

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

MINISTRY OF HIGHER EDUCATION
AND SCIENTIFIC RESEARCH

HIGHER SCHOOL IN APPLIED SCIENCES
--T L E M C E N--



المدرسة العليا في العلوم التطبيقية
École Supérieure en
Sciences Appliquées

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

المدرسة العليا في العلوم التطبيقية
-تلمسان-

Mémoire de fin d'étude

Pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur

Filière : Automatique
Spécialité : Automatique

Présenté par : M.Fardeheb Alaa-eddine
M. Heddar Zehr-eddine

Thème

**Analyse Fonctionnelle et
automatisation d'une Minoterie**

Soutenu publiquement, le 03/07/2022, devant le jury composé de :

Dr CHIALI Anisse	M.C.B	ESSA. Tlemcen	Président
Dr ABDI Sidi Mohammed	M.C.B	ESSA. Tlemcen	Directeur de mémoire
Dr. ARICHI Fayssal	M.C.A	ESSA. Tlemcen	Examineur 1
Dr. KARAOUZENE Zoheir	M.A.A	ESSA. Tlemcen	Examineur 2

Année universitaire :2021 /2022

Remerciements

Nous remercions avant tout "**Allah**" le Dieu Tout-Puissant pour nous avoir donné la santé, la volonté, la force et le courage de finir ce projet.

Nous remercions toutes nos familles qui nous ont toujours soutenu moralement et financièrement pendant ces longues années d'études.

Nous tenons à exprimer nos remerciements les plus sincères à notre encadrant, Mr. ABDI Sidi Mohammed, pour ses précieux conseils et orientations ainsi que ses critiques constructives .

Nous remercions également nos tuteurs au sein de l'entreprise MOULINS de KALACHE Mr BENYOUB Mourad, Mr BOUDRAHAM Hichem, et Mr BOUANANI Réda, pour leurs remarques, leurs directives, et l'intérêt qui nous ont portés.

Nos sincères remerciements à Mr CHIALI Anisse, Mr ARICHI Fayssal et Mr KARAOUZENE Zoheir pour nous avoir fait l'honneur d'évaluer cette œuvre en participant au jury, pour les discussions très enrichissantes et nous leur exprimons notre plus profonde gratitude.

Enfin, nous tenons à adresser notre profonde gratitude à toutes les personnes qui nous ont aidés à la réalisation de ce travail.

Dédicace

Je dédie ce travail :

À ma famille qui mon toujours encouragée et soutenue durant toutes ces années et qui mon permis d'aller au bout de mon projet. Merci d'avoir cru à mes choix d'étude et de m'avoir donné les moyens d'accomplir ce travail dans les meilleures conditions.

A

Ma **Mère**, je n'aurai jamais pu réaliser et terminer ce travail sans toi et sans votre soutien,

A

Mon **Père**, celui qui a toujours sacrifié tout pour me voir réussir.

A

Mes frères présents dans mon cœur et pour toujours :

ANWAR sans oublier sa femme et ces adorables enfants « **Yasmine** et **Abderrahmane** »,

Walid et **FATIMA ZOHRA** ,

Je vous dis merci à vos conseils, soutien, et encouragements

Heddar Zehr-eddine

Dédicace

Je dédie ce travail :

À ma famille qui mon toujours encouragée et soutenue durant toutes ces années et qui mon permis d'aller au bout de mon projet. Merci d'avoir cru à mes choix d'étude et de m'avoir donné les moyens d'accomplir ce travail dans les meilleures conditions.

A

Ma **Mère**, je n'aurai jamais pu réaliser et terminer ce travail sans toi et sans votre soutient,

A

Mon **Père**, celui qui a toujours sacrifié tout pour me voir réussir.

A

Mes frères présents dans mon cœur et pour toujours :

Salim ainsi que sa femme et ces adorables enfants « **Yasmine** et **Adnan** »,

Mustafa sans oublie aussi sa femme et **Salah-eddine** ,

Je vous dis merci à vos conseils, soutient, et encouragements

Fardeheb Alaa-eddine

Résumé

Ce mémoire comprend la maîtrise de chaîne de production de la farine issue du blé tendre de la MINOTERIE KALACHE, l'établissement des bilans matériels et la génération des schémas électriques ,la conception d'un programme d'automatisation de zone de réception , allant de la modélisation par GEAF CET et GEMMA jusqu'à la programmation sur API par STEP7 .

Le projet se compose de cinq parties : présentation de l'entreprise, description technique des outils et instruments, schémas électriques, analyse fonctionnelle de la minoterie et enfin automatisation.

Mots clés : 'GRAF CET', 'GEMMA', 'API', 'TIA PORTAL V16 ', 'Schéma électrique'

Abstract

This thesis includes the control of the production line of flour from soft wheat of MINOTERIE KALACHE, the establishment of the material balance and the generation of electrical diagrams, the design of an automation program for the reception area, from the modeling by GEAF CET and GEMMA to the programming on PLC by STEP7.

The project is composed of five parts : presentation of the company, technical description of the tools and instruments, electrical diagrams, functional analysis of the flour mill and finally automation.

Keywords : 'GRAF CET', 'GEMMA', 'PLC', 'TIA PORTAL V16 ', 'electrical diagram'

ملخص

تضمن هذه الأطروحة التحكم في خط إنتاج الدقيق من القمح الطري في مطحنة دقيق كالاش، وإنشاء ميزانيات المواد وتوليد الرسوم البيانية الكهربائية، وتصميم برنامج أتمتة منطقة الاستقبال ، بدءًا من النمذجة بواسطة GRAF CET و GEMMA حتى البرمجة على API بواسطة STEP7 .

يتكون المشروع من خمسة أجزاء: عرض تقديمي للشركة ، ووصف تقني للأدوات والأدوات ، والرسوم البيانية الكهربائية ، والتحليل الوظيفي لمطحنة الدقيق ، وأخيرًا التشغيل الآلي .

الكلمات المفتاحية: 'Schéma électrique', 'TIA Portal V16', 'API', 'GEMMA', 'GRAF CET'.

Table des matières

Remerciements	2
Dédicace	3
Résumé	5
Abréviation	14
Introduction générale	16
1 Présentation de l'entreprise	17
1.1 Introduction	18
1.2 Présentation de l'entreprise	18
1.3 Processus et procédé de fabrication de la farine	18
1.3.1 Réception	18
1.3.2 Nettoyage	19
1.3.3 Mouture	22
1.3.4 Stockage et l'ensachage	23
1.4 Le bilan matériel	24
1.5 Bilan de puissance	28
1.6 Conclusion	28
2 Description technologique d'outils et d'instrumentation	29
2.1 Introduction	30
2.2 Outils et instrumentation	30
2.2.1 Protection	30
2.2.2 Commande générale	34
2.2.3 Les actionneurs	39
2.2.4 Alimentation	42
2.2.5 Les capteurs	44
2.3 Conclusion	47
3 Schéma électrique	48
3.1 Introduction	49
3.2 Type de schéma électrique	49
3.3 Classification des schémas électriques selon le nombre de conducteurs	50

3.4	Repérage des schémas électriques	51
3.4.1	Repérage des conducteurs	51
3.4.2	Repérage des bornes	52
3.4.3	Repérage des contacts	52
3.5	Démarrage des moteurs asynchrones triphasés	52
3.5.1	Démarrage direct	53
3.5.2	Démarrage étoile-triangle	54
3.5.3	Démarrage avec variateur de vitesse	55
3.5.4	Démarrage Dahlander	55
3.6	Importance des norme	56
3.6.1	Comparaison entre les norme IEC et ANSI	56
3.6.2	Comparaison entre les norme IEC et NEMA	57
3.7	Outil de réalisation des schéma électrique	57
	SOLIDWORKS Electrical	58
3.8	Réalisation des schéma électriques de la minoterie (Annexe A)	58
3.9	Conclusion	61
4	L'analyse fonctionnelle de la Minoterie	62
4.1	Introduction	63
4.2	GRAFCET	63
4.2.1	Structure graphique du GRAFCET	63
4.2.2	Règles d'évolution et de syntaxe d'un GRAFCET	64
4.2.3	Type des actions associées aux étapes	65
4.2.4	Réalisation des GRAFCET de la Minoterie	66
4.3	GEMMA	72
4.4	Concepts de bases du GEMMA	72
4.4.1	Les éléments de base du GEMMA	72
4.4.2	Système en ordre de marche	72
4.4.3	Le GEMMA des modes de marches et d'arrêts	72
4.4.4	Passage du GEMMA à une spécification GRAFCET	74
4.5	Réalisation des GEMMA de la Minoterie	75
4.6	Conclusion	83
5	Automatisation	84
5.1	Introduction	85
5.2	Architecture générale des systèmes automatisés	85
5.2.1	La partie commande	85
5.2.2	La partie opérative	85
5.2.3	La partie relation	85
5.3	Les langages de programmation	86
5.3.1	Les types de données :	86

5.3.2	Les type de variables :	86
5.3.3	Langages de programmation utilisés :	87
5.4	Protocoles de communication	88
5.5	Les critères de choix d'un automate programmable	88
5.6	Présentation de l'automate SIMATIC S7-1500	88
5.7	Logiciel de programmation TIA Portal	89
5.7.1	SIMATIC STEP7	90
5.7.2	Blocs utilisateurs	90
5.7.3	Mémoire de la CPU	91
5.7.4	Mnémonique	92
5.7.5	Win CC	92
5.7.6	S7-PLCSIM :	92
5.8	La conception du programme	93
5.8.1	Programmation en utilisant le langage LADDER (Annexe B)	96
5.8.2	Programmation en utilisant le langage SFC (Annexe C)	100
5.9	Conclusion	101
	Conclusion Générale	102
	Bibliographie	103
6	Annexe A : Schéma électrique	105
7	Annexe B : Programme LADDER	123
8	Annexe C : Programme SFC	142

Table des figures

1.1	Processus de fabrication	18
1.2	Élévateur	19
1.3	Transporteur à vis	19
1.4	Balance de rendement	19
1.5	Processus de nettoyage	20
1.6	Filtre a Basse Pression	20
1.7	Séparateur Rotatif	20
1.8	Épierreur double	21
1.9	Trieur	21
1.10	Brosse à sons	22
1.11	Mouilleur intensif incliné	22
1.12	Appareil à cylindres	22
1.13	PLANSICHTER	23
1.14	Sasseur	23
1.15	La ligne de transport du produit	23
1.16	Balance ensacheuse	24
2.1	Les symboles des fusibles	30
2.2	Type des fusibles	31
2.3	Relais de protection thermique	31
2.4	Discontacteur	32
2.5	(a) Disjoncteur magnétique, (b) Disjoncteur thermique	32
2.6	Disjoncteur magnéto-thermique	33
2.7	Sectionneur	33
2.8	Bouton d'arrêt d'urgence	34
2.9	Voyant	34
2.10	Les boutons poussoirs	34
2.11	Les commutateurs	35
2.12	Le contacteur	35
2.13	Blocs de contact auxiliaire instantané	36
2.14	Blocs de contacts auxiliaire temporaires	36
2.15	Le relais temporisé	36
2.16	Les variateurs de vitesse	37
2.17	Variateur de vitesse à courant continu	37

2.18 Variateur de vitesse à courant alternative	37
2.19 Structure de la partie commande	38
2.20 Exemple d'API de la marque siemens	39
2.21 Exemple de protocole de communication	39
2.22 Exemple de moteur	40
2.23 Codes de montage du moteur	40
2.24 Vérin pneumatique	41
2.25 Vérin à double effet	41
2.26 Vérin à simple effet	41
2.27 Electrovanne	42
2.28 Répartiteur tétra-polaire	42
2.29 Bornier électrique	43
2.30 Jeux de barre	43
2.31 Transformateur	43
2.32 Redresseur	44
2.33 Capteur magnétique (capteur proximité)	44
2.34 Capteur photoélectrique	45
2.35 Classification des capteurs photoélectriques	45
2.36 Capteur de poids	45
2.37 Capteur de niveau	46
2.38 Capteur de température	46
3.1 Exemple circuit de commande du démarrage direct deux sens de rotation	49
3.2 Exemple circuit de puissance du démarrage direct deux sens de rotation	50
3.3 Exemple d'un schéma unifilaire	51
3.4 Symboles pour la représentation unifilaire	51
3.5 Exemple de démarrage direct d'un moteur triphasé (circuit de puissance).	51
3.6 Schéma électrique de démarrage direct	53
3.7 Schéma électrique de démarrage direct a deux sens de rotation	54
3.8 Schéma électrique de démarrage étoile-triangle	54
3.9 Schéma électrique de démarrage avec variateur de vitesse	55
3.10 Schéma électrique de démarrage Dahlander	56
3.11 SOLIDWORKS Electrical	58
3.12 Création du projet et le choix du modèle	58
3.13 Le choix de la langue	59
3.14 Les information du projet	59
3.15 Insérer un composant	59
3.16 Insérer un symbole	60
3.17 Ajouter une référence de constructeur	60
4.1 Les Variantes de transitions ET/OU	64

4.2	La structure du GRAFCET	64
4.3	Règles d'évolution et de syntaxe d'un GRAFCET	65
4.4	Type des actions associées aux étapes	65
4.5	Actions mémorisé et les type de forçage	66
4.6	GRAFCET de réception du blé	67
4.7	GRAFCET de nettoyage 1	68
4.8	GRAFCET de nettoyage 2	68
4.9	GRAFCET de mouture	69
4.10	GRAFCET de remplissage et de stockage	71
4.11	Les familles et les sous-familles de procédures	74
4.12	GRAFCETs hiérarchisés	74
4.13	GEMMA de Réception	76
4.14	GEMMA de nettoyage 1	77
4.15	GEMMA de nettoyage 2	78
4.16	GEMMA de mouture	79
4.17	GEMMA de stockage	80
4.18	Réalisation des GRAFCETs à partir du GEMMA de réception	81
4.19	Réalisation des GRAFCETs à partir du GEMMA de nettoyage 1	81
4.20	Réalisation des GRAFCETs à partir du GEMMA de nettoyage 2	82
4.21	Réalisation des GRAFCETs à partir du GEMMA de mouture	82
4.22	Réalisation des GRAFCETs à partir du GEMMA de stockage	83
5.1	Architecture générale des systèmes automatisés	86
5.2	Les symboles graphiques du LADDER	87
5.3	SIMATIC S7-1500	89
5.4	TIA Portal V16	90
5.5	Types de blocs de programme	91
5.6	PLCSIM V16	92
5.7	Vue du portail et vue du projet	93
5.8	Création du projet	93
5.9	Configuration et paramétrage du matériel	94
5.10	Adressage Ethernet de la CPU	95
5.11	Compilation et chargement de la configuration matérielle	95
5.12	Table des variables	96
5.13	L'ajout d'un nouveau bloc	96
5.14	Structure du programme	97
5.15	Bloc de démarrage (réseau 2 et 3)	97
5.16	Bloc de démarrage (réseau 1)	98
5.17	Bloc d'arrêt (réseau 1 et 2)	98
5.18	Bloc retour API (réseau 1 et 2)	99
5.19	Bloc main (réseau 1)	99

5.20 Bloc main (réseau 5)	100
5.21 Structure du programme	100
5.22 Bloc main	101

Liste des tableaux

- 1.1 Bilan matériel circuit de réception 24
- 1.2 Bilan matériel circuit de nettoyage 25
- 1.3 Bilan matériel circuit de mouture 26
- 1.4 Bilan matériel circuit de stockage 27
- 1.5 Bilan des capteurs 27
- 1.6 Bilan de puissance 28

- 3.1 Repérage des conducteurs 51
- 3.2 Comparaison entre les normes IEC, ANSI et NEMA 57

- 4.1 Les entrées/ sorties "Réception" 66
- 4.2 Les entrées/ sorties "Nettoyage" 67
- 4.3 Les entrées/ sorties "Mouture" 69
- 4.4 Les entrées/ sorties "Stockage" 70

- 5.1 Les types de données 86
- 5.2 Les type de variables 86

Abréviation

ADEPA	<i>Agence Nationale pour le Développement de la Production Automatisée</i>
ANSI	<i>Institut national américain des normes</i>
API	<i>Automate programmable industriel</i>
CPU	<i>Computer Processing unit</i>
DB	<i>Data Bloc (Bloc de données)</i>
E/S	<i>Entrée/Sortie</i>
FB	<i>Bloc fonctionnel</i>
FC	<i>Fonction</i>
GC	<i>GRAFCET de CONDUITE</i>
GEMMA	<i>Guide d'Étude des Modes de Marches et d'Arrêts</i>
GPN	<i>GRAFCET de PRODUCTION NORMALE</i>
GRAFCET	<i>Grphe Fonctionnel de Commande Étapes-Transitions</i>
GS	<i>GRAFCET de SÉCURITÉ</i>
HVAC	<i>Chauffage, ventilation et air conditionné</i>
IEC	<i>International Electrotechnical Commission</i>
IHM	<i>Interface Homme Machine</i>
IL	<i>Liste d'instructions</i>
ISO	<i>International Standards Organization (Organisation internationale de normalisation)</i>
LAN	<i>Local Area Network (réseau local)</i>
WAN	<i>Wide area network (réseau étendu)</i>
LBD	<i>Diagrammes de schémas fonctionnels</i>
LD	<i>Diagramme Ladder</i>
MLI	<i>Modulation de largeur d'impulsion</i>
NEMA	<i>Association nationale des fabricants d'électricité</i>
OB	<i>Bloc d'Organisation</i>
OSI	<i>Open System Interconnection (Interconnexion du système ouvert)</i>

Abréviation

PC	<i>Partie commande</i>
PO	<i>Partie opérative</i>
PROFIBUS	<i>Process Field Bus</i>
PROFINET	<i>Process Field Network</i>
RTU	<i>Les unités de terminal à distance</i>
ASCII	<i>Le code standard américain pour l'échange d'informations (American Standard Code for Information Interchange)</i>
RTD	<i>Les thermomètres à résistances</i>
SIMATIC	<i>Système d'automatisation industriel</i>
SFC	<i>Diagramme fonctionnel séquentiel</i>
ST	<i>Texte structuré</i>
TIA Portal	<i>Totally Integrated Automation Portal</i>
VFD	<i>Variateur de fréquence</i>
VSD	<i>Variateur de vitesse</i>
Win CC	<i>Windows control command.</i>
TOR	<i>Tout ou rien.</i>

Introduction générale

L'industrie agro-alimentaire représente l'ensemble des secteurs industriels dont l'utilité réside dans la transformation, l'élaboration et le conditionnement des produits de l'agriculture, de la chasse et de la pêche destinés à la consommation humaine. C'est l'un des secteurs économiques les plus dynamiques au monde, car il évolue rapidement et a été optimisé au fil des ans pour minimiser les coûts et maximiser les profits. L'industrie de la meunerie (minoterie) est l'une des filières de l'industrie agroalimentaire les plus fondamentales et les plus importantes pour chaque nation responsable de la conversion du blé en farine, impliquant des techniques de nettoyage, de dépoussiérage, de séparation et de broyage.

L'automatisation correspond à l'utilisation de technologie par laquelle un processus ou une procédure est réalisé avec un minimum d'intervention humaine grâce à l'utilisation de dispositifs technologiques ou mécaniques. C'est la technique qui permet de faire fonctionner automatiquement un processus ou un système. L'automatisation touche toutes les fonctions dans presque tous les secteurs d'activité, qu'il s'agisse de l'installation ou bien de la maintenance, et elle offre de nombreux avantages dans ce secteur par exemple l'exploitation des installations, dont la sécurité, le contrôle de l'environnement, la gestion de l'énergie, la protection et d'autres aspects de l'automatisation. L'automatisation a révolutionné les domaines dans lesquels elle a été introduite.

Dans le cadre de la formation professionnelle pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état dans la spécialité **Automatique à l'école Supérieure en Sciences Appliquées de Tlemcen**, un stage de fin d'étude de trois mois a été effectué au sein de l'entreprise **MINOTERIE KALACHE**. Ce stage fut une expérience enrichissante et instructive. Cela nous a permis de voir plus clair concernant l'utilisation des connaissances théoriques acquises pendant notre formation.

L'objectif de notre travail était de concevoir un programme afin d'automatiser la zone de réception, cette tâche a d'abord consisté à fournir un aperçu général du fonctionnement de la minoterie, puis à établir les bilans de matériel et de puissance pour générer des schémas électriques afin de simplifier le processus de conception électrique et faciliter les travaux de maintenance. Modélisation du système avec des outils d'analyse fonctionnelle pour identifier toutes les fonctions à intégrer dans le système et les différents modes de marche et d'arrêt du système.

Le présent mémoire est subdivisé en cinq chapitres :

-Le premier chapitre est dédié à la description fonctionnelle de la chaîne de production de la farine issue du blé tendre et la réalisation des bilans de matériel et de puissance.

-Le second chapitre est consacré à l'étude technologique de l'ensemble des équipements qui composent le système de la minoterie.

-Le troisième chapitre est destiné à la réalisation des schémas électriques de la zone de réception.

-Le quatrième chapitre est réservé à la modélisation de la minoterie, ceci est réalisé sur deux parties :

La première partie : modélisation par l'outil GRAFCET.

La deuxième partie : modélisation par l'outil GEMMA.

-Le cinquième chapitre est consacré à la programmation de l'automate programmable industriel S7-1500 à l'aide du logiciel Tia Portal V16.

CHAPITRE

1

PRÉSENTATION DE L'ENTREPRISE

1.1 Introduction

L'industrie agro-alimentaire est considérée comme l'une des industries les plus importantes responsables de la conversion de tous production alimentaire issues de l'agriculture ainsi que de la pêche en aliments industriels.

La farine considérée parmi les produits alimentaire les plus consommés et les plus demandés, ou l'activité de transformation du blé en farine connue sous le nom de la meunerie ou minoterie comprennent tous type de machines de nettoyage, broyage, production et de remplissage.

Dans ce chapitre, nous présenterons la SARL : MINOTERIE KALACHE sa structure générale et toutes les étapes de préparation et de production de la farine.

1.2 Présentation de l'entreprise

MINOTERIE KALACHE est une entreprise privée ayant une forme juridique SARL ; fondé en 2018. La SARL est spécialisée dans le traitement et la transformation du blé pour la production de la farine et du son de blé.

1.3 Processus et procédé de fabrication de la farine

Du blé à la farine, le processus de fabrication nécessite un savoir-faire rigoureux et exigeant en passant par différentes étapes : réception, nettoyage, mouture, stockage et l'ensachage .

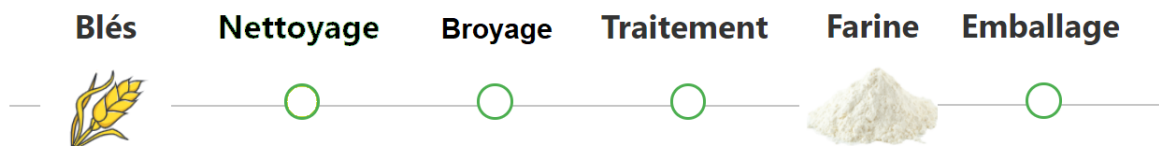


FIGURE 1.1 – Processus de fabrication

1.3.1 Réception

Dès son arrivée au moulin par camion, le blé est déversé directement dans la fosse à blé . Ensuite, il est transporté à l'aide des élévateurs et des transporteurs à vis pour faire une pesée d'entrée, afin que le blé soit acheminé dans les silos de nettoyage. Les machines utilisées dans cette étape sont les élévateurs à godets , la balance de rendement et les transporteurs à vis.

-L'élévateur à godets est très efficace pour déplacer le blé, les godets sont fixés sur des chaînes verticales permettant le transport de blé , à la base du convoyeur à grains.

-Le transporteur à vis est utilisé pour le transport du blé horizontalement ou avec inclinaison. Il se compose de filets de vis montées sur le tube, palier de suspension , arbre intermédiaire et arbres d'extrémité. Les arbres intermédiaires et d'extrémité sont boulonnés au tube de la vis. il y a des possibilité d'avoir des fonctions différentes en changeant la direction du retour de la vis.



FIGURE 1.2 – Élévateur

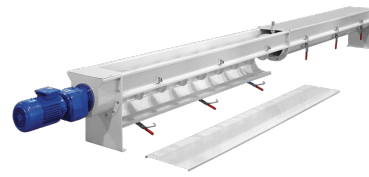


FIGURE 1.3 – Transporteur à vis

À chaque étape du processus de fabrication de la farine, le transport du blé, du son et de la farine se fait par des transporteurs à vis et des élévateurs .

-Les balances de rendement sont utilisées pour peser des produits tels que le blé sale et la farine. La balance de rendement permet un contrôle continu du rendement du produit. Une fois que le produit est chargé dans la boîte de dosage, l'opération de la balance de rendement commence. Le produit entre dans le bac par le biais d'une trappe qui contrôle l'accès au bac. Le processus de mesure est effectué et le temps de stabilisation est contrôlé par des capteurs placés dans 3 positions différentes du bac de mesure. Quand le niveau souhaité est atteint, la trappe supérieure se ferme . À la fin du processus de mesure, le produit mesuré est libéré vers la ligne. L'ouverture et la fermeture se font à l'aide des vannes pneumatiques et des électrovannes.



FIGURE 1.4 – Balance de rendement

1.3.2 Nettoyage

Après la récolte, le blé peut être mélangé avec des impuretés terre, pierres, paille, grains vides, poussière et autres graines pour cela on procède a un pré-nettoyage en plusieurs étape.

Le processus de nettoyage préliminaire est nécessaire pour protéger l'équipement de traitement et empêcher le blocage du système de tuyauterie.

