cycle les sorties sont affectées d'un état binaire, par mise en communication avec les mémoires correspondantes. Dans ce cas, le temps de réponse à une variation d'état d'une entrée peut être compris entre un ou deux temps de cycle (durée moyenne d'un temps de cycle est de 5 à 15 ms.[2][6])

7.5. Architecture des automates programmables industriels

L'architecture de l'API (automate programmable industriel) est comparable à celle d'un micro-ordinateur. Il peut être monobloc ou modulaire. Un API est bien adapté à la commande des processus industriels et est protégé contre les champs électromagnétiques. Un API possède un bus qui relie l'unité centrale aux autres cartes d'entrées et de sorties. Doté d'un microprocesseur, l'unité centrale possède une mémoire ROM (READ ONLY MEMORY) où est stocké le programme constructeur, nommé système d'exploitation. Une mémoire RAM (RANDOM ACCESS MEMORY)

stocke le programme utilisateur. Des logiciels de haut niveau permettent une mise en œuvre très simple.[1][4][6]

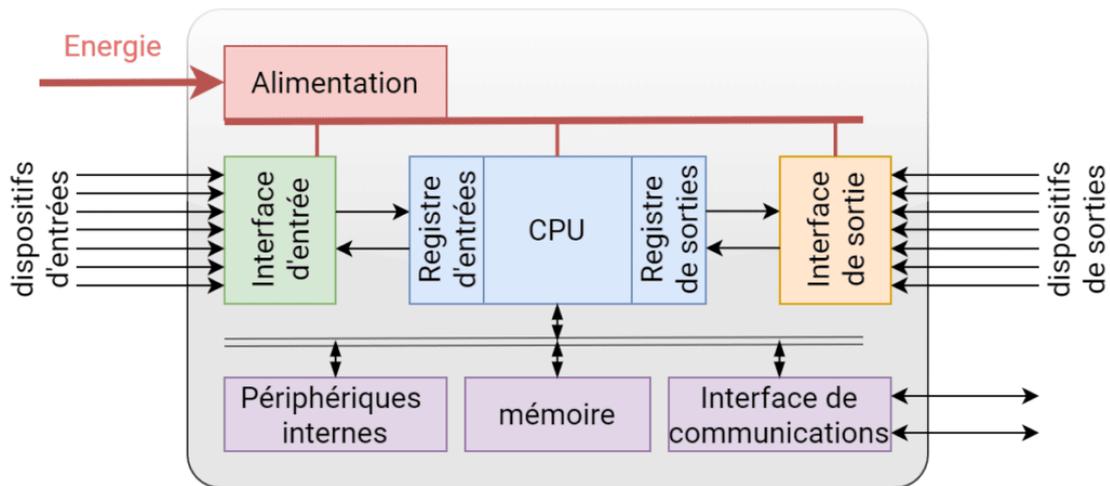


Fig. I.6 : Schéma de la structure et différents composants d'un API

7.6. L'alimentation :

L'unité d'alimentation est indispensable puisqu'elle convertit en générale une tension alternative fournit par un central électrique en une basse tension continue nécessaire de différentes valeurs ça dépend a l'api utilisée pour le fonctionnement de processeur et les autres modules d'entrées / sorties.[2]

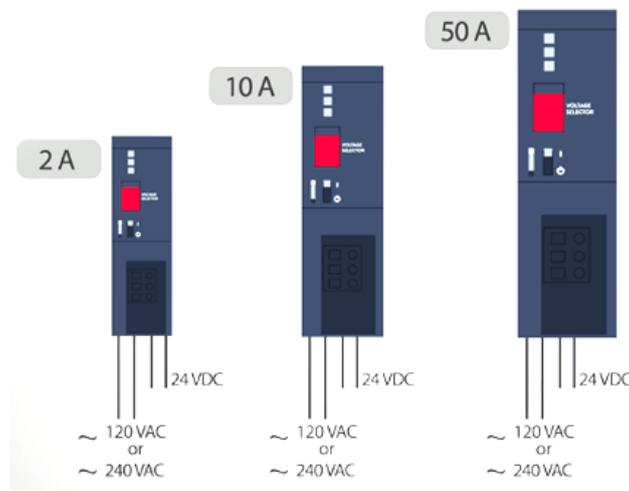


Fig. I. 7 : Représentation des différentes modules d'alimentation pour les API

7.7 Le processeur ou unité centrale (CPU) :

Contient le microprocesseur. Le CPU est l'élément qui reçoit les signaux d'entrée fait les traitements nécessaires et effectue les actions de commande conformément au programme stocké en mémoire, en communiquant aux sorties les décisions sous forme de signaux d'action.[4]

Le processeur est le cerveau de l'automate c'est l'ensemble fonctionnel chargé d'assurer le contrôle de l'ensemble de la machine et d'effectuer les traitements demandés par les instructions des programmes. Le processeur comprend :

- Les registres

Le processeur est organisé autour d'un certain nombre de registres :

- **Le compteur ordinal (pointeur)** contient en permanence l'adresse de l'instruction en cours d'exécution
- **Le registre instruction** reçoit de la mémoire centrale le code opération (CO) de l'instruction à exécuter, désigné par le compteur ordinal
- **Le registre adresse** reçoit parallèlement au registre instruction, la partie adresse opérande(AO) de l'instruction chargée depuis la mémoire centrale
- **Le registre d'état** est un ensemble de positions binaires décrivant, à chaque instant, la situation dans laquelle se trouve précisément la machine
- **Le registre index** contient la base d'adressage éventuelle
- **Le registre accumulateur A** est le registre où s'effectuent les opérations du jeu d'instruction de le CPU
- **Une extension du registre accumulateur B** existe par fois, notamment lorsque l'API permet de traiter des chaînes de bits ou des opérations Arithmétiques

- Les piles

Une pile est constituée d'un ensemble ordonné d'informations et d'une politique de leur acquisition(empilement) et de leur restitution (dépilement). Le processeur utilise une pile pour le traitement.

7.8 Les bus :

Les bus représentent les chemins de communication au sein de l'API. Les informations sont transmises en binaire, c'est-à-dire sous forme de groupes de bits. Un bit est un chiffre binaire qui vaut 1 ou 0 et indique les états marche/arrêt (ON/OFF). Un mot est un groupe de bits qui constitue une information. Ainsi, un mot de huit bits peut être le nombre binaire 00100110. Chaque bit est envoyé simultanément sur son propre fil. Le système comprend quatre bus :

- **Le bus de données** transporte les données dans les traitements effectués par le CPU
- **Le bus d'adresse** transporte les adresses des emplacements mémoire
- **Le bus de contrôle** transporte les signaux utilisés par le CPU pour le contrôle
- **Le bus système** sert à la communication entre les ports d'entrées-sorties et l'unité d'entrées-sortie.[4]

7.9 Les mémoires :

Pour que l'API effectue son travail, il doit accéder aux données à traiter et aux instructions, c'est-à-dire au programme, qui lui expliquent comment traiter ces données. Ces informations sont stockées dans la mémoire de l'API, qui est composée de plusieurs éléments :

- La mémoire morte (ROM , Read Only Memory) du système représente un espace de stockage permanent pour le système d'exploitation et les données figées utilisées par le CPU.
- La mémoire vive (RAM, Random Access Memory) est utilisée pour le programme de l'utilisateur et pour les données. C'est là que sont stockées les informations sur l'état des entrées et des sorties.
- Une mémoire morte reprogrammable (EPROM, Erasable and Programmable Read Only Memory) est parfois employée pour stocker de manière permanente les programmes.[4]

7.10. Les modules d'entrée/sortie (E/S) :

L'unité d'entrées-sorties apporte l'interface entre le système et le monde extérieur. Au travers de canaux d'entrées-sorties, elle permet d'établir des connexions avec des dispositifs d'entrée, comme des capteurs, et des dispositifs de sortie comme des moteurs. L'isolation électrique avec le monde extérieur est généralement réalisée par des photocoupleurs (également appelés optocoupleurs). Différents types de modules sont disponibles sur le marché selon l'utilisation souhaitée, les plus répandus sont :

7.10.1 Entrées/sorties Tout ou Rien(TOR) :

Les module d'entrées TOR sont utilisées pour l'acquisition des signaux binaires. Les module de sortie TOR commande des actionneurs Tout Ou Rien.[6]

7.10.2 Entrées/sorties analogiques :

Le module d'entrée constituée d'un convertisseur analogique numérique (CAN). Il est utilisée pour l'acquisition d'une tension (0V à 10V ou -5V à +5V) ou d'un courant(4mA à 20mA). Le module de sortie constituée d'un convertisseur numérique analogique (CNA), est utilisée pour commander un actionneur (ou pré- actionneur).[4]

7.10.3 Entrées/Sorties spéciales :

On regroupe ici les dispositifs qui, soit relèvent habituellement du logiciel (compteurs, temporisations), soit constituent des extensions des E/S traditionnelles. Il s'agit en particulier des E/S analogiques, des cartes de régulation et des commandes d'axes[1]

8. Les langages de programmation des API :

Les applications d'aujourd'hui, pour la plupart, sont en logique programmée, dans laquelle le microprocesseur de l'API effectue, dans une boucle sans fin, les équations d'un programme, on parle de scrutation, les logiciels de programmation des API offrent des outils conviviaux pour une implémentation très facile de l'application. Les API sont bien adaptés pour la programmation des machines spéciales. On choisit le langage de programmation le mieux adapté à l'application. La norme CEI 61131 les classe en quatre familles : LD, IL, FBD et ST. [3][5]

8.1. Programmation à schéma CONT ou LADDER

Le « Ladder » ou CONT est un langage graphique de programmation. Proche dans sa représentation graphique des schémas électriques, c’est un langage visuel très simple d’utilisation. Un schéma « Ladder » est constitué de plusieurs réseaux. Chaque réseau possède une ligne d’alimentation gauche, une ligne d’alimentation droite et des branches reliant les entrées situées à gauche et les sorties situées à droite.

Un programme LADDER se lit de haut en bas et l’évaluation des valeurs se fait de gauche à droite. Les valeurs correspondent en fait, si on le compare à un schéma électrique, à la présence ou non d’un potentiel électrique a chaque nœud de connexion. En effet, le LADDER est basé sur le principe d’une alimentation en tension représentée par deux traits verticaux reliée horizontalement par des bobines, des contacts et des blocs fonctionnels, d’où le nom « LADDER » , Il existe 3 types d’élément de langage :

- Les entrées (ou contact), qui permettent de lire la valeur d'une variable booléenne.
- Les sorties (ou bobines) qui permettent d'écrire la valeur d'une variable booléenne.
- Les blocs fonctionnels qui permettent de réaliser des fonctions avancées.[5]

symbole	signification
— —	Contact normalement ouvert
— / —	Contact normalement fermé
— NOT —	Contact fermé au front descendant
— P —	Contact fermé au front montant
— N —	Contact fermé au front descendant
—()—	Bobine normalement ouverte
—(/)—	Bobine normalement fermée
—(S) — ou —(L)—	Bobine Latch (maintenu à 1 une fois actionné)
—(R) — ou —(U)—	Bobine Reset (remise à 0 de la bobine latch)

Tab I. 3 : Les différents symboles dans le langage LADDER

Voici un exemple d’un programme en utilisant le langage LADDER

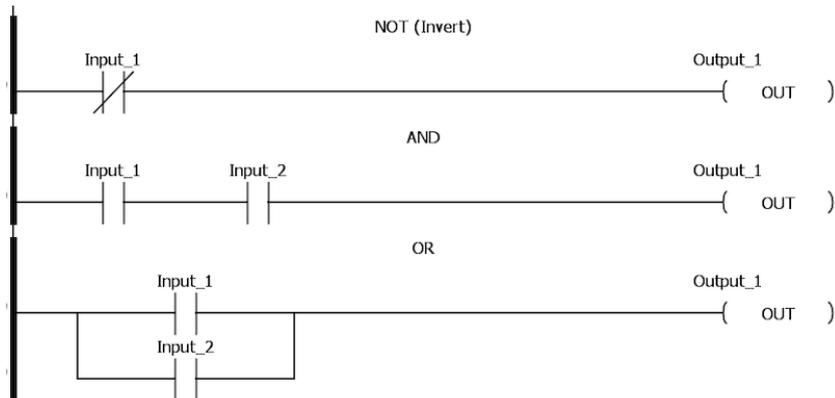


Fig. I. 8 : Exemple d’un programme avec le langage LADDER

8.2. Le langage FBD :

Dans le FBD, la logique du programme est représentée sous la forme d'un réseau de blocs fonctionnels interconnectés. Chaque bloc fonctionnel représente une action ou une opération spécifique, et les connexions entre les blocs indiquent le flux des données et des signaux de contrôle.

Le langage FBD fournit une représentation visuelle de la logique de contrôle, ce qui facilite la compréhension et la maintenance de programmes complexes. Il permet aux programmeurs de créer des blocs fonctionnels modulaires et réutilisables, ce qui améliore la réutilisation du code et réduit le temps de développement. En outre, le FBD est bien adapté aux systèmes qui nécessitent un traitement parallèle ou l'exécution simultanée de tâches.

Voici les éléments principaux du langage FBD :

- Blocs fonctionnels : Il s'agit de représentations graphiques de fonctions ou d'opérations spécifiques, telles que des calculs mathématiques, des opérations logiques, des minuteries, des compteurs, etc. Chaque bloc fonctionnel exécute une tâche spécifique et peut avoir des entrées, des sorties et des variables internes.
- Entrées et sorties : Les blocs fonctionnels possèdent des bornes d'entrée et de sortie, représentées par des connecteurs sur leurs côtés. Les entrées fournissent des données ou des signaux de contrôle au bloc fonctionnel, tandis que les sorties transmettent les résultats ou les signaux générés par le bloc. Ces connexions permettent aux données de circuler entre les blocs et d'échanger des informations.
- Connexions : Les blocs fonctionnels sont interconnectés à l'aide de lignes ou de fils qui relient les bornes de sortie d'un bloc aux bornes d'entrée d'un autre. Ces connexions définissent le flux des données et des signaux de contrôle au sein du programme, permettant l'exécution séquentielle et parallèle des opérations.
- Ordre d'exécution : Les programmes FBD sont exécutés de haut en bas et de gauche à droite. Cela signifie que les blocs fonctionnels situés en haut du diagramme sont exécutés en premier, suivis des blocs situés en dessous. Cet ordre d'exécution séquentiel peut être modifié en utilisant des structures de contrôle telles que des blocs de branchement ou de bouclage.[5][6]

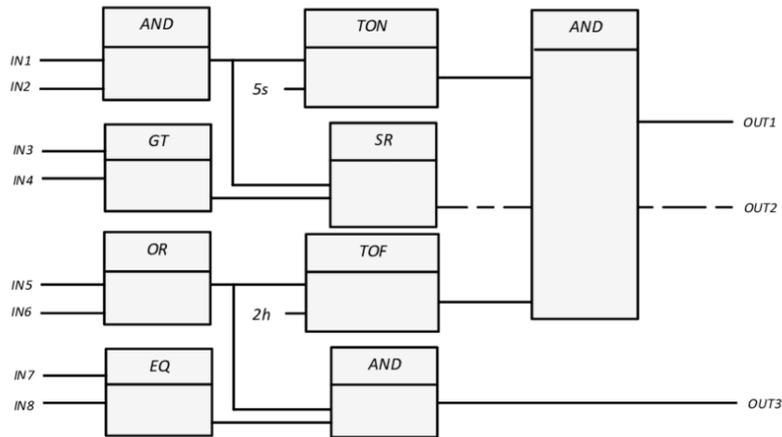


Fig. I. 9 : Schéma représentatif des différents blocs dans le langage FBD

8.3. Le langage IL (liste des instructions) :

Langage basique des automatismes, il représente une liste d'instructions qui met en œuvre, Comme pour le langage booléen, des équations logiques. Cette programmation diffère des autres méthodes car elle n'utilise pas des schémas ou des diagrammes. Chaque constructeur d'API possède ses spécificités. Le programme est un ensemble de lignes de texte avec la possibilité d'ajouter un commentaire pour expliquer l'action que le programme doit exécuter Nous donnons quelques commandes de base utilisées dans un programme LIST .[5][4]

Désignation	Fonctions
LD	Le résultat est égal à l'opérande (Load : lire la valeur)
LDN	Le résultat est égal à l'inverse de l'opérande (contact ouverture).
AND	ET logique entre le résultat et précédent et l'état de l'opérande.
ANDN	ET logique entre le résultat et précédent et l'état inverse de l'opérande.
OR	OU logique entre le résultat et précédent et l'état de l'opérande
ORN	OU logique entre le résultat et précédent et l'état inverse de l'opérande.
XOR, XORN	OU exclusif.

Désignation	Fonctions
ST	L'opérande associé prend la valeur de la zone de test.
STN	L'opérande associé prend la valeur inverse de la zone de test.
S	L'opérande associé est mis à 1 lorsque le résultat de la zone de test est à 1.
R	L'opérande associé est mis à 1 lorsque le résultat de la zone de test est à 1.

Tab. I. 4 : Tableau représentatif des différents instructions dans le langage IL

8.4. Le langage ST

Le langage ST (Structured Text), ressemble beaucoup au langage C. C'est un langage structuré qui convient bien pour les applications faisant appel à des calculs compliqués et au traitement des chaînes de caractères.[5]

8.5 Modélisation du système par le grafcet

L'acronyme grafcet signifie : **G**raphe **F**onctionnel de **C**ommande **E**tape **T**ransition. est un langage graphique utilisé pour la spécification et la conception de systèmes de commande séquentiels. Il est largement utilisé dans le domaine de l'automatisation industrielle et de l'ingénierie de contrôle. Le GRAFCET offre une représentation visuelle du comportement séquentiel et de la logique d'un système, permettant la modélisation et l'analyse de processus de contrôle complexes.

Dans un diagramme GRAFCET, le comportement du système est décrit par un ensemble d'étapes et de transitions interconnectées. Les étapes représentent des états ou des actions spécifiques au sein du système, tandis que les transitions décrivent les conditions ou les événements qui déclenchent le passage d'une étape à une autre. Les connexions entre les étapes et les transitions sont régies par des relations logiques telles que des conditions, des priorités et des contraintes de temps.[6]

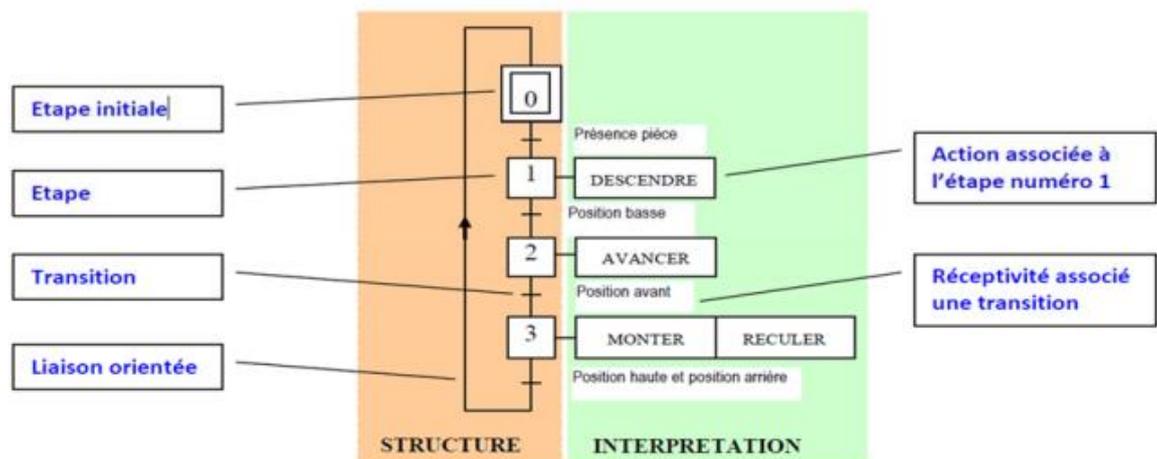


Fig. I .10 : Fonctionnement générale d'un Grafcet.

9. La classification des API :

En réalité, les systèmes d'automatisation varient en termes de taille et de complexité, de sorte que l'on trouve sur le marché un grand nombre d'automates programmables, chacun étant destiné à une application spécifique. Deux critères principaux permettent de classer les automates programmables, à savoir la taille et la configuration matérielle.[2][3]

9.1. Classification par gamme :

9.1.1 Les automates de petite gamme :

Les petits API peut contrôler des machines plus petites telles que des convoyeurs et des moteurs. Il possède moins de fonctionnalités que les deux autres catégories d'automates et contient suffisamment de mémoire pour stocker des programmes de logique en échelle destinés à contrôler les dispositifs d'E/S locaux.

Ils sont généralement dotés de ports de communication série configurés pour communiquer avec des actionneurs et des capteurs sur le terrain via des liaisons RS-232 ou RS-485. Ces dispositifs peuvent être achetés sous forme de modules séparés pour être facilement intégrés dans des systèmes de contrôle existants.

Certains petits automates sont intégrés dans le contrôleur dans lequel ils sont utilisés. Ces petits automates ont des langages de programmation qui ne permettent généralement que de créer des programmes de logique en échelle.[3]

9.1.2 Les automates de moyenne gamme :

Un API moyen peut contrôler des machines plus grandes telles que des chaînes de montage et des moteurs. Il possède plus de fonctionnalités que les deux autres catégories d'API en raison de sa grande taille de mémoire, de ses ports de communication étendus, de ses vitesses de traitement plus élevées et de ses dispositifs d'entrée/sortie supplémentaires.

Les automates programmables de taille moyenne comprennent par exemple des convertisseurs numérique-analogique (DACS), des ports de communication série configurés pour communiquer avec des actionneurs de terrain via des réseaux ou des bus tels qu'Ethernet ou DeviceNet, et des modules d'entrée analogique pour des capteurs locaux configurés pour surveiller des paramètres physiques tels que la pression, la température et le poids.

Ces machines sont dotées de langages de programmation PLC qui permettent de mettre en œuvre de nombreuses structures logiques différentes pour surveiller les dispositifs et contrôler les machines.[6]

9.1.3 Les automates de haute gamme :

Un grand API est un ordinateur capable de contrôler de très grandes machines, telles que des blocs de construction entiers ou des turbines productrices d'énergie. Il possède plus de fonctionnalités que les deux autres catégories d'API en raison de la taille élevée de sa mémoire, de ses ports de communication étendus, de ses vitesses de traitement élevées et de ses dispositifs d'entrée/sortie supplémentaires.

Parmi les grands automates programmables, on peut citer les modules de sortie analogique pour les actionneurs locaux, configurés pour surveiller des paramètres physiques tels que la vitesse ou le couple des moteurs qui leur sont connectés, les convertisseurs numériques-analogiques (DACS), les ports de communication série configurés pour communiquer avec les actionneurs de terrain via des réseaux ou des bus tels qu' Ethernet ou DeviceNet, et d'autres dispositifs périphériques.

Ces machines sont dotées de langages de programmation qui permettent de mettre en œuvre de nombreuses structures logiques différentes pour surveiller les dispositifs et contrôler les machines.[3]

9.2 Classification par configuration matériel :

9.2.1. Automate compact :

Un automate compact est un petit contrôleur à base de microprocesseur conçu pour gérer de petites tâches d'automatisation. Il se compose d'un langage de programmation intégré et d'un vaste ensemble d'instructions conviviales qui simplifient le type de codage nécessaire pour des applications spécifiques. Les principaux composants d'un automate compact sont les entrées, les sorties, l'alimentation, l'unité de traitement et les bornes ou connecteurs qui assurent la liaison avec des dispositifs tels que des capteurs et des interrupteurs. Par rapport aux unités de contrôle centrales utilisées dans les systèmes traditionnels de contrôle des processus, les automates compacts sont plus petits et plus faciles à transporter, car ils ne nécessitent pas de câbles à haute tension.[1][2]

9.2.3. Automate modulaire Un contrôleur PLC modulaire est un système de contrôle qui utilise des composants matériels programmables au lieu des contrôleurs à fonction fixe utilisés dans le contrôle traditionnel des processus de fabrication.

En permettant aux utilisateurs de configurer et de reconfigurer leur contrôleur selon leurs besoins, les automates programmables modulaires permettent aux fabricants d'économiser de l'argent au départ en facilitant les exigences d'installation et de configuration.

En outre, ils peuvent être facilement remplacés par des mises à niveau ou des remplacements, au lieu d'être mis au rebut lorsqu'une technologie plus avancée devient disponible. Ils sont donc intéressants pour les entreprises à forte croissance qui prévoient de se développer rapidement sur de nouveaux marchés.[1][2]

10. Les critères de choix d'un automate programmable industriel

Le choix d'un API est fonction de la partie commande à programmer. On doit tenir compte de plusieurs critères.

- le nombres d'entrées/sorties intégrés.
- le temps de traitement (scrutation).
- La Capacité de la mémoire.
- Le Nombre de compteurs.
- Le Nombre de temporisateurs

D'autres critères sont à prendre en compte lors du choix d'un automate tel que ;

- Le critère de familiarité : On est plus familier à une certaine marque d'automate, on a donc tendance à choisir un automate car on le maîtrise déjà
 - Le temps de cycle : certains automates ont des temps de cycle plus rapides face à d'autres, ce qui peut être important pour des systèmes nécessitant une certaine réactivité
 - L'intuitivité de l'environnement de développement : certains automates ont des logiciels de programmation plus aboutis comparés à d'autres. Cela permet un gain de temps énorme lors des développements
 - Le critère de standardisation : si on développe des standards de programme sur un type d'automate particulier, on a intérêt à se focaliser sur un type d'automate spécifique.
 - La disponibilité en termes de SAV et de composants de rechange : certaines marques d'automates ont plus d'autorité ce qui leur permet d'offrir des services après ventes et d'accompagnement client meilleurs.
 - Le critère de renommé : certaines marques d'automates sont plus connues que d'autres ce qui témoigne de leur qualité de service
 - Le critère de coût : pour de petit projet d'automatisation, il est préférable de choisir des micros ou mini automates.
 - Les bus industriels et interfaces de communication disponibles en natif sur l'API : si on veut travailler sur un réseau de terrain spécifique, on a intérêt à choisir un automate qui supporte ce mode de communication en natif ce qui va empêcher d'acheter des modules supplémentaires.
- A part le critère de prix qui fait partie des critères les plus considérés lors du choix d'un automate, le choix définitif dépendra du cahier des charges et des spécificités techniques du projet. La plupart des fabricants d'automates proposent plusieurs gammes d'automates allant du micro, mini jusqu'au méga ce qui permet de couvrir une diversité de projets. Certains automates se démarquent légèrement du lot de par leur puissance, d'autres sont très plébiscités dans des domaines précis.[4][6][7]

11. Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons vu le monde de l'automatisation, tout d'abord nous avons défini ce qu'est un système automatique et les objectifs qu'il sert ensuite nous avons exploré en détail le processus de fonction et la structure de celui-ci et les différentes parties qui sont responsables de l'acquisition de l'information, du traitement et de l'exécution de l'ordre et nous avons terminé cette partie en montrant les avantages et les inconvénients des systèmes automatiques.