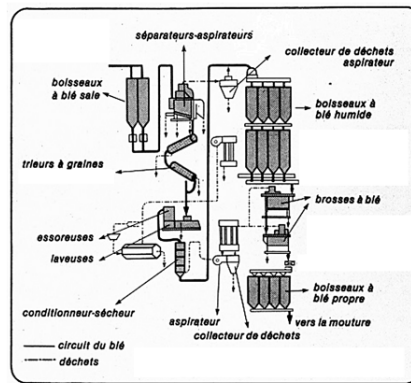


FIGURE 1.5 – Processus de nettoyage

- Tout d'abord on procède à une séparation des particules légères en utilisant un filtre à basse pression afin de filtrer l'air poussiéreux, chaque manche du filtre dans le réservoir d'air comprimé est doté d'un mécanisme de dégommage pneumatique de sorte que la poussière s'accumule, Par conséquent les poussières accumulées sont dégommées.

-Puis dans un séparateur rotatif, également appelé aspirateur, conçu pour séparer les matières étrangères plus petites et plus grandes que le blé ou les matériaux grossiers (enveloppes et brins) et les particules fines (sable et poussière) sont éliminés ; débit jusqu'à 10 t/h de séparation. La machine assure un nettoyage efficace avec des tamis ou l'oscillation circulaire est assurée par le moteur , et tout autres particules fines hors du blé sont aspirées par un canal d'air relié à la machine.



FIGURE 1.6 – Filtre à Basse Pression

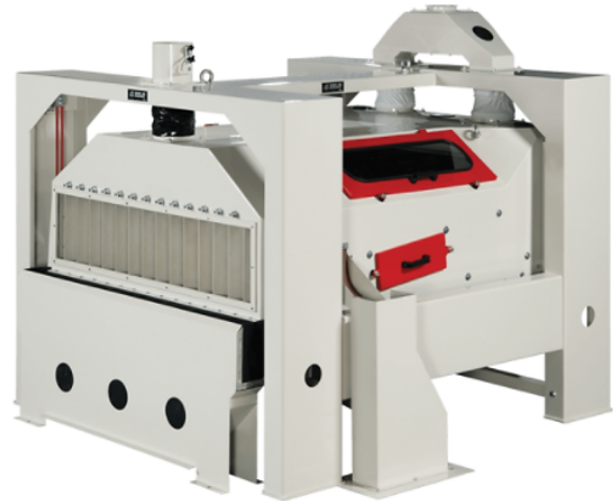


FIGURE 1.7 – Séparateur Rotatif

-L'épierreur double (dénoyauteur) sépare les particules plus lourdes (pierre, verre etc..) des grains . Un crible vibrant (tamis) transporte les grains et les éventuelles pierres vers le haut. Un puissant courant d'air soulève les grains tandis que les impuretés restent sur le tamis vibrant et sont disposées dessus.



FIGURE 1.8 – Épierreur double

-Les trieurs permettent de ne conserver que les grains de blé de haute qualité, et peut également séparer les graines rondes, les graines longues et les graines cassées. Sous forme de poche les céréales sont mises en rotation sur des tambours cylindriques rotatifs, les grains qui doivent être collectés seront attachés à ces poches puis tombent dans un bac collecteur et transportées avec une vis. Les particules qui ne sont pas attachées et ne correspondent pas exactement (soit trop grandes, soit trop petites) aux poches sont transportées vers l'extrémité du cylindre grâce à l'inclinaison tombent de la fente.



FIGURE 1.9 – Trieur

-A partir d'un stockage temporaire, le blé pré-nettoyé nécessite un nettoyage supplémentaire pour le bon déroulement de la mouture, ou les grains de blé sains sont humidifiés ou séchés pendant 24 heures à l'aide de mouilleur intensif incliné pour les amener à une bonne teneur en humidité pour assouplir l'enveloppe et faciliter la séparation avec l'amande .

-Dans la brosse à sons, le produit est dirigé vers un manteau de tamisage perforé. Le processus de séparation est réalisé grâce au rotor tournant. Le produit est projeté sur la tôle perforée, la farine passe à travers le tamis et les sons plus gros que les trous de tamis sont retenus à l'intérieur du tambour puis dirigés vers la sortie. Après ces étapes de conditionnement, le processus de broyage peut commencer.



FIGURE 1.10 – Brosse à sons



FIGURE 1.11 – Mouilleur intensif incliné

1.3.3 Mouture

La mouture est une succession d'opérations appelée le diagramme de mouture. Ces diagrammes précisent le nombre et les réglages des machines nécessaires pour obtenir la farine souhaitée. Le diagramme de mouture se compose de trois étapes : le broyage, le claquage, le convertissage.

- Le broyage consiste à faire passer les grains entre de gros cylindres métalliques, multiples passages dans ces cylindres permettent de séparer l'enveloppe et l'amande (l'enveloppe externe et le noyau interne).
- Pour des particules encore plus fine, le claquage permet de réduire progressivement le diamètre des particules d'amande produites par des cylindres lisses.
- Le convertissage : dans une série de passage dans des cylindres lisses en obtiens des produits fins, jusqu'à la farine.



FIGURE 1.12 – Appareil à cylindres

L'ensemble est tamisé à chaque étape de broyage, des tamis séparent les produits et les trient selon leur taille du fait à des oscillations libres. Dans un moulin les tamis s'appellent des PLANSICHTER, ce dernier est suspendu complètement au plafond comprenant de deux sections de tamisage et une de

mouvement .

Encore une fois dans une machine à broser les sons, où toutes les particules collées sont éliminées, la brosse à sons grattent la farine encore adhérente à l'intérieur de l'enveloppe.

Une sélection très précise s'effectue grâce au sasseurs pour distinguer chaque type (le produit fini, le produit à dépouiller et les morceaux de sons).



FIGURE 1.13 – PLANSICHTER

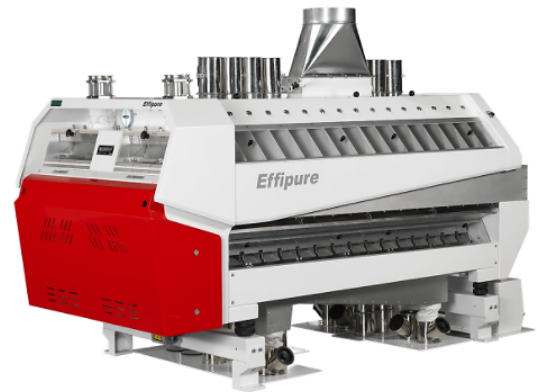


FIGURE 1.14 – Sasseur

Ensuite, il y a la ligne de transport du produit qui assure le transport de plusieurs produits finis après triage et classification. Différents produits sont dirigés par des mécanismes réglés sur la ligne choisie pour le stockage dans les silos.

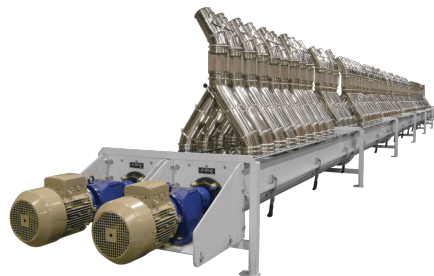


FIGURE 1.15 – La ligne de transport du produit

1.3.4 Stockage et l'ensachage

Lorsque l'étape de mouture est terminée, Le produit fini passe directement à la balance d'ensachage qui s'occupe du remplissage des différents sacs . Ils sont par la suite stockés. C'est donc la dernière étape avant la livraison.

Balance ensachage :

Le remplissage du sac de farine s'effectue au moyen de la balance ensacheuse qui est utilisée pour un pesage précis et pour remplir les sacs. A choisir en fonction de la capacité nécessaire, avec commande

électronique et une marge d'erreur de ± 50 à 75 gr par sac. D'une manière générale le processus constitué des étapes suivantes :

- La pesée du produit .
- Le remplissage du sac de la farine.
- La fermeture des sacs par couture.
- L'évacuation des sacs de la farine par un convoyeur.



FIGURE 1.16 – Balance ensacheuse

1.4 Le bilan matériel

Moteur	Puissance (kW)	Emplacement	Flasque	Mode de démarrage
1101M01	4	Terimie d'alimentation	B3	Démarrage direct
1101M02	4		B3	Démarrage direct
1103M01	1.1	Séparateur	B5	Démarrage direct
1104M01	18.5	Élévateur de réception	B3	Démarrage direct
1104M02	0.7		B3	Démarrage direct
1102M01	11		B3	Démarrage direct
1106M01	5.5	Transport à vice	B3	Démarrage direct
1106M3	5.5		B3	Démarrage direct
1221M01	1.5	Silo de stockage du blé avant nettoyage	B3	Démarrage direct
1106M02	1.5		B3	Démarrage direct
1222M01	1.5	Transport à vise	B3	Démarrage direct
1223M01	3		B3	Démarrage direct
1224M01	18.5	Élévateur du bloc de nettoyage	B3	Démarrage direct
1199M01	22	Compresseur	B3	Démarrage direct
1199M02	0.75		B5	Démarrage direct

TABLE 1.1 – Bilan matériel circuit de réception

Moteur	Puissance(kW)	Emplacement	Flasque	Mode de démarrage
1226M01	1.5	Séparateur rotatif	B14	Démarrage direct
1227M01	4		B3	Démarrage direct
1228M01	0.45	Épierre double	B5	Démarrage direct
1299M01	7.5	Filtre de nettoyage	B3	Démarrage direct
1299M02	0.75		B5	Démarrage direct
1229M01	2.2	Trieur	B14	Démarrage direct
1229M02	2.2		B14	Démarrage direct
1230M01	7.5	Brosse du blé	B5	Démarrage direct
1231M01	4		B3	Démarrage direct
1231M02	0.55		B5	Démarrage direct
1232M01	2.2	Élévateur premier nettoyage	B3	Démarrage direct
1234M01	7.5	Mouilleur intensif incliné	B3	Démarrage direct
1235M01	2.2	Transport à vise de premier nettoyage	B3	Démarrage direct
1321M01	2.2	Silos de premier nettoyage	B3	Démarrage direct
1322M01	2.2	Transport à vise après premier nettoyage	B3	Démarrage direct
1323M01	2.2	Élévateur de deuxième nettoyage	B3	Démarrage direct
1325M01	7.5	Mouilleur intensif incliné	B3	Démarrage direct
1326M01	2.2	Transport à vise deuxième nettoyage	B3	Démarrage direct
1421M01	2.2	Silos de deuxième nettoyage	B3	Démarrage direct
1422M01	3	Transport à vise après deuxième nettoyage	B3	Démarrage direct
1423M01	2.2	Élévateur de blé pure	B3	Démarrage direct
1499M01	15	Filtre de nettoyage	B3	Démarrage direct
1499M02	0.75		B5	Démarrage direct
1299M03	15	Filtre de nettoyage	B3	Démarrage direct
1299M05	3		B3	Démarrage direct
1299M04	0.75		B5	Démarrage direct
1299M05	3	Surpresseur	B3	Démarrage direct

TABLE 1.2 – Bilan matériel circuit de nettoyage

Moteur	Puissance (kW)	Emplacement	Flasque	Mode de démarrage
1424M01	7.5	Brosse	B3	Démarrage direct
1425M01	4		B3	Démarrage direct
1425M02	2.2		B5	Démarrage direct
1427M01	1.5	Transport à vise du blé nettoyé	B3	Démarrage direct
1501M01	90	Filtre pneumatique	B3	Démarrage étoile triangle
1501M02	1.5		B5	Démarrage direct
1501M04	5.5	Surpresseur	B3	Démarrage direct
1502M01	1.5	Vise de farine	B3	Démarrage direct
1502M02	1.5		B3	Démarrage direct
1502M03	1.5		B3	Démarrage direct
1502M04	1.5		B3	Démarrage direct
1502M05	1.5		B3	Démarrage direct
1502M06	1.5		B3	Démarrage direct
1504M02	7.5	PLANSICHTER	B5	Démarrage direct
1504M01	5.5		B5	Démarrage direct
1505M02	4	Sasseur	B5	Démarrage direct
1505M01	4		B5	Démarrage direct
1506M02	7.5	Brosse à sons	B5	Démarrage direct
1506M01	7.5		B5	Démarrage direct
1507M01	5.5	Les attaches	B5	Démarrage direct
1507M02	5.5		B5	Démarrage direct
1507M03	5.5		B5	Démarrage direct
1507M04	5.5		B5	Démarrage direct
1507M05	5.5		B5	Démarrage direct
1508M01	5.5	Non fonctionnel	/	/
1508M02	5.5		/	/
1508M03	5.5		/	/
1508M04	5.5		/	/
1504M03	1.5	Réservoir temporaire	B5	Démarrage direct
1501M03	3	Moteur vibrateur	B14	Démarrage direct
1509M01	3		B14	Démarrage direct
1501M05	5.5	Filtre pneumatique	B3	Démarrage direct
1501M06	0.75		B5	Démarrage direct
1517M11	2.2	Non fonctionnel	/	/
1517M21	3	Transport à vise de farine	B3	Démarrage direct
1517M31	2.2	Non fonctionnel	/	/
1518M11	1.1	Transport à vise pour les balance de rendement	B5	Démarrage direct
1518M21	1.1		B5	Démarrage direct
1518M31	1.1		B5	Démarrage direct
1518M41	1.1		B5	Démarrage direct
1519M11	0.32	Balance de rendement	B14	Démarrage direct
1519M21	0.32		B14	Démarrage direct
1519M31	0.32		B14	Démarrage direct
1519M41	0.32		B14	Démarrage direct
1519M01	22	Surpresseur	B3	Démarrage direct
1511M11	30	Appareil a cylindres	B3	Démarrage avec variateur
1511M21	55		B3	Démarrage avec variateur
1512M11	18.5		B3	Démarrage avec variateur
1512M21	22		B3	Démarrage avec variateur
1513M11	7.5		B3	Démarrage avec variateur
1513M21	15		B3	Démarrage avec variateur
1514M11	11		B3	Démarrage avec variateur
1514M21	11		B3	Démarrage avec variateur
1515M11	11		B3	Démarrage avec variateur
1515M21	11		B3	Démarrage avec variateur
1516M11	7.7		B3	Démarrage avec variateur
1516M21	7.5		B3	Démarrage avec variateur

TABLE 1.3 – Bilan matériel circuit de mouture

Moteur	Puissance (kW)	Emplacement	Flasque	Mode de démarrage
1611M01	3	Moteur vibrateur des silos de farine	B5	Démarrage direct
1612M01	3		B5	Démarrage direct
1613M01	3		B5	Démarrage direct
1614M01	3		B5	Démarrage direct
1615M01	3		B5	Démarrage direct
1621M01	3	Transport à vise farine	B3	Démarrage direct
1622M01	1.5		B3	Démarrage direct
1611M02	1.75		B3	Démarrage direct
1612M02	1.75		B3	Démarrage direct
1613M02	1.75		B3	Démarrage direct
1614M02	1.75		B3	Démarrage direct
1615M02	1.75		B3	Démarrage direct
1623M01	3	Élévateur de farine	B3	Démarrage direct
1624M01	1.5	Transport à vise farine	B3	Démarrage direct
1625M01	3		B3	Démarrage direct
1721M01	3	Élévateur de sons	B3	Démarrage direct
1722M01	3	Transport a vise de sons	B3	Démarrage direct
1723M01	3		B3	Démarrage direct
1711M02	13.5		B3	Démarrage direct
1711M01	3	Moteur vibrateur silo de sons	B5	Démarrage direct
1799M01	15	Filtre de poussier	B3	Démarrage direct
1699M11	1.1	Tube d'arriération	B5	Démarrage direct
1699M12	1.1		B5	Démarrage direct
1699M13	1.1		B5	Démarrage direct
1699M14	1.1		B5	Démarrage direct
1699M15	1.1		B5	Démarrage direct

TABLE 1.4 – Bilan matériel circuit de stockage

capteur	Nombre de capteur					Totale
	Réception	Nettoyage	Mouture	Stockage		
Capteur de niveau	2	6	0	6	14	
Capteur Magnétique	4	4	6	12	26	
Capteur photoélectrique	0	0	0	8	8	
Capteur du poids	3	3	12	0	18	

TABLE 1.5 – Bilan des capteurs

123SG1, 123SG1, 132SG1 et 132SG2 sont des électrovannes dans les silos de nettoyage .

162SG1, 162SG2 et 162SG3 sont des électrovannes dans les silos de stockage de farine .1722G1 électrovannes dans les silos de stockage de sons .

1.5 Bilan de puissance

Puissance(kW) \ Nombre de moteur	Réception	Nettoyage	Mouture	Stockage	Totale
0.32	0	0	4	0	4
0.45	0	1	0	0	1
0.55	0	1	0	0	1
0.7	1	0	0	0	1
0.75	1	3	1	0	5
1.1	1	0	4	5	10
1.5	5	1	9	2	17
1.75	0	0	0	5	5
2.2	0	9	3	0	12
3	1	3	3	12	19
4	2	2	3	0	7
5.5	2	0	12	0	14
7.5	0	4	6	0	10
7.7	0	0	1	0	1
11	1	0	4	0	5
15	0	2	1	1	4
13.5	0	0	0	1	1
18.5	2	0	1	0	3
22	1	0	2	0	3
30	0	0	1	0	1
55	0	0	1	0	1
90	0	0	1	0	1
Totale	17	26	57	26	126

TABLE 1.6 – Bilan de puissance

1.6 Conclusion

Devant le système et les techniques utilisées, l'étude de minoterie nous a permis de bien comprendre et de mieux cerner le fonctionnement et la succession des étapes du processus de transformation du blé, afin de déterminer les outils et les instruments utilisés dans la minoterie qui seront l'objet du chapitre suivant.

CHAPITRE

— 2 —

DESCRIPTION TECHNOLOGIQUE
D'OUTILS ET D'INSTRUMENTATION

2.1 Introduction

Dans ce chapitre, nous présentons l'étude technologique de l'ensemble des équipements qui composent le système de la minoterie qu'ils doivent être détaillés avant d'établir les schémas électriques, pour cela l'étude des composants qui constitue le tableau électrique ainsi que leurs rôles et leurs spécificités qui assurent la répartition, la centralisation, l'alimentation et même la protection électrique devraient faciliter le travail dans les chapitres qui suivent.

2.2 Outils et instrumentation

2.2.1 Protection

Les fusibles

Un fusible est un dispositif de sécurité électrique qui fonctionne pour fournir une protection contre les surintensités d'un circuit électrique. Il consiste généralement en une bande ou un fil conducteur en métal facilement fusible qui fond à chaque fois que le courant transporté est supérieur à celui auquel il est destiné, arrêtant ou interrompant ainsi le courant.

Il existe trois classes de fusible les plus utilisés dans le domaine industriel :

- Classe gG (ancien gI) : Ce sont les fusibles d'usage général et ils protègent contre les courts-circuits et les surcharges.
- Classe gL : D'utilisation beaucoup plus rare, ce sont des fusibles d'usage général temporisé. Ils ont un temps de fusion retardé.
- Classe aM : Connu sous le nom accompagnement moteur. Dimensionnés pour résister à certaines surcharges comme le démarrage d'un moteur, ils protègent seulement contre les courts-circuits. Il est impérativement et très important de les associer à un dispositif de protection thermique.

Les symboles des fusibles se trouvent ci-dessus :



FIGURE 2.1 – Les symboles des fusibles

(a) : Fusible.

(b) : Fusible à percuteur.



FIGURE 2.2 – Type des fusibles

(a) Cartouche fusible à cylindrique.

(b) cartouche fusible à couteau.

Les relais de protection thermique

Relais thermiques sont des appareils électriques de protection utilisées pour la protection contre les surcharges des moteurs ou d'autres équipements électriques et circuits électriques. Les relais thermiques consistent à utiliser le principe de l'effet thermique du courant pour couper le circuit du moteur en cas de surcharge que le moteur ne peut pas supporter, afin de fournir une protection contre les surcharges pour le moteur.

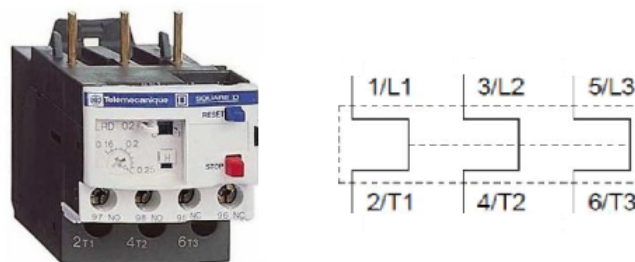


FIGURE 2.3 – Relais de protection thermique

Le relais thermique doit être associé à un contacteur, on appelle cette association un discontacteur. Le contacteur assure la commande automatique des circuits et le relais thermique permet d'ouvrir le circuit de commande du contacteur en cas de défaut et détecter les surcharges. La protection contre les courts-circuits n'est pas garantie à cause du faible pouvoir de coupure du contacteur. Donc le relais thermique doit toujours être associé à des fusibles ou d'autres dispositifs qui assurent la protection contre les courts-circuits.

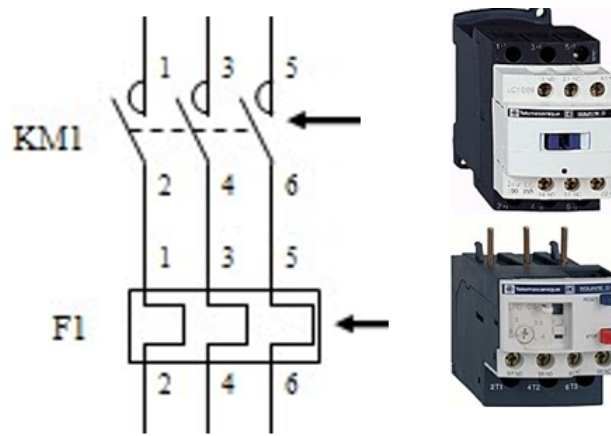


FIGURE 2.4 – Discontacteur

Le disjoncteur

Un disjoncteur est un interrupteur qui interrompt automatiquement le courant d'un circuit électrique surchargé. Il s'agit d'un dispositif mécanique qui perturbe le flux de courant de grande amplitude (défaut) et remplit en plus la fonction d'interrupteur. Le disjoncteur est principalement conçu pour la fermeture ou l'ouverture d'un circuit électrique, protégeant ainsi le système électrique contre les dommages.

La détection se fait grâce a deux type de technologie : thermique (se déclenche quand un courant excessif traverse un bilame (mécanisme de détection de chaleur)) et magnétique (le courant de charge traverse les bobines de l'électroaimant afin que l'électroaimant réagisse aux courants de court-circuit)

Pratiquement tous les disjoncteurs sont magnéto-thermiques dans le domaine industriel. La protection par disjoncteur des installations électriques a tendance à remplacer les fusibles car les disjoncteurs peuvent réaliser des fonctions supplémentaires.

Les fonctions principales de disjoncteur magnéto-thermique sont des suivantes :

- Protéger contre les surcharges (déclencheur thermique) et les courts-circuits (déclencheur magnétique).
- Interrompre et établir le courant (pôles de puissance).
- Isoler (pôles de puissance).

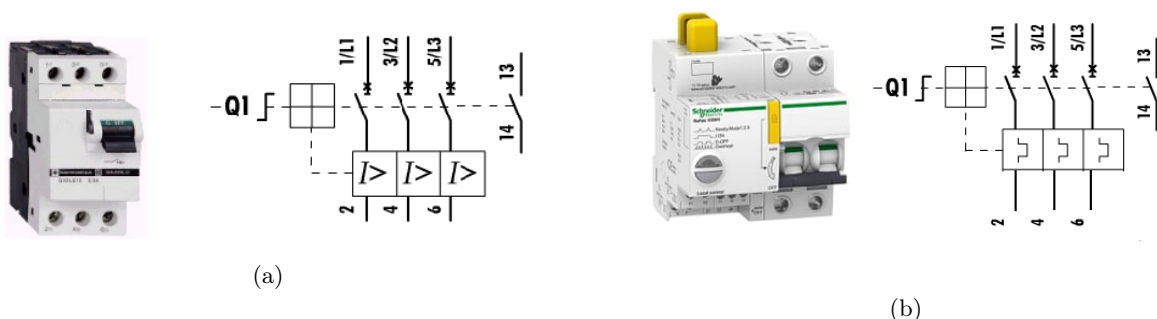


FIGURE 2.5 – (a) Disjoncteur magnétique, (b) Disjoncteur thermique

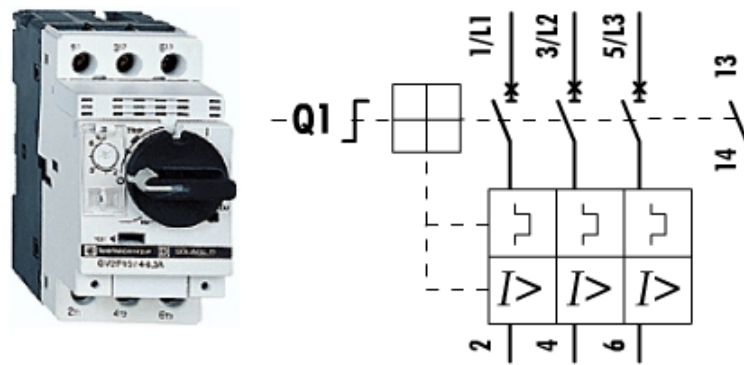


FIGURE 2.6 – Disjoncteur magnéto-thermique

Le sectionneur

Le sectionneur a pour but de mettre hors tension tout ou seulement une partie d'une installation en l'isolant de toute source d'énergie. Tous les conducteurs actifs doivent être coupés et cela doit être visible. Le sectionneur tout seul, n'a pas de pouvoir de coupure.

Il doit être associé à un dispositif tel qu'un interrupteur, un disjoncteur ou dans la plupart des cas en puissance motrice, il est associé à des fusibles type aM.



FIGURE 2.7 – Sectionneur

Bouton d'arrêt d'urgence

Un bouton d'arrêt d'urgence, également appelé E-Stop, est un interrupteur de commande à sécurité intégrée qui assure la sécurité à la fois de la machine et de la personne qui utilise la machine. Le but du bouton-poussoir d'urgence est d'arrêter rapidement la machine lorsqu'il y a un risque de blessure ou que le flux de travail nécessite un arrêt.

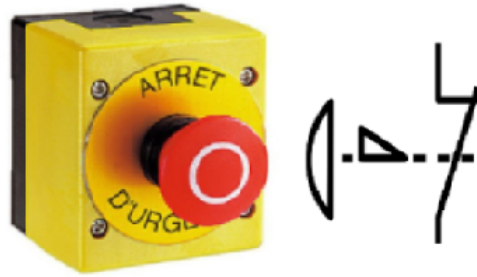


FIGURE 2.8 – Bouton d'arrêt d'urgence

Les voyants

Les voyants sont des indicateurs qui permettent de visualiser l'état du système automatisé (marche, arrêt) et ils sont très importants pour les alertes lorsqu'il y a un problème dans le système.



FIGURE 2.9 – Voyant

2.2.2 Commande générale

Les boutons poussoirs

Les boutons poussoirs peuvent être expliqués comme de simples interrupteurs de commande d'alimentation d'une machine ou d'un appareil. Il s'agit généralement des interrupteurs métalliques ou thermoplastiques destinés à faciliter l'accès à l'utilisateur.



FIGURE 2.10 – Les boutons poussoirs

(a) : Bouton poussoir d'arrêt de système et son symbole.

(b) : Bouton poussoir mise en marche de système et son symbole.

Les commutateurs

Les commutateurs font partie du système de contrôle et sans eux, l'opération de contrôle ne peut pas être réalisée. Ils peuvent remplir deux fonctions, à savoir complètement ON (en fermant ses contacts) ou complètement OFF (en ouvrant ses contacts).

Il existe deux types de commutateur :

Mécanique : Les commutateurs mécaniques sont des interrupteurs physiques qui doivent être activés physiquement en déplaçant, appuyant, relâchant ou touchant leurs contacts.

Électronique : Les commutateurs électroniques, en revanche, ne nécessitent aucun contact physique pour contrôler un circuit. Ceux-ci sont activés par l'action des semi-conducteurs.

On va s'intéresser par les commutateurs mécaniques qui sont les plus utilisés dans le domaine industriel et aussi ils peuvent être classés en différents types en fonction de plusieurs facteurs tels que la méthode d'actionnement, le nombre de contacts (commutateurs à contact unique et à contacts multiples), fonctionnement et construction (bouton poussoir), en fonction de l'état (interrupteurs momentanés et verrouillés).

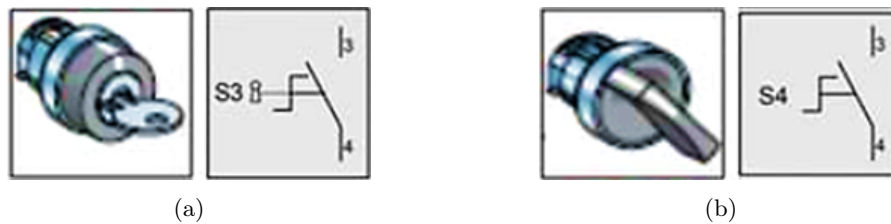


FIGURE 2.11 – Les commutateurs

(a) : Verrouillage à accrochage mécanique du commutateur de positionnement et son symbole.

(b) : Commutateur à accrochage mécanique de positionnement et son symbole.

Les contacteurs

Les contacteurs sont des dispositifs de commutation électrique. Le fonctionnement de base est similaire à un relais. Ils sont utilisés pour établir et couper des circuits de puissance à plusieurs reprises. Ceux-ci sont utilisés pour le contrôle de machines complexes à faible charge, et ils sont principalement utilisés avec des moteurs. Les contacteurs standard ont trois contacts de puissance et un contact auxiliaire pour le circuit de commande (repère 21-22). Ils ne fournissent pas de protection contre les courts-circuits ni contre les surcharges.

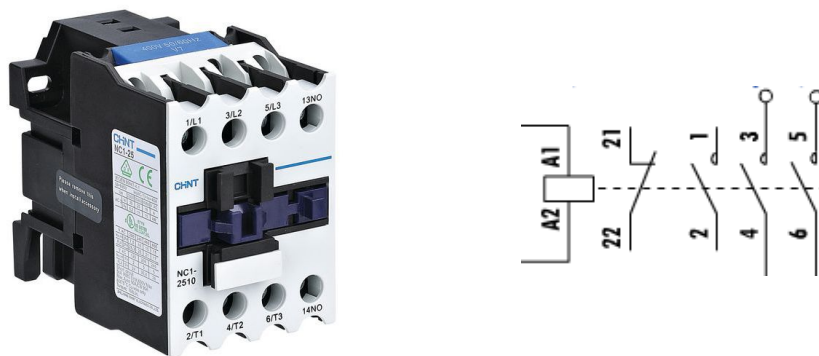


FIGURE 2.12 – Le contacteur

Les contacteurs ont des contacts auxiliaires et des contacts principaux, un contact auxiliaire est un contact supplémentaire qui fait partie d'un circuit pour augmenter la quantité d'électricité qui peut circuler dans le système et il est physiquement lié aux contacts principaux et activé en même temps. Il y a des blocs de contacts auxiliaires instantanés et des blocs de contacts auxiliaires temporaires .

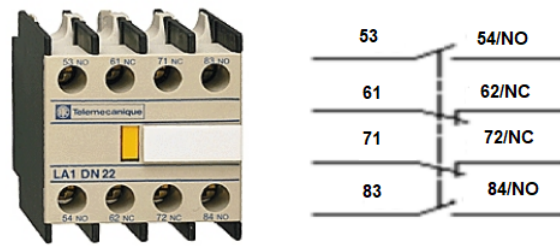


FIGURE 2.13 – Blocs de contact auxiliaire instantané

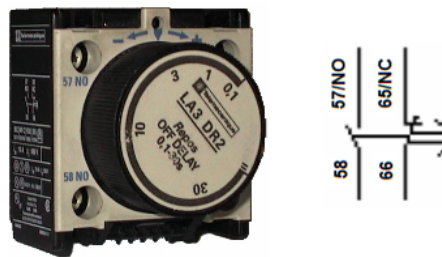


FIGURE 2.14 – Blocs de contacts auxiliaire temporaires

Le relais temporisé

Le relais temporisé permet aux actions nécessaires de se produire à des moments précis car il agit essentiellement comme une minuterie. Le rôle du relais temporisé est de retarder le mouvement de l'armature lors de l'activation, de la désactivation ou des deux de la bobine.

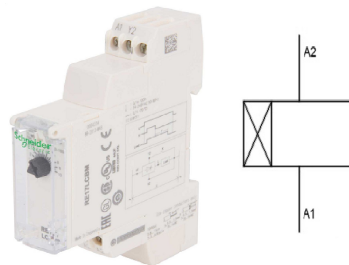


FIGURE 2.15 – Le relais temporisé

Les variateurs de vitesse

Les variateurs de vitesse sont des dispositifs qui peuvent faire varier la vitesse d'un moteur en faisant varier la fréquence. De nombreux types d'entraînements à vitesse variable ont été utilisés, à commencer par les entraînements à courant continu utilisés principalement dans les applications industrielles et les entraînements mécaniques. Les variateurs de vitesse emploient la modélisation de largeur d'impulsion (MLI) ou le contrôle de flux vectoriel.

Les variateur regroupe toutes les fonctions nécessaires pour la commande des moteurs (démarrage, inversion du sens de rotation, freinage, choix de plusieurs vitesses, surveillance du moteur, contrôle du couple moteur). Ils ont à la fois une capacité de commander et une protection contre les surcharges intégrées.

Dans certaines conditions de processus, il serait nécessaire de contrôler la vitesse d'une pompe, d'un ventilateur ou d'un moteur, de sorte que tout cela peut être fait à l'aide d'un variateur de vitesse.



FIGURE 2.16 – Les variateurs de vitesse

Il existe trois types généraux de variateurs de vitesse : les variateurs de vitesse à courant continu, les variateurs à courants de Foucault et les variateurs de vitesse à courant alternatif. Chaque type de variateur de vitesse peut être divisé en différentes variantes. Chaque système d'entraînement à vitesse variable comprendra un moteur électrique et une unité de contrôle de vitesse. Aujourd'hui, la technologie des entraînements à vitesse variable consiste principalement en des composants électroniques à semi-conducteurs dans un seul système.

Les entraînements à courant continu sont également connus sous le nom de systèmes de contrôle de la vitesse du moteur à courant continu. La vitesse d'un moteur à courant continu est proportionnelle à la tension d'induit et inversement proportionnelle au flux du moteur, la tension d'induit ou le courant de champ peuvent être utilisés pour contrôler la vitesse du moteur.

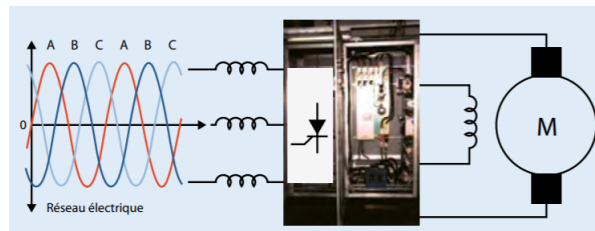


FIGURE 2.17 – Variateur de vitesse à courant continu

Les variateurs de vitesse AC sont également connus sous le nom de VSD, variateurs de fréquence, VFD, onduleurs, variateurs de vitesse et micro variateurs. Les variateurs de fréquence AC sont utilisés dans de nombreuses applications telles que les pompes, les compresseurs d'air, les bandes transporteuses, les tours, les moulins, les chaînes de production de transformation des aliments, les pompes de traitement des eaux usées, les ventilateurs et soufflantes HVAC, et bien d'autres applications dans le monde de la fabrication industrielle.

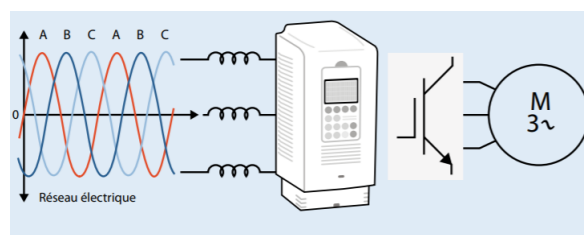


FIGURE 2.18 – Variateur de vitesse à courant alternative

Les automates programmables industriels (API)

L'automate programmable industriel (API) est aujourd'hui la principale partie commande que l'on rencontre dans les systèmes automatisés destinés pour enregistrer les instructions et mettre en œuvre des fonctions (logiques, de séquençage, de temporisation, de comptage ou arithmétiques). En général, un API est constitué de : unité de traitement, mémoire, unité d'alimentation, des interfaces entrées-sorties, une interface de communication et une unité de programmation.

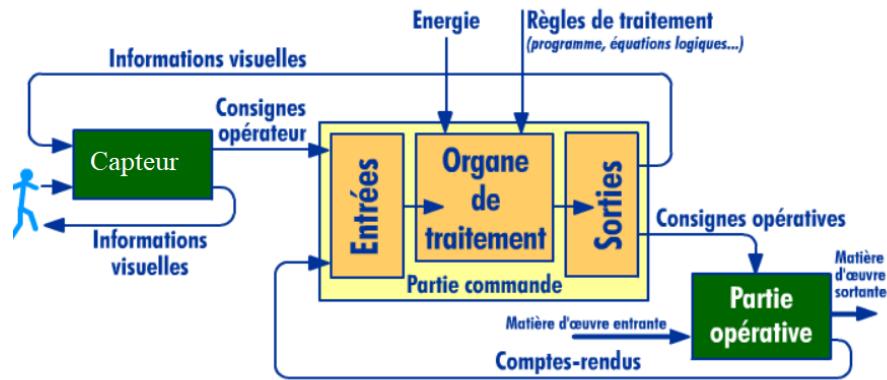


FIGURE 2.19 – Structure de la partie commande

Les informations enregistrées dans la mémoire de l'automate c'est-à-dire le programme indiquant comment traiter les données, les informations d'entrée issues par l'opérateur ou les capteurs (dans la majorité des cas ces informations sont des signaux électriques (souvent 24v) ces entrées sont reliées à la partie commande par des entrées, ces dernières sont exploitées par l'organe de traitement (programme...) afin de déterminer quelle sortie doit être activée et adresser des consignes opératives aux pré-actionneurs et les actionneurs.

La plupart des automates ont des opérations de boucle asynchrone basées sur 3 boucles de phase consécutives : acquérir, mémoriser les états des entrées, l'automate exécute le programme qui exécute divers traitements dans la zone mémoire pour planifier et préparer l'état des sorties spécifiques et à la fin du traitement final, l'automate va "copier" l'état prédéterminé et mémorisé sur ces sorties physiques. La durée de la boucle dépend de la complexité du programme, mais elle est limitée par un dispositif de sécurité (chien de garde) qui interrompt la boucle et déclenche une routine d'alarme lorsque le temps de traitement est jugé trop long.

On distingue plusieurs langages de programmation : langage à contacts (LD, Ladder Diagram), listes d'instructions (IL, Instruction List), graphes de fonction séquentielle (SFC, Sequential Function Chart), texte structuré (ST, Structured Text) et diagrammes de schémas fonctionnels (LBD, Fonction Block Diagram).



FIGURE 2.20 – Exemple d'API de la marque siemens

Protocoles de communication

Un réseau local (LAN, 'Local Area Network') est un réseau de communication conçu pour connecter les ordinateurs et leurs périphériques au sein d'un même site. Il existe trois types de topologies de réseau : étoile, bus et anneau. Les API sont généralement placées dans une hiérarchie de communication. La couche la plus basse correspond aux périphériques d'entrée et de sortie, à la couche supérieures placent les API et les ordinateurs plus importants.

Dans le monde industriel, on rencontre plusieurs protocoles de communication (Le modbus ASCII, Le modbus RTU, Le Modbus TCP/IP, Le profibus DP, Le CAN, Le Profinet, EtherNet/IP, Ethercat, CC-Link, Powerlink, BACnet/IP, DeviceNet, CANopen, ControlNet, BACnet MS/TP) par exemple PROFIBUS (Process Field Bus) est un système développé en Allemagne que Siemens utilise avec ses API.

Il existe plusieurs normes de réseau, comme le modèle OSI ('Open System Interconnection') de l'ISO (International Standards Organization) qui est basé sur sept couches (physique, liaisons de données, réseau, transport, session, présentation, application) créée pour normaliser l'interconnexion des systèmes ouverts.

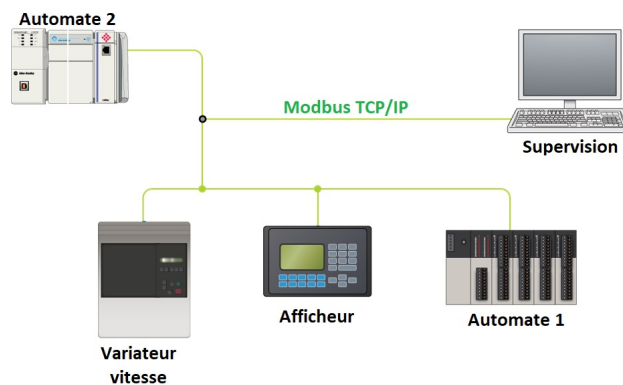


FIGURE 2.21 – Exemple de protocole de communication

2.2.3 Les actionneurs

Les actionneurs sont des dispositifs matériels qui convertissent les informations numériques en phénomènes physiques. Ils peuvent réguler le comportement ou modifier l'état du système. Ils peuvent même s'agir d'une alarme ou d'un interrupteur.

Les moteurs

Les moteurs électriques sont des actionneurs qui convertissent l'énergie électrique en mécanique. Le mouvement de rotation à l'intérieur du moteur est produit par des phénomènes magnétiques (stator, rotor). Plusieurs moteurs existent, chacun a ses propres caractéristiques (moteurs à courant continu, moteurs asynchrones à courant alternatif triphasés ou monophasés, moteurs synchrones à courant alternatif, moteurs pas à pas)

-Moteur synchrone fait référence à un moteur dont la vitesse du rotor correspond au champ magnétique tournant à la même vitesse et la vitesse du rotor est la vitesse synchrone. C'est la différence entre un moteur synchrone et un moteur asynchrone, pas de glissement.

- Moteur asynchrone est constitué d'anneaux et toute la partie rotor et stator est constituée d'enroulements, il forme une cage d'écureuil. Contrairement au rotor d'un moteur synchrone, ce dernier tourne plus lentement, c'est pourquoi il ne peut pas atteindre la vitesse de synchronisation.

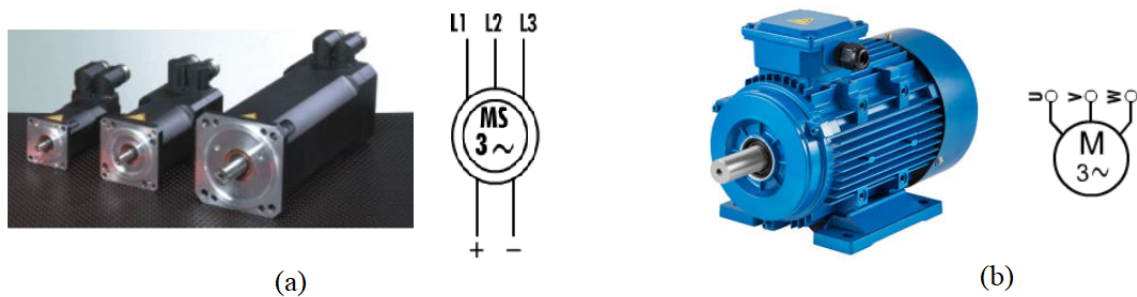


FIGURE 2.22 – Exemple de moteur

(a) : Moteur synchrone

(b) : Moteur asynchrone

Une installation et une position de montage correctes du moteur sont essentielles pour obtenir un fonctionnement de qualité supérieure, des performances efficaces et une fiabilité maximale.

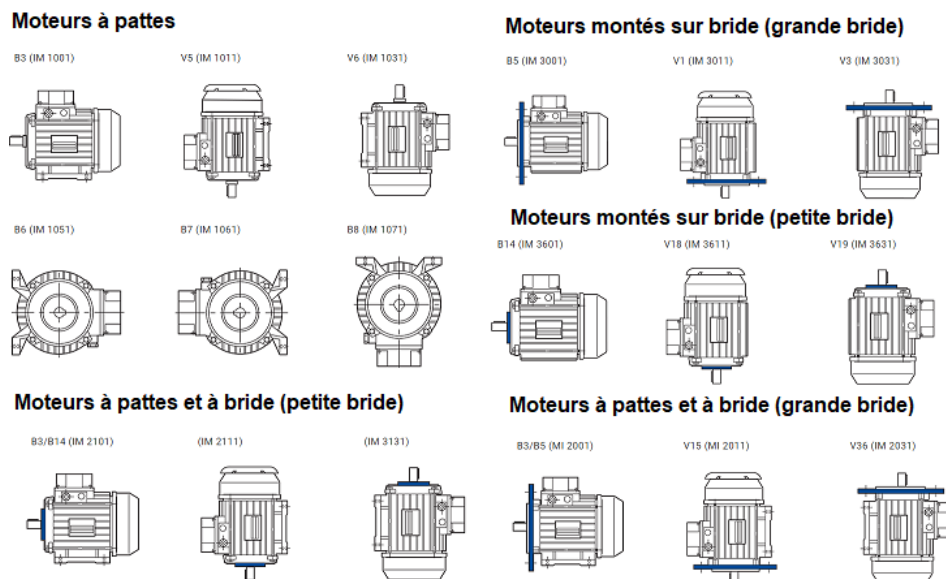


FIGURE 2.23 – Codes de montage du moteur

Lorsque le moteur démarre à sa vitesse nominale, le courant de démarrage peut atteindre 6 à 8 fois le courant nominal du moteur donc il est préférable et parfois nécessaire de limiter le courant de démarrage, voici les principaux types de démarrage d'un moteur asynchrone : le démarrage direct, le démarrage étoile-triangle et le démarrage avec variateur.

Les vérins pneumatiques

Les vérins pneumatiques, également connus sous le nom d'actionneurs pneumatiques, sont les produits utilisés pour fournir un mouvement et une force linéaires ou rotatifs aux systèmes, machines et processus automatisés, par exemple dans les applications industrielles.



FIGURE 2.24 – Vérin pneumatique

Il existe deux types de vérins pneumatiques : vérin à double effet utilise de l'air comprimé pour faire entrer et sortir un piston tandis qu'un vérin à simple effet utilise de l'air comprimé pour un mouvement dans un sens et un ressort de rappel pour l'autre, les fabricants proposent une grande variété de vérins spéciaux comme les vérins rotatifs, vérins à faible course, vérins sans tige...

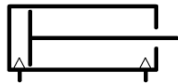


FIGURE 2.25 – Vérin à double effet

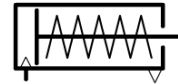


FIGURE 2.26 – Vérin à simple effet

Les électrovannes

Une électrovanne est une vanne électromécanique couramment utilisée pour contrôler le débit de liquide ou de gaz. Il existe différents types d'électrovannes, mais les principales variantes sont soit pilotées, soit à action directe.

Les vannes pilotées sont les plus largement utilisées, utilisent la pression de ligne du système pour ouvrir et fermer l'orifice principal dans le corps de la vanne.

Les électrovannes à commande directe ouvrent ou ferment directement l'orifice de la vanne principale, qui est le seul chemin d'écoulement dans la vanne. Ils sont utilisés dans des systèmes nécessitant de faibles capacités de débit ou des applications avec un faible différentiel de pression à travers l'orifice de la vanne.

Le fonctionnement d'une électrovanne consiste à contrôler le débit de liquide ou de gaz en mode positif, entièrement fermée ou entièrement ouverte. Un piston ouvre ou ferme l'orifice en élevant ou en abaissant un tube manchon en alimentant la bobine.



FIGURE 2.27 – Electrovanne

2.2.4 Alimentation

Les répartiteurs

Le répartiteur électrique permet de répartir facilement les câbles dans l'armoire et il peut être placé directement sur les rails ou même intégré sur le dessus de l'armoire.

Il y a deux types de répartiteurs électriques :

-Les répartiteurs triphasés plus neutres (répartiteurs tétra polaires) permettant d'assurer la répartition des phases et du neutre sur un tableau électrique.

-Les répartiteurs monophasés (répartiteurs modulaires bipolaires) sont utilisés pour les petites armoires tertiaires monophasées pour répartir la phase et le neutre sur un tableau électrique.



FIGURE 2.28 – Répartiteur tétra-polaire

Bornier électrique

Un bornier électrique est un élément essentiel d'une installation électrique qui assure la répartition entre les câbles, les conducteurs et le reste de l'installation, le bornier est conçu pour se raccorder à un conducteur différent : lorsque la phase fournit l'installation, la terre est pour protéger l'utilisateur contre les chocs électriques causés par l'interrupteur différentiel, le fil neutre est utilisé pour renvoyer le courant.



FIGURE 2.29 – Bornier électrique

Les jeux de barres

Les jeux de barres sont des barres métalliques solides utilisées pour transporter le courant. Généralement fabriquées en cuivre ou en aluminium. Ils peuvent également transporter plus de courant que les câbles ayant la même section transversale.



FIGURE 2.30 – Jeux de barre

Les transformateurs

Les transformateurs électriques sont des machines qui transfèrent l'électricité d'un circuit à un autre avec un niveau de tension variable mais sans changement de fréquence. Les transformateurs aident à améliorer la sécurité et l'efficacité des systèmes d'alimentation en augmentant et en abaissant les niveaux de tension selon les besoins. Les transformateurs peuvent être construits de manière à pouvoir convertir le niveau de tension du côté primaire vers le côté secondaire. Selon le niveau de tension, le transformateur a trois catégories : abaisseur, élévateur et transformateur d'isolement. Pour le transformateur d'isolement, le niveau de tension est le même des deux côtés.

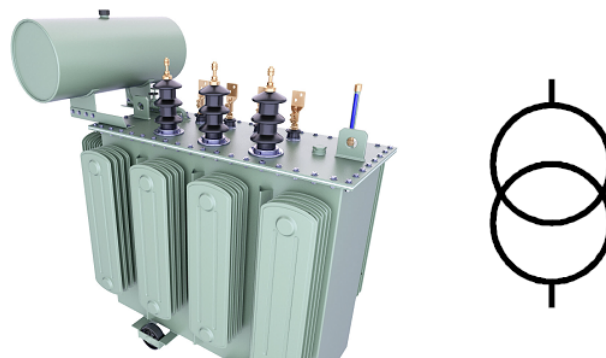


FIGURE 2.31 – Transformateur

Les redresseurs

L'application principale du redresseur est de dériver le courant continu du courant alternatif. Dans les alimentations, le redresseur est placé dans la plupart du temps en série après le transformateur, un filtre de lissage et éventuellement un régulateur de tension. Des redresseurs sont même utilisés pour alimenter les moteurs, qui fonctionnent sur une tension continue.

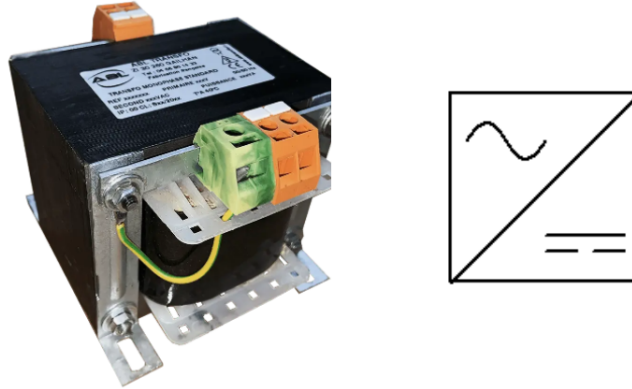


FIGURE 2.32 – Redresseur

2.2.5 Les capteurs

Un capteur est un dispositif de prélèvement d'informations formulées à partir de grandeurs physiques, une grandeur utilisable pour la partie commande, pour convertir la grandeur à mesurer en un signal électrique, hydraulique, pneumatique. Il existe un très grand nombre de capteurs différents, chacun adapté à un type d'application, de mesure ou d'actionneur...(capteur de vitesse, capteur de température, capteur de pression, pressostat, capteur de débit, capteur de force/couple, capteur de vibration / acoustique...etc)

La transmission du signal de mesure dépend du type de capteur, en fonction du signal de sortie ce dernier peut être de différentes formes : numérique ,analogique ou logique.