Dans la deuxième partie de ce chapitre, nous avons examiné les principaux composants d'un système d'automatisation moderne, à savoir les automates programmables industriels (API). Nous avons défini ce qu'est un API, ses principales caractéristiques et objectifs, ainsi que son champ

d'utilisation. Ensuite, nous avons approfondi notre exploration du fonctionnement d'un API, de son architecture et de ses composants, de l'unité centrale de traitement à la mémoire en passant par les bus de transfert de données. Ensuite, nous avons exploré les différentes méthodes de programmation utilisées pour les API. Enfin, nous avons discuté des principales classifications des API et de la façon de choisir le bon API pour un projet donné.

Chapitre 2: Généralités sur les ascenseurs

1. Introduction :

Dans le monde de l'architecture et de l'urbanisme, une invention essentielle a joué un rôle déterminant dans la façon dont nous vivons, travaillons et explorons nos villes : l'ascenseur. Pendant des siècles, l'homme a cherché des moyens de surmonter la difficulté de naviguer et d'exploiter les grands bâtiments. L'ascenseur a été la réponse à ce problème, car il a permis d'accroître les mouvements des personnes et des machines dans l'environnement domestique et industriel.

Le déplacement vertical des personnes est devenu possible et plus sûr avec l'avènement de l'ascenseur. En effet, en mars 1857, Otis installe le premier ascenseur à usage public desservant une bâtisse de 5 étages avec une vitesse de 0.2m/s après la technologie de construction des ascenseurs n'a cessé de se développer. En effet, les ascenseurs d'aujourd'hui sont suffisamment développés pour permettre des performances plus fiables. De plus, un control plus facile et plus sophistiqué ce qui les rend à la portée de tout le monde

Dans ce chapitre, nous allons découvrir le concept de l'ascenseur et ses composants et en identifier plusieurs types avec le principe de fonctionnement de chaque type et les avantages et inconvénients de chacun d'entre eux.

2. La définition de l'ascenseur :

La définition d'un ascenseur : c'est un appareil de transport vertical destiné à transporter des personnes ou des objets entre différents niveaux d'un bâtiment, il se compose d'une cabine qui se déplace verticalement à l'intérieur d'un système de rails de guidage, le mouvement de cette cabine est contrôlé par un moteur électrique.

Les ascenseurs sont équipés de divers dispositifs de sécurité et d'automatisme qui garantissent la facilité et la sécurité d'utilisation, tels que des portes motorisées automatiquement, des capteurs qui détecte la position des portes et arrêtent la cabine au niveau souhaité et des lumières ou des écrans qui indiquent la position de la cabine à tout moment. Ils contiennent également un clavier de commande qui permet aux utilisateurs d'appeler la cabine, de choisir la destination et de contrôler les portes, ainsi qu'un bouton d'urgence qui arrête la cabine en cas de situation critique.

Les ascenseurs ont grandement amélioré l'accessibilité et la mobilité, permettant aux personnes handicapées, aux personnes âgées et aux personnes transportant des objets lourds de se

déplacer plus facilement dans les bâtiments. le type d'élévateur dépend de l'objectif auquel il est destiné et du type de charge qu'il doit transporter, on peut identifier trois types [6]

2.1. Monte-charge industriel :

Il comporte une cabine ou un plateau accessible aux personnes pour le chargement ou déchargement, qui se déplace le long d'un ou de plusieurs guides verticaux, dont la commande ne peut se faire que de l'extérieur, et qui est interdit au transport des personnes.[8]

2.2 Ascenseur pour personne

Ce type d'ascenseur est destiné à l'usage unique des personnes, il se distingue des autres types par l'esthétique de la cabine, un meilleur confort et une sécurité plus élevée.[8]

2.3 Monte-charge

Appelé aussi ascenseur accompagné, ils sont destinés aux personnes et aux marchandises, ils sont identiques aux autres types d'ascenseurs du point de vue construction et caractéristiques techniques.[8]

3. Les catégories d'ascenseurs

On distingue deux grandes familles d'ascenseurs en fonction de la méthode utilisée pour déplacer la cabine :

- Les ascenseurs hydrauliques.
- Les ascenseurs à traction à câble.

En générale ces deux types utilisent l'énergie électrique pour déplacer verticalement la cabine d'ascenseur, cependant, les ascenseurs hydrauliques sont nettement moins utilisés que les ascenseurs à treuil.

3.1. Ascenseurs hydrauliques :

3.1.1 Le principe de fonctionnement :

Ascenseurs hydrauliques : Les ascenseurs hydrauliques utilisent un système de piston hydraulique pour déplacer la cabine d'ascenseur. Comme toute machine hydraulique la pompe met sous pression l'huile qui pousse le piston hors du cylindre vers le haut. Lorsque la commande de descente est programmée, la vanne de la pompe permet de laisser sortir l'huile du cylindre vers le réservoir.[6][8]

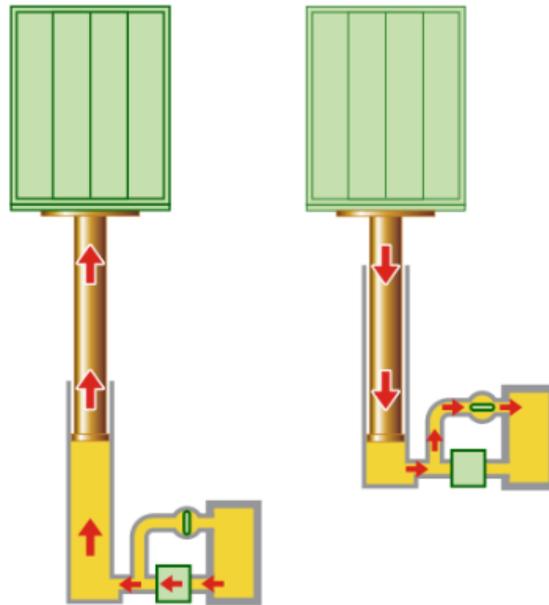


Fig. II. 1: Principe de fonctionnement d'un ascenseur hydraulique

Les ascenseurs hydrauliques sont généralement utilisés dans les immeubles de faible à moyenne de l'hauteur 15 à 18m au maximum et sont réputés pour leur efficacité énergétique et leur capacité à supporter de lourdes charges.

Plusieurs modèles des ascenseurs hydrauliques existent on peut citer :

- à cylindre de surface,
- à cylindre enterré,
- télescopiques à cylindre de surface.

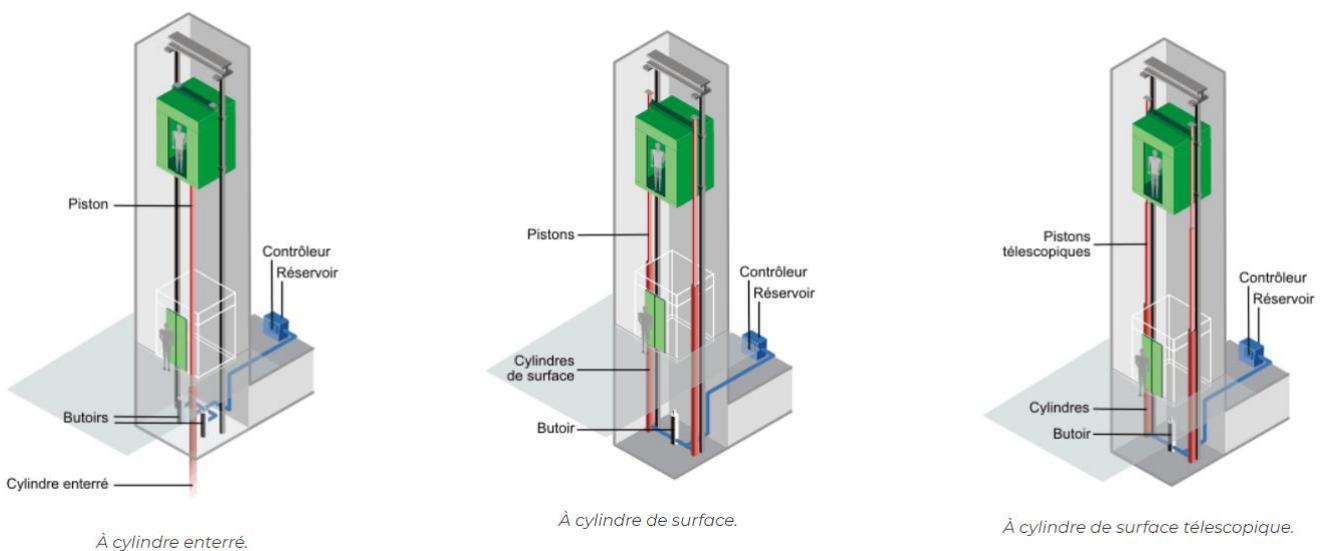


Fig. II. 2 : Représentation des modèles des ascenseurs hydrauliques

Les ascenseurs hydrauliques se composent principalement de :

- De guides.
- D'un ensemble pistons-cylindres hydrauliques placé sous la cabine de l'ascenseur.
- D'un réservoir d'huile.
- D'un moteur électrique accouplé à une pompe hydraulique.
- D'un contrôleur.

Les différents modèles permettent de tenir compte de critères :

- De place.
- De hauteur d'immeuble à desservir.
- De stabilité de sol et de sous-sol.
- De risque de pollution par rapport au sol et plus spécifiquement aux nappes phréatiques.
- D'esthétique.[7][8]

3.1.2. Les avantages :

- La précision au niveau du déplacement.
- La facilité de contrôler et régler la vitesse de déplacement.
- Ne nécessite pas de cabanon de machinerie.
- Implantation facile dans un immeuble existant.
- La simplicité de maintenance.
- Les déplacements de la cabine s'effectuent en douceur et en silence.
- il peut supporter des charges très lourdes [7][8]

3.1.3. Les inconvénients :

- Course verticale limitée à une hauteur entre 15 et 18 m ;
- Risque de pollution des sous-sol ;
- Consommation énergétique importante ;
- Nécessiter de renforcer la dalle de sol ;
- La sécurité incendie est compliquée à cause de la quantité importante d'huile
- Énergétiquement parlant les ascenseurs hydrauliques posent un problème dans le sens où il n'y a pas de contrepoids qui équilibre la cabine qui résulte une forte consommation de puissance [8]

3.2. les ascenseurs à traction :

3.2.1 Le principe de fonctionnement

Les ascenseurs à traction, également appelés ascenseurs à câble, sont l'un des types d'ascenseurs les plus couramment utilisés dans les immeubles de grande hauteur en raison de leur longue distance de transport. Ils sont connus pour leur fonctionnement en douceur, leur vitesse élevée et leur capacité à transporter de lourdes charges. Voici quelques caractéristiques et composants clés des ascenseurs à traction

Les ascenseurs à traction sont actionnés par un moteur électrique qui alimente une machine de traction. Le moteur fait tourner une poulie autour de laquelle sont enroulés des câbles ou des courroies en acier. Ces câbles ou courroies sont reliés à la cabine de l'ascenseur et au contrepoids.

Les ascenseurs à traction se déplacent dans une gaine verticale alignée sur des rails de guidage qui assurent la stabilité et garantissent un mouvement fluide et précis de la cabine d'ascenseur. Les rails de guidage ont généralement une section transversale en forme de T, et la cabine d'ascenseur est équipée de roues qui se déplacent le long des rails de guidage.

Les ascenseurs à traction utilisent un système de contrepoids pour équilibrer le poids de la cabine d'ascenseur. Il est relié à la cabine par les mêmes câbles ou courroies qui sont entraînés par la machine de traction. En compensant le poids de la cabine, le contrepoids réduit la quantité d'énergie nécessaire pour déplacer l'ascenseur et améliore l'efficacité globale.

Les ascenseurs à traction sont largement utilisés dans des bâtiments de tous types, qu'il s'agisse de tours de bureaux, d'hôtels, de centres commerciaux ou de complexes résidentiels. Ils offrent un transport vertical rapide et fiable, et les progrès technologiques les ont rendus plus efficaces sur le plan énergétique et plus respectueux de l'environnement.[6][7][8]

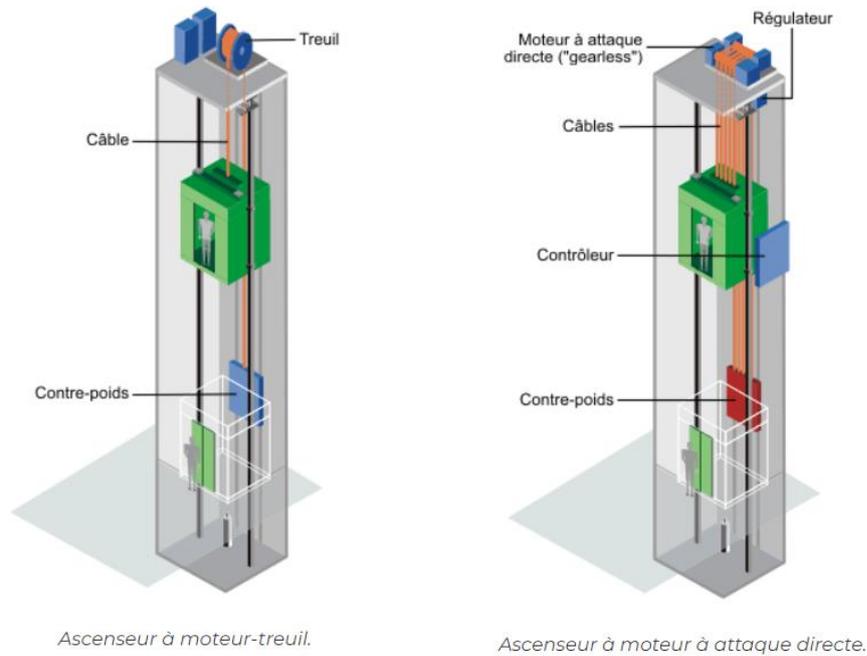


Fig. II. 3 : Représentation des modèles des ascenseurs a traction

3.2.2. Système de motorisation d'un ascenseur à traction :

Les différents systèmes sont :

Etant donné que les ascenseurs à traction sont nettement plus rapides que les ascenseurs hydrauliques, l'étude n'inclura pas ces derniers et se contentera d'une comparaison entre les différents types de l'ascenseur à treuil.[8]

3.2.2.1. Les moteurs-treuil à vis sans fin à une ou deux vitesses :

Dans ce type de motorisation, la vis sans fin entraîne beaucoup de pertes mécaniques et, par conséquent, des consommations électriques plus importantes. Les moteurs électriques couplés au treuil à vis sans fin étaient généralement des moteurs à courant continu à excitation indépendante ou shunt avec la faculté de pouvoir faire varier très facilement la vitesse.

Les moteurs électriques à courant alternatif utilisés avec ce type de réducteur sont en principe des moteurs à deux vitesses : au démarrage, la vitesse est plus lente

(Petite vitesse), pour atteindre la vitesse de déplacement optimale, le moteur passe à la seconde vitesse en provoquant un léger choc d'accélération (passage de la petite vitesse à la grande vitesse).

[6]

3.2.2.2 Les moteurs-treuil planétaires :

Les appareils à treuil planétaire utilisent le système de réduction de vitesse par engrenages planétaires. Accouplés à un moteur électrique, ils permettent d'avoir un rapport de réduction appréciable pour obtenir une plage de vitesse compatible avec le confort et l'efficacité de déplacement souhaité.

Les réducteurs planétaires peuvent être accouplés à des moteurs électriques :

- A courant continu (grande plage de variation de vitesse).
- A courant alternatif asynchrone à deux vitesses.
- A courant alternatif asynchrone commandé par un variateur de fréquence.[7]

3.2.2.3 Les moteurs à attaque directe « gearless» ou « sans treuil» :

Il s'agit d'un moteur sans réducteur, la poulie de traction est montée directement sur l'arbre de sortie du moteur et la régulation de vitesse est obtenue grâce à un variateur de fréquence.

Ce système est énergétiquement performant principalement de par la présence d'un variateur de fréquence qui optimise la consommation énergétique, aussi, les pertes mécaniques sont réduites vu l'absence des engrenages, .[8]

3.2.3 Comment choisir le type de motorisation :

Les constructeurs d'ascenseurs ont de nombreux critères à prendre en compte lors de leur travail qui sont :

- En effet mis à part le confort
- les performances et le trafic les différents types de motorisation conviennent dans la plupart des cas.
- Le rendement global.
- La performance énergétique.
- L'encombrement des équipements.
- Le poids.
- La consommation d'huile.
- Le niveau sonore (acoustique).[6]

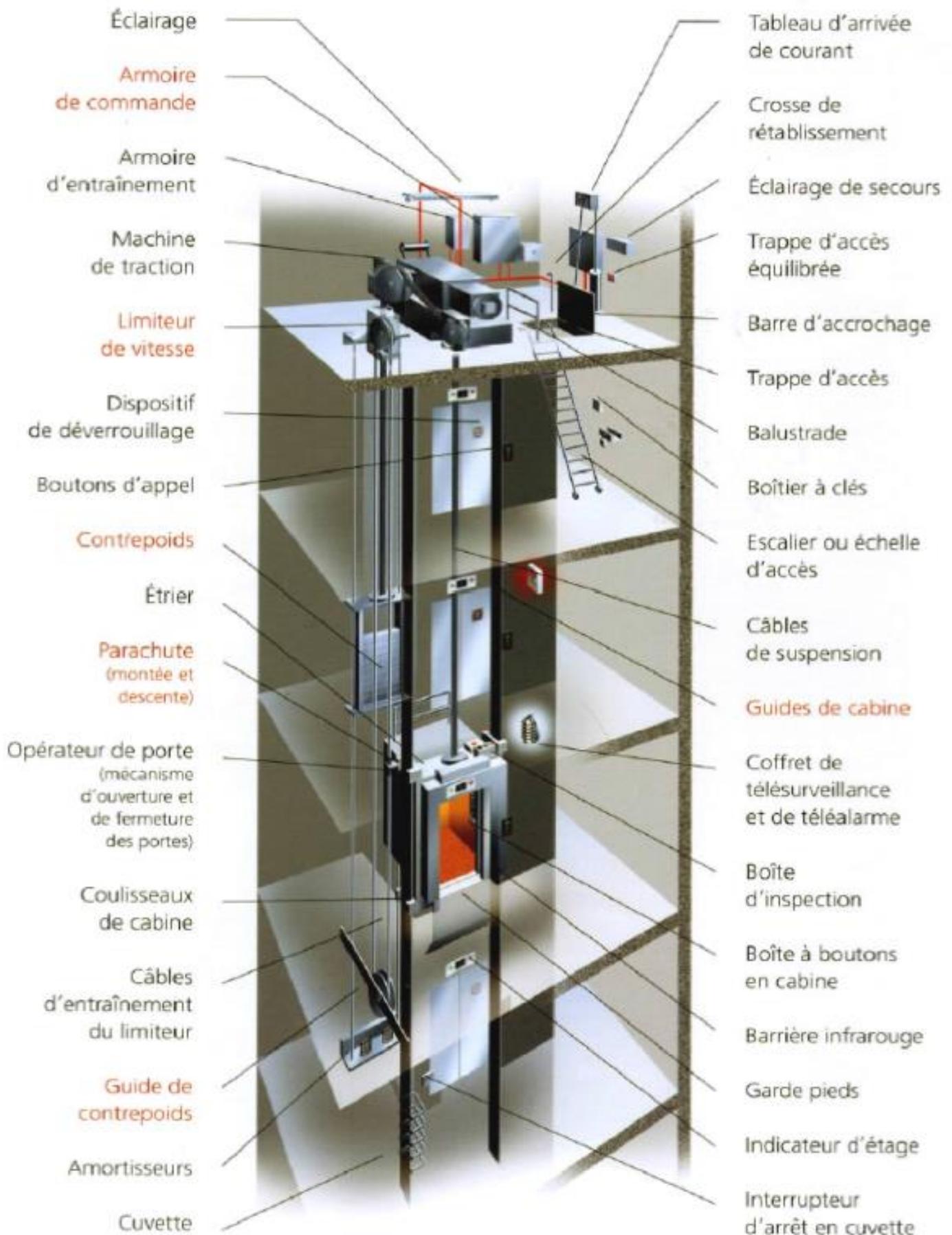


Fig. II. 4 : Représentation des différentes parties d'un ascenseur à traction

3.2.4 Les avantages :

- Course verticale pas vraiment limitée .
- suivant le type de motorisation précision au niveau de la vitesse et du déplacement .
- la rapidité de déplacement .
- efficacité énergétique importante .
- pas de souci de pollution .
- Le dimensionnement de l'installation électrique est moins important ce qui réduit son cout
- La maîtrise des chutes de tension sur le réseau.
- La limitation des consommations et des appels de puissance
- Énergétiquement parlant les ascenseurs à traction à câbles sont plus intéressants que les ascenseurs hydrauliques dans le sens où le contre-poids réduit fortement la charge quelle que soit le type de motorisation.[6][8]

3.2.5 Les inconvénients

- En version standard (treuil à réducteur), cet ascenseur nécessite un local de machinerie en toiture.
- Exigence très importante sur l'entretien.
- Nécessite de tenir compte du poids de la cabine, des câbles, du contre poids, de la structure de la salle des machines, et des équipements de la salle des machines. Le poids total repose sur la structure du bâtiment (colonne ou mur de gaine porteur renforcé) et se reporte au niveau des fondations. [6] [8]

4. Les éventuels risques dans les ascenseurs :

- Limiteur de vitesse et/ou parachute de cabine inexistant ou inadéquat.
- Absence de dispositifs de protection pour un travail en gaine en toute sécurité.
- Moyens d'accès à l'intérieur des locaux de maintenance dangereux.
- Dispositifs de verrouillage inadéquats ou inexistants sur les portes de visite.
- Précision d'arrêt de la cabine d'ascenseur insuffisante.
- Demande de secours et éclairage de secours inadéquats.
- Résistance du verre de l'oculus insuffisante.
- Dispositifs inadéquats de protection contre la chute libre, la dérive et la survitesse des appareils hydrauliques.
- Protection contre les chocs électriques et signalisation électrique inadéquat.
- Dispositifs de protection des poulies inadéquats.
- Eclairage du local de maintenance inadéquat ou inexistant.

- Protection contre la vitesse excessive en montée absente.
- Risques de chutes.
- Risques d'écrasement par la cabine.[6]

5. Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons examiné en profondeur le concept d'un ascenseur, ses principaux types, à savoir les ascenseurs hydrauliques, qui utilisent une pompe à huile pour déplacer la cabine, et les ascenseurs à traction, qui utilisent un moteur électrique et un câble de traction pour déplacer la cabine à l'aide d'un contrepoids afin de réduire le poids de la charge et d'obtenir une consommation d'énergie plus efficace. Nous avons également examiné les différentes méthodes de motorisation de ce type d'ascenseurs, et nous avons cité les principaux avantages et inconvénients de chacun d'entre eux.

Chapitre 3: La conception et la programmation de l'ascenseur didactique

1. Introduction :

Dans ce chapitre, nous examinerons le processus de création d'un ascenseur éducatif dans le cadre d'un stage chez microtechlab, qui est spécialisé dans la fabrication d'équipements éducatifs pour différents domaines de l'ingénierie, suivant un cahier des charges, destinés à être utilisés dans les laboratoires d'automatisation des universités. Nous commencerons par la structure mécanique du corps de l'ascenseur et de ses composants, puis nous passerons aux composants électroniques. Nous expliquerons ensuite le principe du programme et la manière dont nous l'avons implémenté dans le logiciel TIA Portal pour l'exécuter via l'automate Siemens.

2. L'objectif de ce projet :

La conception et la programmation d'une Ascenseur 4 étages double porte avec commande électrique, détecteur de fermeture et d'ouverture des portes, bouton d'appel pour la montée et la descente, détecteur du niveau de cabine, affichage de niveau de cabine.

2.1. Présentation de cahier de charge :

Les caractéristiques techniques donner par le client et comme suite :

- 4 appels d'étages pour la cabine
- 6 appels de cabine sur paliers (3 montées + 3 descentes)
- 4 détections de cabine a l'étage avec visualisation de l'état
- 4 détections de portes fermées avec visualisation
- Un bouton d'arrêt d'urgence
- 1 commande de montée de cabine
- 1 commande de descente de cabine
- 4 commandes d'ouverture / fermeture de porte
- Voyants pour indique la position de l'ascenseur



Fig. III. 1 : Image conceptuelle du travail fini fournie par le client

3. La structure mécanique :

Pour pouvoir choisir les bons composants électriques et programmer l'ascenseur, il faut d'abord comprendre les différentes parties mécaniques de l'ascenseur didactique et les mécanismes utilisés pour détecter les différents états du système et le mouvement des pièces.

3.1 Le châssis de l'ascenseur :

Le châssis de l'ascenseur est constitué de plaques métalliques et contient une petite chambre au sommet qui contient un moteur à courant continu de 12 V connecté à la cabine et à le contre poids du par une chaîne à travers des engrenages pour aidez le moteur et consomme moins de puissance , il a également deux ensembles de rails, l'un est dédié au mouvement de cabine et l'autre pour le contre poids .