Capteur magnétique

Ce capteur fonctionne en raison des changements du champ électromagnétique perturbé par la proximité d'un objet métallique. La distance varie de (1 à 60 mm) selon le type de capteur, les conditions d'utilisation et la nature de l'objet (acier, cuivre, aluminium...) ces capteurs sont de plus en plus employés dans les systèmes automatisés.

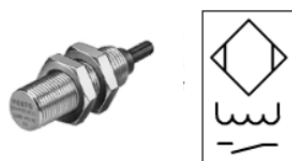


FIGURE 2.33 – Capteur magnétique (capteur proximité)

Capteur photoélectrique

Le capteur photoélectrique est souvent utilisé pour la détection des objets ou les changements d'état de surface dans l'industrie. Il se compose principalement d'un émetteur pour émettre de la lumière et d'un récepteur pour recevoir de la lumière. Lorsque la lumière émise est interrompue ou réfléchié par l'objet à détecter, le récepteur détecte ce changement et le convertit en une sortie électrique. La source lumineuse de la majorité des capteurs photoélectriques est la lumière infrarouge ou visible.



FIGURE 2.34 – Capteur photoélectrique

Les capteurs photoélectriques sont classés par leurs différents modes de détection comme indiqué dans la figure ci-dessous :

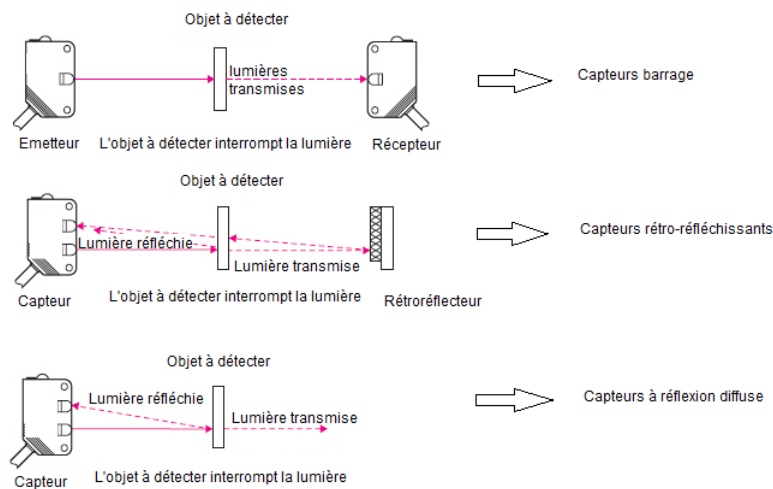


FIGURE 2.35 – Classification des capteurs photoélectriques

Capteur de poids

Une cellule de charge ou bien un capteur de poids est un type de transducteur (un transducteur est un appareil électronique qui convertit l'énergie d'une forme à une autre), plus précisément un transducteur de poids. Il permet de convertir une force mécanique d'entrée telle que la charge, le poids en une autre variable physique, dans ce cas, en un signal de sortie électrique qui peut être mesuré, normalisé et converti. Quand la force appliquée au capteur augmente, le signal électrique change proportionnellement.



FIGURE 2.36 – Capteur de poids

Capteur de niveau

Dans tous les procédés industriels utilisant des réservoirs, des silos ou des cuves de stockage, il faut connaître le niveau des éléments stockés, ou au moins être capable de détecter des niveaux significatifs (c'est-à-dire une cuve pleine ou vide).

Un capteur de niveau est un appareil conçu pour surveiller, maintenir et mesurer les niveaux de liquide ou solide, une fois le niveau de solide est détecté, le capteur convertit les données perçues en un signal électrique.

Il existe deux classifications principales pour les capteurs de niveau : Les capteurs de niveau ponctuels sont conçus pour indiquer si le niveau a atteint un point spécifique dans un récipient. Les capteurs de niveau continus, quant à eux, sont utilisés pour effectuer des mesures précises. Les capteurs de niveau peuvent être divisés en capteurs invasifs et sans contact. Les capteurs invasifs entrent en contact direct avec la substance qu'ils mesurent, tandis que les capteurs sans contact utilisent le son ou les micro-ondes. Il existe de nombreux types de capteurs de niveau, mais ils sont tous invasifs.

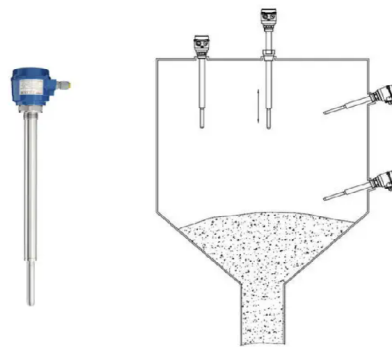
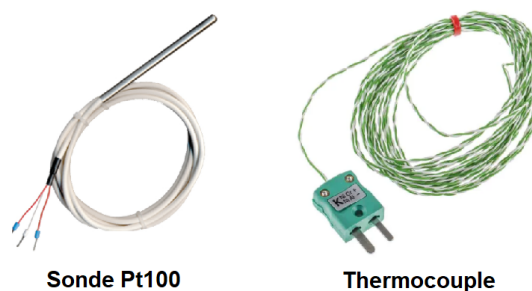


FIGURE 2.37 – Capteur de niveau

Capteur de température

Les capteurs de température se trouvent sous diverses formes en industrie ; mesure mécanique (lames bimétaboliques, les thermomètres à bulbes ou à dilatation) ou les systèmes de mesure électrique (les thermistances, les thermomètres à résistances (RTD), les thermocouples).

Les capteurs à signal électrique garde une bonne précision suffisante pour les emplois industriels par exemple les thermomètres à résistances RTD ou sous l'action de la chaleur, la résistance des métaux tels le cuivre, nickel et le platine varie pour avoir une indication de la valeur de la température en mesurant cette résistance.



Sonde Pt100

Thermocouple

FIGURE 2.38 – Capteur de température

2.3 Conclusion

Quelle que soit la tâche à effectuer (protection, alimentation, commande, etc.), les tableaux électriques répondent aux exigences d'efficacité et de qualité avec un ensemble de composants et d'équipements pour chaque besoin (contrôle, commande, mesure et détection). L'environnement industriel concurrentiel d'aujourd'hui cherche à combiner entre la performance et la qualité qui ne peuvent être atteintes qu'avec une bonne instrumentation.

CHAPITRE

3

SCHÉMA ÉLECTRIQUE

3.1 Introduction

Un schéma électrique est la représentation conventionnelle graphique d'un circuit ou d'une installation électrique à l'aide de symboles graphiques normalisés. Il traduit les composants, les équipements et les différentes parties du réseau, de l'installation ainsi que l'alimentation mais aussi les connexions qui les relient et les connecte fonctionnellement.

Un schéma électrique comprend l'ensemble des règles techniques et les différents organismes de normalisation pour parvenir à un langage commun qui facilite l'écriture, la lecture et la compréhension de ces schémas utilisés pour la conception, la fabrication et la maintenance.

Un schéma électrique a pour but de faciliter la maintenance, faciliter les essais et d'expliquer le fonctionnement des équipements.

3.2 Type de schéma électrique

L'installation électrique des appareils d'automatisations industrielles se compose de deux parties différentes appelées : schéma de puissance et schéma de commande.

Le schéma de commande comprend l'équipement nécessaire pour commander le récepteur de puissance. On trouve la source d'alimentation, un dispositif d'isolement (sectionneur), une protection du circuit (disjoncteur), un dispositif de commande ou de contrôle (bouton poussoir, détecteur) et un dispositif de commande (bobine du contacteur).

L'alimentation repose sur les caractéristiques des organes de commande comme les relais ou les contacteurs.

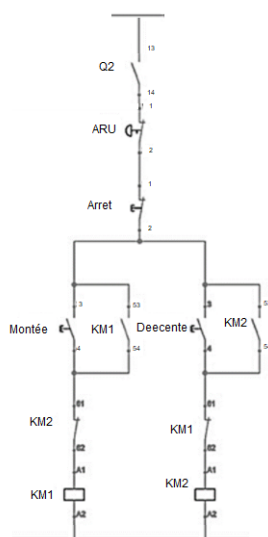


FIGURE 3.1 – Exemple circuit de commande du démarrage direct deux sens de rotation

Le schéma de puissance comprend les équipements nécessaires au fonctionnement du récepteur de puissance selon un automatisme bien défini. On trouve la source de puissance, un dispositif d'isolement (sectionneur), une protection du circuit (relais de protection), les dispositifs de commande (les contacts de puissance du contacteur) et des récepteurs de puissances (moteurs). L'alimentation repose sur les caractéristiques des récepteurs de puissances (moteurs).

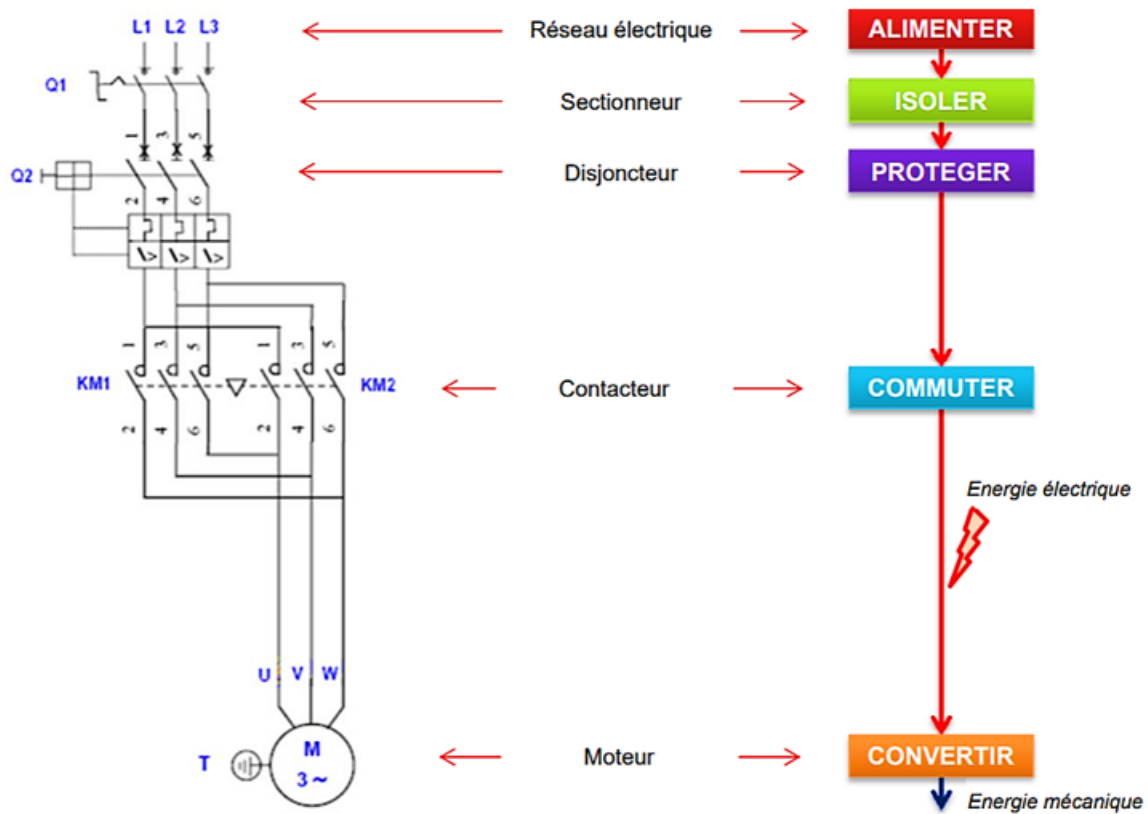


FIGURE 3.2 – Exemple circuit de puissance du démarrage direct deux sens de rotation

Il existe un autre type de schéma appelé schéma de synoptique, qui correspond à un schéma électrique unifilaire d'une installation. Cette représentation peut être comprise comme une installation électrique dans son ensemble, qui comprend le nombre et le type de dispositifs de protection et de sectionnement. Le schéma synoptique permet de montrer une vue d'ensemble simplifiée des interconnexions des composants du projet et des câbles utilisés pour former connexions.

3.3 Classification des schémas électriques selon le nombre de conducteurs

Schéma unifilaire : C'est un outil de planification des systèmes électriques, il peut créer des systèmes électriques intégrés complexes pour les composants électriques en utilisant des illustrations très simples à comprendre même pour les interconnecteurs.

Deux conducteurs ou plus sont représentés par une ligne dans la représentation unifilaire. Le nombre de conducteurs parallèles est indiqué sur cette ligne. Cette représentation est principalement utilisée pour le triphasé.

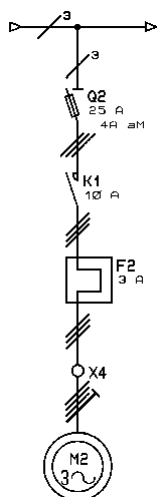


FIGURE 3.3 – Exemple d'un schéma unifilaire

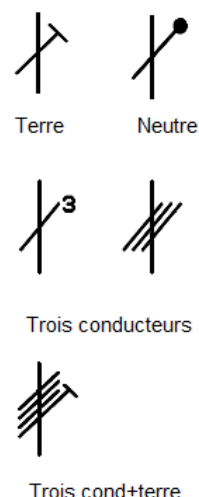


FIGURE 3.4 – Symboles pour la représentation unifilaire

Schéma multifilaire : C'est un outil de création pour les schémas classiques avec une interface qui permet aux utilisateurs de simplifier les tâches répétitives. Chaque conducteur est représenté par une ligne dans la représentation multifilaire.

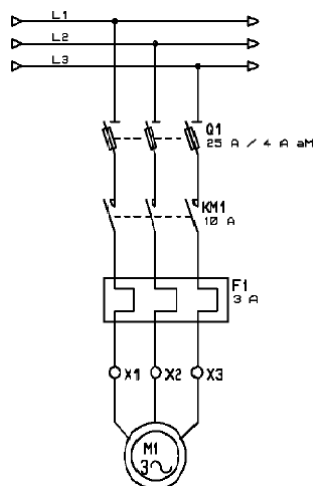


FIGURE 3.5 – Exemple de démarrage direct d'un moteur triphasé (circuit de puissance).

3.4 Repérage des schémas électriques

3.4.1 Repérage des conducteurs

L'identification des conducteurs est résumée dans le tableau ci-dessous :

Désignation des conducteurs	Repère
Alternatif(phase1,phase2,phase3,Neutre)	(L1,L2,L3,N)
Conducteur de protection	PE
Conducteur de production non mise à la terre	PU
Conducteur de protection et conducteur neutre confondus	PEN

TABLE 3.1 – Repérage des conducteurs

3.4.2 Repérage des bornes

Les bornes des appareils électriques telles que les bobines, sont repérées par des indicateurs alphanumériques par exemple des numéros impairs à l'entrée et des numéros pairs à la sortie.

3.4.3 Repérage des contacts

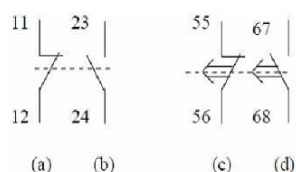
Il y a deux modes de repérage des contacts pour les schémas électriques :

Repérage des schémas de commande : Les bornes des contacts pour le circuit de commande sont marquées par deux nombres de deux chiffres. Donc le nombre est composé de deux chiffres :

-Le chiffre d'unité pour indiquer la fonction comme montre dans le tableau suivant :

Chiffres		Les fonctions
Entrées	Sorties	
1	2	Contact ferme au repos
3	4	Contact ouvert au repos
5	6	Contact spécial fermé au repos
7	8	Contact spécial ouvert au repos

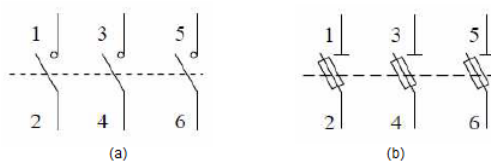
-Le chiffre des dizaines pour indiquer le numéro d'ordre de chaque contact, voici l'exemple des contacts auxiliaires :



(a) : Contact fermé au repos et (b) : Contact ouvert au repos.

(c) : Contact temporisé fermé au repos et (d) : Contact temporisé ouvert au repos.

Repérage des schémas de puissance : Les bornes des contacts pour le circuit de puissance sont repérées par un seul chiffre. Voici l'exemple des contacts principaux :



(a) : Contacts principaux d'un contacteur.

(b) : Contacts d'un sectionneur.

3.5 Démarrage des moteurs asynchrones triphasés

Lorsque les moteurs sont sous tension, ils peuvent provoquer des surtensions sur le réseau, ce qui peut interférer avec le fonctionnement d'autres équipements. Selon la puissance du moteur triphasé, différentes méthodes de démarrage seront utilisées. Pour les moteurs de faible puissance, le démarrage direct peut être utilisé, pour les moteurs de forte puissance, le démarrage étoile-triangle, stator ou rotor sera utilisé.

L'installation doit pouvoir supporter le courant de démarrage. Le plus souvent, une tension d'alimentation inférieure à la tension nominale est appliquée au démarrage pour réduire le courant absorbé par le moteur.

3.5.1 Démarrage direct

Démarrage direct a un seule sens de rotation

Il y a trois fonctions principales qu'il faut respecter pour assurer le départ du moteur : sectionner, protéger et commuter . Ces trois fonctions permettent de commander le moteur tout en assurant la protection contre les surcharges et les courts-circuits.

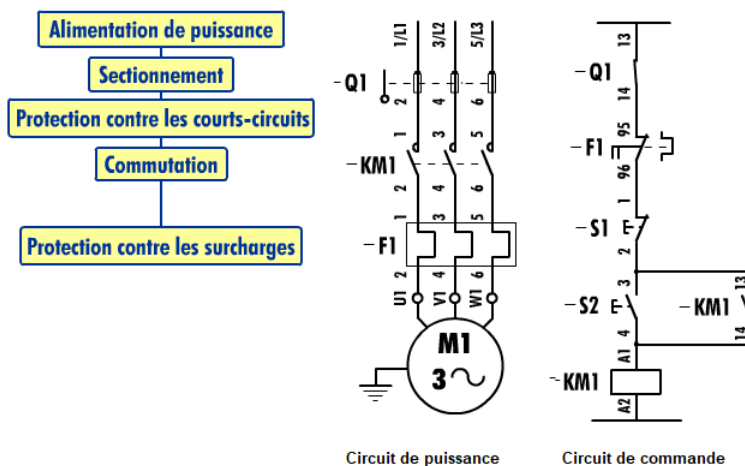


FIGURE 3.6 – Schéma électrique de démarrage direct

-On appuie sur le bouton marche S2 , le contact 13/14 du contacteur KM1 se ferme, le moteur est forcé à démarrer si on relâche le bouton marche il continue à tourner car le courant qui circule à travers le contact 13/14 du contacteur KM1 permet le maintien de l'alimentation de la bobine du contacteur.

- Pour l'arrêt on appuie sur le bouton S1 le contact du contacteur KM1 est relâché .

- Le contact du relais thermique s'ouvre en cas de surcharge.

-L'ouverture du disjoncteur se fait si il y a un court-circuit dans le circuit de commande .

Démarrage direct a deux sens de rotation

Le même principe de démarrage direct est appliqué, sauf qu'il y aura deux contacteurs équipé d'interverrouillage, et pour changer de sens il suffit d'inverser deux des trois phases.

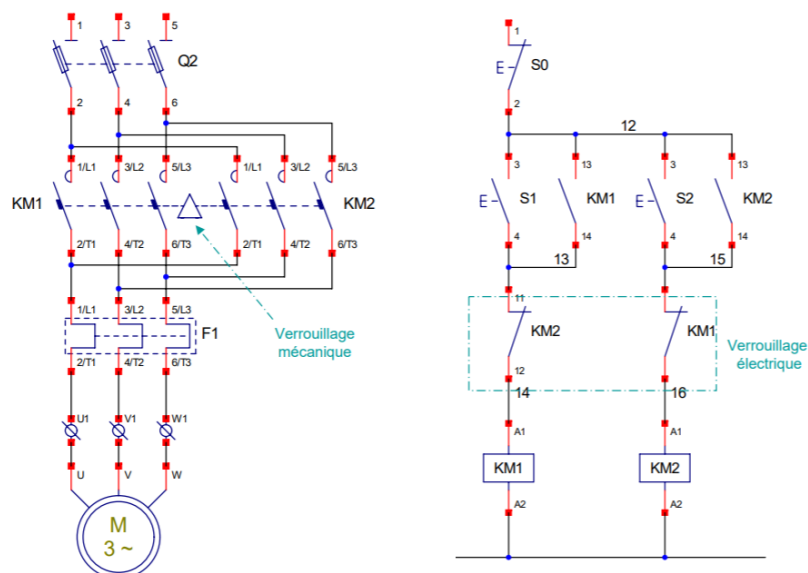


FIGURE 3.7 – Schéma électrique de démarrage direct a deux sens de rotation

3.5.2 Démarrage étoile-triangle

Le mode de démarrage étoile-triangle permet de démarrer un moteur en limitant l'appel de courant : d'abord le moteur est alimenté avec une tension réduite puis, une fois sa vitesse stabilisée (les couples moteur et résistant s'équilibrent), la tension nominale est appliquée. Le démarrage est donc temporisé et progressif. Le principe consiste à coupler d'abord les enroulements en étoile, ce qui revient à les alimenter sous une tension réduite (230 V entre phase et neutre) puis en triangle, ce qui revient à les alimenter sous la tension nominale (400 V entre phases).

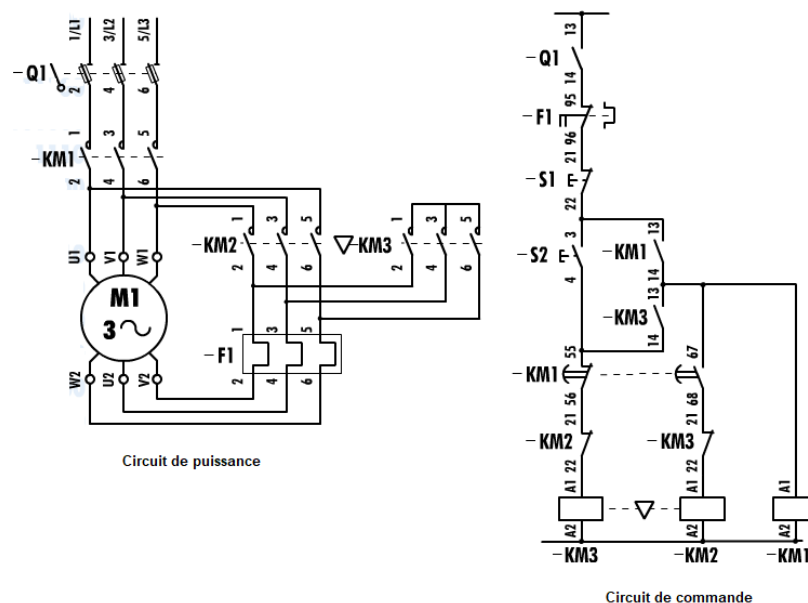


FIGURE 3.8 – Schéma électrique de démarrage étoile-triangle

Une impulsion sur le bouton S2 permet la commutation de KM3 (couplage étoile) et après l'alimentation du moteur par le contacteur KM1. Le déclenchement retardé des contacts 55/56 et 67/68 du contacteur KM1 provoque la commutation du KM2 (couplage triangle) et l'ouverture de contacts KM3.

3.5.3 Démarrage avec variateur de vitesse

Les variateurs de vitesse sont des dispositifs électroniques qui permettent de faire varier la vitesse et le couple des moteurs triphasés. Les caractéristiques du variateur de vitesse comprennent les paramètres suivants : Fréquence programmable et réglable depuis le panneau . Courbes de démarrage et d'arrêt pré-programmées. Consigne de fréquence à distance. Changement de sens de rotation. Intégration d'appareils de mesure numériques.

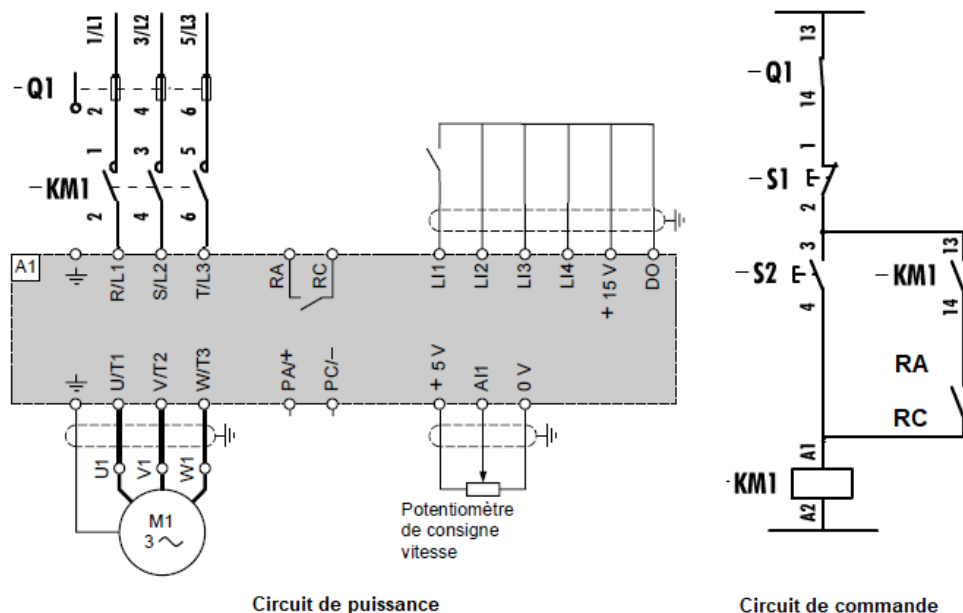


FIGURE 3.9 – Schéma électrique de démarrage avec variateur de vitesse

3.5.4 Démarrage Dahlander

Le schéma de câblage Dahlander est destiné aux moteurs à bobinages spécifiques, le moteur Dahlander dispose de deux vitesses de rotation (50 ou 100 %) par couplage d'enroulement (ou couplage de pôles). En petite vitesse, le couplage en série permet de répartir la vitesse en deux (2 paires de pôles) et le réseau n'est relié qu'à 3 bornes U1,V1 et W1, en grande vitesse le couplage en parallèle (appelé aussi parallèle-étoile) permet de superposer les deux bobinages comme s'il formait un seul bobinage les enroulement connecté seront U2,V2,W2 et U1,V1, W1 en point triangle . Pour éviter d'inverser le sens de rotation lors du passage d'une vitesse à l'autre, il faut respecter l'ordre d'alimentation des phases.