Fig. III. 2 : Une image de la châssis de l'ascenseur réalisé

3.2. La cabine :

Nous avons réaliser la cabine sous la forme d'une boîte métallique qui contient deux roues en haut de chaque côté et une poulie qui lui permet de glisser de haut en bas sur les rails des parois de l'ascenseur elle contient également deux portes qui peuvent être ouvertes et fermées à l'aide d'un petit moteur situé en haut avec l'aide d'une chaîne et de rails elle a également deux capteurs de proximité situés à l'intérieur pour surveiller l'état des portes avec la même méthode utilisée sur les niveaux

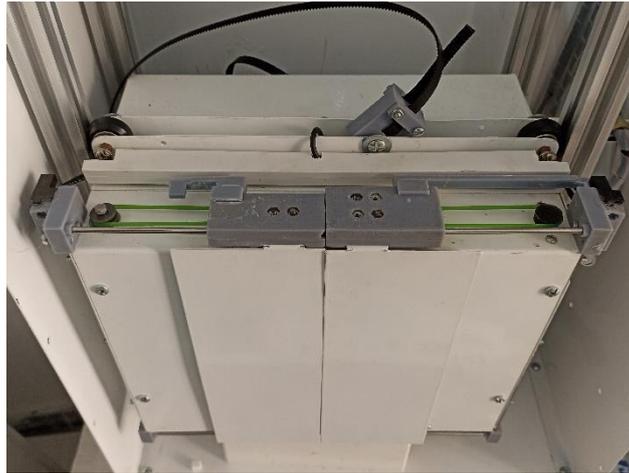


Fig. III. 3 : Une image de la cabine réalisé

3.3 Les étages :

Dans l'entrée de chaque niveau on trouve les boutons qui appellent la cabine et à l'intérieur on trouve deux portes situées entre deux rails en haut et en bas contenant deux capteurs de proximité qui détectent le petit bord des portes quand elles sont ouvertes et détectent l'absence du long bord quand elles sont fermées , les rails du haut ont un petit moteur et une chaîne pour faire glisser la porte pour l'ouvrir et la fermer



Fig. III. 4 : Une image de les étages réalisé

3.4. L'interface de commande :

l'interface est un boîtier métallique situé sous le corps de l'ascenseur qui contient des connecteurs banane pour faciliter la connexion entre l'automate et l'ascenseur en utilisant des câbles banane pour les entrées et sorties plus des leds pour les capteurs afin de surveiller leur état il a aussi le bouton d'urgence et les boutons des commandes de mouvement et les ponts au H pour le control de sens des moteurs

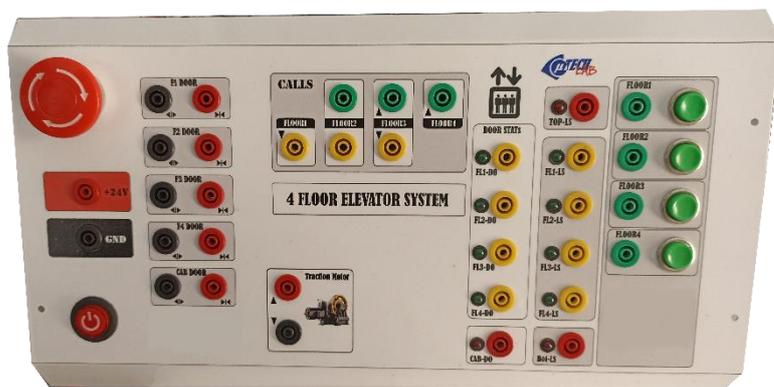


Fig. III. 5 : L'interface de commande de l'ascenseur

4. La liste des composants :

4.1. L'automate programmable industriel :

La CPU compacte SIMATIC S7-1200 1214C DC/DC/DC - 6ES7214-1AG40-0XB0 de Siemens possède 14 entrées numériques, 10 sorties numériques et 2 entrées analogiques. La tension d'alimentation est de 20,4-28,8 V DC. Un port PROFINET est prévu pour la communication et la programmation. Grâce à sa mémoire de programme et de données de 100 Ko, la CPU 1214C DC/DC/DC - 6ES7214-1AG40-0XB0 est idéale pour de nombreuses tâches de contrôle dans tous les secteurs industriels.[9]



Fig. III. 6 : La CPU compacte SIMATIC S7-1200 1214C DC/DC/DC

4.1. Module d'entrées numérique S7-1200 TOR SM 1221 :



SIMATIC S7-1200, entrée TOR SM 1221, 16DI, 24V CC, Sink/Source

Informations générales	
Désignation du type de produit	SM 1221, DI 16x24 V CC
Tension d'alimentation	
Valeur nominale (CC)	24 V
Plage admissible, limite inférieure (CC)	20,4 V
Plage admissible, limite supérieure (CC)	28,8 V
Courant d'entrée	
sur bus interne 5 V CC, maxi	130 mA
Entrées TOR	
• sur tension de charge L+ (sans charge), maxi	4 mA
Tension de sortie	
Tension d'alimentation des transmetteurs	
• présente	Oui
Puissance dissipée	
Puissance dissipée, typ.	2,5 W
Entrées TOR	
Nombre d'entrées TOR	16
• par groupes de	4
Caractéristique d'entrée selon CEI 61131, type 1	Oui

Fig. III. 7 : Le module d'entrées numérique S7-1200 TOR SM 1221[10]

4.2. Fiche banane :

Il s'agit d'un connecteur électrique cylindrique utilisé pour relier facilement différents équipements et garantir la sécurité. Il est très utilisé dans les équipements destinés à des fins éducatives et de mesure dans les instituts de recherche et les laboratoires.



Fig. III. 8 : Une image des fich bananes

4.3 Bouton poussoirs :

Un bouton-poussoir est un dispositif mécanique utilisé pour contrôler un circuit électrique dans lequel l'opérateur appuie manuellement sur un bouton pour actionner un mécanisme de commutation interne.



Fig. III. 9 Bouton poussoirs

4.4 Les leds :

Une diode électroluminescente (LED) est un dispositif semi-conducteur qui émet de la lumière lorsqu'il est traversé par un courant électrique. Nous allons la placer à côté des capteurs en tant qu'indicateurs.



Fig. III. 10 Diode électrolumineuse

4.5 interrupteur marche et arrêt :

Une bouton qui maintient leur états lorsque poussée utilisée pour alimenter le système



Fig. III. 11 : Interrupteur marche et arrêt

4.6. Un bouton d'urgence :

C'est un bouton naturellement conducteur qui, lorsqu'il est enfoncé, arrête le flux de courant et ne peut être débloqué qu'en le tournant pour garantir une sécurité maximale.



Fig. III. 12 : Une image d'une boutons des urgences

4.6. Un moteur courant continue :

Un moteur dc 12v (Motion king 37ZYJ-36ZY DC) : placé au sommet du châssis de l'ascenseur pour déplacer la cabine et le contrepoids à l'aide d'une chaîne et d'engrenages.



型号 Model	减速比 Ratio										Voltage (V DC)	Non-load Current (mA)	Loaded Current (mA)
	1/6	1/10	1/17.5	1/30	1/50	1/90	1/160	1/270	1/470	1/810			
37ZYJ-36ZY123000	0.8	1	1.5	2.5	4	7	12	20	20	20	12	≤200	≤700

Fig. III. 13 : Un moteur dc 12v (Motion king 37ZYJ-36ZY DC)

4.7 Micro motoréducteur métallique :

C'est un moteur à courant continu équipé d'engrenages pour augmenter le couple. Nous allons l'utiliser pour ouvrir et fermer les portes.[11]

Ratio	Speed @ 6V	Free-run current @ 6V	Stall torque @ 6V	Stall current @ 6V
50:1	420±10% rpm	40mA	0.9kg. cm	700mA
50:1 (Low Power)	250±10% rpm	40mA	0.5kg. cm	360mA



Fig. III. 14 : Les caractéristique de micro motoréducteur métallique

4.8 Capteur Module optocoupleur :

MFMYUANHAN Capteur Module optocoupleur. Il s'agit d'un capteur photo-interrupteur pour le module de mesure de la vitesse des robots qui est utilisé pour la détection de la vitesse du moteur et le compteur d'impulsions. Dans notre cas, nous l'utiliserons pour détecter les bords de la porte afin de déterminer leur état. [12]

Alimentation : 3.3V à 5V

Dimensions : 26,8 mm x 15 mm x 18,7 mm

Taille des trous de montage : 3 mm

Largeur de l'espace : 6 mm

Dans le cas d'un fonctionnement avec un MCU :

VCC : 3,3V à 5V

GND : GND

DOUT : MCU.IO (sortie digitale)

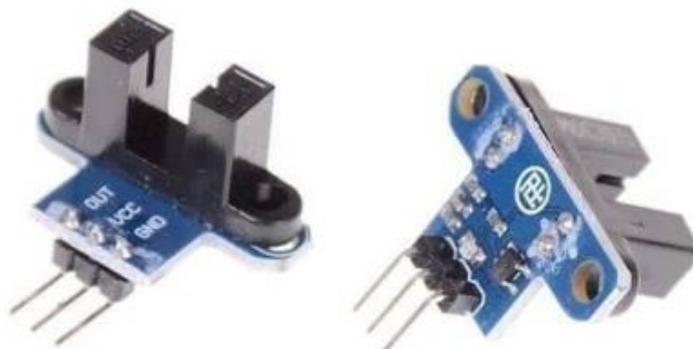


Fig. III. 15 : Capteur Module optocoupleur

4.10 LD293D driver a quatre canaux avec diodes :

Le circuit intégré est un pilote monolithique intégré à haute tension et à courant élevé à quatre canaux, conçu pour accepter des niveaux logiques DTL ou TTL standard et pour piloter des charges inductives (telles que des relais, des solénoïdes, des moteurs à courant continu et des moteurs pas à pas) et des transistors de puissance à découpage. Pour simplifier l'utilisation comme deux ponts, chaque paire de canaux est équipée d'une entrée de validation. Une entrée d'alimentation séparée est fournie pour la logique, permettant un fonctionnement à une tension plus faible et des diodes de blocage internes sont incluses.[13]

Ce dispositif convient aux applications de commutation à des fréquences allant jusqu'à 5 kHz.

- Capacité de courant de sortie de 600mA par canal et 1.2A courante de sortie de pointe (non répétitif) PAR CANAL
- facilité d'activation protection contre la surchauffe
- tension d'entrée logique 0 jusqu'à 1,5V (immunité au bruit élevée)
- diodes de serrage internes

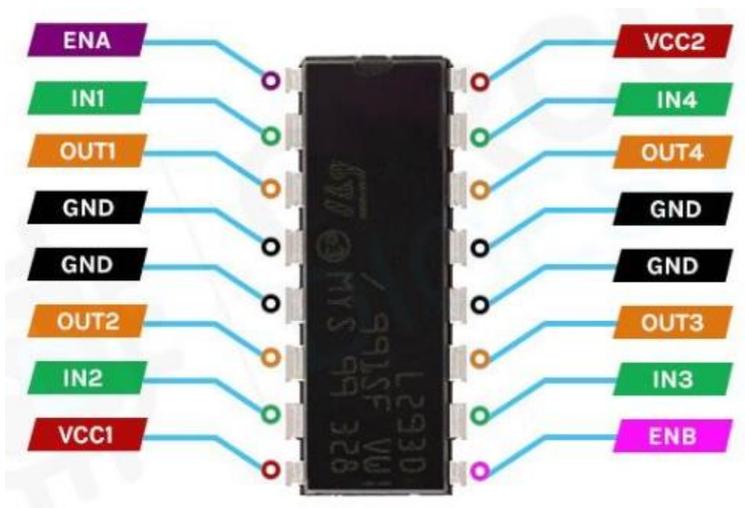


Fig. III. 16 : Les entrées et sorties de circuit LD293D

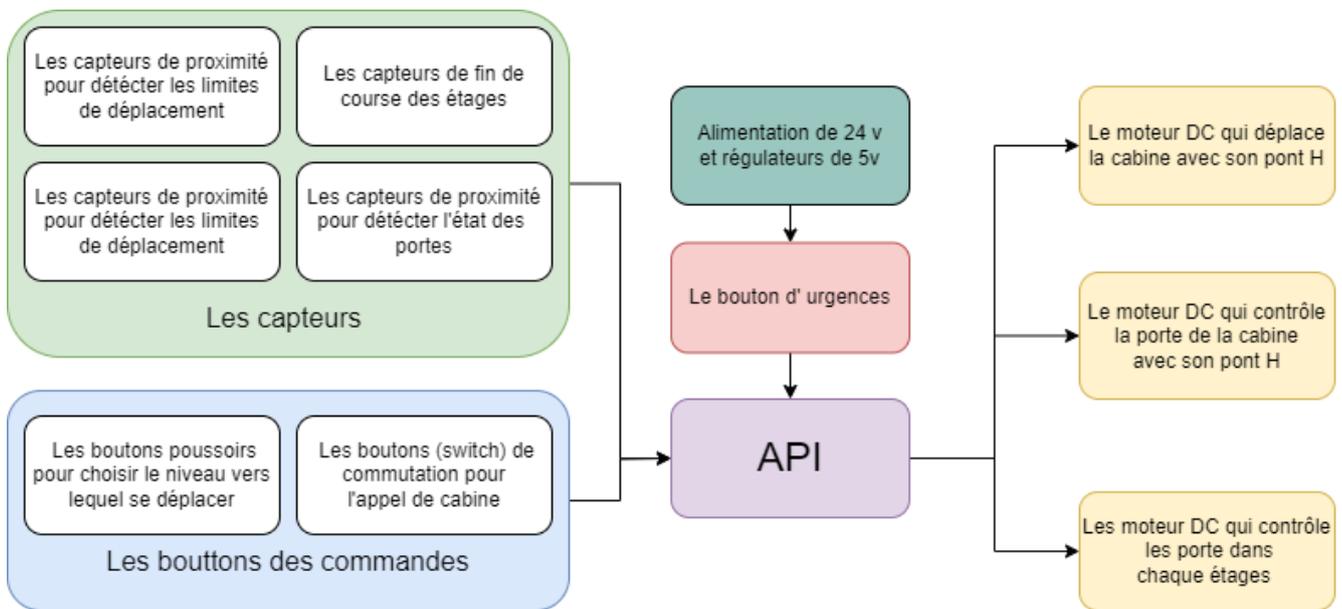


Fig. III. 17 : Schéma block de l'ascenseur didactique

5. La programmation de l'ascenseur :

5.1. La fonctionnement de l'ascenseur :

Pour assurer le bon fonctionnement de l'ascenseur notre programme pour cet ascenseur sera divisé en deux programmes principaux le premier est d'appeler la cabine et le second est de commander le mouvement de la cabine depuis l'intérieur de celle

5.1.1 Le programme de l'appel de cabine :

Notre programme commence par l'étape initiale qui consiste à s'assurer que toutes les précautions de sécurité sont respectées en prenant l'information des capteurs de fermeture installés dans chaque porte (PF_C, PF_RDC, PF_E1, PF_E2, PF_E3).

La séquence des étapes est lancée par la pression des boutons d'appel de la cabine (AC_RDC_M, AC_E1_D, AC_E1_M, AC_E2_D, AC_E2_M, AC_E3_D) situés à l'extérieur de la porte à chaque niveau ce qui nous donne trois possibilités pour le mouvement de la cabine en fonction du niveau dans lequel elle se trouve et que nous pouvons identifier par les capteurs placés à chaque niveau (CF_RDC, CF_E1, CF_E2, CF_E3) jusqu'à ce qu'elle atteigne l'utilisateur qui sont :

Dans le premier cas, la cabine se trouvant au même niveau que l'utilisateur, il suffit d'ouvrir la porte de la cabine des niveaux en démarrant les actionneurs de la cabine (PC_OV) et des portes des niveaux correspondants qui seront un des actionneurs (P_RDC_OV, P_E1_OV, P_E2_OV, P_E3_OV) et en arrêtant les actionneurs lorsque les portes sont complètement ouvertes, ce qui est

indiqué par les capteurs situés dans chaque porte (PO_C, PO_E1, PO_E2, PO_E3), P_E3_OV) et en arrêtant les actionneurs lorsque les portes sont complètement ouvertes, ce qui est indiqué par les capteurs situés dans chaque porte (PO_C , PO_E1, PO_E2, PO_E3) après quoi un minuteur sera lancé pendant 5 secondes avant que les portes ne soient fermées en utilisant l'actionneur de la cabine (PC_F) et l'un des actionneurs des niveaux (P_RDC_F, P_E1_F, P_E2_F, P_E3_F).

Dans le deuxième cas, la cabine est située à un niveau supérieur par rapport à l'utilisateur. Dans ce cas, nous descendrons la cabine en utilisant l'actionneur (MTD) seulement si le capteur de hauteur minimal (CH_LB) est à l'état 0 . Pendant la descente, nous vérifierons toute demande éventuelle d'autres utilisateurs qui se trouvent à des niveaux supérieurs et souhaitent descendre, nous nous arrêterons pour les laisser entrer s'il y a des demandes. S'il n'y a pas de demandes, nous continuerons à descendre jusqu'à atteindre le niveau de la première demande, puis nous le laisserons entrer.

Dans le troisième cas, la cabine est située à un niveau inférieur par rapport à l'utilisateur. Dans ce cas, nous élèverons la cabine en utilisant l'actionneur (MTM) seulement si le capteur de hauteur maximale (CH_LH) est à l'état 0. Pendant la montée, nous vérifierons toute demande éventuelle d'autres utilisateurs qui se trouvent à des niveaux inférieurs et souhaitent monter, nous nous arrêterons pour les laisser entrer s'il y a des demandes. S'il n'y a pas de demandes, nous continuerons à monter jusqu'à atteindre le niveau de la première demande, puis nous le laisserons entrer.



Fig. III. 18 : Schéma de fonctionnement de programme d'appel de cabine

5.1.2 Programme de déplacement de la cabine:

Notre graficet commence par l'étape initiale qui consiste à s'assurer que toutes les précautions de sécurité sont respectées en prenant l'information des capteurs de fermeture installés dans chaque porte (PF_C, PF_RDC, PF_E1, PF_E2, PF_E3).

La séquence des étapes est lancée par la pression des boutons d'appel de la cabine (B_RDC, B_E1, B_E2, B_E3) situés à l'intérieur de la cabine qui nous donne trois procédure pour le exécutée soit la cabine est au même niveau que celui désiré donc on ouvre directement les portes pendant 5 secondes puis on les referme soit l'utilisateur veut aller à un niveau supérieur donc on monte par l'actionneur (MTM) la cabine jusqu'à atteindre le niveau désiré qui sera détecté par le capteur de sol soit il veut descendre on utilise la sortie (MTD) pour descendre au niveau désiré et on ouvre la porte pendant 5 secondes.