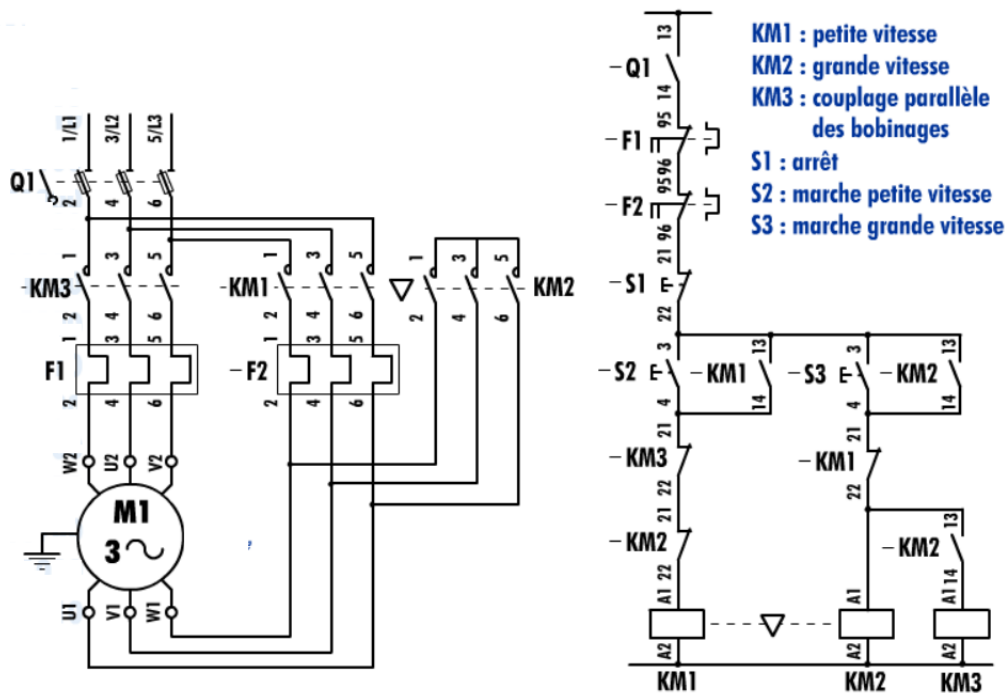


FIGURE 3.10 – Schéma électrique de démarrage Dahlander

3.6 Importance des norme

Les symboles électriques sont régis par des normes internationales normalisées. La tendance est à la mise en place d'un langage commun pour les électriciens, facilitant la lecture, la compréhension et l'écriture des schémas électriques.

La normalisation comprend les règles techniques qui permettent : la spécification et la standardisation des divers équipements électriques, normaliser leur représentation graphique et leurs schémas de connexion.

Organismes officiels :

- Au niveau international : International Electrotechnical Commission (IEC) .
- Au niveau européen : Le Comité Européen de Normalisation Électrotechnique (CENELEC).
- Organismes en Amérique du nord USA : Institut national américain des normes (ANSI).
- Normes françaises (NF).
- Normes industrielles japonaises (JIS).

Les normes électriques adoptées par les différents pays peuvent varier, les marquages et symboles utilisés pour décrire les produits de commande électrique varient également.

3.6.1 Comparaison entre les norme IEC et ANSI

L'ANSI est une norme basée sur la conception, tandis que la IEC a tendance à être une norme basée sur les performances. Les normes ANSI peuvent spécifier l'épaisseur de la tôle, la couleur de la peinture, les barrières et d'autres caractéristiques pour assurer la cohérence des équipements de différents fabricants. Les normes IEC dictent l'intention de la conception et à quel test ou environnement la conception doit

se conformer. Les fabricants d'équipements IEC sont plus libres d'innover dans leurs équipements, tout en se conformant aux mêmes exigences de test et de performance.

Les tests électriques et les valeurs nominales entre IEC et ANSI ne sont pas nécessairement identiques ou équivalents. L'équipement IEC peut ne pas réussir le test ANSI équivalent, et vice versa, en raison de ces différences. Un bon exemple est le test d'élévation de température, où certains contacts ont les mêmes valeurs nominales, tandis que d'autres peuvent avoir une restriction de température supérieure ou inférieure.

3.6.2 Comparaison entre les norme IEC et NEMA

NEMA est principalement utilisé en Amérique du Nord et dans de petites sections du monde entier qui travaillent étroitement avec les entreprises et la technologie nord-américaines. Les normes IEC sont élaborées par un groupe d'experts de plusieurs pays. Ces normes sont utilisées comme référence générale pour les exigences techniques à l'échelle mondiale.

Description :	ANSI	IEC	NEMA
Contact du contacteur ouvert		CON	
Contacteur fermé		CON	
Contact relais ouvert		CR	KA
Contact relais fermé		CR	KA
Contact temporisé N.O.		TR	KT
Contact temporisé N.C.		TR	KT
Contact temporisé N.C.		TR	KT
Contact temporisé N.O.		TR	KT
Bouton poussoir N.O		PB	SB
Bouton poussoir N.C		PB	SB
Coup de poing à bouton-poussoir		PB	SB
Voyant lumineux		LT	HL
Bobine de relais de commande		CR	KA
Bobine du contacteur		CON	KM
Bobine de démarrage du moteur		M	KM
Bobine de minuterie		TR	KA
Disjoncteur		CB	QF

TABLE 3.2 – Comparaison entre les normes IEC, ANSI et NEMA

3.7 Outil de réalisation des schéma électrique

Les schémas de circuit sont utilisés depuis des décennies, principalement pour aider à planifier la disposition du circuit électrique ou même pour assurer une meilleure idée du plan du processus. Avec la croissance rapide de la technologie et l'utilisation de divers outils pour la représentation visuelle des idées, les fabricants des schémas de circuits ont gagné en popularité. Parmi les logiciel les plus utilisée SOLIDWORKS Electrical, Schemaplic , ProfiCAD , AutoCAD , DS Elec , Eplan.....

SOLIDWORKS Electrical

SOLIDWORKS Electrical est un outil de conception assistée par ordinateur (IAO) qui permettent aux concepteurs d'utiliser au mieux un ensemble puissant et intuitif des fonctionnalités de conception électrique et de créer des conceptions intégrées dès le début du processus. Cela permet de réduire voire d'éliminer les défauts potentiels et d'éviter des reconceptions coûteuses, ce qui permet d'économiser du temps et de l'argent.

Il existe plusieurs types de dessins dans SOLIDWORKS Electrical, beaucoup sont créés automatiquement par le programme et remplis avec des données appliquées au projet lors de son développement, telles que des rapports et des dessins de bornes. Les dessins de conception de base permettent la création d'un synopsis d'interconnexion global, d'une conception schématique détaillée, de dispositions générales en 2D et d'assemblages en 3D.

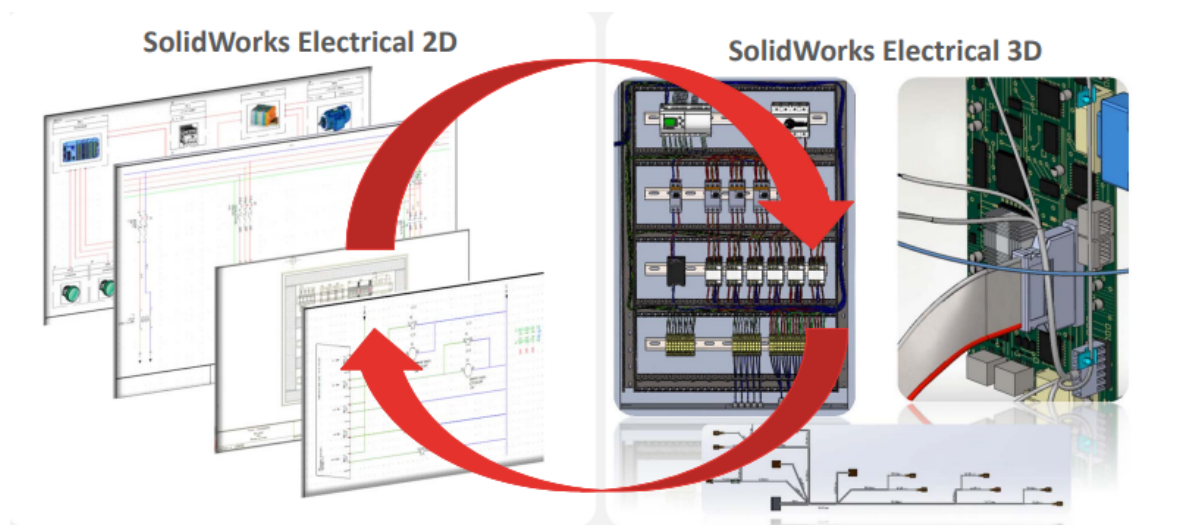


FIGURE 3.11 – SOLIDWORKS Electrical

3.8 Réalisation des schéma électriques de la minoterie (Annexe A)

Pour créer un nouveau projet dans logiciel SOLIDWORKS Electrical il faut d'abord aller dans «le gestionnaire de projets», puis nouveau projet et on choisit un modèle de norme dans notre cas on travaille avec la norme «IEC» :

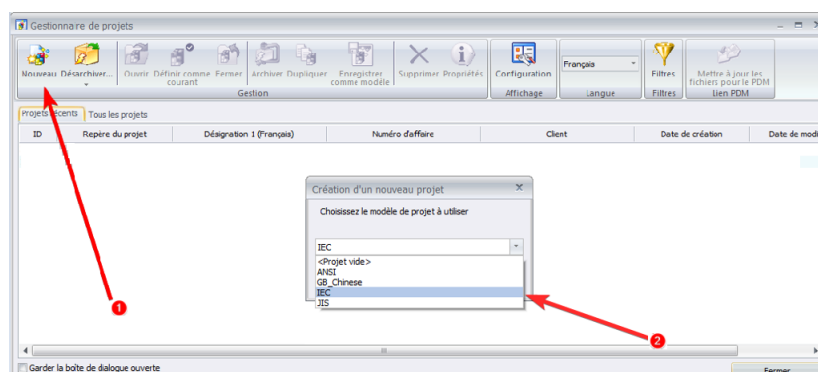


FIGURE 3.12 – Création du projet et le choix du modèle

Après, on sélectionne la langue de notre projet :

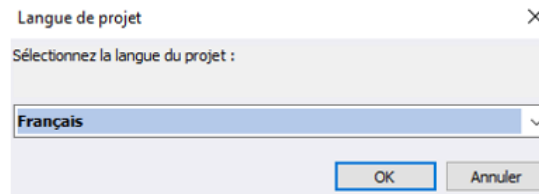


FIGURE 3.13 – Le choix de la langue

Enfin, on va renseigner avec les informations de notre projet et on clique sur «OK» :

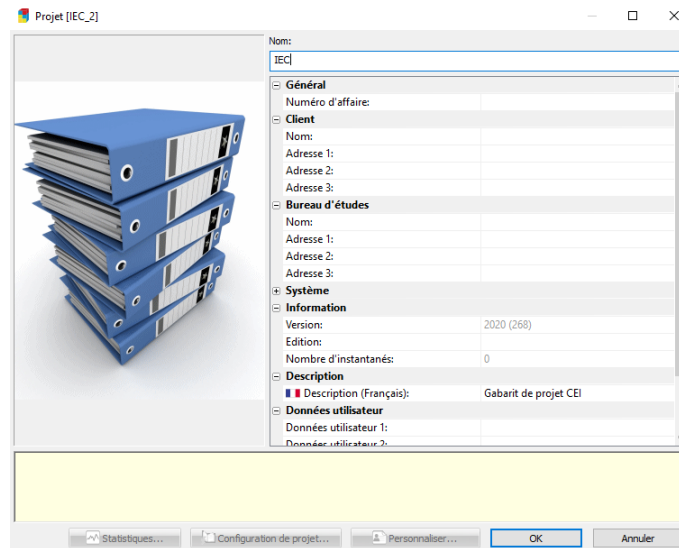


FIGURE 3.14 – Les information du projet

Maintenant on peut commencer par la réalisation synoptique mais avant on doit modifier les localisations et les noms, ensuite on va pouvoir mettre les principaux éléments dans «insérer symbole», on fait un clic droit sur un composant et puis «sélectionner». Une fois que tous les éléments sont placés sur le synoptique on va les relier électriquement avec «dessiner câble».

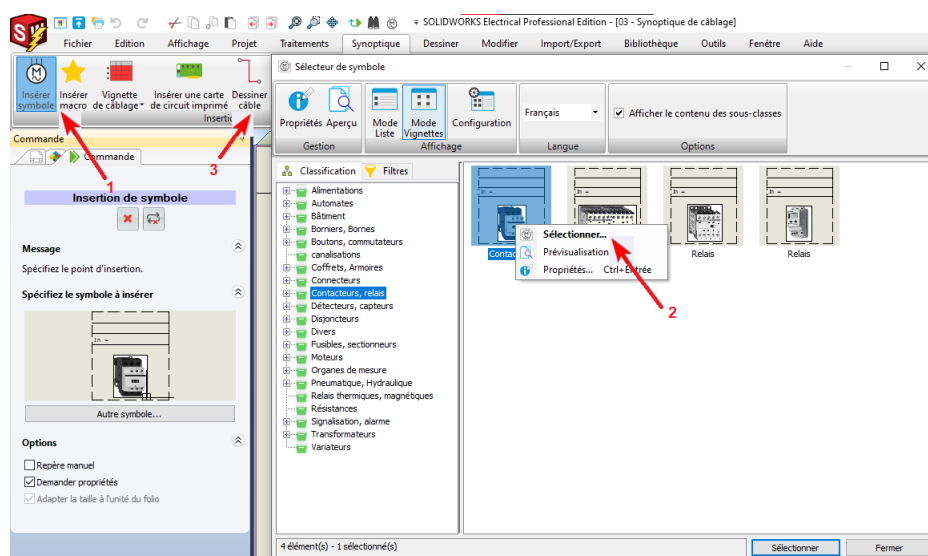


FIGURE 3.15 – Insérer un composant

Pour la réalisation des schémas électriques on trouve les symboles dans « insérer symbole » et pour les connecter on va sur « tracé multifilaire »

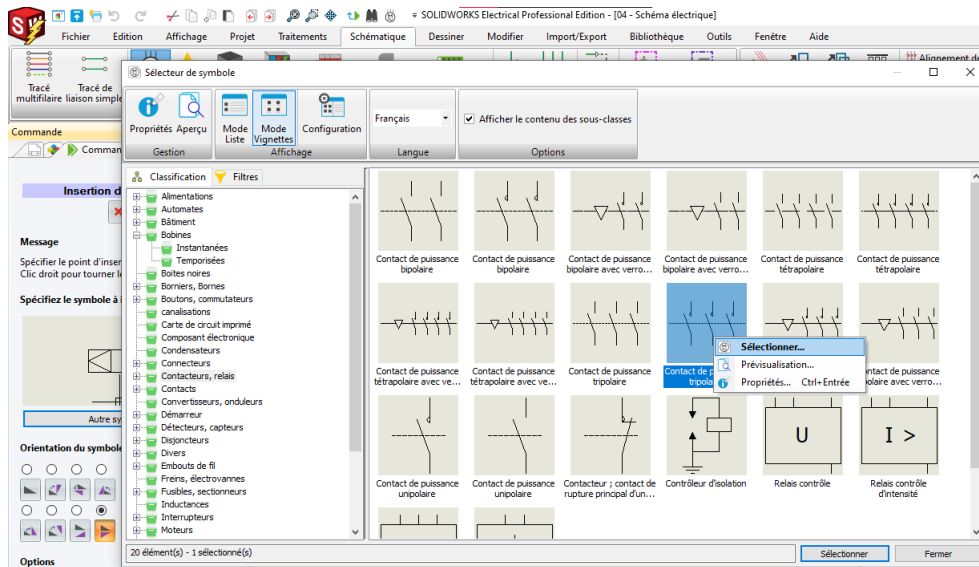


FIGURE 3.16 – Insérer un symbole

Pour ajouter la référence de constructeur on va sur « bibliothèque », « le gestionnaire de référence constructeur ». Après on sélectionne « ajouter une référence constructeur » puis on ajoute les informations du composant, une fois terminer on clique sur «OK» :

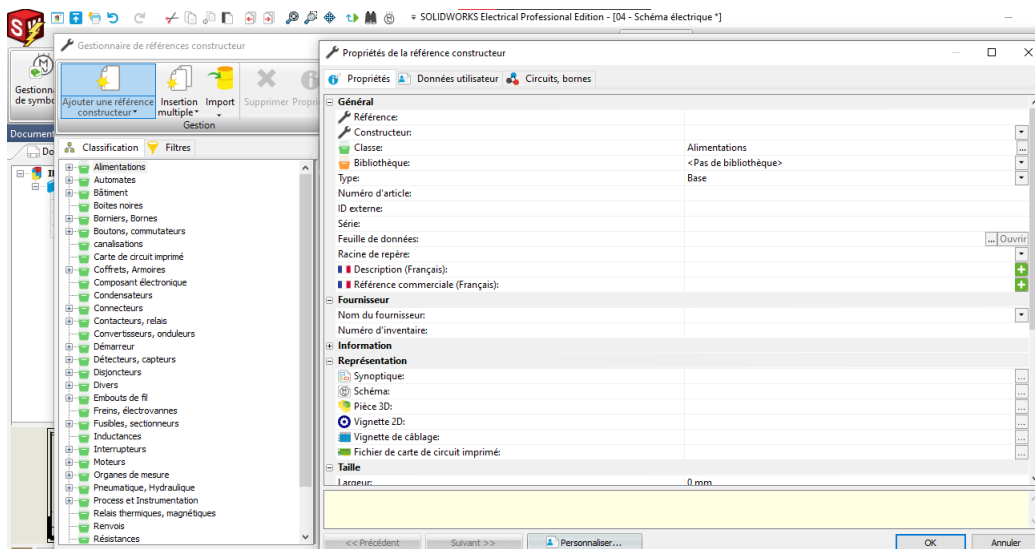


FIGURE 3.17 – Ajouter une référence de constructeur

3.9 Conclusion

Les schémas électriques sont des représentations spatiales simplifiées pour les installations électriques, Ils sont conçue avec des logiciels spécialisés comme SOLIDWORKS Electrical, ce dernier est un outil de conception puissant et convivial qui permet de développer d'une façon rapide et pragmatique les systèmes électriques.

L'objectif des schémas électriques est de simplifier le processus de conception électrique et faciliter les travaux de maintenance, tout en respectant les normes et les règles techniques .

CHAPITRE

— 4 —

L'ANALYSE FONCTIONNELLE DE LA
MINOTERIE

4.1 Introduction

Afin de concevoir un système automatisé, il est nécessaire d'effectuer une analyse des besoins ou autrement dit une analyse fonctionnelle. Afin d'identifier toutes les fonctions à intégrer dans le système, plusieurs facteurs sont impliqués lors de l'analyse fonctionnelle tels que le coût, la qualité, la fiabilité et le taux de production des produits et le temps.

Grâce à l'analyse fonctionnelle, il est possible de déterminer le nombre exact de variables d'entrées/sorties, les asservissements, commandes des actionneurs (moteurs et vannes) et les différents modes de marche et d'arrêt du système. En utilisant les résultats de cette analyse un cahier de charger peuvent être générés et traduit en GRAFCET et GEMMA qui sont des outils très important pour l'automatisation des systèmes.

4.2 GRAFCET

GRAFCET (Graphe Fonctionnel de Commande Étapes-Transitions) est un outil graphique permettant une description structurée et hiérarchisée du fonctionnement séquentiel des systèmes automatisés c'est-à-dire des systèmes décomposable en étapes à partir de la connaissance des actions à entreprendre et des événements permettant le passage d'une situation à une autre.

La partie séquentielle du système est caractérisée à partir des variables d'entrée/sortie et leur comportement, cette partie séquentielle n'a que des variables d'entrée/sorties booléennes. Cependant, le langage GRAFCET permet aussi de décrire le comportement des variables non booléennes.

L'une des forces de GRAFCET est la facilité de passer du modèle à l'implantation technologique dans un automate programmable industriel. Le GRAFCET passe du langage de spécification au langage d'implémentation, ainsi on parle de GRAFCET de niveau 1 (spécification) et de GRAFCET de niveau 2 (réalisation).

Cependant GRAFCET est un langage de spécification d'automatisme et non pas un langage de programmation, malgré que de nombreux fabricants d'automates s'appuient sur cet outil.

4.2.1 Structure graphique du GRAFCET

Un GRAFCET est un graphe qui comporte trois types d'éléments graphiques de base :

- **Les étapes** : Chaque étape est représentée par un carré, Les étapes initiales se différencient en doublant les cotés du carré . Une actions ou plusieurs peuvent être associées à une étape, une action traduit « ce qui doit être fait» . En peut considérée des étape source qui ne sont pas précédées d'une transition et des étape puits qui ne sont pas suivie d'une transition.

- **Les transitions** : Une transition est représentée par un petit trait perpendiculaire à la liaisons orientée, elle indique la possibilité d'évolution entre plusieurs étapes.

Les réceptivités est une condition logique associée à une transition, cette dernière peut être vrai ou fausse. Les Variantes de transitions ET/ OU peuvent décrire des convergences ou des divergences en ET ou en OU selon le besoin.

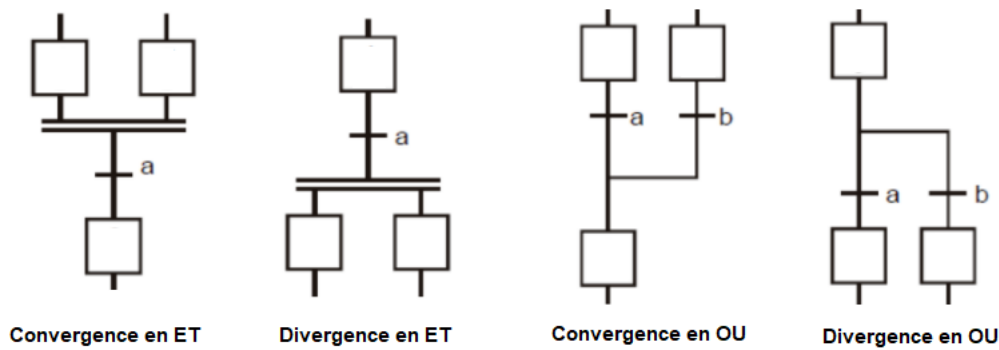


FIGURE 4.1 – Les Variantes de transitions ET/OU

- **Les arcs orientés** : Ils permettent de relier les étapes aux transitions.

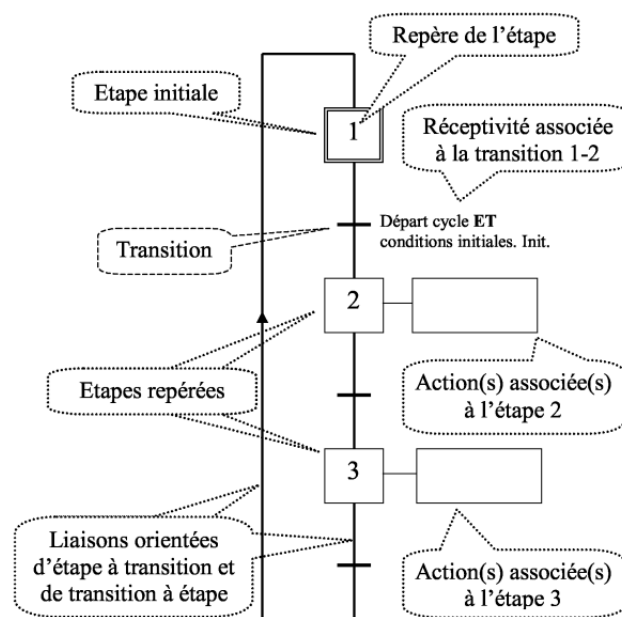


FIGURE 4.2 – La structure du GRAFCET

4.2.2 Règles d'évolution et de syntaxe d'un GRAFCET

Dans les règles syntaxe l'alternance étape/transition ou transition/étape doivent être respectées, et deux transitions ou deux étapes ne doivent pas être directement liées .

Cinq règle principale d'évolution :

- Situation initiale : Lors de la mise en service, les étapes à activer seront précises.
- Transition franchissable : Si la transition est validée et la réceptivité de la transition est vraie donc la transition est dite franchissable.
- Évolution d'étapes active : Le franchissement entraîne l'activation de toutes étapes suivante et la désactivation de toutes étapes précédent de cette transition.
- Franchissements simultanés : Plusieurs transitions sont simultanément franchie.
- Activations et désactivation simultanées : Si une étape est active et désactive simultanément alors elle reste active.