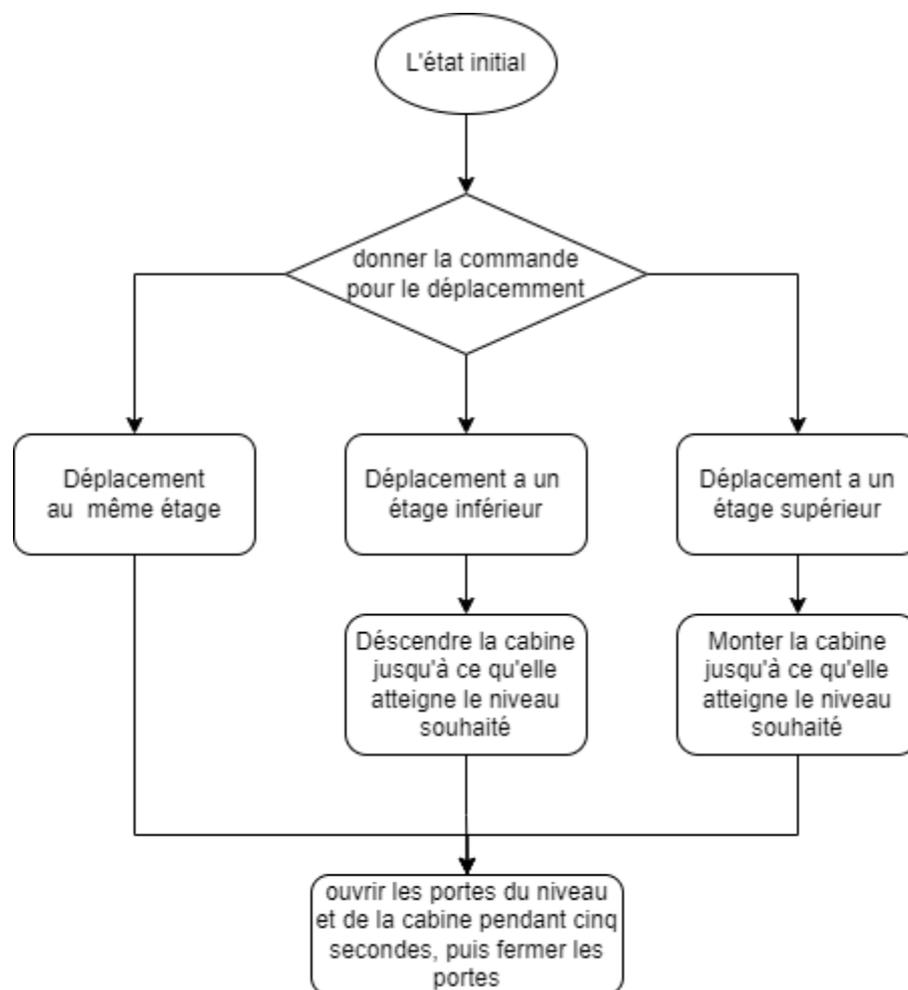


Fig. III. 19 : Schéma de fonctionnement de programme de déplacement de la cabine

5.1.3. La modulisation de programme par le grafcet

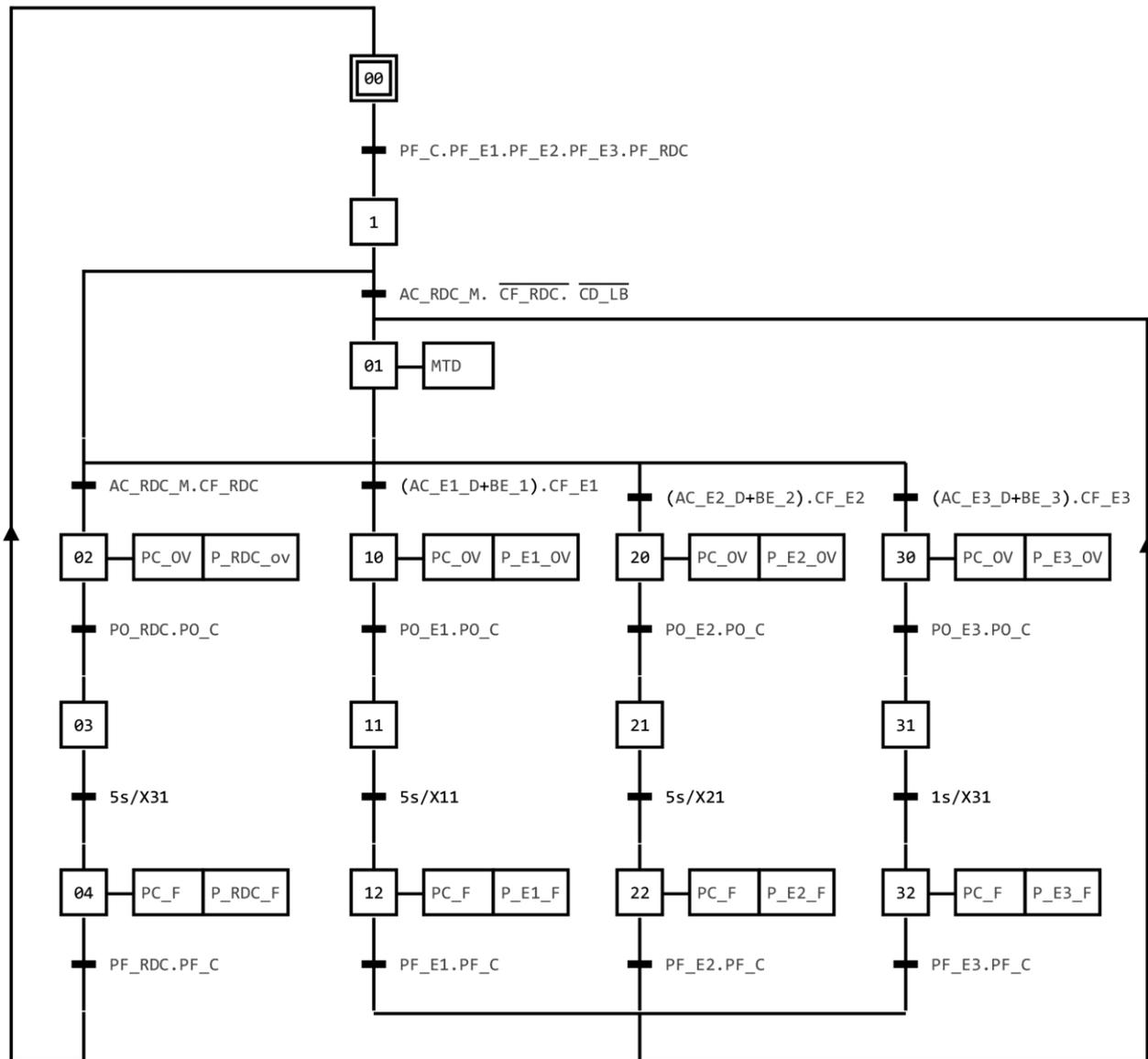


Fig. III. 20 : Le grafcet d'appel du cabine au rez de chaussée

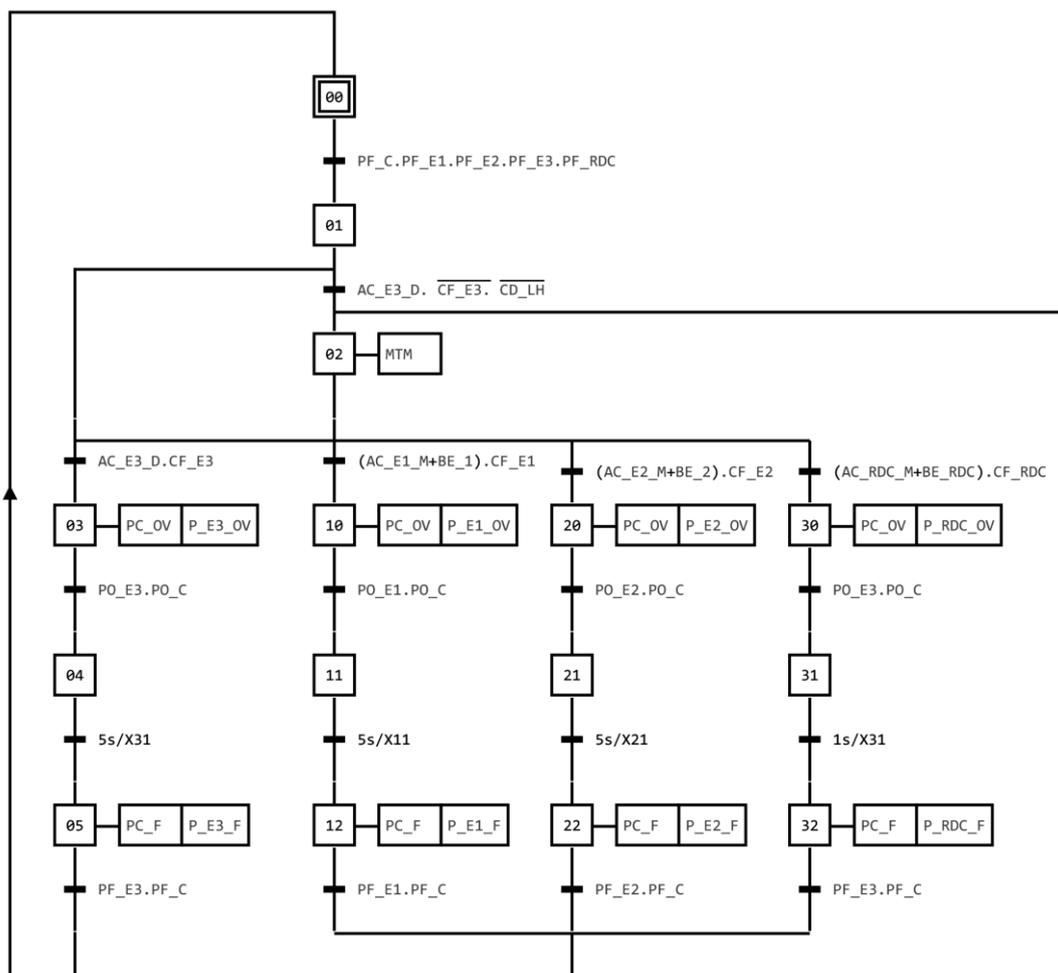


Fig. III. 23 : Le grafcet d'appel du cabine au 3éme étage

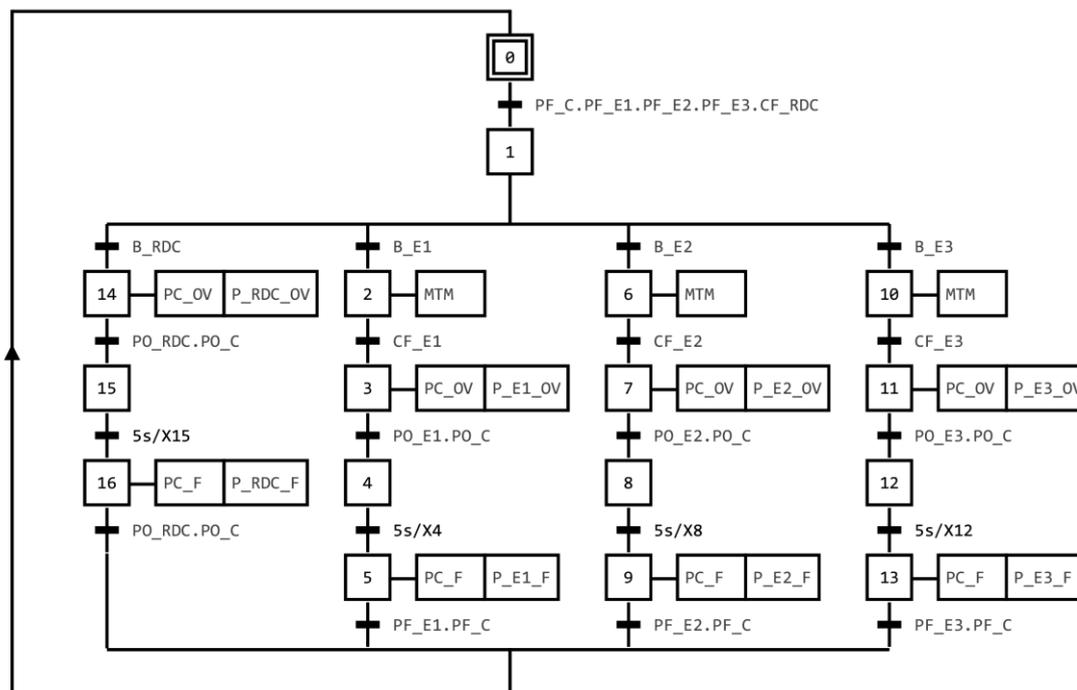


Fig. III. 24 : Le grafcet de déplacement lorsque la cabine est situé au réz de chaussée

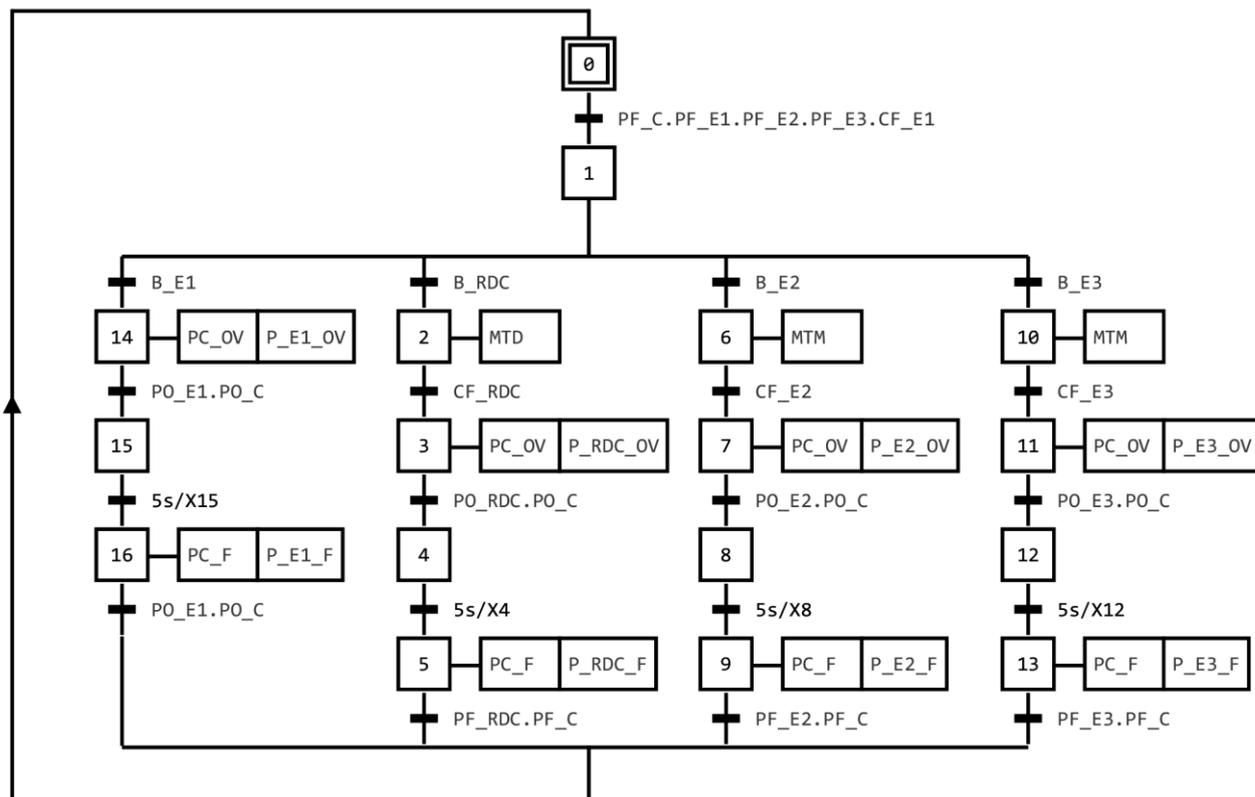


Fig. III. 25 : Le grafcet de déplacement lorsque la cabine est situé au 1er étage

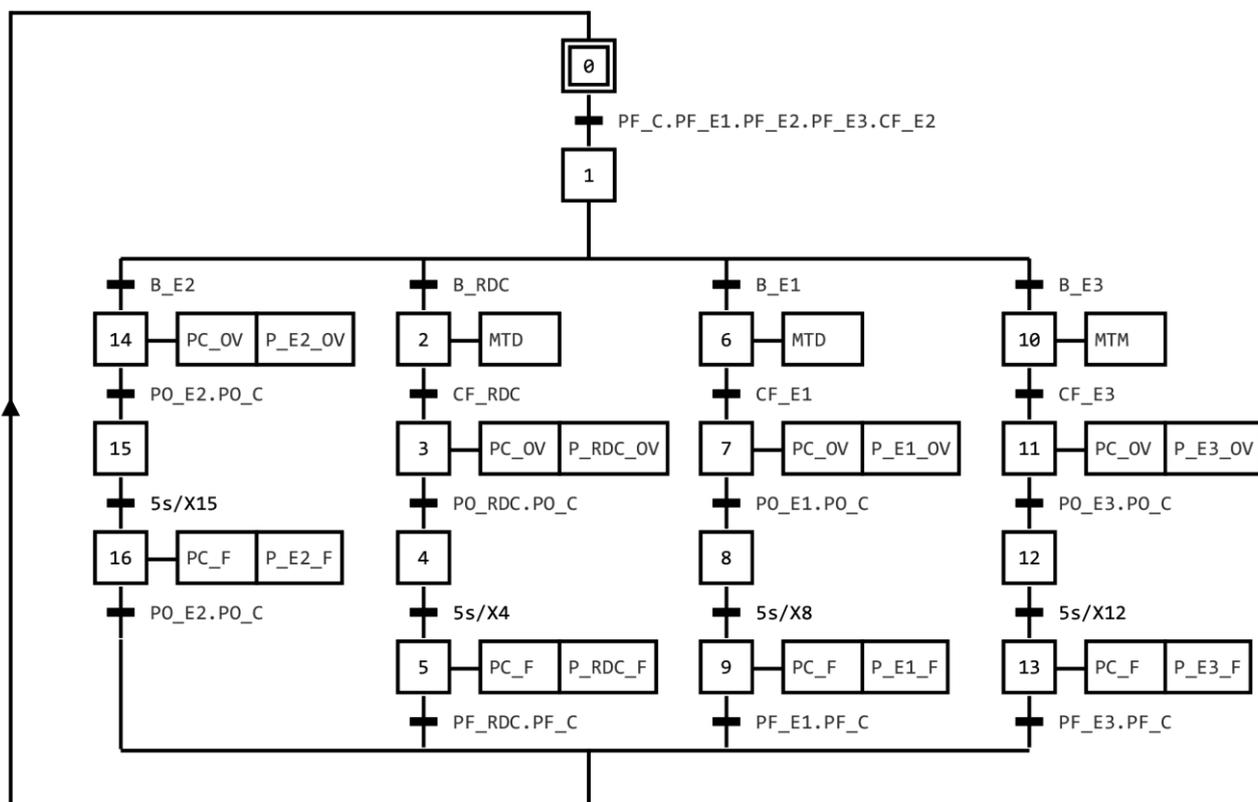


Fig. III. 26 : Le grafcet de déplacement lorsque la cabine est situé au 2éme étage

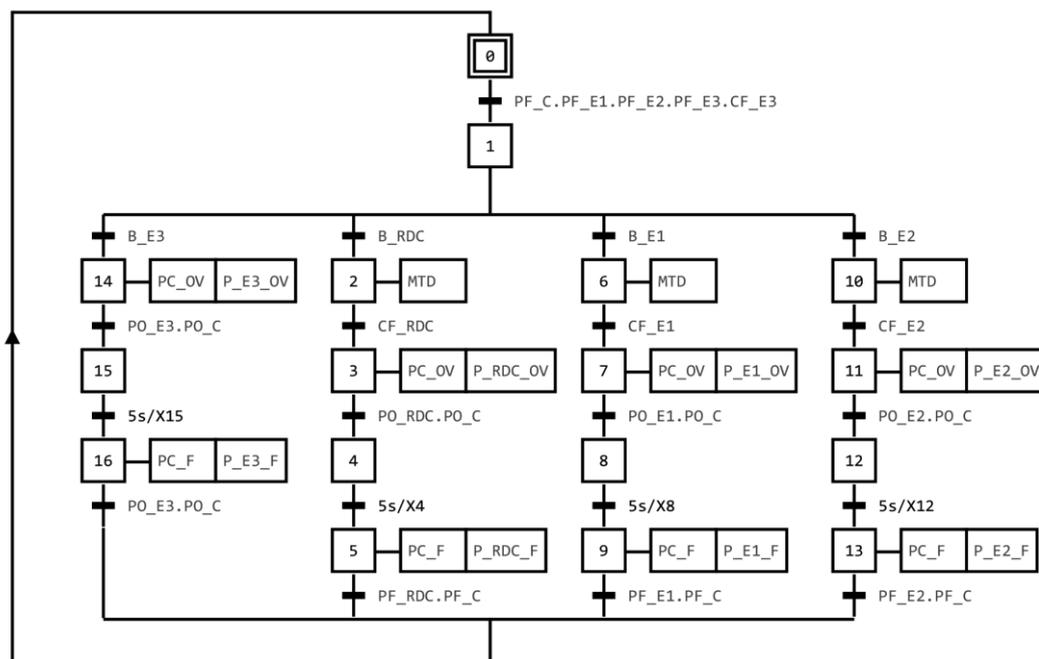


Fig. III. 27 : Le grafcet de déplacement lorsque la cabine est situé au 3éme étage

5.2. Elaboration de programme par le TIA Portal V15 :

Le logiciel que nous allons utiliser est le portail TIA v15 (Totally Integrated Automation). Il s'agit d'une plate-forme logicielle développée par Siemens pour la configuration, la programmation et la mise en service de divers systèmes d'automatisation et de contrôle. Il s'agit d'une solution complète utilisée dans l'automatisation industrielle et principalement axée sur la gamme de produits d'automatisation de Siemens, qui inclut les automates programmables (PLC), les panneaux IHM (interface homme-machine), les entraînements et d'autres dispositifs d'automatisation industrielle.

La première étape consiste à créer un nouveau projet et à sélectionner notre API spécifique (S7-1200 1214C DC/DC/DC - 6ES7214-1AG40-0XB0) et le module des entrées numériques (S7-1200 TOR SM 1221).

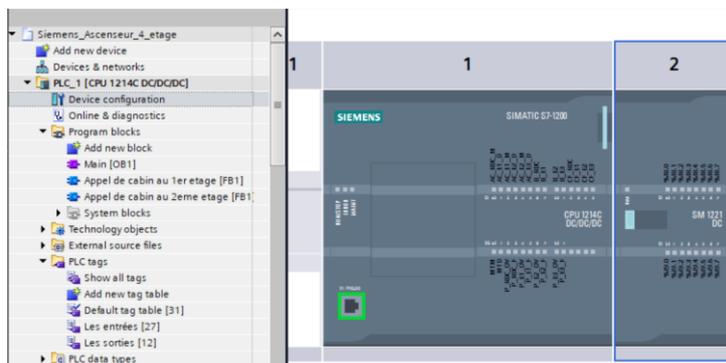


Fig. III. 28 : Le choix de l'api et module des entrées dans le logiciel

l'étape suivante consiste à créer les tables de déclaration pour les entrées et les sorties que nous allons utiliser dans ce projet

	Name	Data type	Address	Comment
1	AC_RDC_M	Bool	%I0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Appel de cabine au rez de chaussée pour monter
2	AC_E1_D	Bool	%I0.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Appel de cabine au 1er étage pour descendre
3	AC_E1_M	Bool	%I0.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Appel de cabine au 1er étage montant
4	AC_E2_D	Bool	%I0.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Appel de cabine au 2ème étage pour descendre
5	AC_E2_M	Bool	%I0.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Appel de cabine au 2ème étage montant
6	AC_E3_D	Bool	%I0.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Appel de cabine au 3ème étage pour descendre
7	B_RDC	Bool	%I0.6		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Bouton de clavier pour déplacer au rez de chaussée
8	B_E1	Bool	%I0.7		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Bouton de clavier pour déplacer au 1er étage
9	B_E2	Bool	%I1.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Bouton de clavier pour déplacer au 2ème étage
10	B_E3	Bool	%I1.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Bouton de clavier pour déplacer au 3ème étage
11	CF_RDC	Bool	%I1.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Capteur fin de course de rez de chaussée
12	CF_E1	Bool	%I1.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Capteur fin de course pour le 1er étage
13	CF_E2	Bool	%I1.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Capteur fin de course pour le 2ème étage
14	CF_E3	Bool	%I1.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Capteur fin de course pour le 3ème étage
15	PF_C	Bool	%I1.6		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Capteur porte ferme de la cabine
16	PF_RDC	Bool	%I1.7		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Capteur porte ferme pour l'étage RDC
17	PF_E1	Bool	%I2.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Capteur porte ferme pour l'étage 1
18	PF_E2	Bool	%I2.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Capteur porte ferme pour l'étage 2
19	PF_E3	Bool	%I2.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Capteur porte ferme pour l'étage 3
20	EB_1	Bool	%I2.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Bouton d'urgence de cabine
21	CF_LH	Bool	%I2.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Capteur de fin de course pour le point le plus haut
22	CF_LB	Bool	%I2.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Capteur de fin de course pour le point le plus bas
23	PO_RDC	Bool	%I2.6		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Capteur porte ouvert pour l'étage RDC
24	PO_E1	Bool	%I2.7		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Capteur porte ouvert pour l'étage 1
25	PO_E2	Bool	%I3.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Capteur porte ouvert pour l'étage 2
26	PO_E3	Bool	%I3.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Capteur porte ouvert pour l'étage 3
27	PO_C	Bool	%I3.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Capteur porte ouvert de la cabine

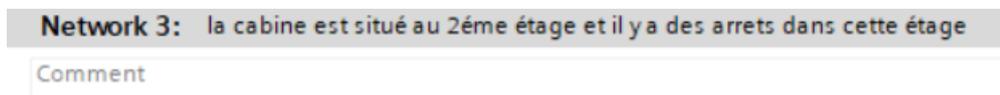
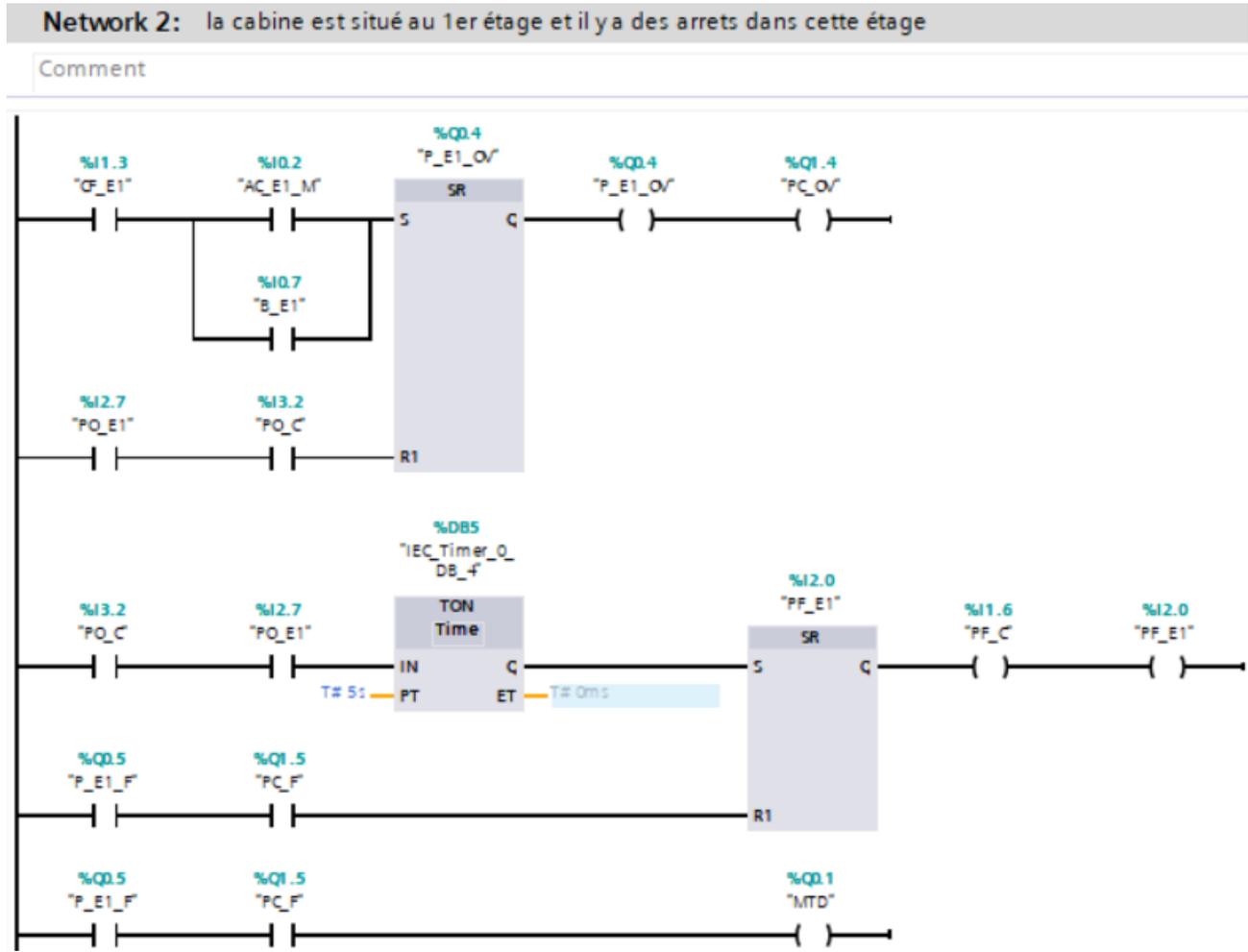
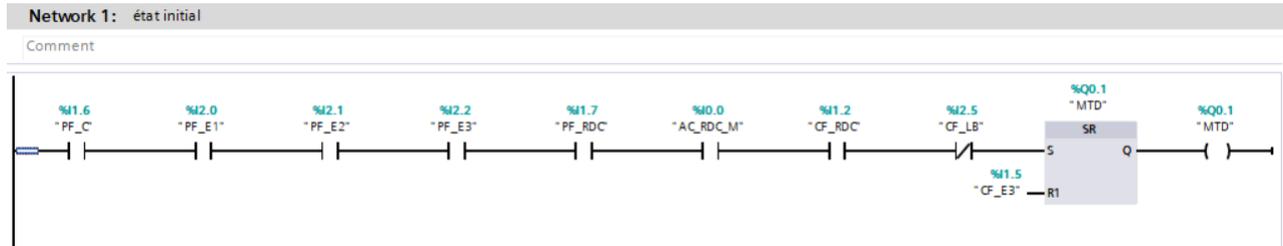
Tab III .1 : Les entrées physique de l'api

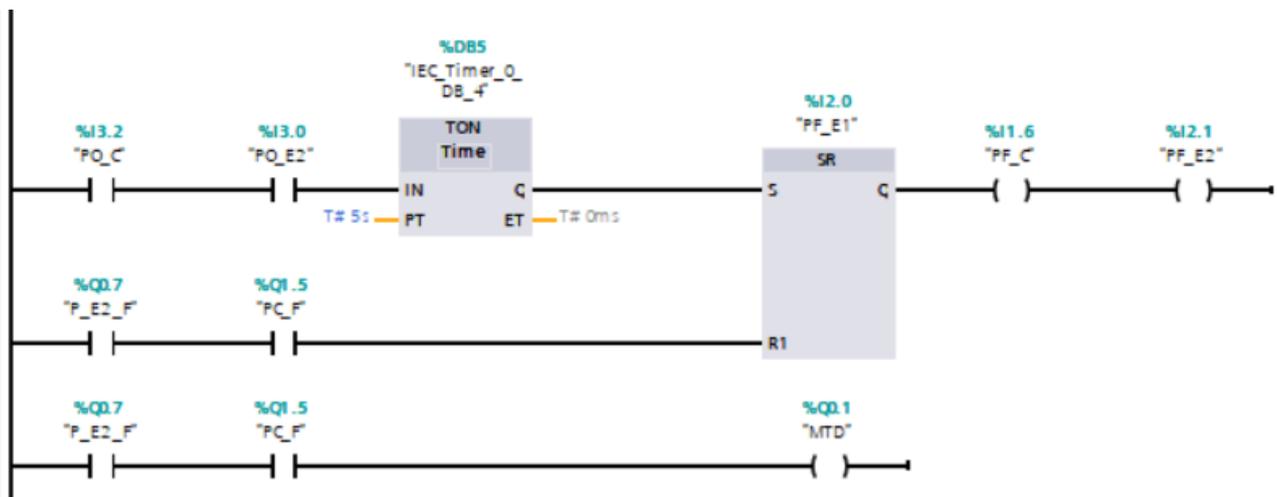
	Name	Data type	Address	Comment
1	MTM	Bool	%Q0.0	Tourner le moteur de traction pour monter
2	MTD	Bool	%Q0.1	Tourner le moteur de traction pour descendre
3	P_RDC_OV	Bool	%Q0.2	Ouvre la porte de rez de chaussée
4	P_RDC_F	Bool	%Q0.3	Fermer la porte de rez de chaussée
5	P_E1_OV	Bool	%Q0.4	Ouvre la porte de 1er étage
6	P_E1_F	Bool	%Q0.5	Fermer la porte de 1er étage
7	P_E2_OV	Bool	%Q0.6	Ouvre la porte de 2ème étage
8	P_E2_F	Bool	%Q0.7	Fermer la porte de 2ème étage
9	P_E3_OV	Bool	%Q1.0	Ouvre la porte de 3ème étage
10	P_E3_F	Bool	%Q1.1	Fermer la porte de 3ème étage
11	PC_OV	Bool	%Q1.4	Ouvre la porte de cabine
12	PC_F	Bool	%Q1.5	Fermer la porte de 3ème étage