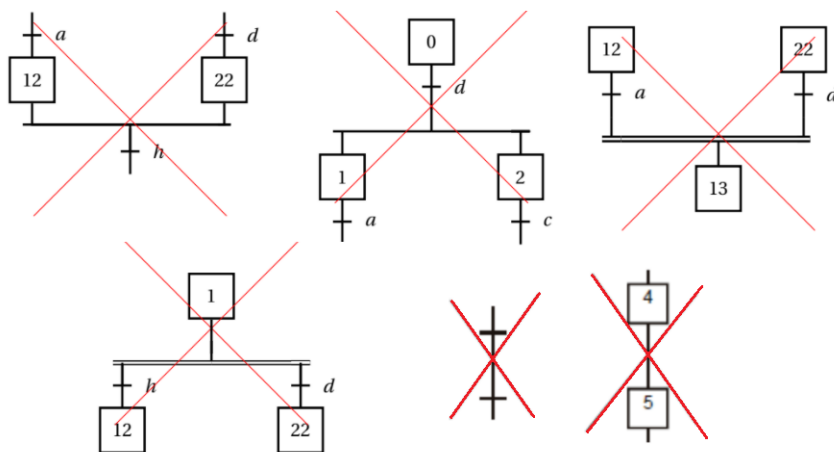


FIGURE 4.3 – Règles d'évolution et de syntaxe d'un GRAFCET

4.2.3 Type des actions associées aux étapes

Il existe plusieurs type d'action , ces dernier sont décrites de façon littérale ou symbolique associées à une étape à l'intérieur d'un ou plusieurs rectangles. Il existe des actions continues, des actions conditionnelles, des actions temporisées (retardées ou limitées), des actions à effet maintenu et des actions mémorisées à l'activation et la désactivation.

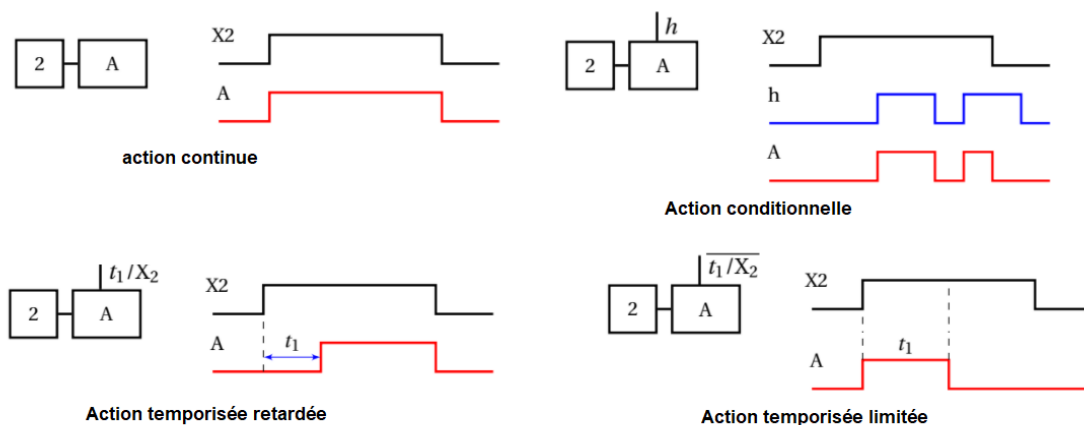


FIGURE 4.4 – Type des actions associées aux étapes

Une action mémorisée est une action qui affecte une valeur à une sortie qui la conserve, elle doit être entrelacée à un évènement d'activation (activer en 1 et désactiver en 0), de désactivation (activer en 0 et désactiver en 1) ou franchissement.

L'ordre de forçage permet de modifier la situation courante d'un GRAFCET sans franchissement de transition. L'ordre de forçage est représenté par double rectangle associé à l'étape, il existe plusieurs type de forçage :

- G{étape} : Forçage d'un GRAFCET à une situation déterminée.
- G{*} : Forçage d'un GRAFCET partiel à la situation courante.
- G{} : Forçage d'un GRAFCET partiel à la situation vide.
- G{INT} : Forçage d'un GRAFCET partiel à la situation initiale.

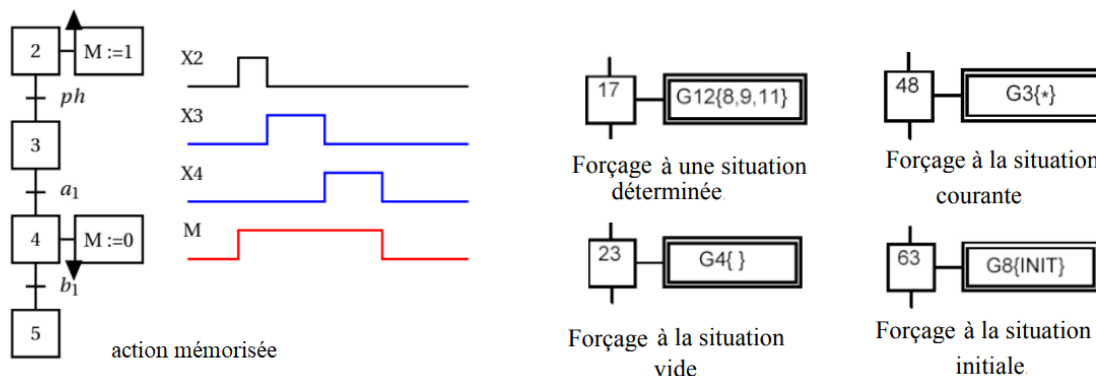


FIGURE 4.5 – Actions mémorisé et les type de forçage

4.2.4 Réalisation des GRAFCET de la Minoterie

Réception :

Cahier des charges : A son arrivé le blé est stocké dans deux silos (silo 201, silo 202), chaque silo est équipé d'une sonde de niveau (CNP201 ,CNP202). Dès que l'opérateur donne l'ordre de départ du cycle de réception (bouton D), il y a une séquence spécifique, le filtre démarre en premier après le vise 1, l'élévateur 2, le séparateur et enfin l'élévateur 1, pour chaque démarrage est séparé par un temps bien défini, si le silo 201 est plein, on passe au silo 202.

Pour éviter le bourrage de la tuyauterie à l'arrêt (bouton R) on procède à un arrêt en sens inverse du démarrage, le dernier démarré premier arrêté toujours avec un temps bien défini donc l'élévateur 1 s'arrête d'abord après le séparateur, l'élévateur 2, le vice 1 et enfin le filtre.

Les entrées	Les sorties
D : bouton démarrage	filtre
CNP201 ,CNP202 : capteur de niveau silo 202,202	vice1
R :bouton d'arrêt	élévateur 1,2
	separateur
	V.Silo201,202 : la vanne du silo
	d.cycle : démarrage cycle
	A.cycle : Arrêt cycle
	A.demande : arrêt demandé
	A.urgence : arrêt d'urgence

TABLE 4.1 – Les entrées/ sorties "Réception"

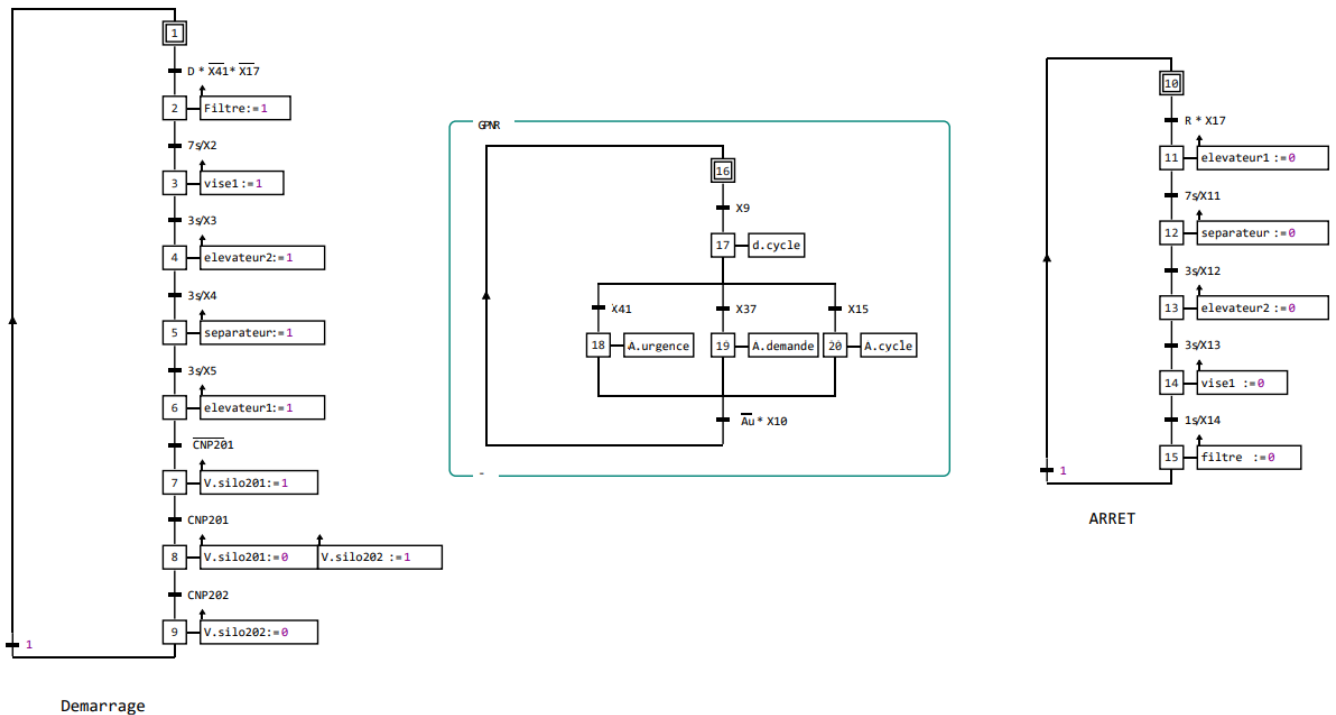


FIGURE 4.6 – GRAFCET de réception du blé

Nettoyage :

Cahier des charges : La phase de nettoyage est divisée en deux parties, la première consiste à un passage du blé sale dans l'ensemble des machines de nettoyage (le séparateur, l'épierreur, le trieur et la brosse), pour éviter le bourrage les dernières machines du process du nettoyage démarre en premier avec un remplissage de silo prioritaire (le silo 301 a la priorité) toujours avec un temps bien défini et s'arrête dans le sens inverse du démarrage.

La seconde partie du nettoyage consiste à un deuxième stockage temporaire pour humidifiés les grains de blé, en mettant donc en marche la brosse, le mouilleur et les outils de transport du blé (vice et élévateur), le remplissage des silos est par priorité (le silo 501 est prioritaire) et pour l'arrêt reste l'inverse du démarrage.

Les entrées	Les sorties
DN : bouton démarrage nettoyage 1	filtre
RN : bouton d'arrêt nettoyage	vice
CN : capteur de niveau des silos	élévateur
	brosse , épierreur
	séparateur, mouilleur , trieur
	V : la vanne des silos , VS :vanne d'ouverture des silos
	d.cycle : démarrage cycle
	A.cycle : Arrêt cycle
	A.demande : arrêt demandé
	A.urgence : arrêt d'urgence

TABLE 4.2 – Les entrées/ sorties "Nettoyage"

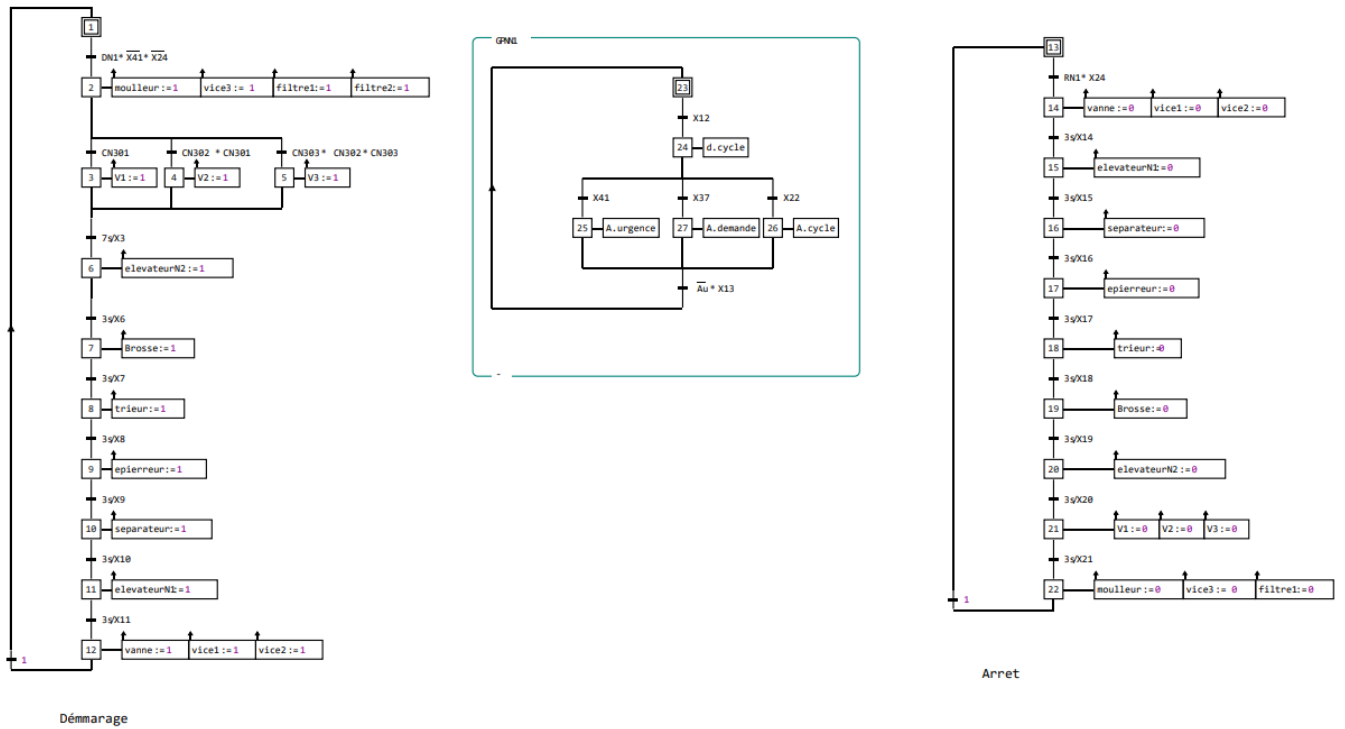


FIGURE 4.7 – GRAFCET de nettoyage 1

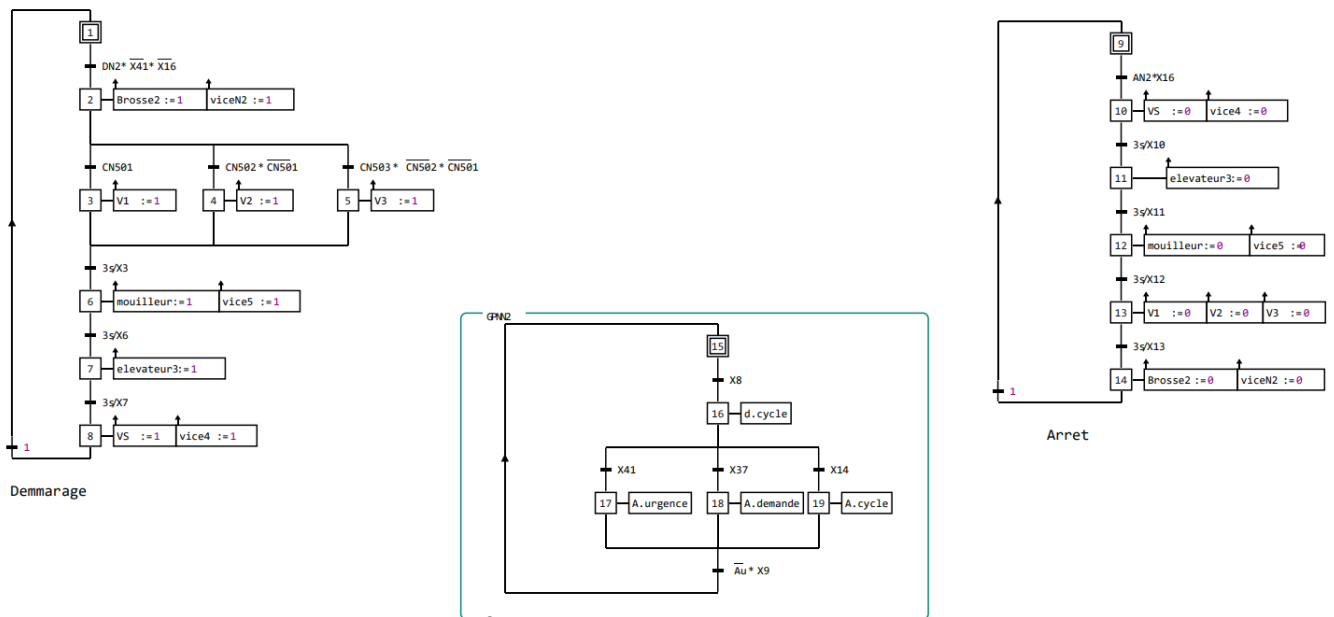


FIGURE 4.8 – GRAFCET de nettoyage 2

Mouture :

Cahier des charges : La mouture consiste à faire passer les grains nettoyés dans les broyeurs mais avant pour un démarrage sans problème on commence d'abord par les surpresseurs, le tamis, les balance et les transporteur de blé (vise, vise farine et les attaches), suivis des machines (broyeur, sasseur, brosse et Plansichter) et pour éviter de surcharger les machines, un réservoir temporaire équipé de deux capteurs ouvre la vanne pour vider le contenu lorsqu'il est plein.

Le démarrage se fait avec des délais bien précis et un ordre bien définie, alors que l'arrêt est à l'opposé de ce dernier toujours avec des délais.

Les entrées	Les sorties
DM : bouton démarrage mouture 1	surpresseur
RM : bouton d'arrêt mouture	B : balance , viceB : vice balance
CN1 : capteur niveau bas	vice , vicef : vice farine
CN2 : capteur niveau haut	brosse , S : sasseur
	Br : broyeur , P :Plansichter
	tamis , les attaches
	d.cycle : démarrage cycle
	A.cycle : Arrêt cycle
	A.demande : arrêt demandé
	A.urgence : arrêt d'urgence

TABLE 4.3 – Les entrées/ sorties "Mouture"

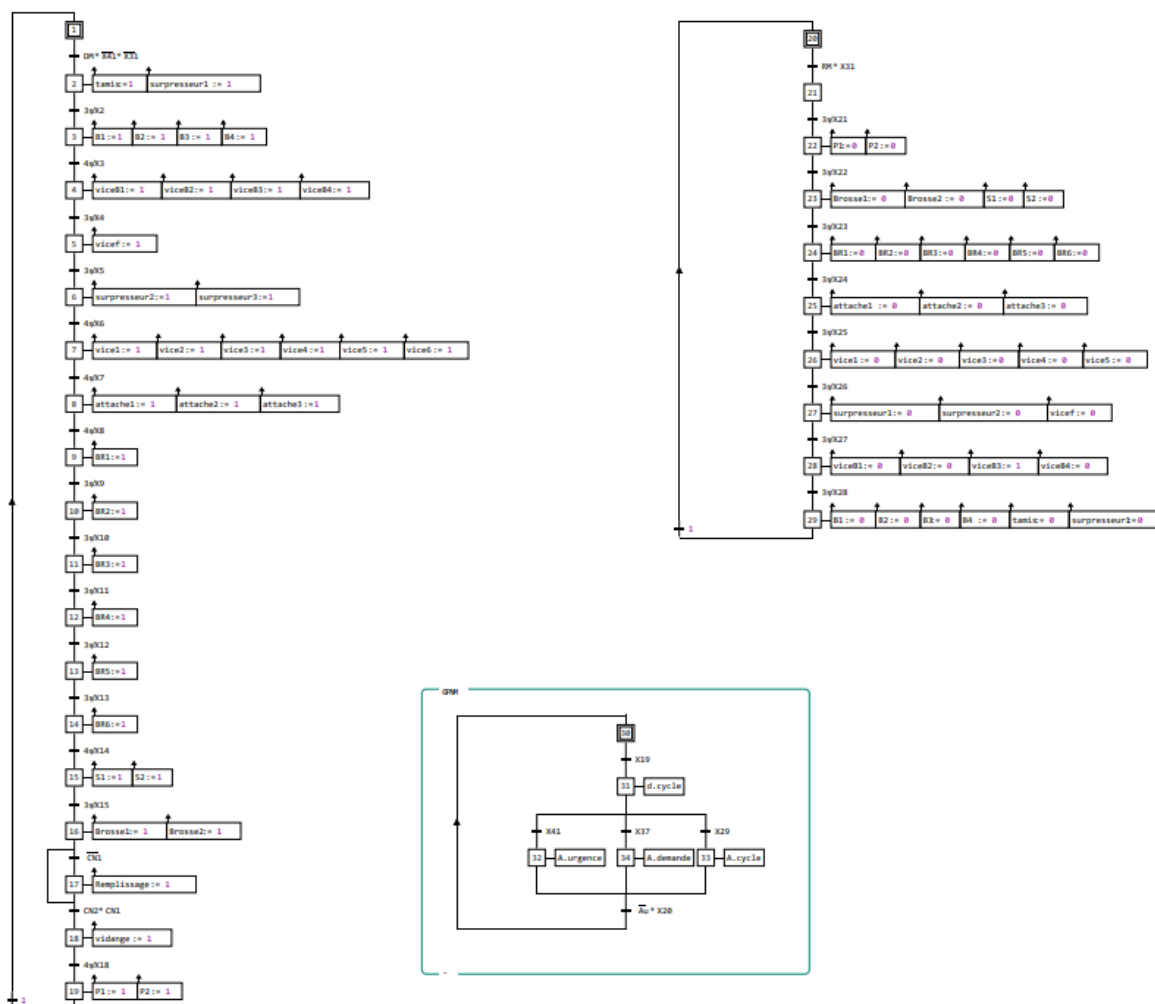


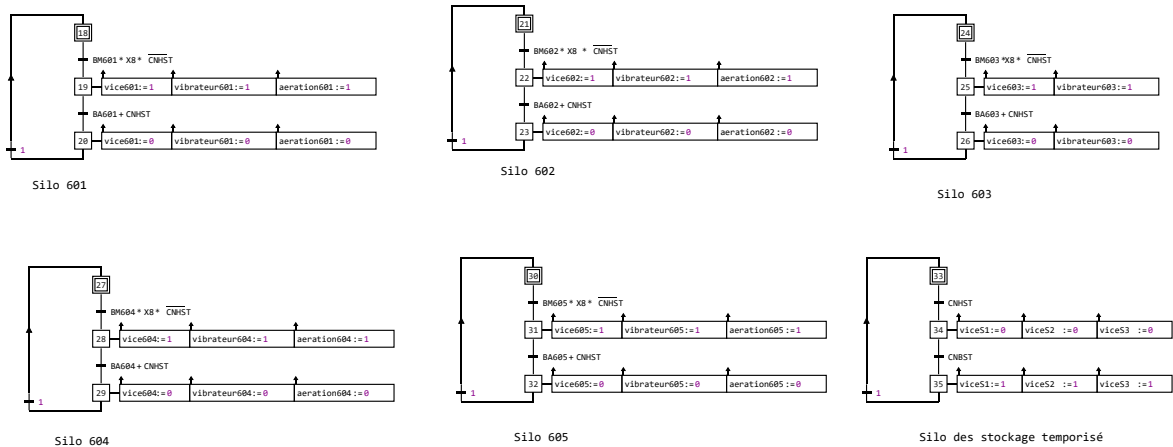
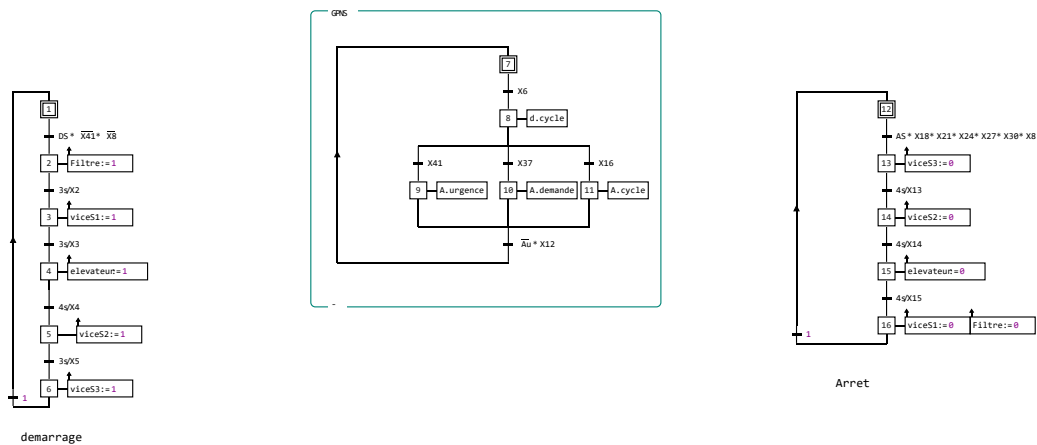
FIGURE 4.9 – GRAFCET de mouture

Stockage :

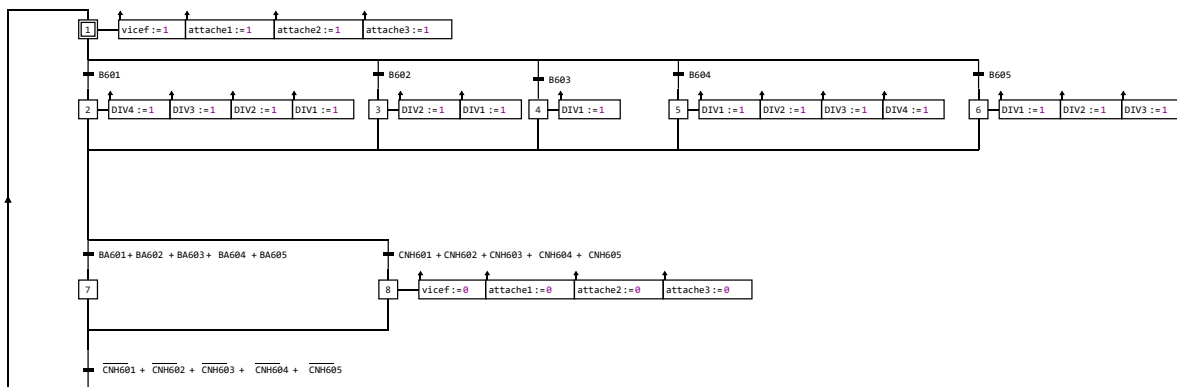
Cahier des charges : Le remplissage des silos se fait d'une façon manuelle, chaque bouton commande la vanne du silo , en cas ou le silo est complètement plein, l'approvisionnement en blé est suspendu en arrêtant les attache et le vice farine. Pour la commercialisation, il suffit de démarrer le filtre, les élévateur et les vice d'abords suivie des vices, des vibrateurs et l'aération de chaque silo, pour éviter le débordement un silo temporaire équipé de deux capteurs de niveau haut et bas est mis en place , cependant si se dernier se remplit les vice et les vibrateur de chaque silo s'arrêteraient.

Les entrées	Les sorties
DS : bouton démarrage 1 As : bouton d'arrêt CNH : capteur de niveau haut des silo BA : bouton de fermeture des vanne CNHST : capteur de niveau haut du silo temporisée CNBST : capteur de niveau bas du silo temporisée BA : bouton marche des silos	div : vanne , attache viceS : vice transporteur vice*** : vice relié au silo vibrateur, aération élévateur , vicef : vice farine d.cycle : démarrage cycle vibrateur, aération A.cycle : Arrêt cycle A.demande : arrêt demandé A.urgence : arrêt d'urgence

TABLE 4.4 – Les entrées/ sorties "Stockage"



GRAFCET de Stockage



GRAFCET de remplissage

FIGURE 4.10 – GRAFCET de remplissage et de stockage

4.3 GEMMA

Le mot GEMMA est l'abréviation de Guide d'Étude des Modes de Marches et d'Arrêts, c'est un outil graphique et aussi un outil complémentaire pour le GRAFCET qui a été développé par l'ADEPA (Agence Nationale pour le Développement de la Production Automatisée). Le GEMMA permet de structurer plusieurs modes de marches et d'arrêts d'un système automatisé de production, plus précisément il peut décrire le fonctionnement du système dans tous les modes de marches, avec la partie opérative commandée par la partie commande. Le GEMMA intervient lorsque la partie commande est activée et aussi sous énergie.

4.4 Concepts de bases du GEMMA

4.4.1 Les éléments de base du GEMMA

Le GEMMA regroupe des rectangles d'état appelés les modes dans une grille, les modes sont reliés entre eux par des liaisons orientées. Le passage d'un mode à l'autre s'effectue que lorsque la condition indiquée est réalisée. Le GEMMA peut être modifié à volonté selon les besoins des utilisateurs.

4.4.2 Système en ordre de marche

Partie commande hors énergie

Cette zone de GEMMA se trouve à l'extrême gauche de la grille, elle correspond à l'état non fonctionnel de la partie commande. La partie opérative peut être mise sous énergie ou bien hors énergie et elle n'est pas contrôlée par la partie commande dans cette zone. La sécurité est garantie par le choix de la technologie et la procédure de mise sous énergie de la partie opérative.

Partie commande sous énergie

Cette zone rassemble tous les états que l'on peut retrouver lorsque la partie commande est sous énergie, ce qui va nous permettre de décrire les différents modes de marches et d'arrêts de notre système automatisé aussi les conditions de passage entre les modes. Elle se compose de trois familles des procédures :

- Les procédures d'Arrêt zone A.
- Les procédures de Fonctionnement zone F.
- Les procédures de Défaillance zone D.

4.4.3 Le GEMMA des modes de marches et d'arrêts

Le choix des états proposés par le guide graphique de GEMMA pour une machine donnée se fait seulement pour ceux qui sont nécessaires et il faut préciser le nom de chacun des états choisis dans le rectangle-état correspondant. Pour faire ce choix, il est impératif de bien comprendre la signification de chacun des états marches et d'arrêts présentés dans le guide graphique.

Les procédures d'Arrêt zone A

Cette zone rassemble toutes les procédures d'arrêt et les procédures de remise en route de la partie opérative pour des raisons extérieures au système(la fin de journée, pause, et manque d'approvisionnement).

-A1(Arrêt dans l'état initial) : C'est l'état de repos de la machine , elle est repéré par un double encadrement sur le GEMMA.

-A2(Arrêt demandé en fin de cycle) : C'est l'arrêt demandé lorsque la machine atteint la fin de cycle, A2 est un état de transition vers l'état A1.

-A3(Arrêt demandé dans un état déterminé) : C'est l'arrêt demandé lors de la production dans une position différente de la position d'arrêt en fin cycle, A3 est un état de transition vers l'état A4.

-A4(Arrêt obtenu) : Dans cet état la machine s'arrête en une autre position que la position d'arrêt en fin cycle.

-A5(Préparation pour remise en route après défaillance) : Dans cet état, on peut procéder à des opérations indispensables pour la remise en marche de la machine après la défaillance comme le nettoyage de la machine.

-A6(Mise de la PO dans l'état initial) : Dans cet état, on peut remettre manuellement et automatiquement la partie opérative en position par un redémarrage dans l'état initial de la machine.

-A7(Mise de la PO dans un état déterminé) : Dans cet état, on va remettre la partie opérative en une position de redémarrage autre que l'état initial de la machine.

Les procédures de Fonctionnement zone F

Cette zone rassemble tous les états d'un système automatisé qui sont essentiels à l'obtention de la valeur ajoutée ou autrement dit on trouve tous les procédures de fonctionnement de la partie opérative. Elle se divise en deux parties :

-(F1, F2, F3) permettent la mise en ou hors-service et le fonctionnement normal .

-(F4, F5, F6) permettent de faire des essais, des tests et des vérifications sur le système .

-F1(Production normale) : La machine produit normalement dans cet état et elle est repéré par un encadrement renforcé sur le GEMMA.

-F2(Marche de préparation) : Dans cet état, les machines doivent être préparés avant la production normale. C'est un état de transition vers l'état F1.

-F3(Marche de clôture) : Cet état est réservé pour les machines qui nécessitent des différentes opérations comme le nettoyage ou le vidange en fin de journée.

-F4(Marche de vérification dans le désordre) : Cet état est conçu pour le mode manuel ou elle permet de vérifier, de régler des fonctions et des mouvements sur la machine sans avoir besoin de suivre l'ordre du cycle de production normale.

-F5(Marche de vérification dans l'ordre) : Pour cet état, la personne effectuant la vérification peut explorer le cycle de production cycle par cycle .

-F6(Marche de test) : C'est pour les opérations de réglage de la machine étant en ou hors production.

Les procédures de Défaillance zone D

Cette zone rassemble toutes les procédures de mise en sécurité ou le maintien de la disponibilité sur défaillance. La procédure de défaillance définit l'état que devra avoir la partie opérative en cas de défaillance d'un système par exemple l'arrêt d'urgence.

-D1(Arrêt d'urgence) : C'est l'état pendant l'arrêt d'urgence, cet état permet d'éviter ou bien de limiter les conséquences lorsqu'il y a une défaillance.

-D2(Diagnostic et/ou traitement de défaillance) : Dans cet état, on peut examiner la machine après une défaillance et aussi avoir un traitement qui permet un redémarrage de la machine.

-D3(Production tout de même) : C'est la production forcée ou la machine peut produire après une défaillance.

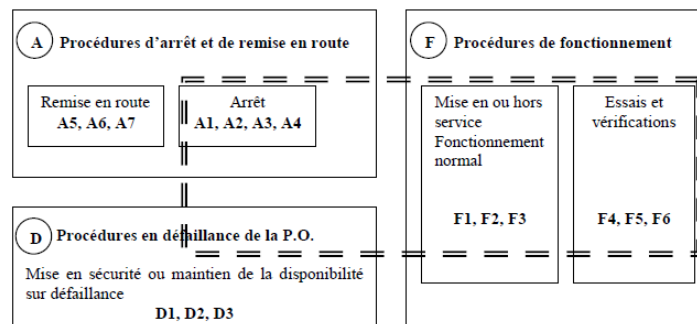


FIGURE 4.11 – Les familles et les sous-familles de procédures

4.4.4 Passage du GEMMA à une spécification GRAFCET

GEMMA est généralement traduit en GRAFCET , il permet d'avoir une structure multi-GRAFCETs hiérarchisées grâce à la norme IEC 60848 (Macro-étape, GRAFCET partiel, Structuration par forçage, Structuration par encapsulation) :

- Le GRAFCET de SÉCURITÉ (GS) permet de gérer les arrêts lors d'une défaillance c'est-à-dire lors de l'arrêt d'urgence.

- Le GRAFCET de CONDUITE (GC) doit être en mesure d'assurer le bon fonctionnement du système automatisé en intégrant le GEMMA lors de l'étude des modes de marches et d'arrêts.

- Le GRAFCET de PRODUCTION NORMALE (GPN) décrit le fonctionnement normal de production du système.

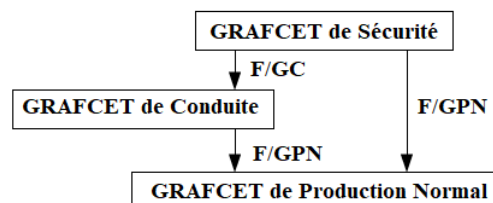


FIGURE 4.12 – GRAFCETs hiérarchisés

4.5 Réalisation des GEMMA de la Minoterie

Avant de commencer il faut connaître d'abord la notion de boucle opérationnelle, c'est une succession des états qui caractérisent le fonctionnement d'un système. Voici les principales boucles opérationnelles utiliser dans le GEMMA :

-Boucle PC hors énergie : Elle correspond au démarrage d'une machine.

-Boucle marche normale : Elle se compose de trois états A1, F1 et A2, elle représente le fonctionnement normal du système, puis un arrêt du cycle de production en fin de cycle et après le système se réinitialise en position initiale afin qu'il soit prêt pour le prochain cycle.

-Boucle marche de réglage : Elle se compose des états A1, F4 et A6, cette boucle permet d'atteindre le mode manuel. Le passage de l'état A1 vers F4 permet à l'opérateur de pouvoir tester les moteurs, les capteurs,..., du système. Une fois que les vérifications sont terminées, le système passe de l'état F4 à l'état A6 ce qui permet de réinitialiser les conditions initiales et après passer à l'état A1.

-Boucle arrêt de sécurité : Elle se compose des états F1, D1, D2, A5, A6 et A1, cette boucle permet de gérer toutes les successions des états d'un système automatisé depuis un arrêt d'urgence.

Cahier des charges :

Les modes de marches et d'arrêts sont décrits à l'aide du GEMMA pour les étapes de fabrication de la farine réception, nettoyage, mouture et stockage comme suit :

-La mise en énergie de la partie opérative sera effectuée automatiquement ou bien manuellement par un opérateur pour les différentes étapes.

-Pour démarrer automatiquement le système de réception, l'opérateur doit appuyer sur "dR" . Pour quitter ce mode, il doit appuyer sur "fR" . La partie opérative achève son cycle et se retrouve arrêtée dans l'état initial.

-Pour démarrer automatiquement le système du premier nettoyage, l'opérateur doit appuyer sur "dN1" . Pour quitter ce mode, il doit appuyer sur "fN1" . La partie opérative achève son cycle et se retrouve arrêtée dans l'état initial.

-Pour démarrer automatiquement le système du deuxième nettoyage, l'opérateur doit appuyer sur "dN2" . Pour quitter ce mode, il doit appuyer sur "fN2" . La partie opérative achève son cycle et se retrouve arrêtée dans l'état initial.

-Pour démarrer automatiquement la mouture l'opérateur doit appuyer sur "dM" . Pour quitter ce mode, il doit appuyer sur "fM" . La partie opérative achève son cycle et se retrouve arrêtée dans l'état initial.

-Pour démarrer automatiquement le système de stockage, l'opérateur doit appuyer sur "dS" . Pour quitter ce mode, il doit appuyer sur "fS" . La partie opérative achève son cycle et se retrouve arrêtée dans l'état initial.

-Le mode manuel permet à l'opérateur de faire des tests sur les actionneurs, pré-actionneurs, capteurs du système dans le désordre, à la fin la machine doit être remis dans son l'état initial.

-Pour demande d'arrêt du système, l'opérateur doit appuyer sur "ARD" .Pour la reprise en marche du système, il doit appuyer sur bouton de démarrage automatique.

-L'actionnement du bouton d'arrêt d'urgence "Au" permet de couper l'énergie de la partie opérative. Après la désactivation de "Au" et avoir fait les réparations sur les défaillances,l'opérateur doit remettre automatiquement ou manuellement la partie opérative en position initiale.