Tab III .2 : Les sorties physique de l'api

5.2.1. Le programme d'appel de la cabine :

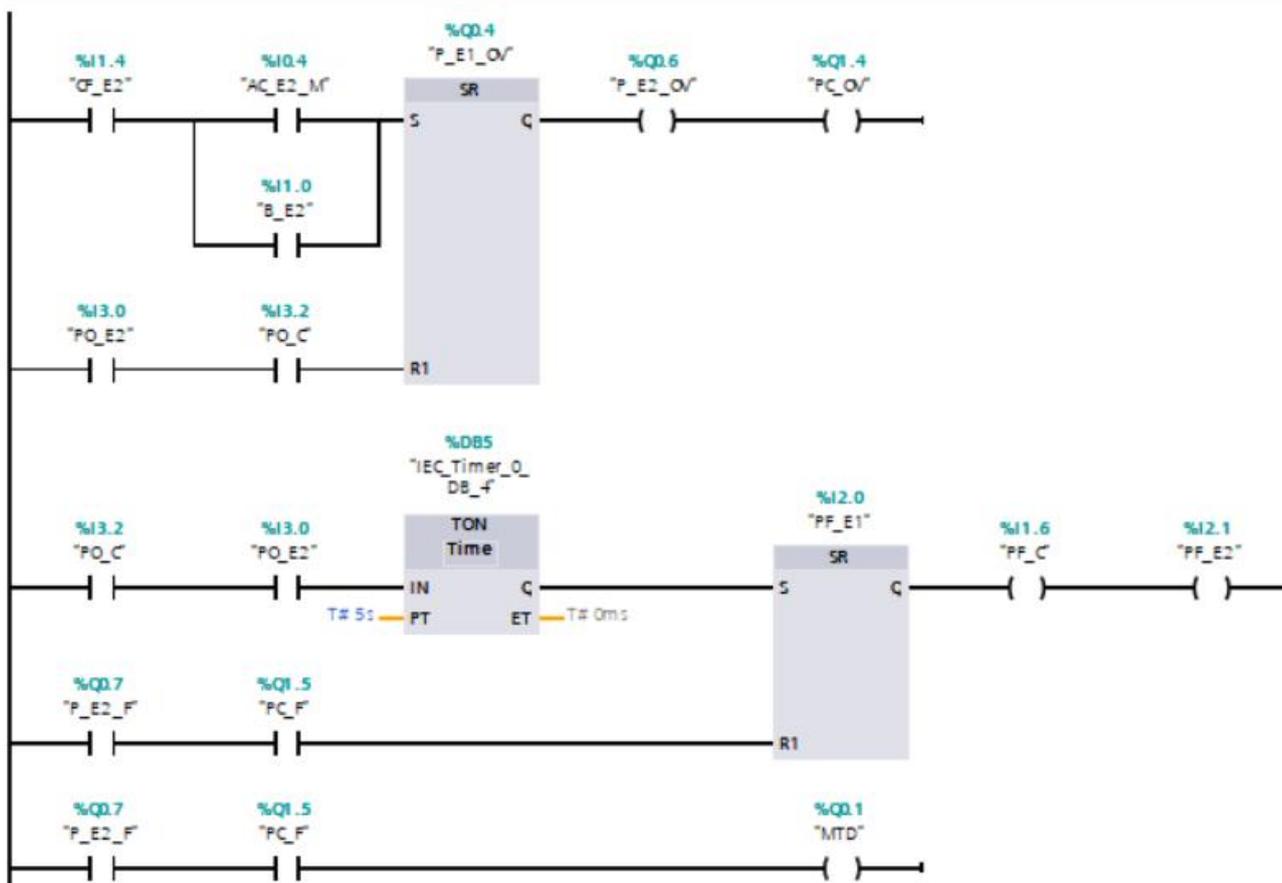
- Le programme d'appel de cabine au rez de chaussée :





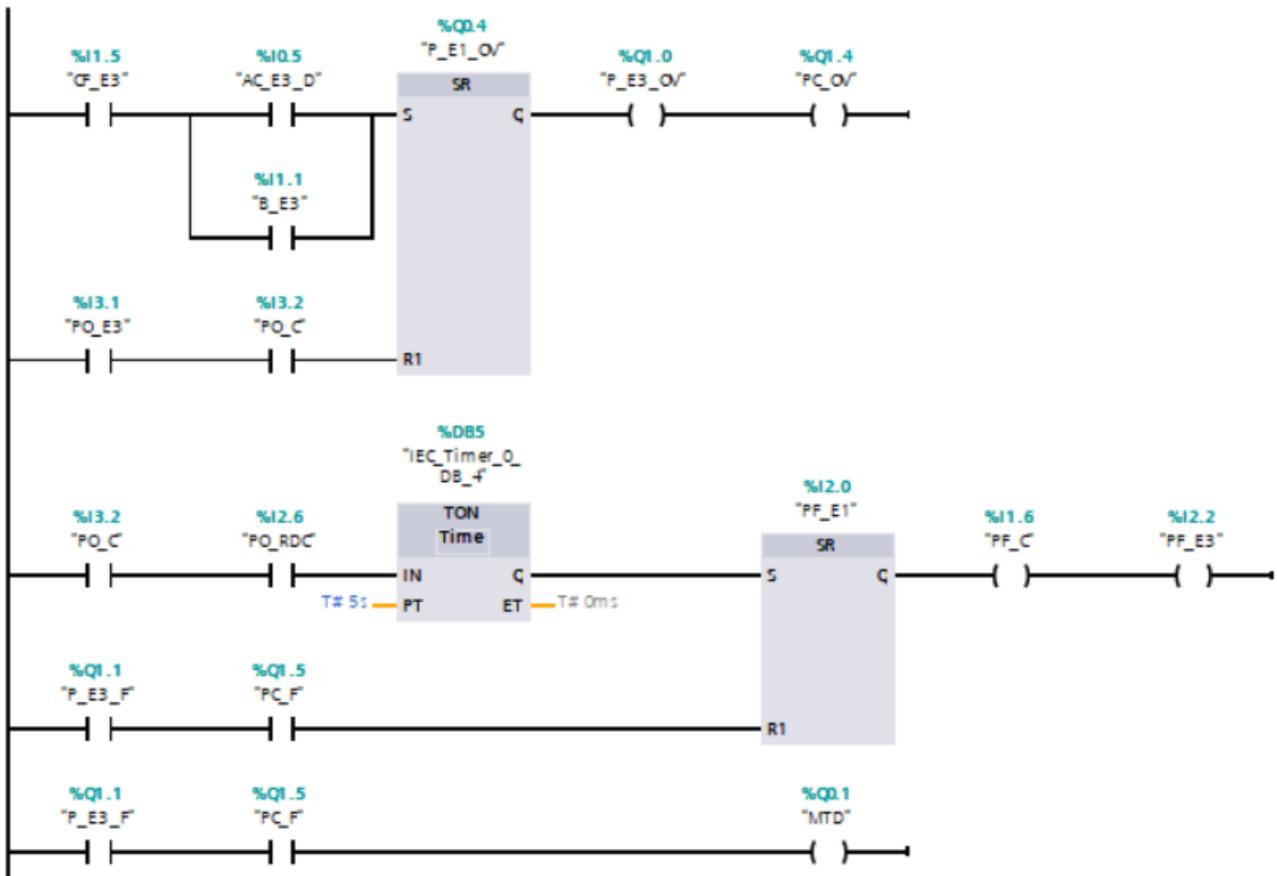
Network 4: Ouvre la porte de 2ème étage

Comment



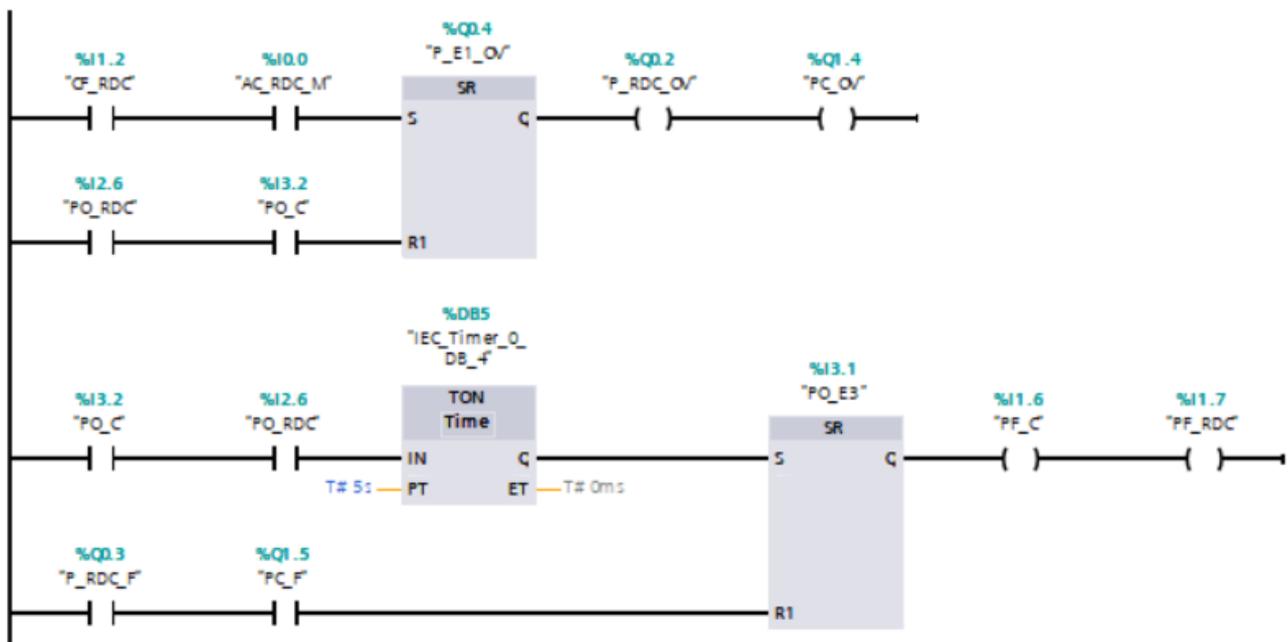
Network 5: la cabine est situé au RDC et il y a des arrêts dans cette étage

Comment

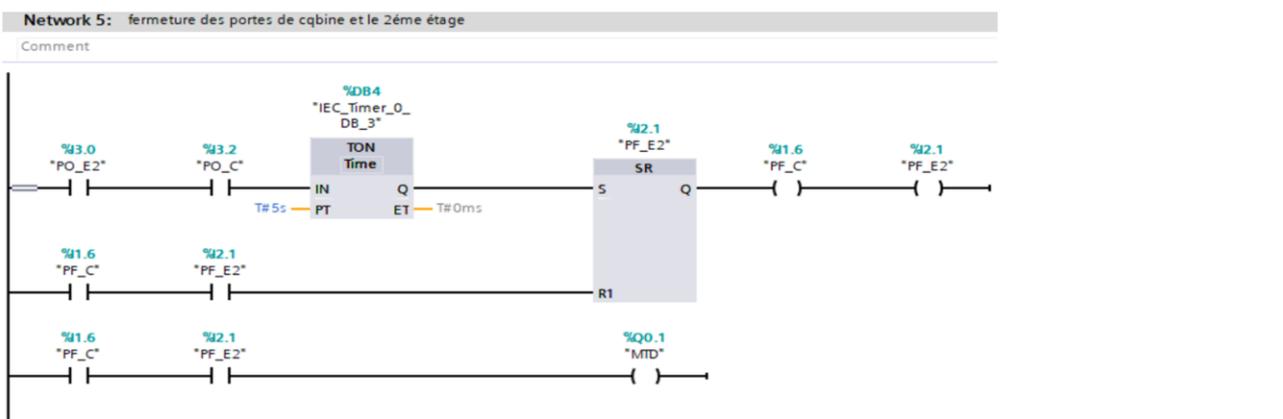
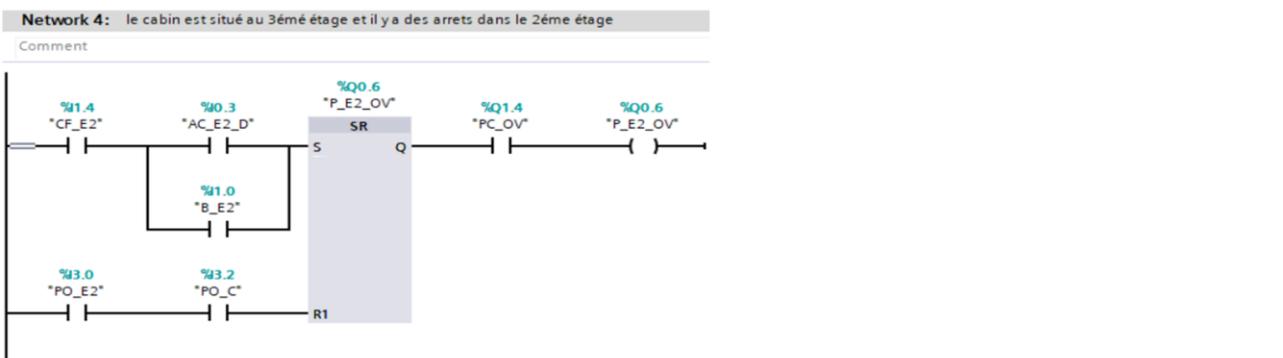
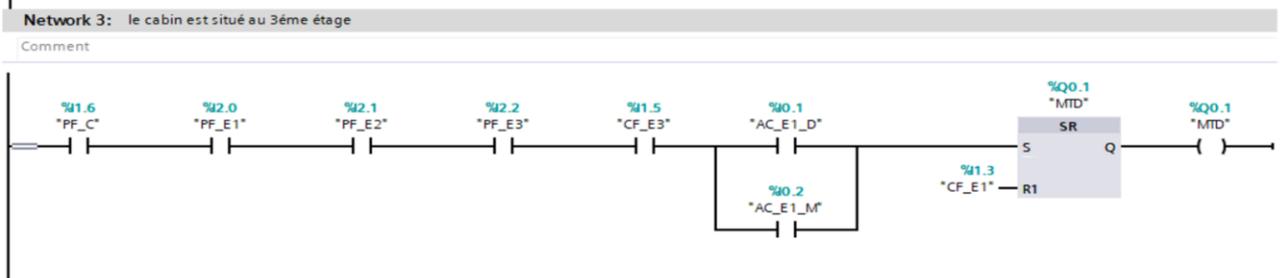
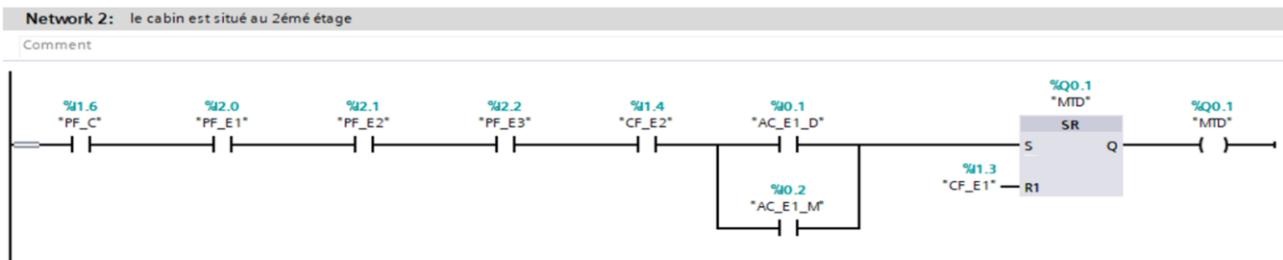
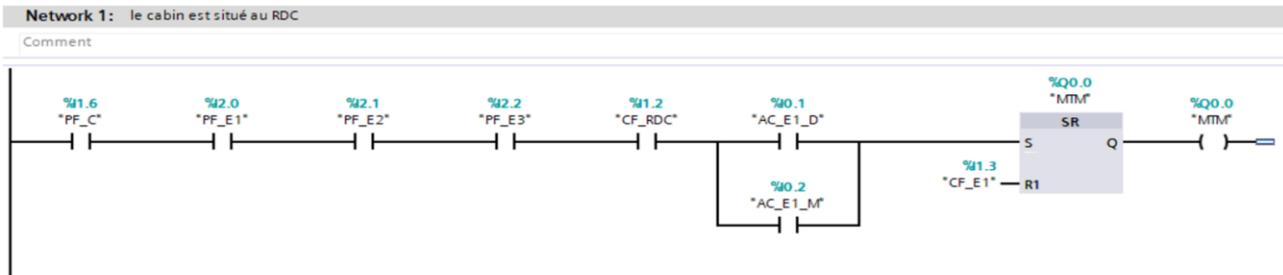


Network 6: la cabine est situé au meme etage

Comment

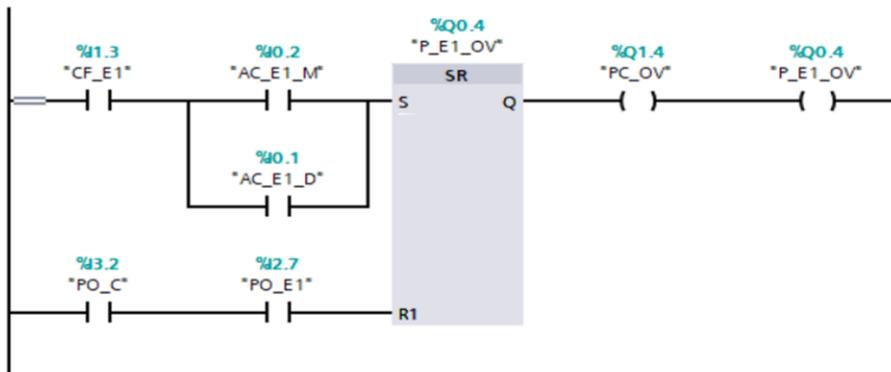


- Le programme d'appel de cabine au premier étage:



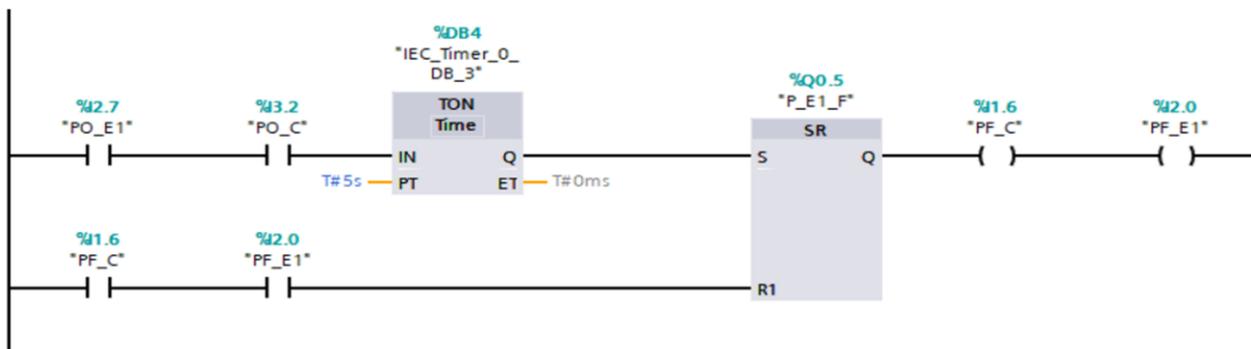
Network 6: Ouvre les porte de cabine et 1er étage

Comment



Network 7: Ferme les porte de cabine et 1er étage

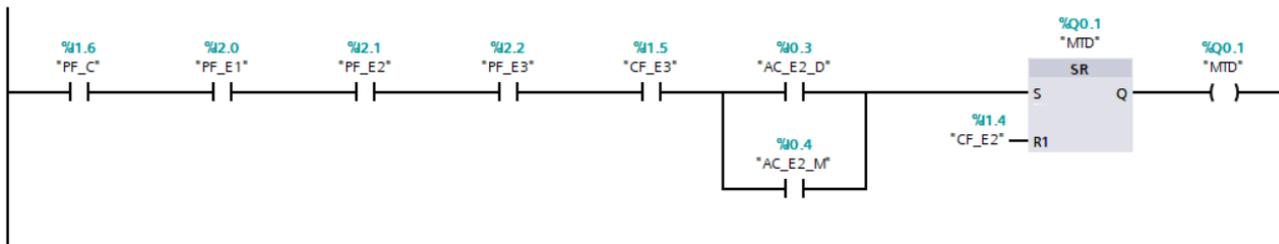
Comment



- Le programme d'appel de cabine au deuxième étage :

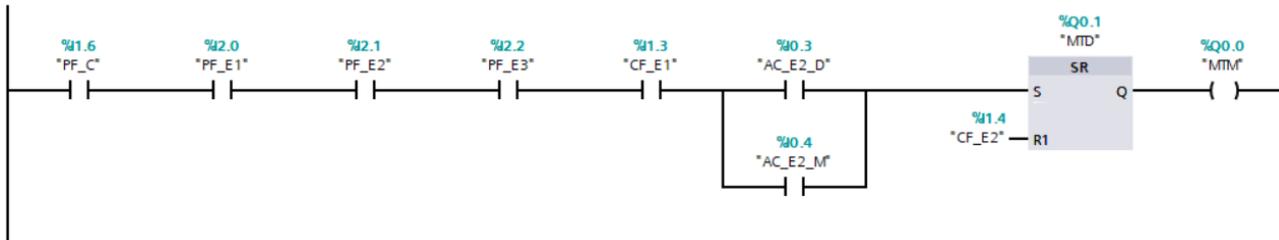
Network 1: le cabin est situé au 3éme étage

Comment



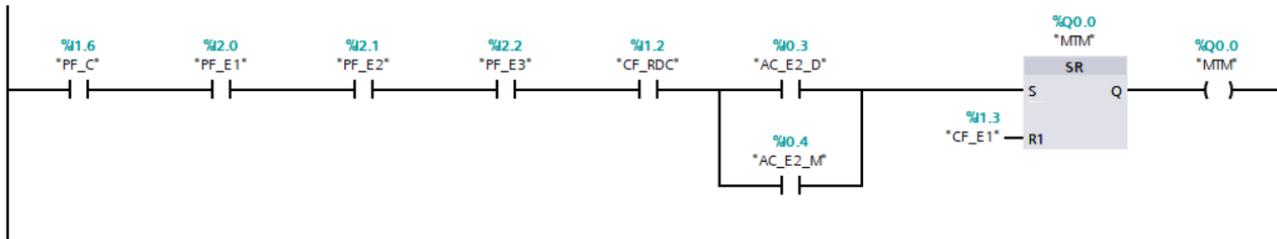
Network 2: le cabin est situé au 1er étage

Comment



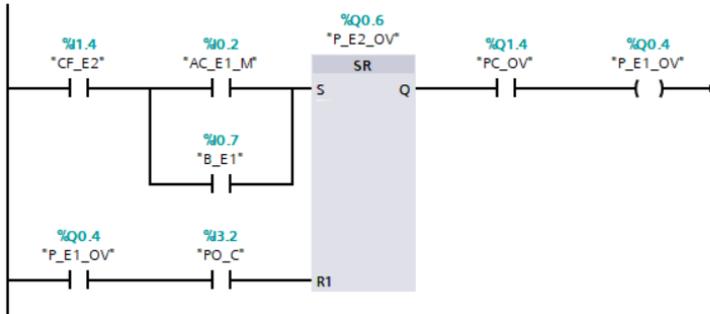
Network 3: le cabin est situé au RDC

Comment



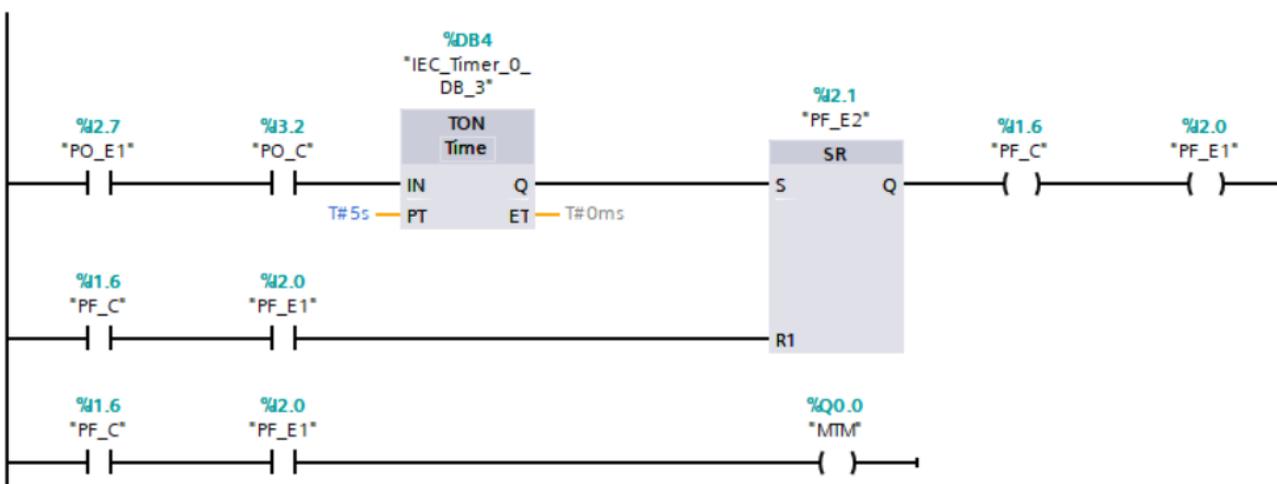
Network 4: le cabin est situé au RDC et il y a des arrêts dans le 1er étage

Comment



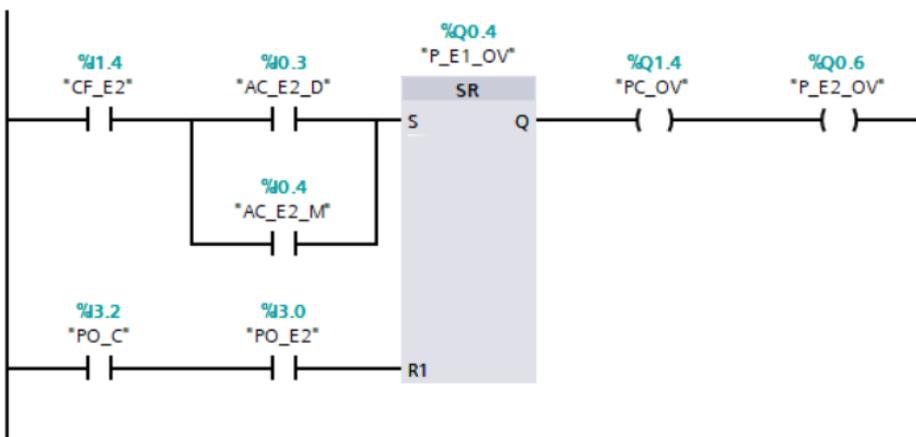
Network 5: fermeture des portes de cabine et le 2ème étage

Comment



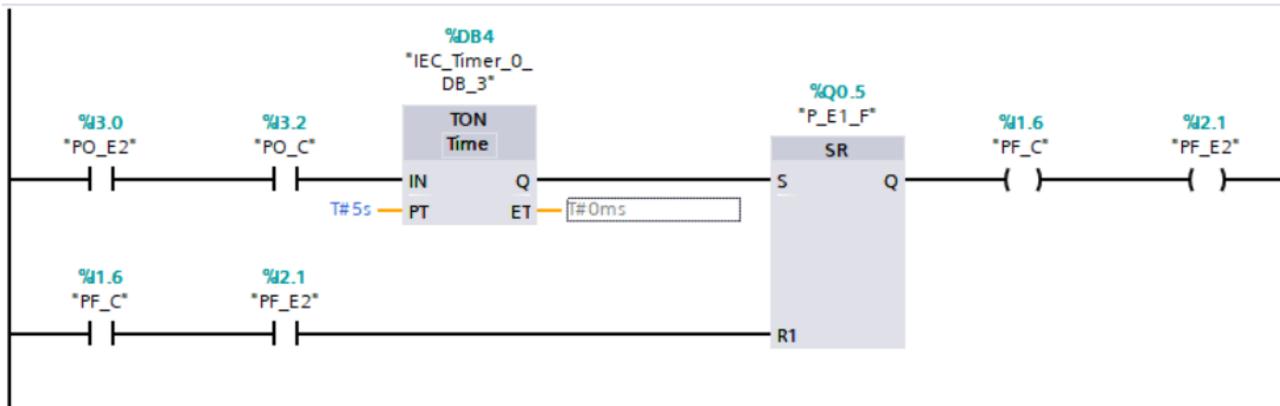
Network 6: Ouvre les porte de cabine et 1er étage

Comment



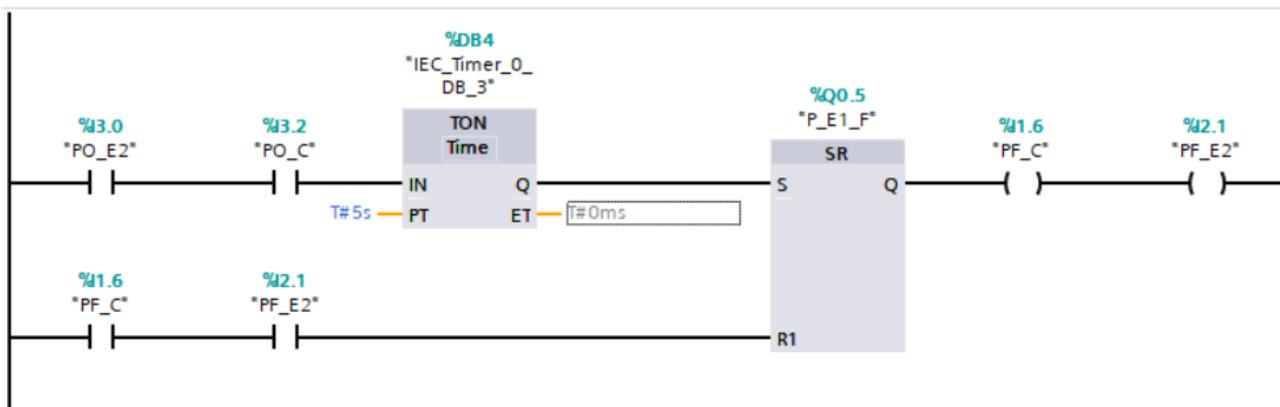
Network 7: Ferme les porte de cabine et 1er étage

Comment



Network 7: Ferme les porte de cabine et 1er étage

Comment



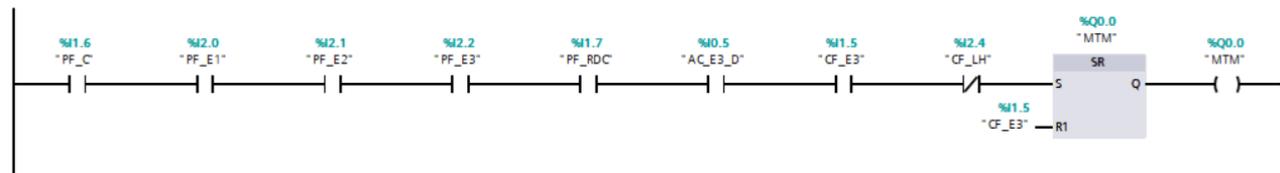
- Le programme d'appel de cabine au troisième étage:

Block title: Appel de cabin au 3ème étage

Comment

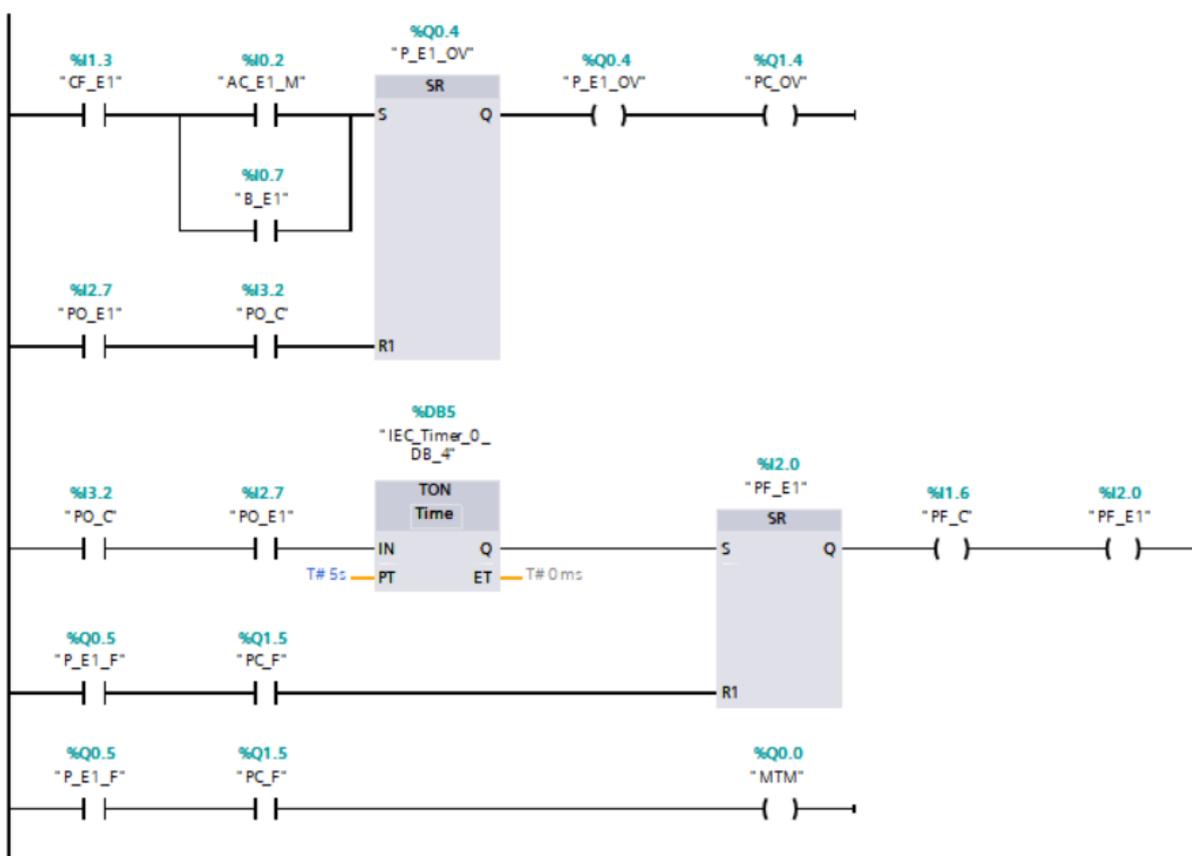
Network 1: état initial

Comment



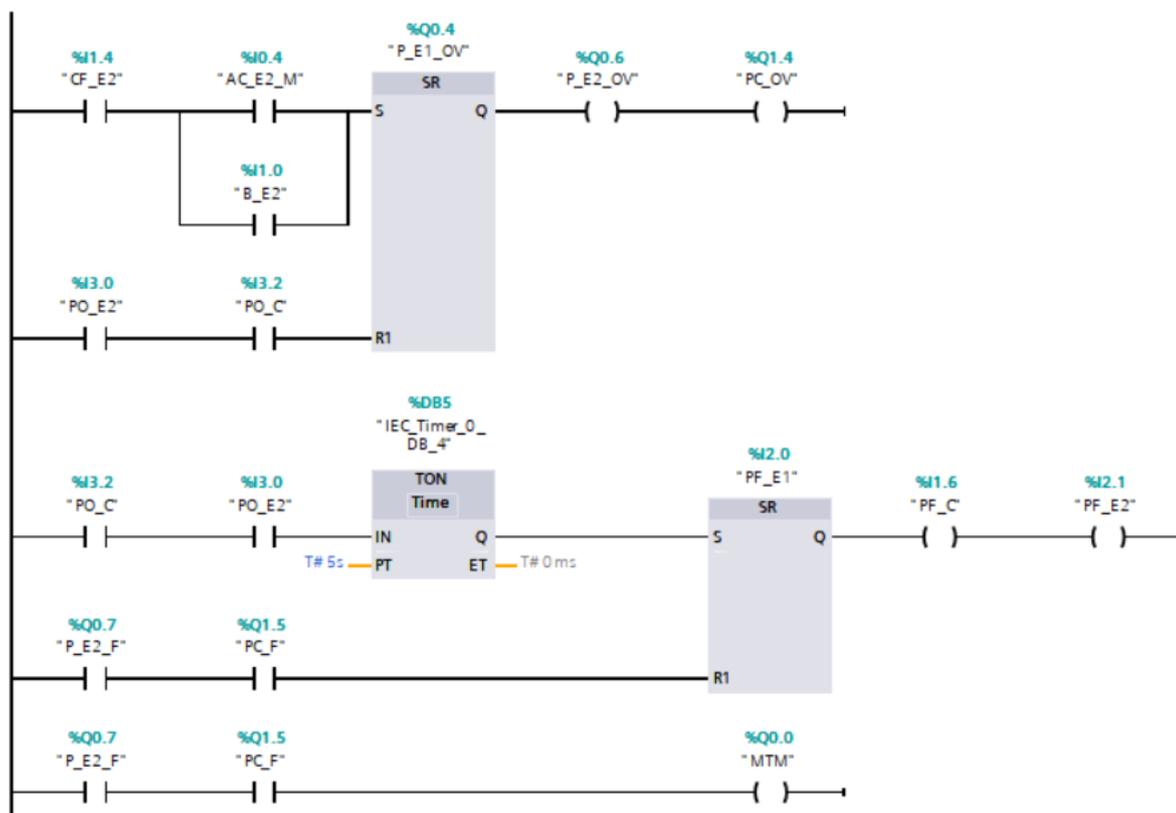
Network 2: la cabine est situé au 1er étage et il y a des arrêts dans cette étage

Comment



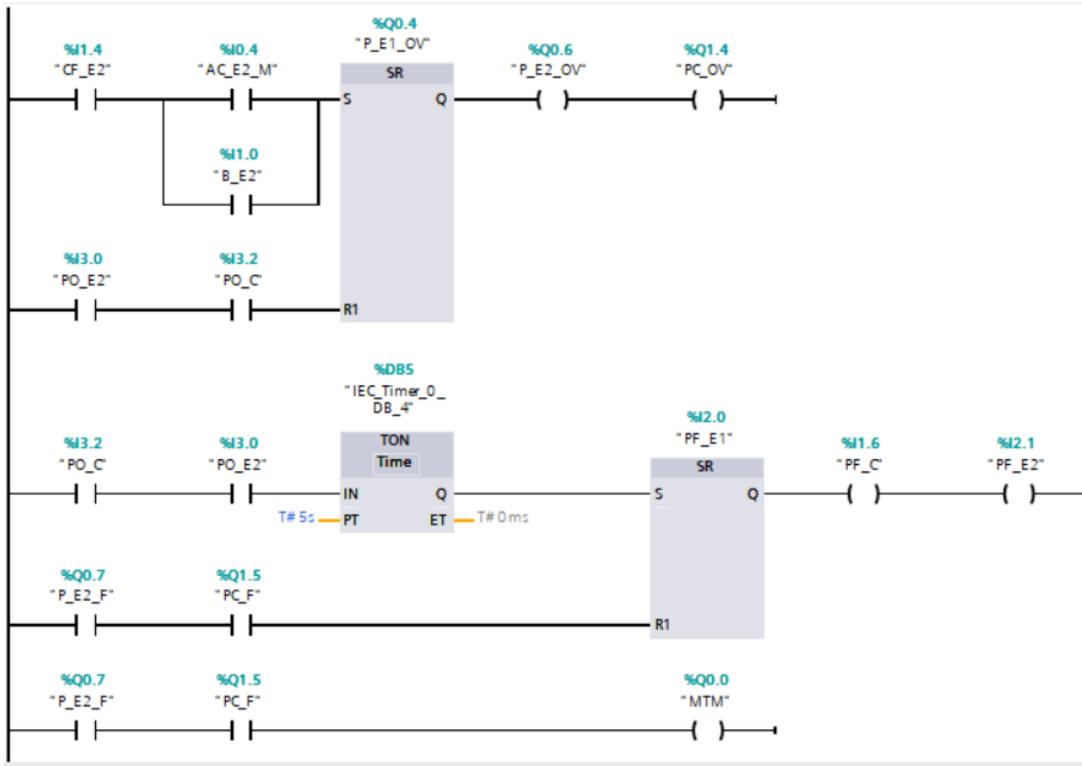
Network 3: la cabine est situé au 2ème étage et il y a des arrêts dans cette étage

Comment



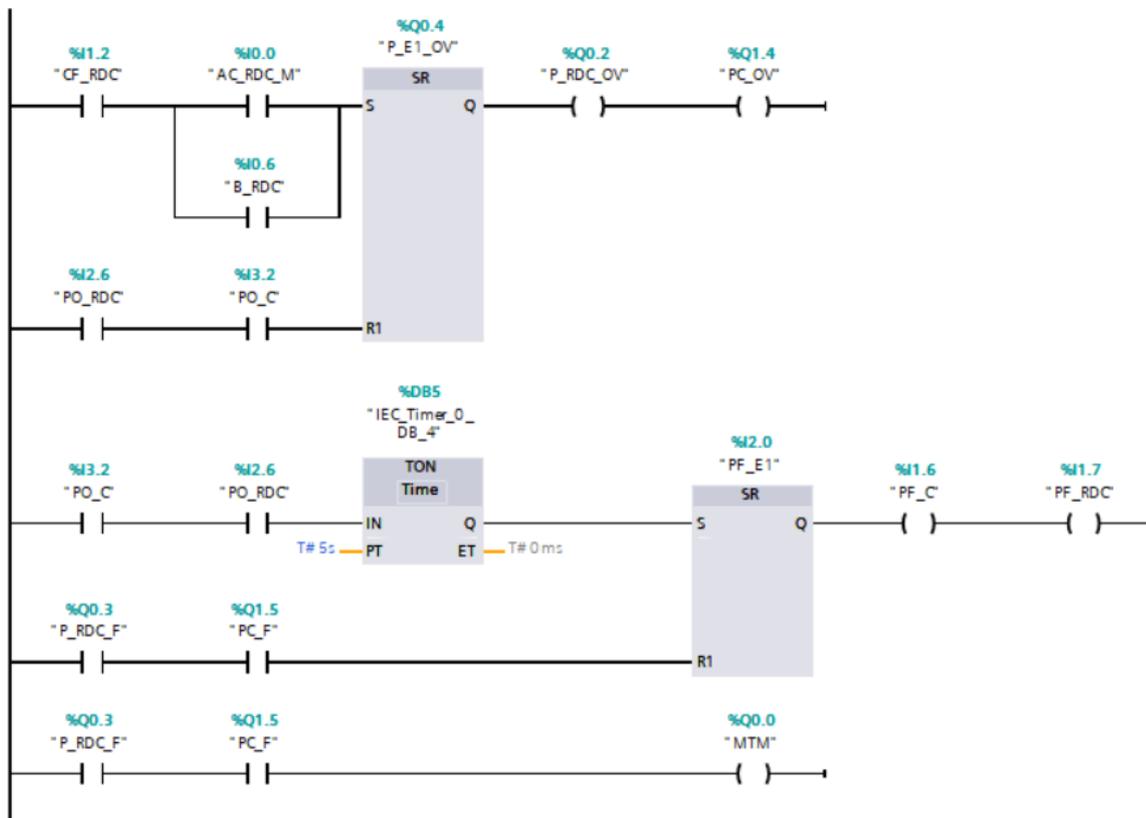
Network 4: Ouvre la porte de 2ème étage

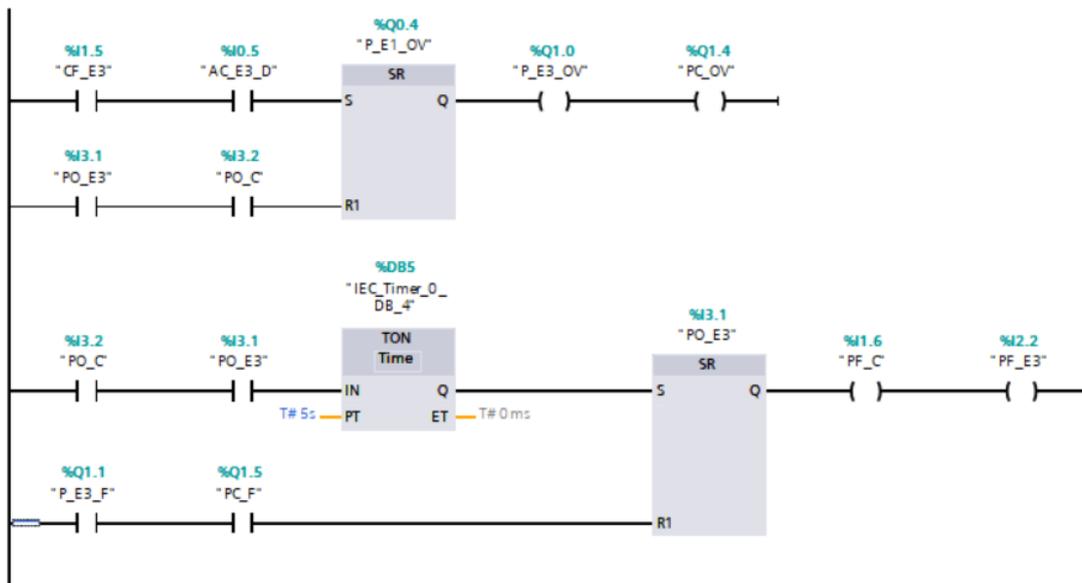
Comment



Network 5: la cabine est situé au RDC et il ya des arrêts dans cette étage

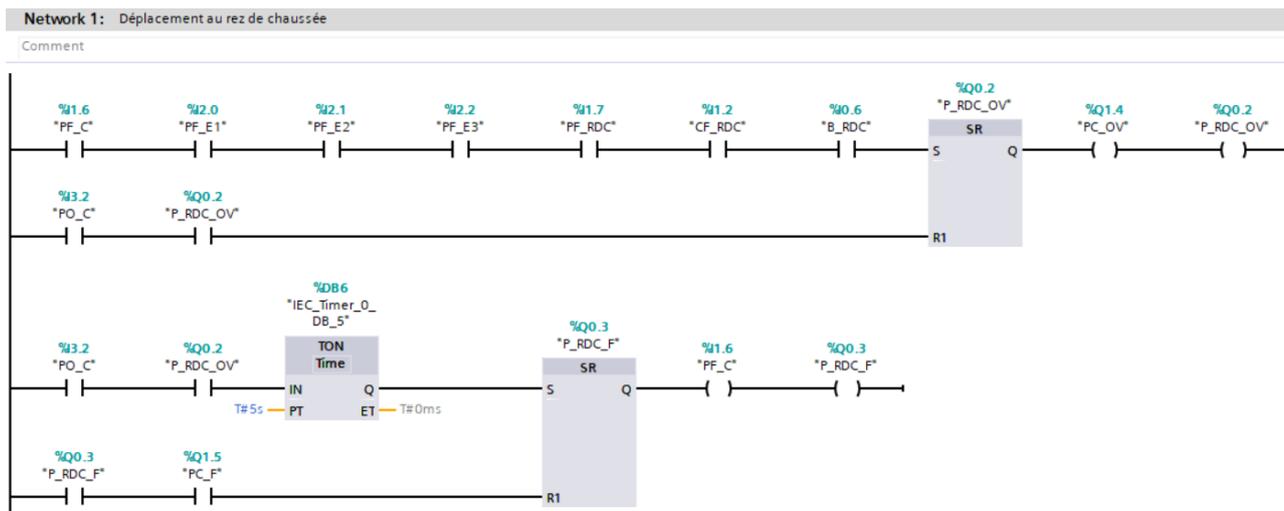
Comment





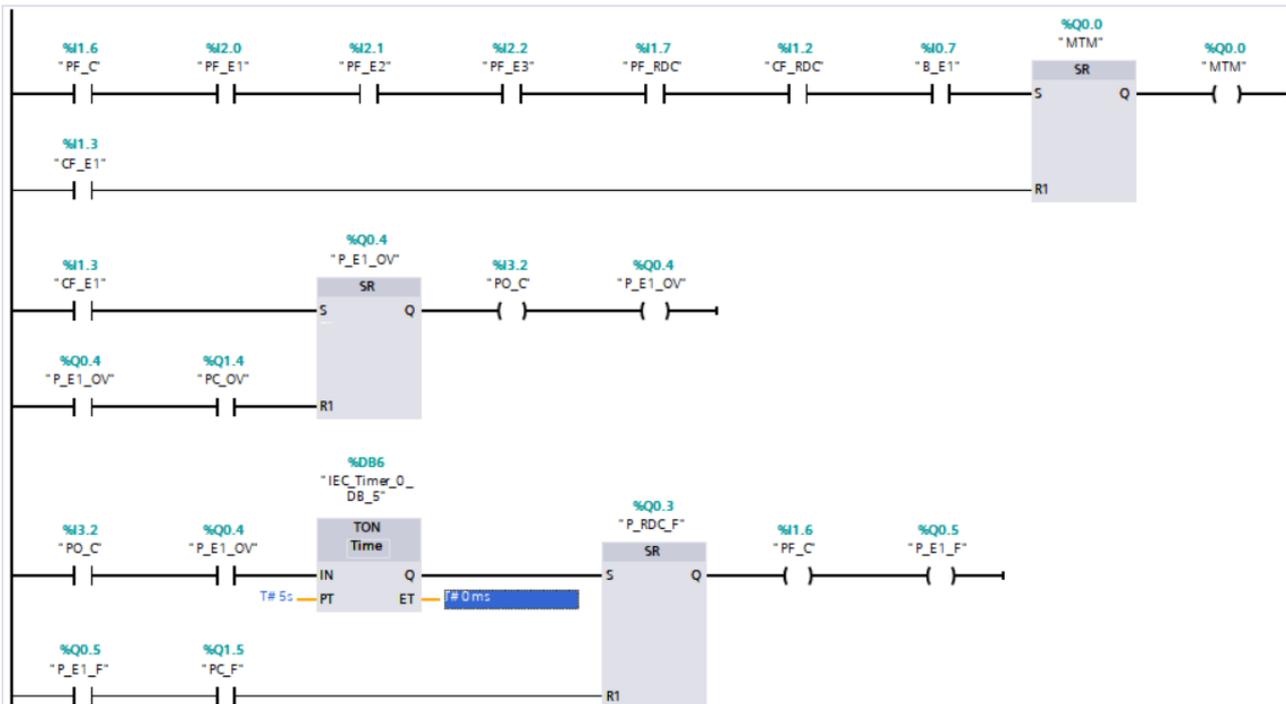
5.2.2. Le programme de déplacement de la cabine :

- Le programme de déplacement lorsque la cabine est situé sur le rez de chaussée :



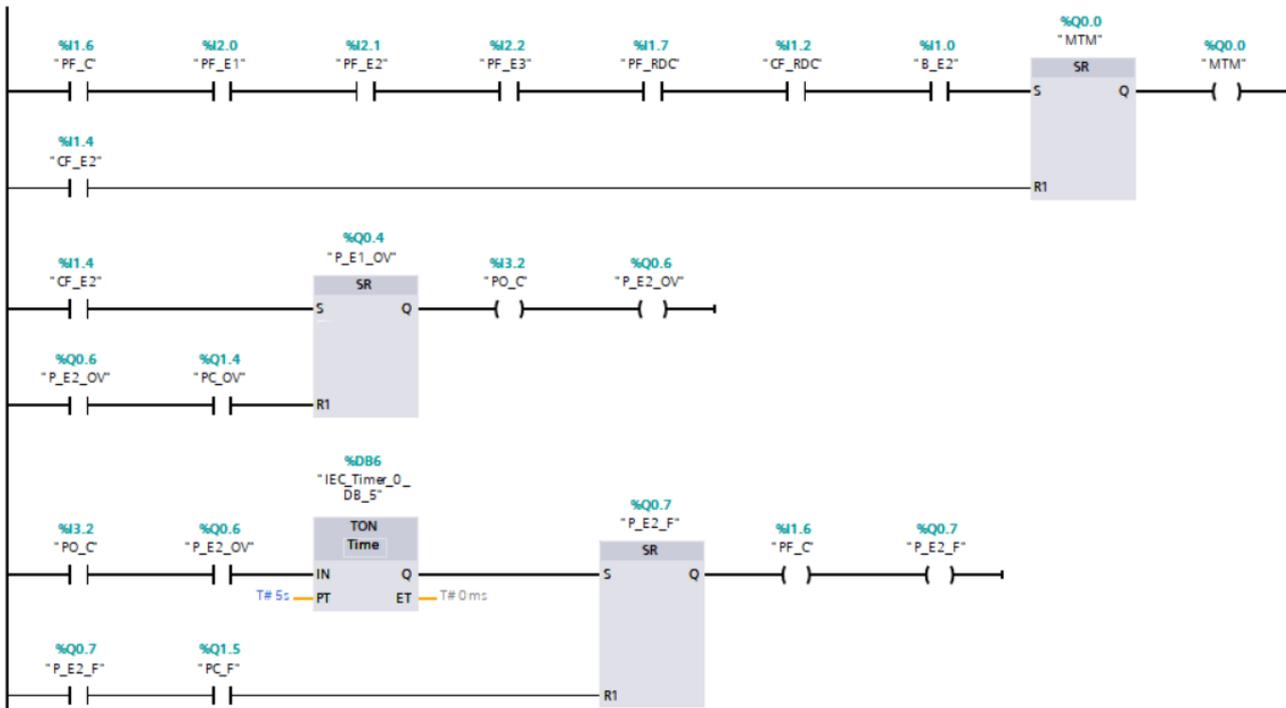
Network 2: Déplacement au 1er étage

Comment



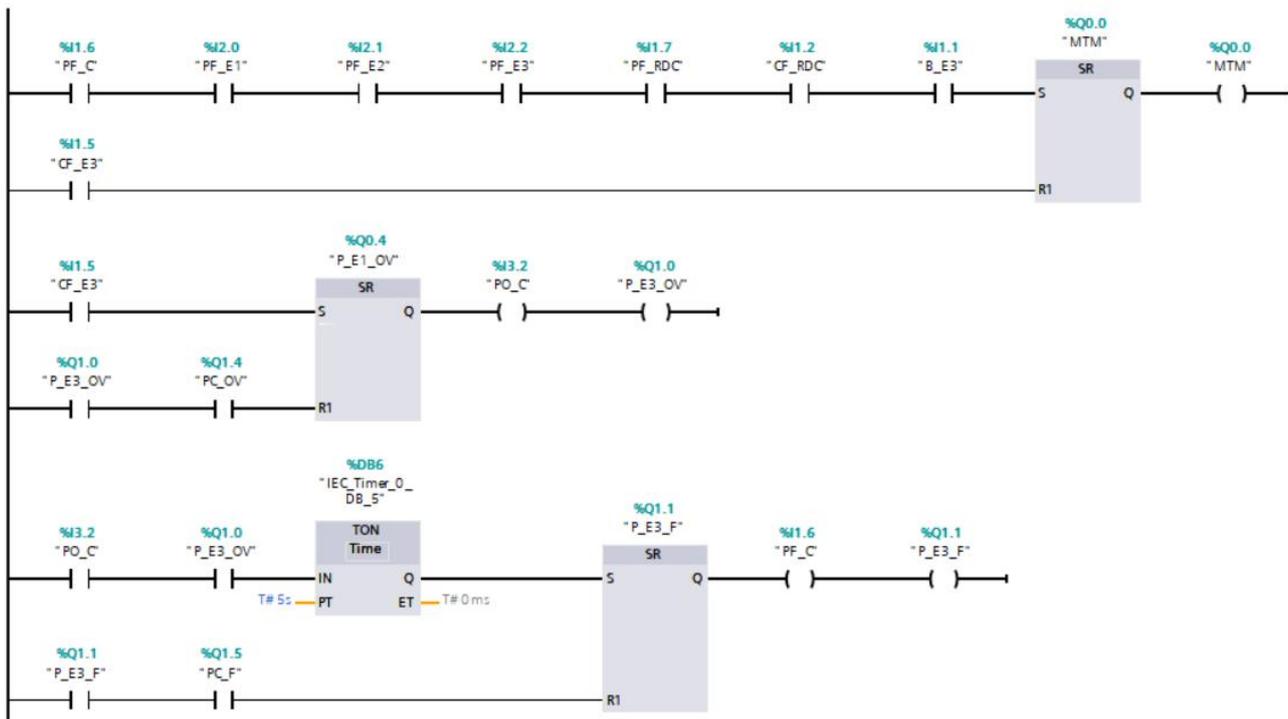
Network 3: Déplacement au 2eme étage

Comment



Network 4: Déplacement au 3eme étage

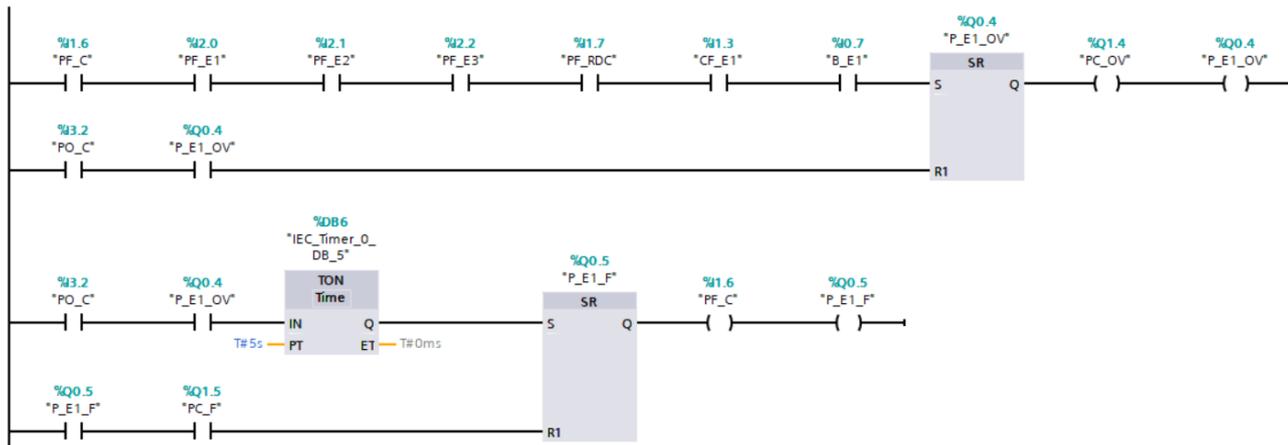
Comment



- Le programme de déplacement lorsque la cabine est situé sur le premier étage :

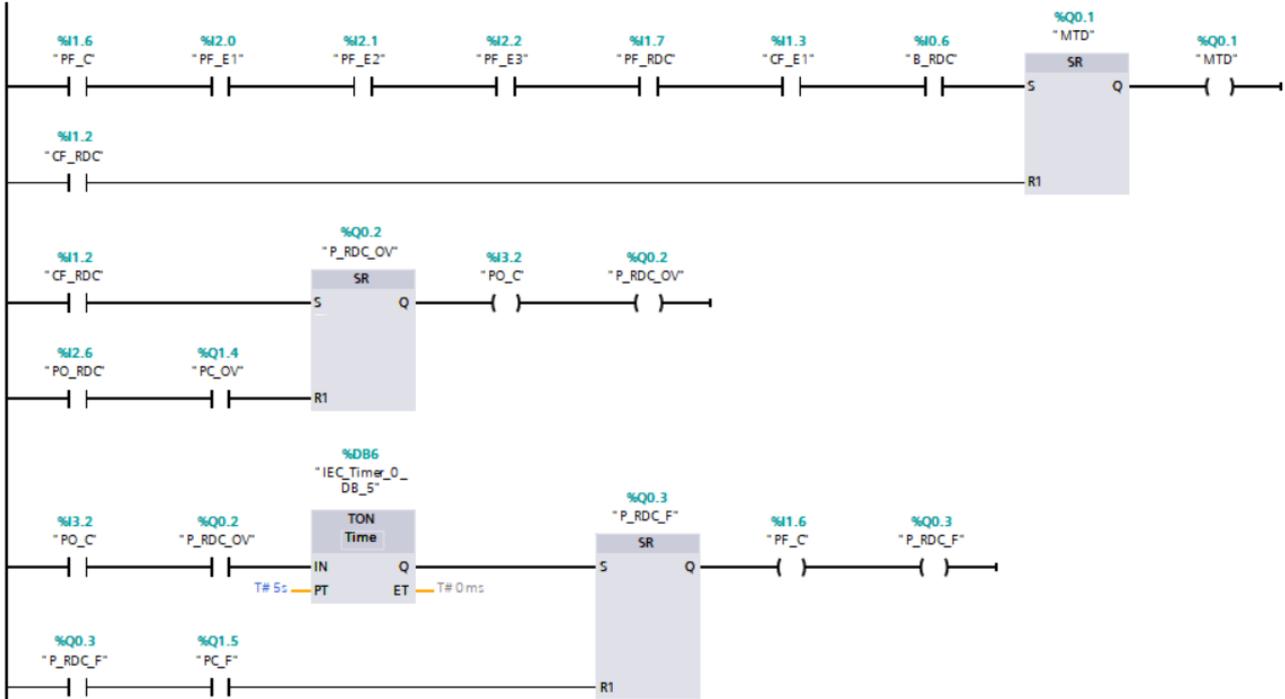
Network 1: Déplacement au premier étage

Comment



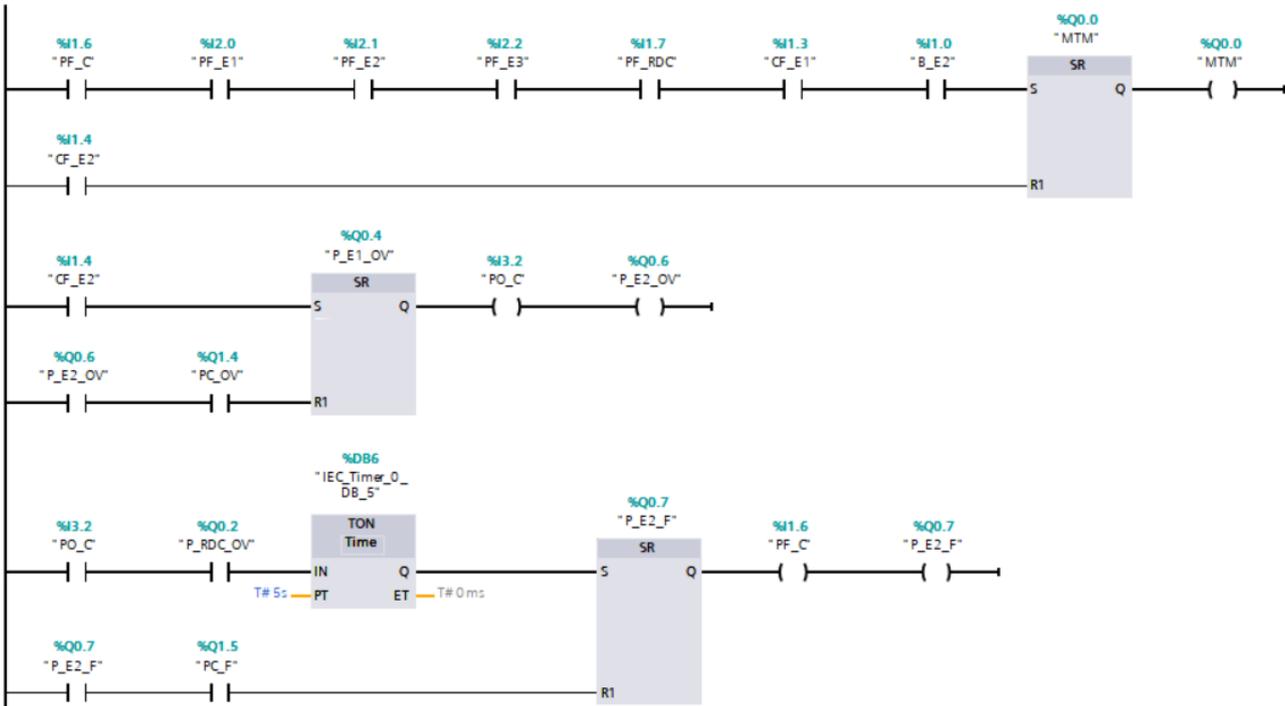
Network 2: Déplacement au rez de chaussée

Comment



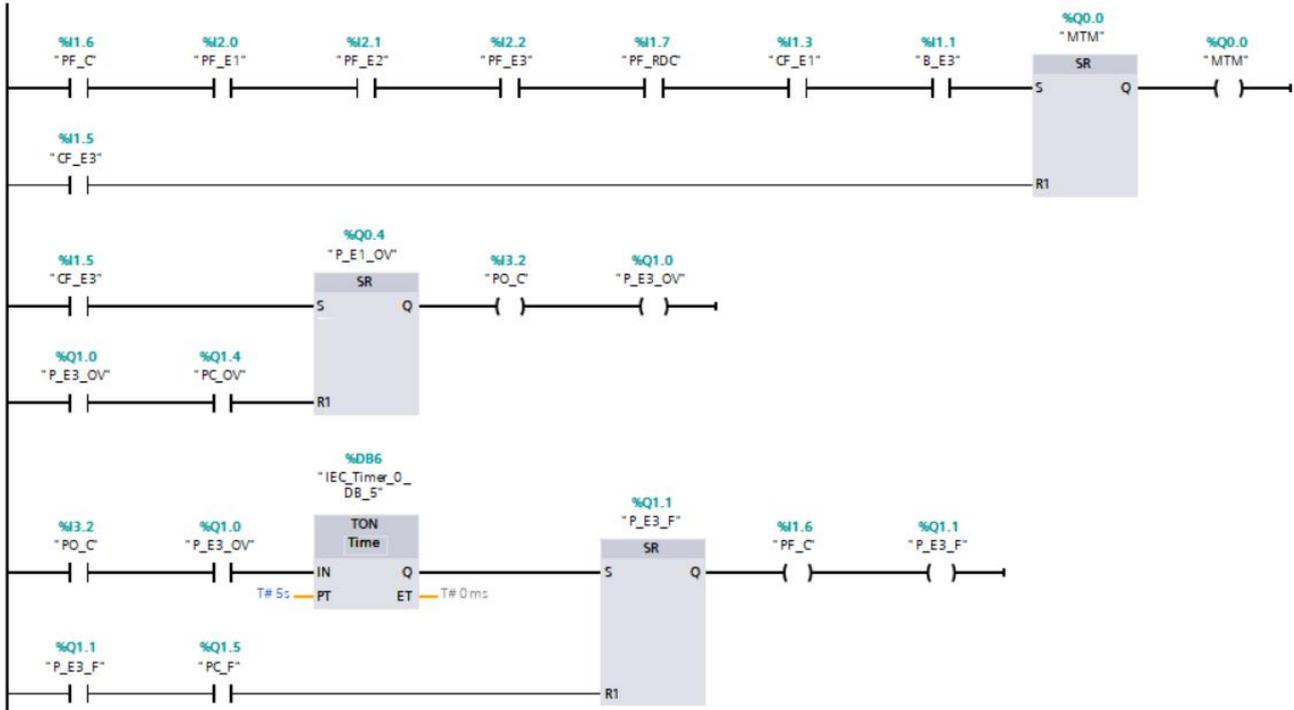
Network 3: Déplacement au 2eme étage

Comment



Network 4: Déplacement au 3eme étage

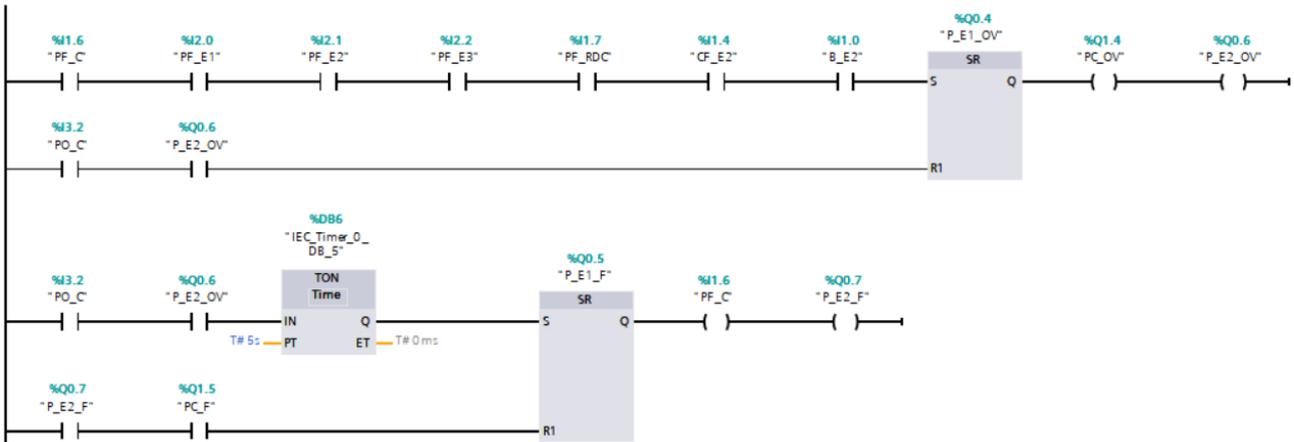
Comment



- Le programme de déplacement lorsque la cabine est situé sur le deuxième étage :

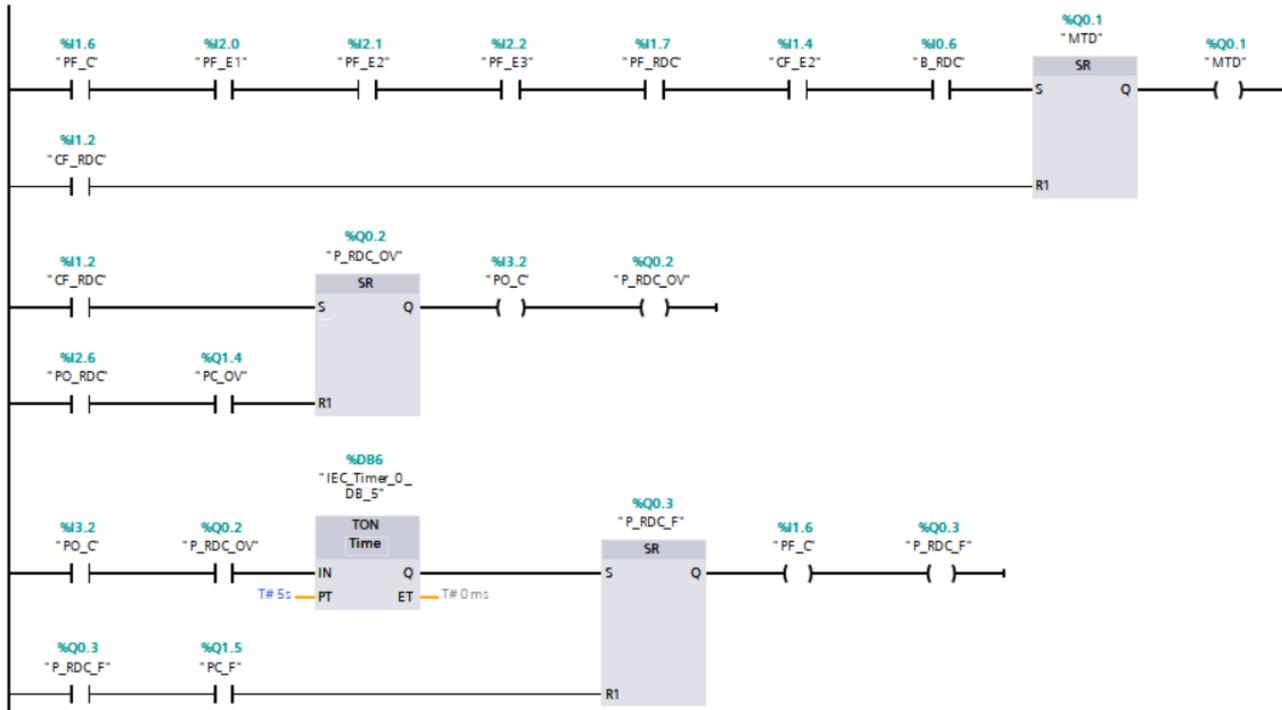
Network 1: Déplacement au deuxième étage

Comment



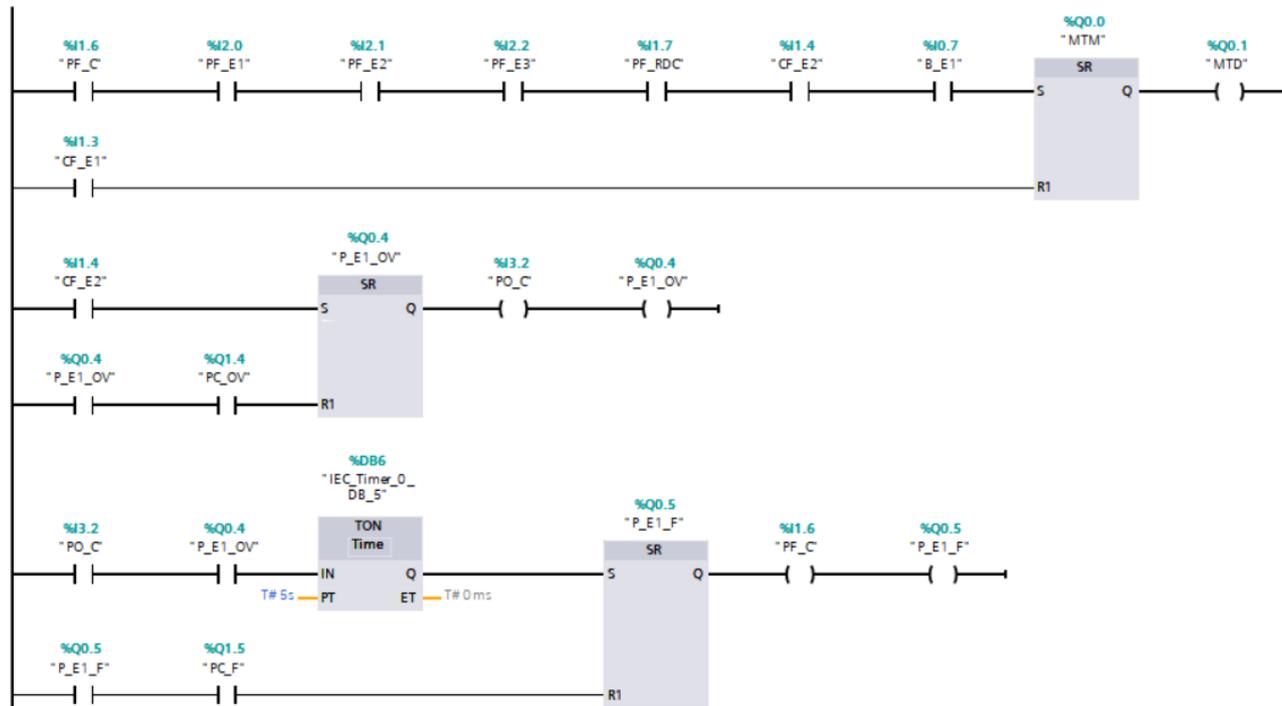
Network 2: Déplacement au rez de chaussée

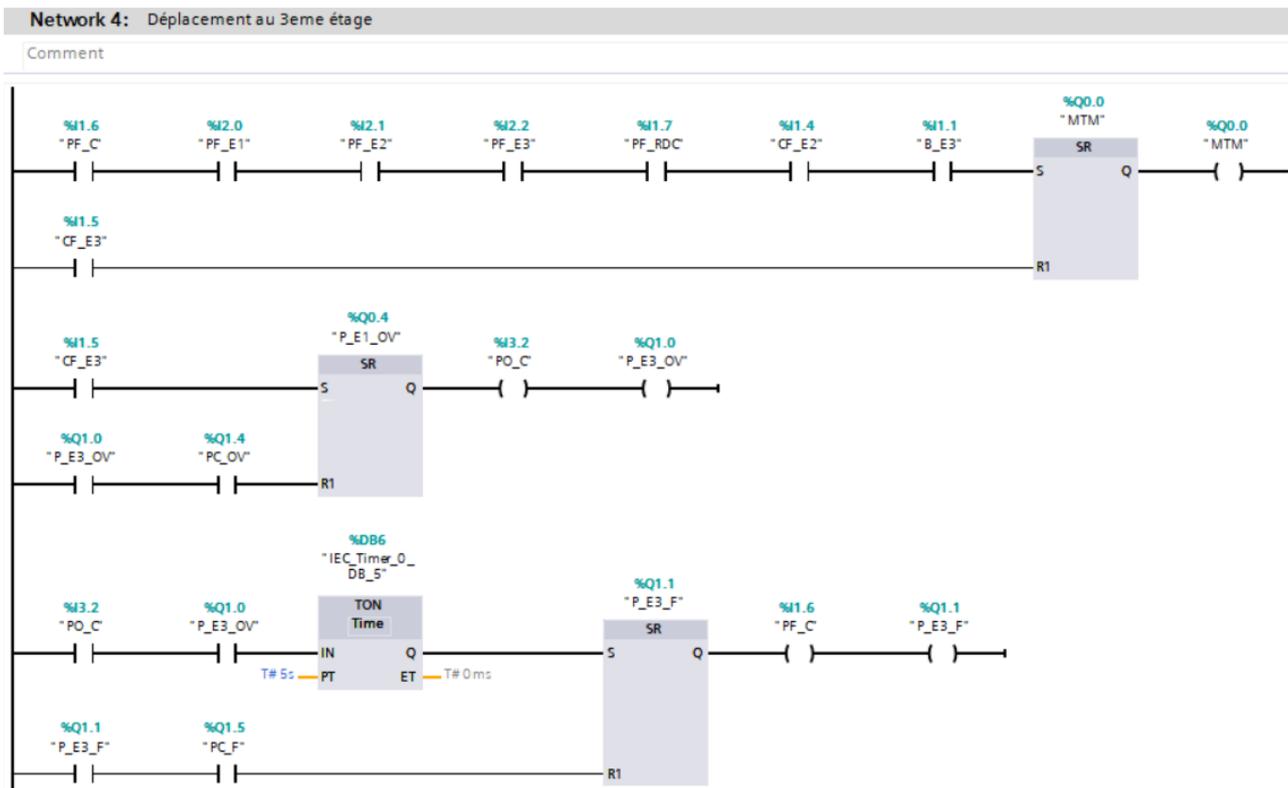
Comment



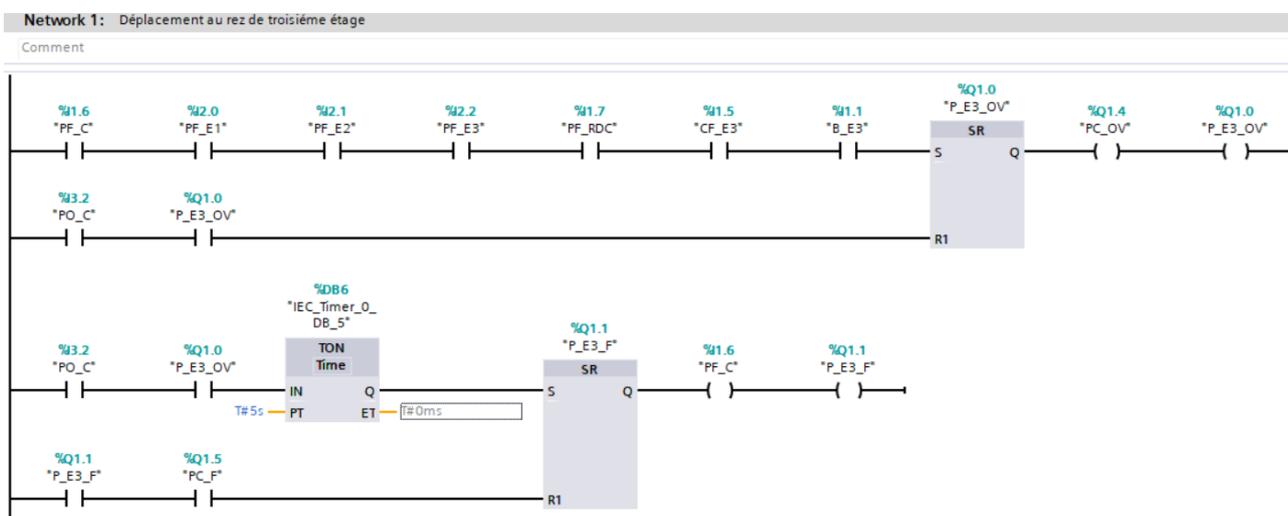
Network 3: Déplacement au premier étage

Comment



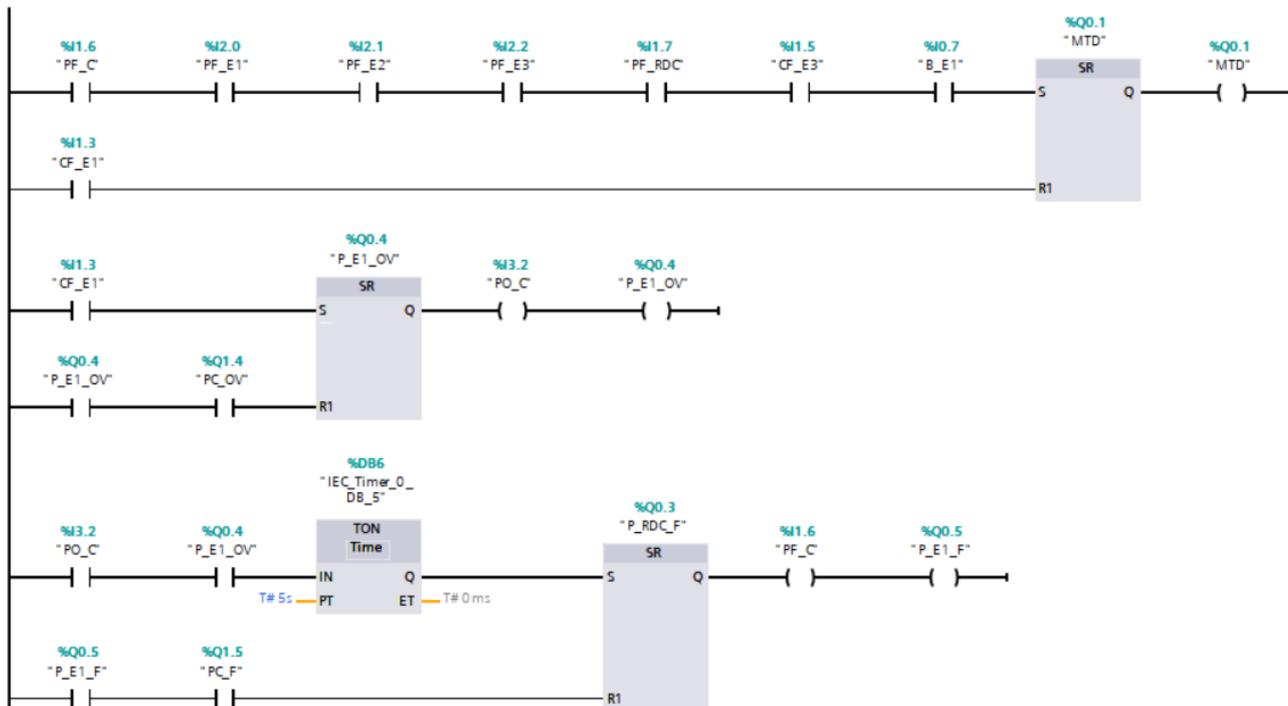


- Le programme de déplacement lorsque la cabine est situé sur le troisième étage :



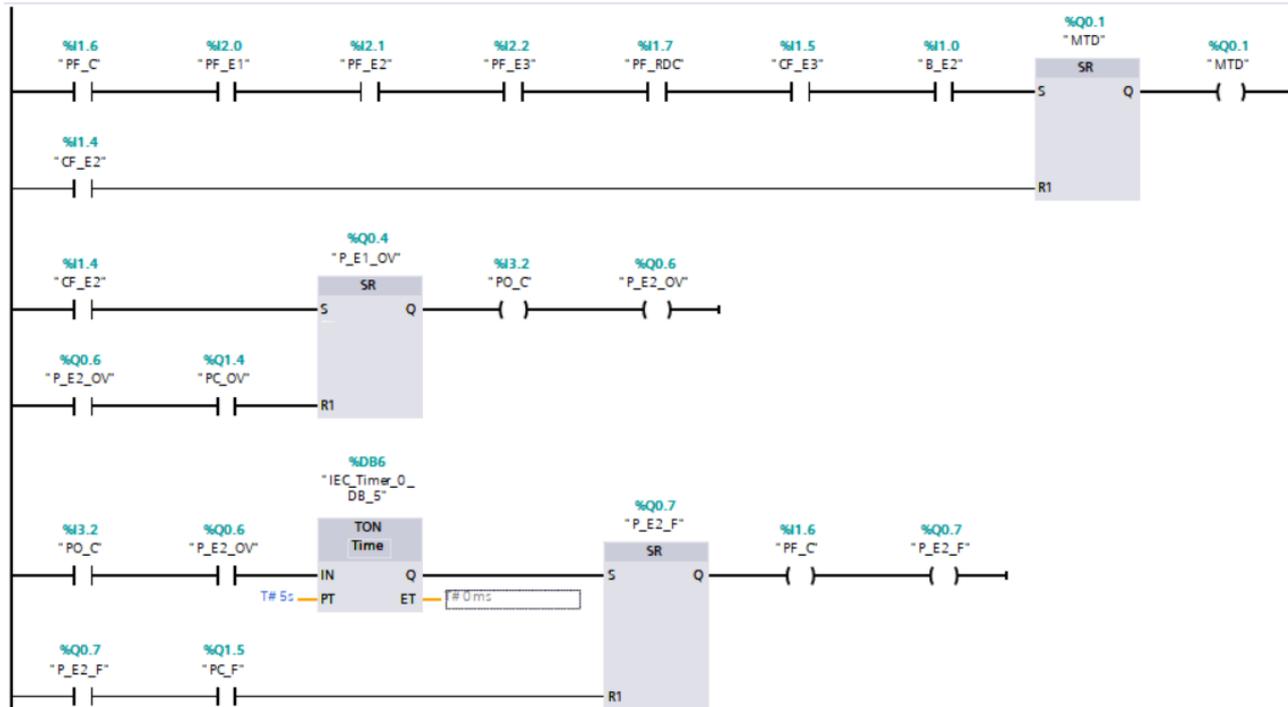
Network 2: Déplacement au 1er étage

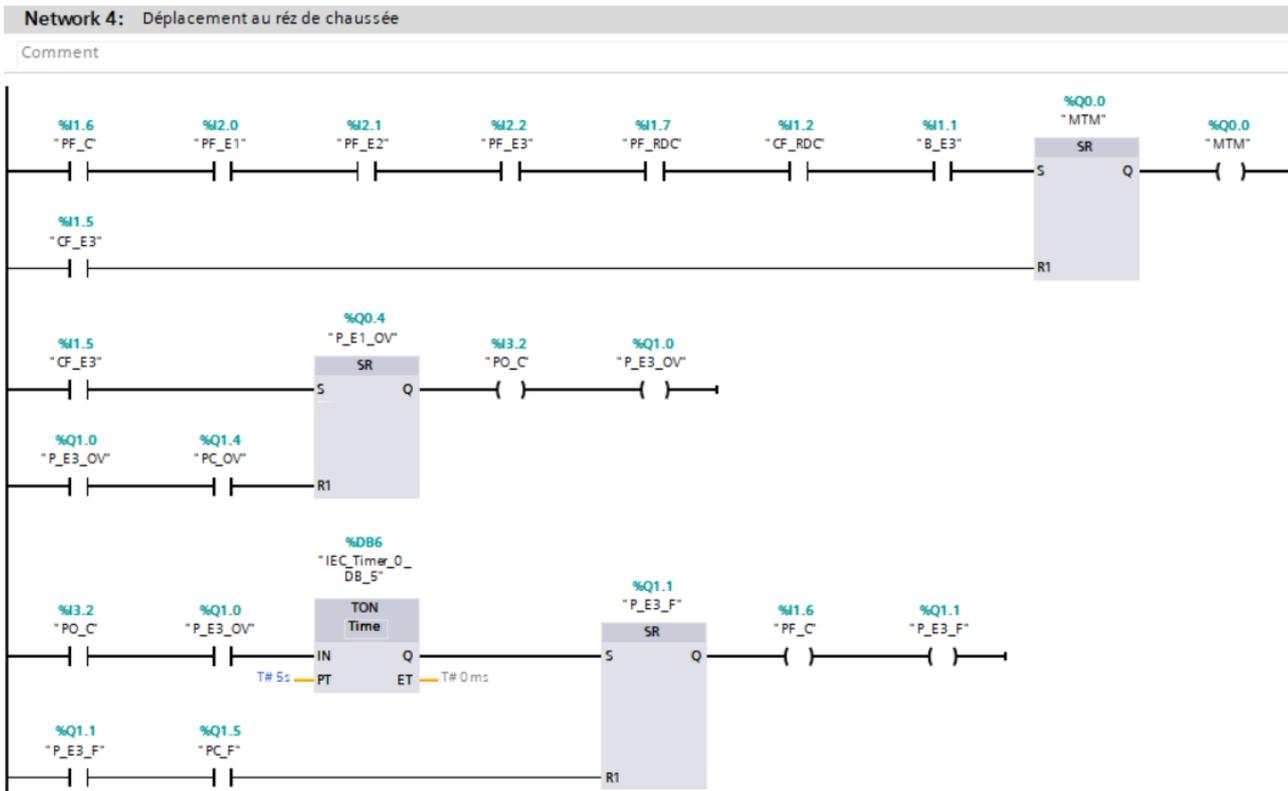
Comment



Network 3: Déplacement au 2eme étage

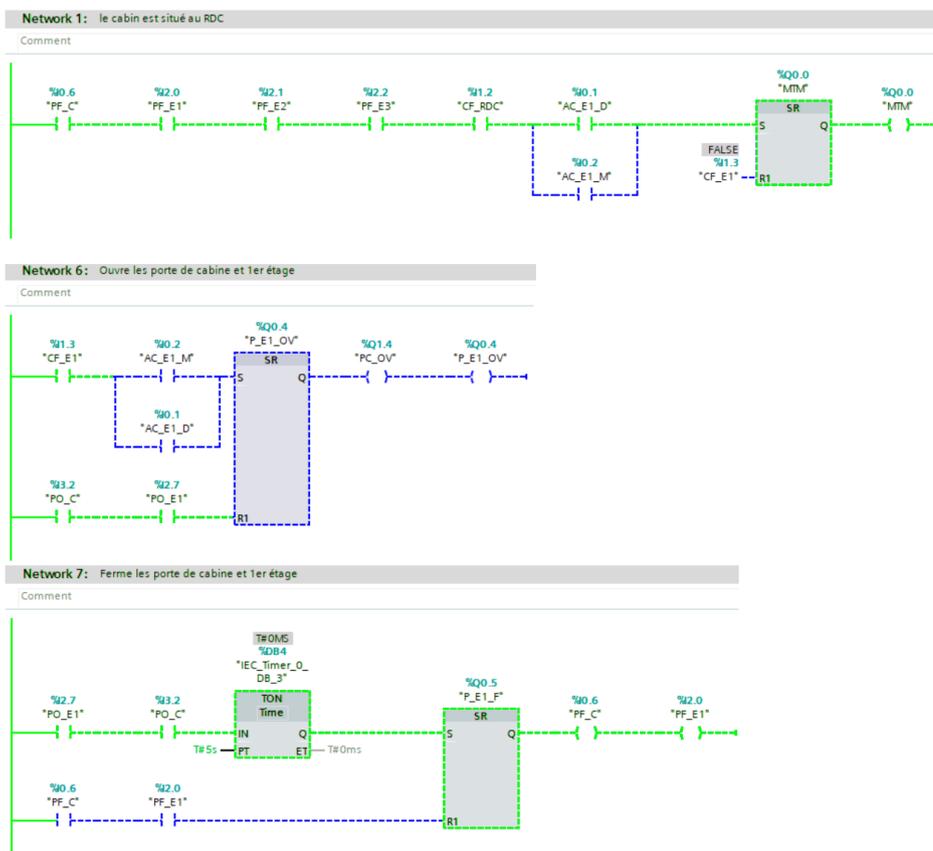
Comment





6. Exemple de simulation :

Appel de cabine au premier étage : Au début, toutes les portes sont verrouillées et l'armoire est à RDC une fois que l'appel pour le premier niveau est poussé (AC_E1_D), la cabine s'élève jusqu'à ce qu'elle atteigne le capteur CF_E1 et les portes sont ouvertes pendant 5 secondes, puis fermées.



7. Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons présenté les différentes étapes de la conception et programmation d'un ascenseur didactique contrôlé par une API, nous avons présenté les différentes pièces mécaniques qui ont servi à sa construction, puis nous avons examiné les différents composants électroniques et la façon dont nous avons modélisé le programme pour faire fonctionner l'ascenseur en utilisant le grafcet. Nous avons terminé ce chapitre en appliquant ce grafcet dans le langage ladder en utilisant le logiciel tia portal et en l'implémentant dans une API Siemens de la famille S7-1200.

Conclusion Générale

L'objectif de ce travail est d'automatiser un ascenseur éducatif en utilisant le modèle d'un GRAFCET et le langage à échelle à l'aide du logiciel TIA Portal. Cet ascenseur est destiné à être utilisé dans un laboratoire universitaire pour les étudiants, afin de leur offrir un meilleur aperçu du monde de l'automatisation. Ce travail a été réalisé sous la supervision de l'entreprise Microtech Lab.

Au cours de ce stage, nous avons pu acquérir de nouvelles connaissances dans le domaine professionnel et apprendre comment travailler pour concrétiser le projet d'un client en suivant un cahier des charges spécifique, de la planification de l'idée à la recherche des solutions les plus optimales en fonction des sujets que nous avons appris à l'université pour résoudre les différents problèmes rencontrés en cours de route. Nous avons également eu le plaisir de travailler avec une équipe de différents domaines, ce qui nous a permis d'acquérir de l'expérience en matière de travail d'équipe, en particulier avec le personnel mécanique

on premier lieu, nous avons fait une introduction sur l'évolution des systèmes de contrôle et plus particulièrement sur la façon dont les automates ont remplacé la logique à câble basée sur les relais puis nous avons défini ce qu'est un système automatisé, sa structure, sa chaîne de fonctionnement après avoir cité ses avantages et ses inconvénients après avoir examiné son principal composant qui est l'api nous avons défini ce qu'il est et ses principales caractéristiques, ses objectifs, ses cas d'utilisation, son fonctionnement, son architecture et ses composants après avoir cité les différentes classes d'api. ensuite nous avons défini le modèle utilisé pour créer les programmes qui est le Grafcet et les différents langages pour le mettre en œuvre. Nous avons ensuite abordé le domaine des ascenseurs en commençant par définir ce qu'est un ascenseur, ses différents types en fonction du cas d'utilisation, puis le type de motorisation utilisé et toutes les pièces nécessaires à son fonctionnement, après quoi nous avons cité les principaux avantages et inconvénients des ascenseurs. Le travail sur ce projet a été très instructif : nous avons pu faire partie d'un espace de travail professionnel et participer à la fabrication d'un produit prêt à être commercialisé, nous avons expérimenté le processus de planification du projet sur la base du cahier des charges d'un client et nous avons résolu les différents problèmes apparus au cours du processus, qui est à la fois électrique et mécanique, grâce aux connaissances que nous avons acquises au cours de nos recherches et de nos études, et en travaillant avec une équipe compétente

le choix de travailler sur un ascenseur éducatif nous a permis de comprendre en profondeur ce moyen de transport très populaire et d'acquérir des compétences et une expérience très précieuses dans le travail avec des automates programmables et des systèmes automatisés, ce qui nous a permis de créer un système fonctionnant correctement et répondant à nos objectifs.

Références bibliographiques

[1] F. Gherbi, " Commande d'une machine industrielle (Pont roulant) par (API) ", Mémoire fin d'étude master, spécialité automatique, université Mohamed Boudiaf, Msila, Algérie, 2012.

[2] M. Bououda, N. Bensaidane, "Réalisation d'une maquette pédagogique d'une chaîne industrielle automatisé", Mémoire fin d'étude master, spécialité électrotechnique, Université Abdelhamid Ibn Badis, Mostaganem, Algérie, 2022.

[3] N. Tabib, " Étude et programmation de l'applicateur De sac commande par S7-300(CILAS) ", Mémoire fin d'étude master, spécialité automatique et informatique industriel, université Mohamed Khider, Biskra, Algérie, 2021.

[4] W. Bolton, " Les automates programmables industriels ", 4ème édition, Newnes , Oxford burlington , 2006.

[5] H, Jack, "L'automatisation des systèmes de fabrication avec les APIs", Version 5.1, Free software foundation , États-Unis ,2002.

[6] A. Hassani, "Automatisation d'un ascenseur par un api", Mémoire fin d'étude master, spécialité électrotechnique industrielle, Université mouloud mammeri , Tizi ousou , Algérie, 2018 .

[7] M. Laribi, " commande d'un ascenseur par un plc", Mémoire fin d'étude master, spécialité électrotechnique industrielle, Université mouloud mammeri , Tizi ousou , Algérie, 2018.

[8] <https://energieplus-lesite.be/techniques/ascenseurs7/types-d-ascenseurs/>, consulté le 18.03.2023

[9]<https://mall.industry.siemens.com/mall/en/ww/Catalog/Product/?mlfb=6ES7214-1AG40-0XB0> , consulté le 03.04.2023

[10]<https://mall.industry.siemens.com/mall/fr/WW/Catalog/Product/6ES7221-1BF32-0XB0>, consulté le 03.04.2023

[11]http://www.motionking.com/products/DC_Motors/37ZYJ-36ZY_gear_motor.htm, consulté le 05.04.2023

[12]<https://digilog.pk/products/arduino-speed-measuring-sensor-ir-infrared-slotted-optical-optocoupler-module-rpm-sensor> consulté le 05.04.2023

[13]<https://www.alldatasheet.com/datasheetpdf/pdf/22433/STMICROELECTRONICS/L293DD.html>, 06.04.2023

Annexe

Table des mnémoniques :

Name	Data type	Address	Retain	Accessi-ble from HMI/OPC UA	Writable from HMI/OPC UA	Visible in HMI engi-neering	Supervision	Comment
AC_RDC_M	Bool	%I0.0	False	True	True	True		Appel de cabine au rez de chaussée pour monter
AC_E1_D	Bool	%I0.1	False	True	True	True		Appel de cabine au 1er étage pour descendre
AC_E1_M	Bool	%I0.2	False	True	True	True		Appel de cabine au 1er étage montant
AC_E2_D	Bool	%I0.3	False	True	True	True		Appel de cabine au 2ème étage pour descendre
AC_E2_M	Bool	%I0.4	False	True	True	True		Appel de cabine au 2ème étage montant
AC_E3_D	Bool	%I0.5	False	True	True	True		Appel de cabine au 3ème étage pour descendre
B_RDC	Bool	%I0.6	False	True	True	True		Bouton de clavier pour déplacer au rez de chaussée
B_E1	Bool	%I0.7	False	True	True	True		Bouton de clavier pour déplacer au 1er étage
B_E2	Bool	%I1.0	False	True	True	True		Bouton de clavier pour déplacer au 2ème étage
B_E3	Bool	%I1.1	False	True	True	True		Bouton de clavier pour déplacer au 3ème étage
CF_RDC	Bool	%I1.2	False	True	True	True		Capteur fin de course de rez de chaussée
CF_E1	Bool	%I1.3	False	True	True	True		Capteur fin de course pour le 1er étage
CF_E2	Bool	%I1.4	False	True	True	True		Capteur fin de course pour le 2ème étage
CF_E3	Bool	%I1.5	False	True	True	True		Capteur fin de course pour le 3ème étage
PF_C	Bool	%I1.6	False	True	True	True		Capteur porte ferme de la cabine
PF_RDC	Bool	%I1.7	False	True	True	True		Capteur porte ferme pour l'étage RDC
PF_E1	Bool	%I2.0	False	True	True	True		Capteur porte ferme pour l'étage 1
PF_E2	Bool	%I2.1	False	True	True	True		Capteur porte ferme pour l'étage 2
PF_E3	Bool	%I2.2	False	True	True	True		Capteur porte ferme pour l'étage 3
EB_1	Bool	%I2.3	False	True	True	True		Bouton d'urgence de cabine
MTM	Bool	%Q0.0	False	True	True	True		Tourner le moteur de traction pour monter
MTD	Bool	%Q0.1	False	True	True	True		Tourner le moteur de traction pour descendre
P_RDC_OV	Bool	%Q0.2	False	True	True	True		Ouvre la porte de rez de chaussée
P_RDC_F	Bool	%Q0.3	False	True	True	True		Fermer la porte de rez de chaussée
P_E1_OV	Bool	%Q0.4	False	True	True	True		Ouvre la porte de 1er étage
P_E1_F	Bool	%Q0.5	False	True	True	True		Fermer la porte de 1er étage
P_E2_OV	Bool	%Q0.6	False	True	True	True		Ouvre la porte de 2ème étage
P_E2_F	Bool	%Q0.7	False	True	True	True		Fermer la porte de 2ème étage
P_E3_OV	Bool	%Q1.0	False	True	True	True		Ouvre la porte de 3ème étage
P_E3_F	Bool	%Q1.1	False	True	True	True		Fermer la porte de 3ème étage
D_C_OV	Bool	%Q1.2	False	True	True	True		open cabinet door
D_C_FE	Bool	%Q1.3	False	True	True	True		close cabinet door
CF_LH	Bool	%I2.4	False	True	True	True		Capteur de fin de course pour le point le plus haut
CF_LB	Bool	%I2.5	False	True	True	True		Capteur de fin de course pour le point le plus bas
PC_OV	Bool	%Q1.4	False	True	True	True		Ouvre la porte de cabine
PC_F	Bool	%Q1.5	False	True	True	True		Fermer la porte de 3ème étage
PO_RDC	Bool	%I2.6	False	True	True	True		Capteur porte ouvert pour l'étage RDC
PO_E1	Bool	%I2.7	False	True	True	True		Capteur porte ouvert pour l'étage 1
PO_E2	Bool	%I3.0	False	True	True	True		Capteur porte ouvert pour l'étage 2
PO_E3	Bool	%I3.1	False	True	True	True		Capteur porte ouvert pour l'étage 3
PO_C	Bool	%I3.2	False	True	True	True		Capteur porte ouvert de la cabine



Ascenseur 4 niveaux

Ascenseur 4 étages, double porte avec commande électrique, détecteur de fermeture et d'ouverture des portes, bouton d'appel pour la montée et la descente, détecteur du niveau de cabine



Caractéristiques techniques :

- 4 appels d'étages, (cabine)
- 6 appels de cabine sur paliers (3 montées + 3 descentes),
- 4 détections de cabine à l'étage avec visualisation d'état,
- 4 détections de portes fermées, Sécurités (avec visualisation par LED et buzzer)
- 1 arrêt d'urgence,
- 1 commande de montée cabine,
- 1 commande de descente cabine,
- 4 commandes d'ouverture/fermeture de porte

Applications :

- Informatique industrielle : commande en assembleur ou langage évolué d'un procédé séquentiel.
- Electronique et automatisme industriel.



ملخص

لقد قادنا العمل في هذا المشروع التعليمي النهائي إلى فهم أفضل للأنظمة الآلية من حيث كيفية عملها ومكوناتها الرئيسية بالإضافة إلى المزايا التي توفرها مقارنة بمنطق الكابلات بالطريقة الكلاسيكية

كما قمنا بإجراء دراسة مقارنة بين المصاعد الهيدروليكية والمصاعد الآلية من حيث حالات استخدامها ومكوناتها وإيجابيات وسلبيات كل منها.

في نهاية هذا المشروع تمكنا بنجاح من إنشاء برنامج للتحكم في المصعد التعليمي باستخدام برنامج tia portal والمتحكم الصناعي المنطقي S7-1214

الكلمات المفتاحية: متحكم صناعي منطقي , نظام اوتوماتيكي , نظام تحكم , مصعد كهربائي .

Résumé

Le travail sur ce projet de fin d'études nous a permis de mieux comprendre les systèmes automatisés en termes de fonctionnement et de leurs principaux composants, ainsi que les avantages qu'ils offrent par rapport à la méthode classique de la logique des câbles.

nous avons également réalisé une étude comparative entre les ascenseurs hydrauliques et les ascenseurs motorisés en termes de cas d'utilisation, de composants et d'avantages et d'inconvénients de chacun d'entre eux.

à la fin de ce projet, nous avons réussi à créer un programme pour commander un ascenseur éducatif en utilisant le logiciel tia portal et l'API S7-1214.

Mots clés : PLC, API, système automatisé, système de commande, ascenseur didactique , elevator , Ladder , Grafcet , TIA portal .

Abstract

The working on this final education project has lead us to better understanding of automated systems in term of how it functions and its main components plus the advantages they provide over the classic method cables logic

we also made a comparative study between the hydraulic elevators and motorised elevators in terms of their use cases , component and the pros and cons of each one

at the end of this project we were able to sucesfully create a program to command an educational elevator by using the tia portal software and the API S7-1214

Keywords: PLC , automated system, control system, didactic elevator , elevator , Ladder , Grafcet , TIA portal .