GEMMA Guide d'Étude des modes de Marches et d'Arrêts

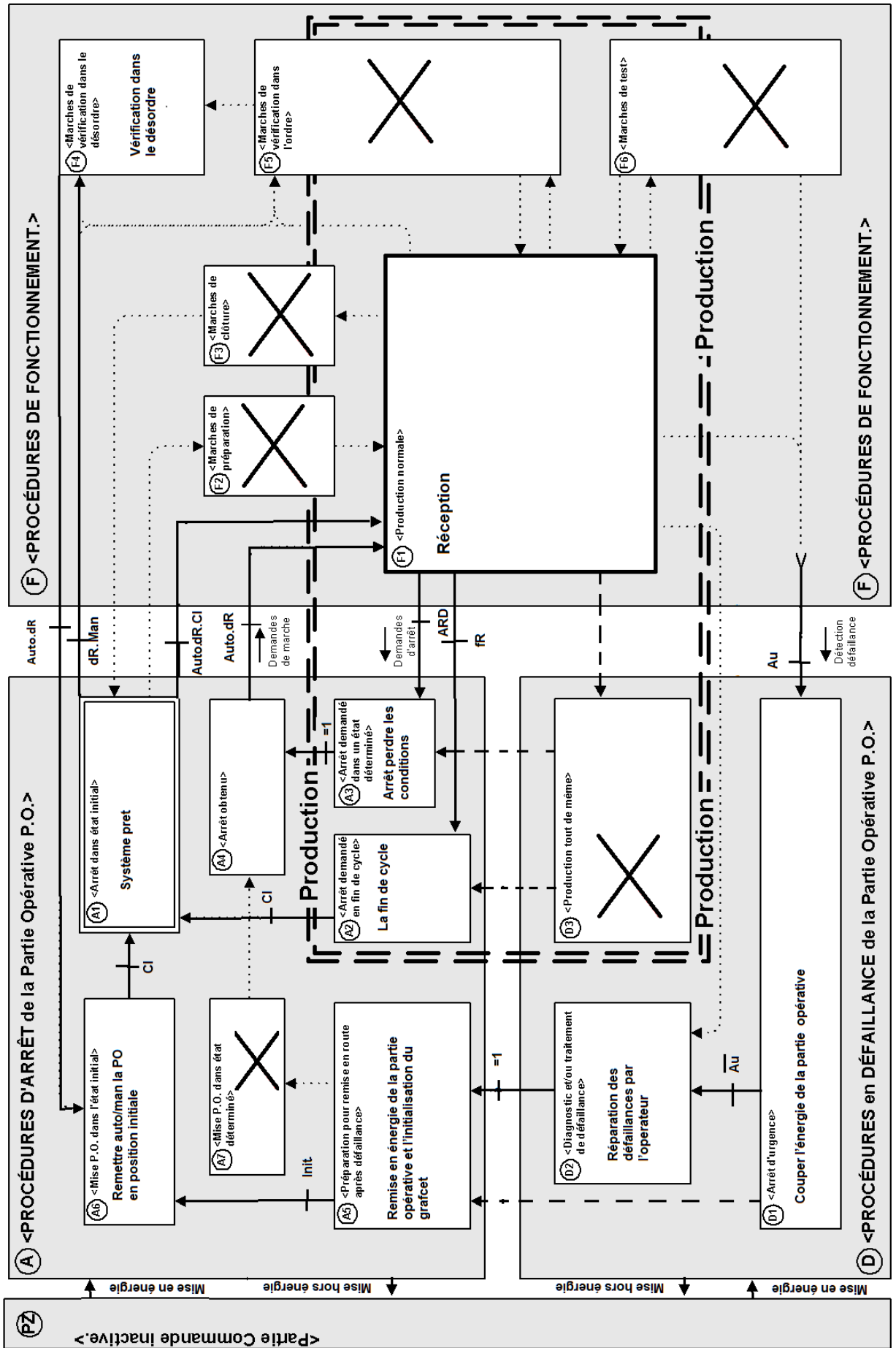


FIGURE 4.13 – GEMMA de Réception

GEMMA

Guide d'Étude des modes de Marches et d'Arrêts

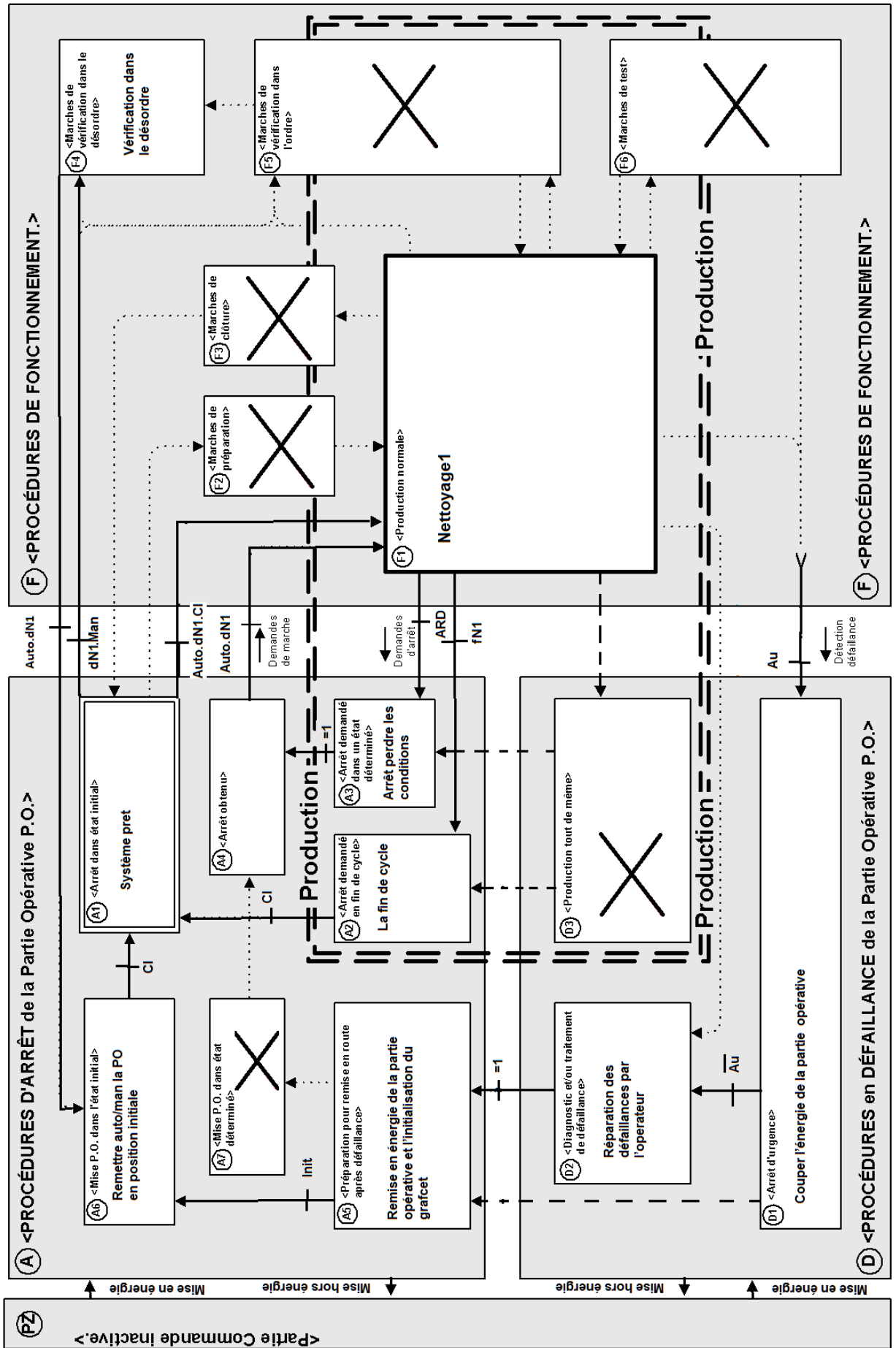


FIGURE 4.14 – GEMMA de nettoyage 1

GEMMA

Guide d'Étude des modes de Marches et d'Arrêts

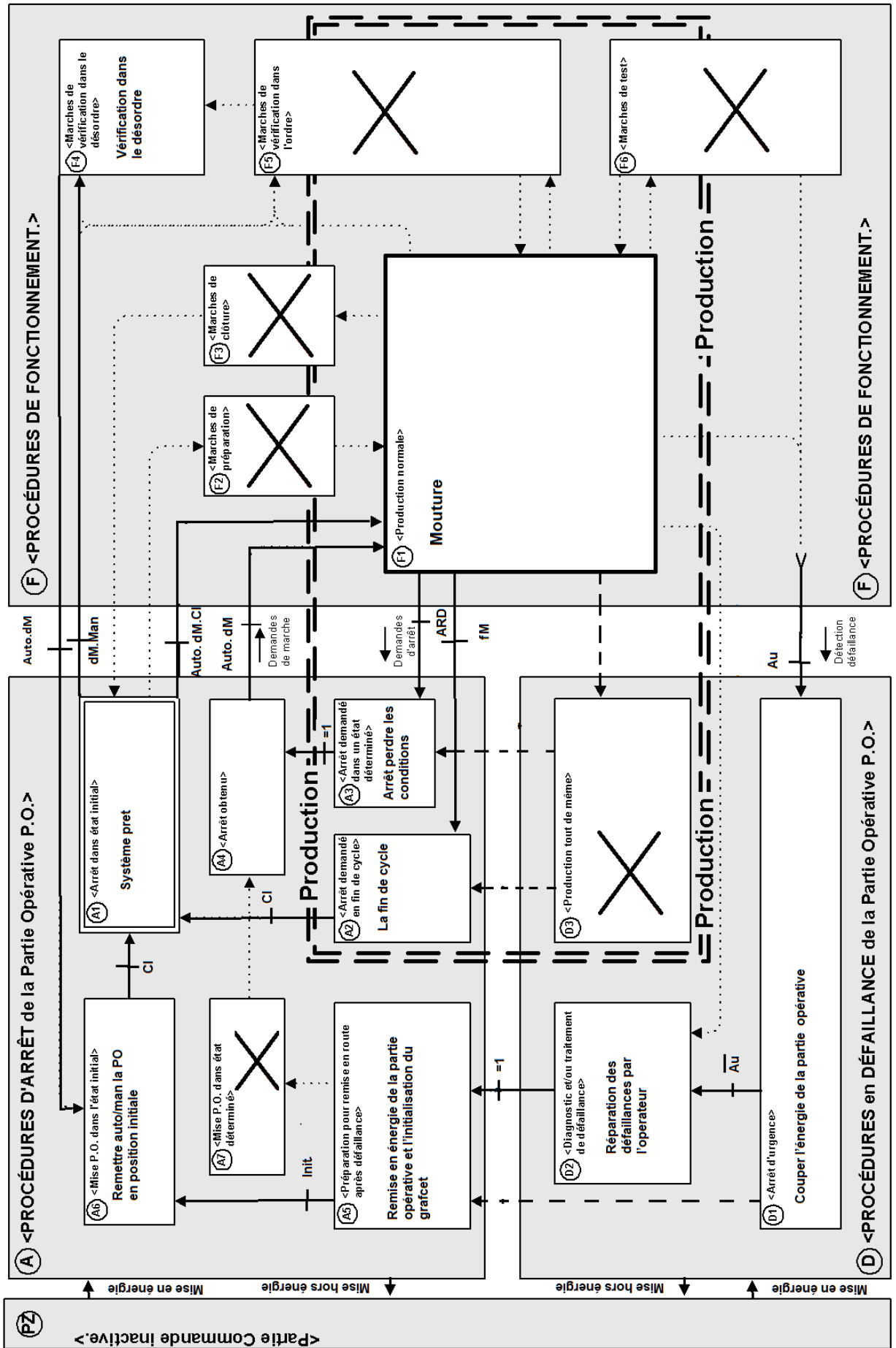


FIGURE 4.16 – GEMMA de mouture

GEMMA

Guide d'Étude des modes de Marches et d'Arrêts

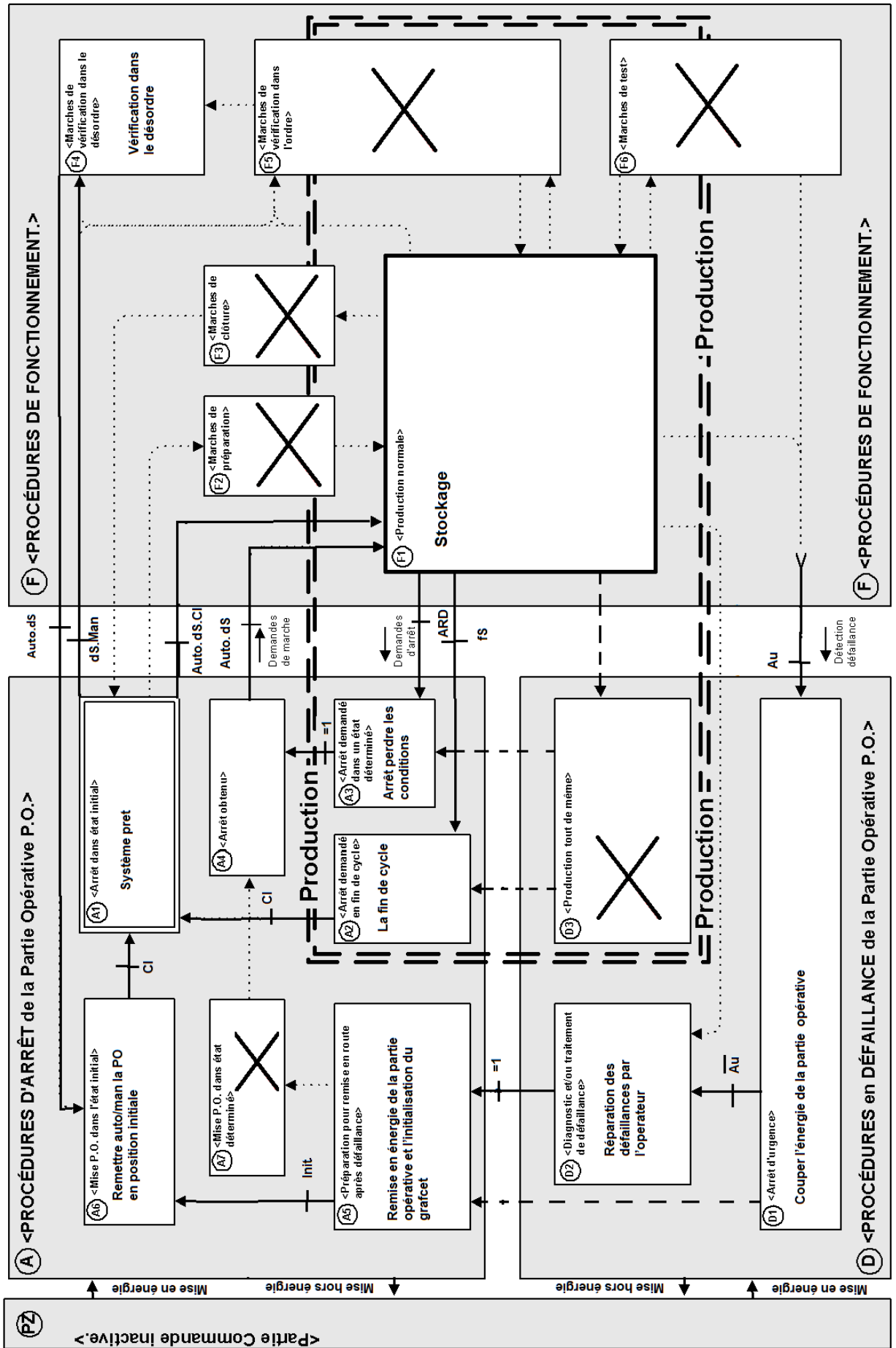


FIGURE 4.17 – GEMMA de stockage

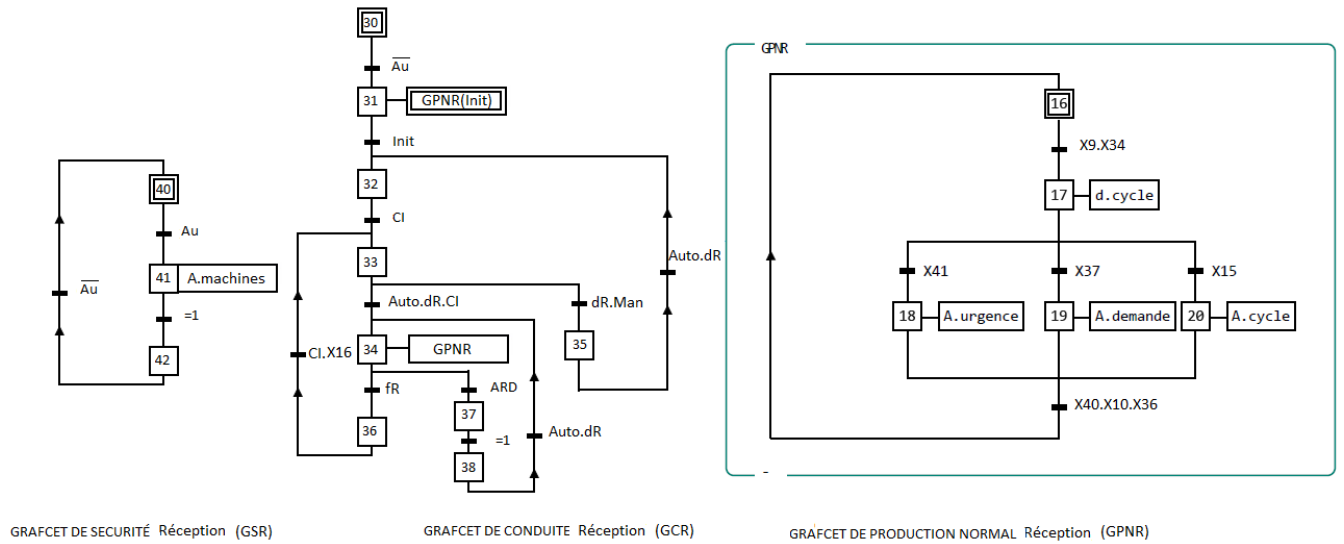


FIGURE 4.18 – Réalisation des GRAFCETs à partir du GEMMA de réception

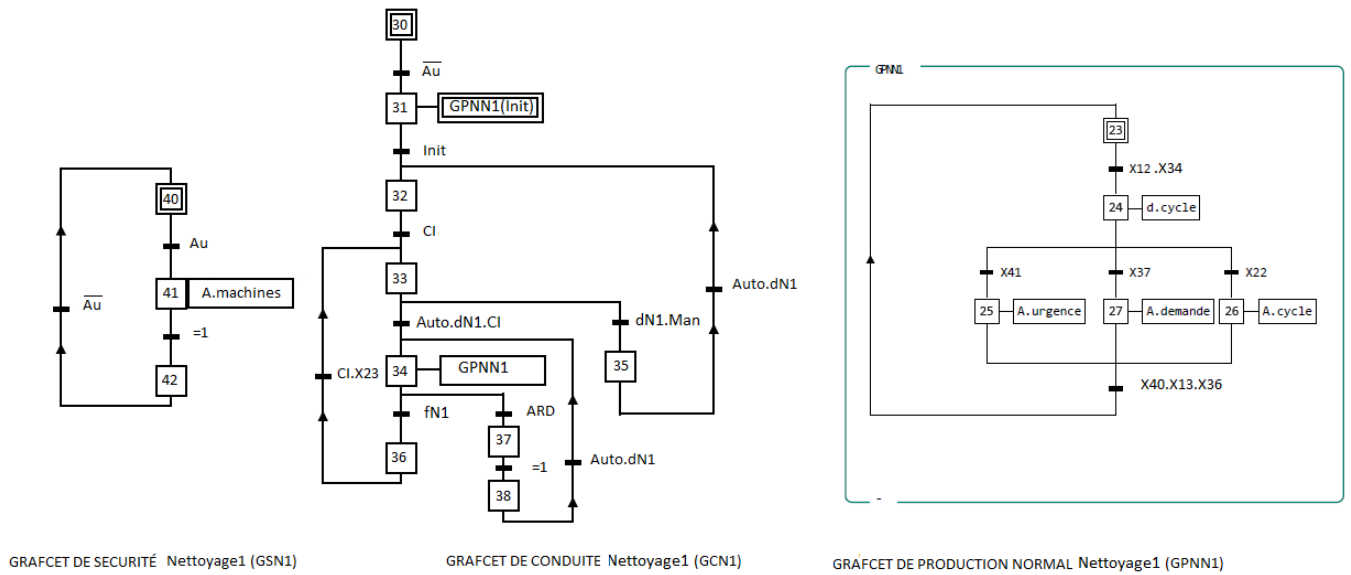


FIGURE 4.19 – Réalisation des GRAFCETs à partir du GEMMA de nettoyage 1

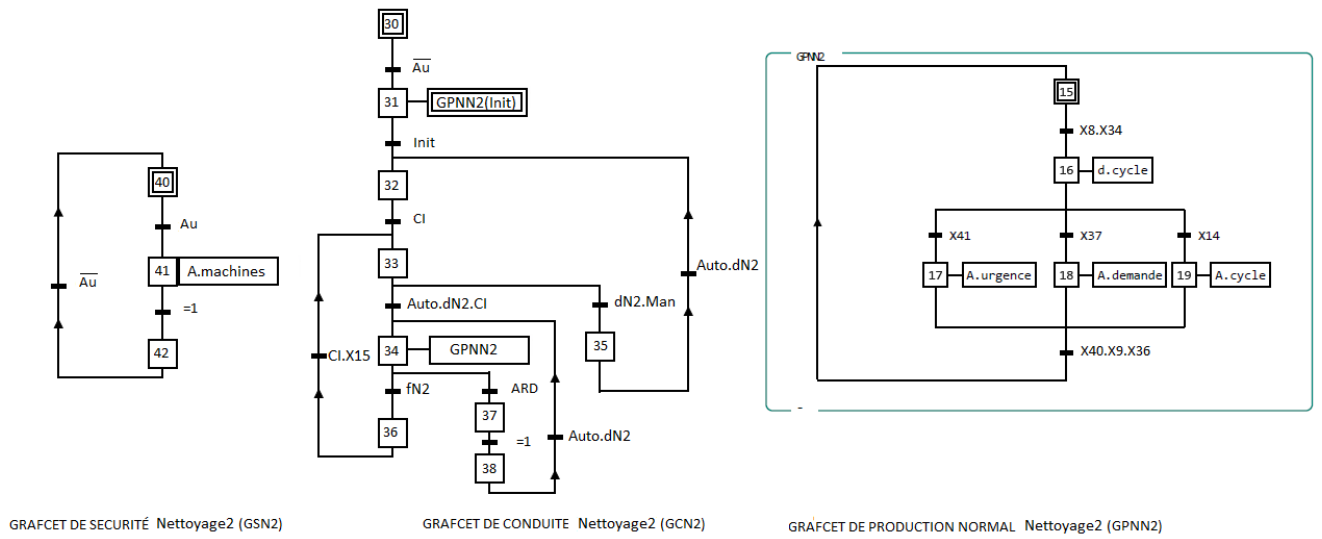


FIGURE 4.20 – Réalisation des GRAFCETs à partir du GEMMA de nettoyage 2

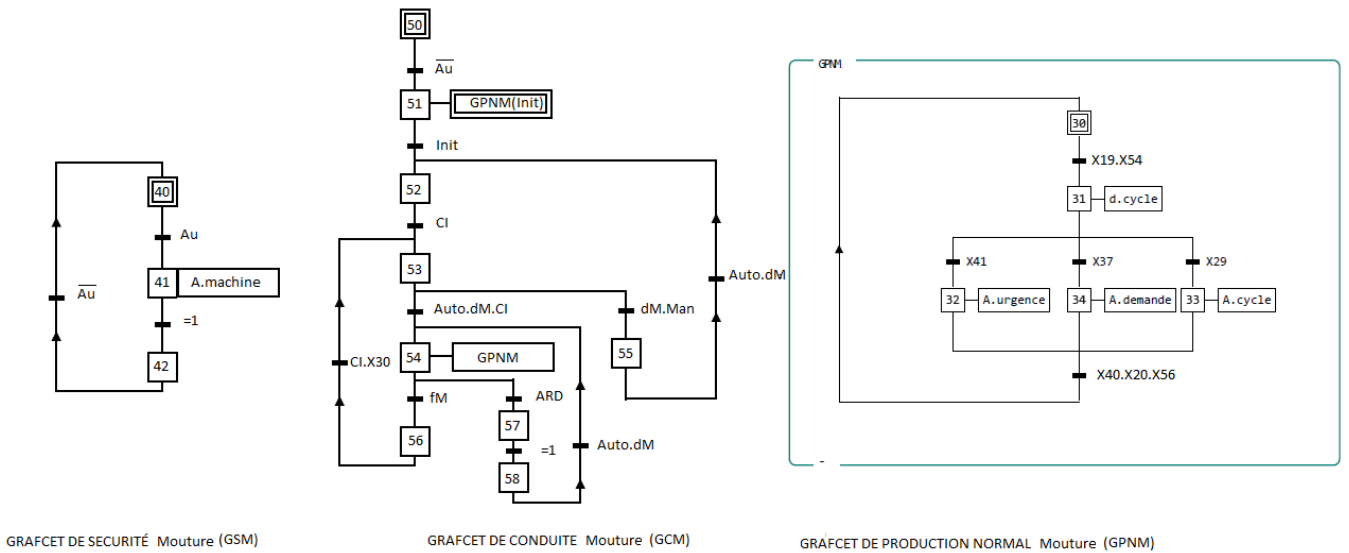


FIGURE 4.21 – Réalisation des GRAFCETs à partir du GEMMA de mouture

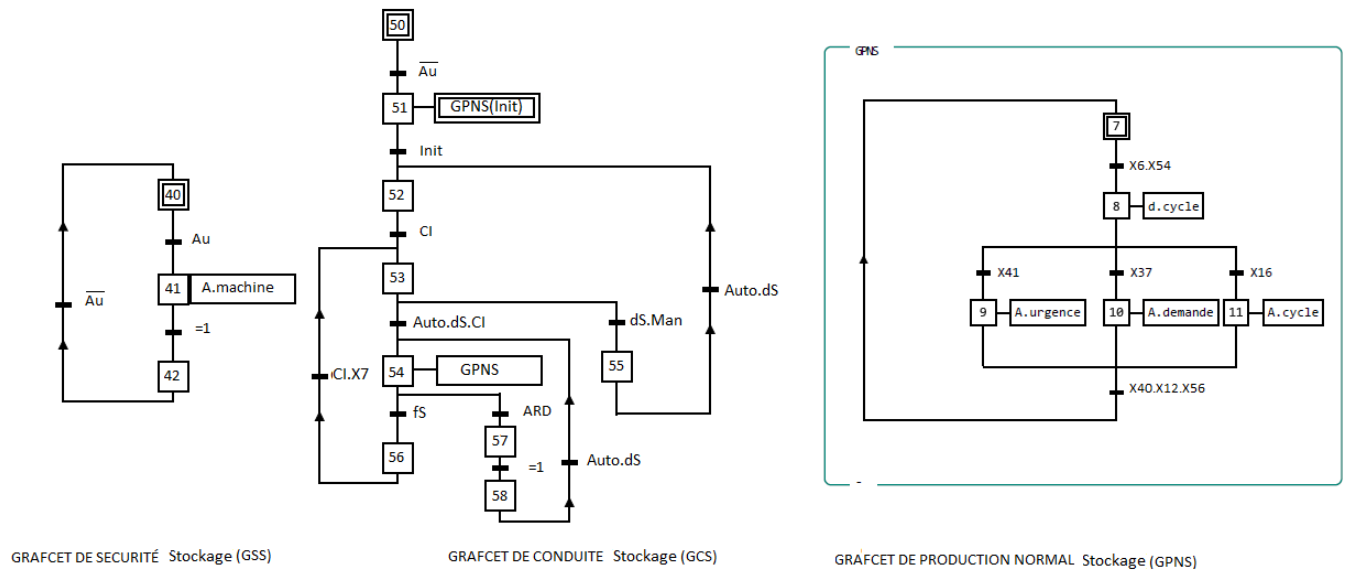


FIGURE 4.22 – Réalisation des GRAFCETs à partir du GEMMA de stockage

4.6 Conclusion

Le GRAFCET permet de décrire graphiquement le cahier de charges dans des diagrammes fonctionnels, indiquant les différentes étapes de l'évolution d'un automatisme séquentiel. Ce langage commun permet la collaborant à la conception ou la maintenance des les machines à automatiser.

Le GEMMA fournit une approche guidée de l'analyse des modes marches et d'arrêts en décrivant les différents états d'un système automatisé, de la mise en service à la production normale. Le GEMMA permet de spécifier les procédures à appliquer après une analyse d'un dysfonctionnement lors d'une défaillance dans le système .

CHAPITRE

5

AUTOMATISATION

5.1 Introduction

L'analyse fonctionnelle est un outil fondamental du processus de conception pour explorer de nouveaux concepts et définir leurs architectures ce qui permet de passer à l'étape suivante, qui comprend l'analyse du choix de l'automate le mieux adapté au système, et puis il y a l'architecture du programme, qui permet l'organisation des idées afin de concevoir la façon de programmer : comment structurer le programme, le choix des blocs, avoir une idée générale de la procédure de programmation.

Dans cette partie on va élaborer un programme d'automatisation de la zone de réception à partir de l'analyse fonctionnelle à l'aide du logiciel de programmation du système d'automatisation TIA Portal V16 de Siemens.

5.2 Architecture générale des systèmes automatisés

Un système automatisé permet d'effectuer un ensemble des opérations sans intervention de l'opérateur seulement pour donner des ordres de départ et si besoin d'arrêt, il se compose de trois parties principales :

5.2.1 La partie commande

Cette partie permet de gérer, d'organiser les séquences des actions et des mouvements du système. Elle est composée de microprocesseurs et de microcontrôleurs, la partie commande reçoit les données de la partie opérative, puis elle les traite et les renvoie pour les exécuter.

Donc la partie commande doit synchroniser la succession des actions sur la partie opérative, gérer les communications avec les autres systèmes, aussi gérer les dialogues avec les opérateurs et enfin assurer le traitement des données et des résultats relatifs au procédé et pour les matières d'œuvre.

5.2.2 La partie opérative

Cette partie permet d'effectuer les actions physiques, de mesurer des grandeurs physiques et de renvoyer les informations à la partie commande. La partie opérative regroupe les actionneurs, les pré-actionneurs et les capteurs machines.

5.2.3 La partie relation

C'est la partie qui assure l'interaction entre l'opérateur et la machine, elle rassemble les capteurs, les opérateurs et les éléments de signalisation visuels ou sonores.

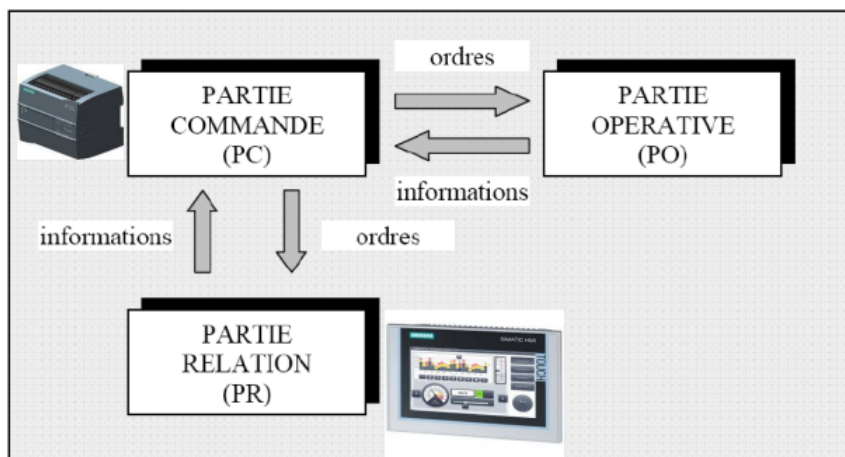


FIGURE 5.1 – Architecture générale des systèmes automatisés

5.3 Les langages de programmation

Les langages de programmation sont régis par la norme CEI 1131-3, cette dernière est constituée de cinq langages répartis en deux familles :

- **Les Langages littéraux** : Langage IL (liste d'instructions) et le langage ST (texte structuré)
- **Les Langages graphiques** : langage LD (langage à contacts (LADDER)) , langage FBD (diagramme fonctionnel) et le langage SFC (diagramme fonctionnel en séquence).

5.3.1 Les types de données :

Type	Désignation normalisée	Taille
Booléen	Bool	1 bit
Entier signé	Byte	8 bit
Entier signé	Int	16 bit
Entier signé	Dint	32 bit
Réel	Real	32 bit
Temporisation	Time	32 bit
Chaîne de caractères	String	255 caractères max

TABLE 5.1 – Les types de données

5.3.2 Les type de variables :

La représentation d'une variable est assurée par le signe '%' suivie d'un préfixe d'emplacement, de taille et un entier séparés par un point.

Préfixe d'emplacement	Signification
I	Emplacement d'entrée
Q	Emplacement de sortie
M	Emplacement de mémoire
K	Emplacement de mémoire constant

TABLE 5.2 – Les type de variables

Les variables globales (entrées, sorties, mémentos,..) ont toutes une adresse symbolique et une adresse absolue :

- L'adresse absolue correspond à l'identificateur d'opérande (I, Q, M,...) ainsi que son adresse et son numéro de bit.

- L'adresse symbolique correspond au nom donné à la variable par l'utilisateur.

Le lien entre les adresses symboliques et absolues est établi dans le tableau des variables API.

5.3.3 Langages de programmation utilisés :

LADDER :

Le langage schéma à contacts ou LD (ladder Diagram) est une représentation graphique essentiellement dédiée à la programmation d'équations booléennes (true/false), à l'aide de symboles graphiques organisés en diagramme ce langage permet de manipuler des données booléennes en combinant des contacts (en entrée), des bobines (en sortie) et des blocs fonctionnels.

Un programme LADDER se lit de haut en bas, les lignes verticales du schéma représentent les barres d'alimentation reliée horizontalement par des lignes qui définissent une opération du processus de commande d'où le nom 'LADDER' (échelle).

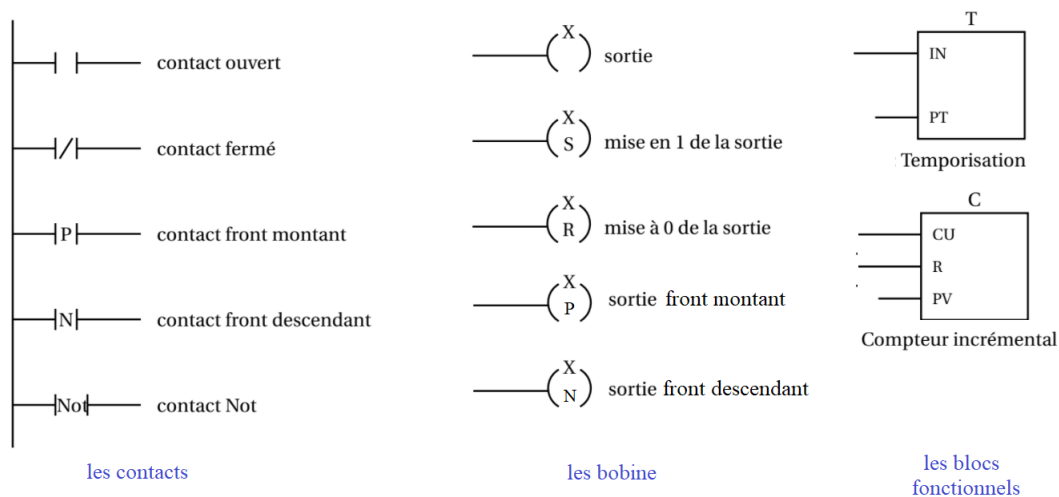


FIGURE 5.2 – Les symboles graphiques du LADDER

SFC :

Diagramme fonctionnel en séquence (SFC) est un langage utilisé dans la programmation des API. Il s'agit d'une représentation graphique des organigrammes ou des étapes, qui est similaire aux algorithmes d'organigramme utilisés dans les langages informatiques. Ce langage est un outil très utile dans les cas où le processus est très vaste et où les fonctions sont exécutées par étapes.

Au lieu d'écrire toute la logique dans un diagramme en échelle (LADDER) ou même si on utilise des diagrammes de blocs fonctionnels, les taux de répétition et la visualisation globale du processus peuvent être simplifiés en utilisant le langage SFC. La boîte représente l'action à écrire à l'intérieur de l'étape. La ligne vertical indique le déroulement de la séquence. La ligne horizontale entre les deux indique la condition de transition.

5.4 Protocoles de communication

De nos jours il existe de nombreux protocoles de communication dans les systèmes automatisés. Le protocole de communication est un ensemble de règles qui envoient et reçoivent des données entre deux ou plusieurs appareils communicants. Sans protocole de communication, les appareils sont seulement connectés les uns aux autres, mais ils ne peuvent pas communiquer entre eux. Les protocoles de communication peuvent être divisés en deux catégories :

- Les protocoles Ethernet en temps réel les plus répandus aujourd'hui sont EtherCAT, EtherNet/IP, PROFINET, POWERLINK, Sercos III, Modbus TCP et CC-Link IE.

- D'autres protocoles s'appuient sur d'autres supports tels que CAN (CANopen, DeviceNet), des liaisons série asynchrones comme RS232 et RS422/485 (Modbus RTU, PROFIBUS, CC-Link), ou encore sans fil (Bluetooth LTE , Sans fil).

Dans notre projet on a PROFIBUS (Process Field Bus), PROFIBUS est un standard pour la communication par bus de terrain dans la technique d'automatisation. Un bus de terrain est un système de communication entre des appareils de mesure, des capteurs, des actionneurs, etc. On retrouve souvent les concepts de classification suivants :

- Niveau capteur : Tous les capteurs/actionneurs.
- Niveau contrôle et commande : Les Automates programmables.
- Niveau supervision.

Les bus de terrain sont situés entre les niveaux 1 et 2, les informations sont renvoyées par le capteur et les commandes sont renvoyées par l'automate.

5.5 Les critères de choix d'un automate programmable

Plusieurs caractéristiques et critères doivent être tenue en compte pour choisir un automate programmable industriel, mais le choix définitif dépendra des spécificités techniques du projet et du cahier des charges. On peut citer quelques critères à considérer :

- Nombres d'entrées/sorties intégrés.
- Capacité de la mémoire.
- Nombre de compteurs.
- Nombre de temporisateurs.
- Temps de traitement
- Le critère de coût.

5.6 Présentation de l'automate SIMATIC S7-1500

Les automates Siemens SIMATIC S7-1500 offre la souplesse et la puissance requises pour diverses applications et constitue le choix intelligent pour une solution d'automatisation complète. Sa forme compacte et sa conception modulaire et flexible, ses nombreuses options de communication et ses fonctions techniques intégrées et un design particulièrement compact et peu encombrant font de cet automate une solution idéale pour la commande d'une grande variété d'applications.

La CPU combine la logique nécessaire au contrôle et à la commande en modifiant les sorties conformément à la logique du programme utilisateur qui peut inclure des instructions de comptage de temporisation, des instructions booléennes.

La CPU contient une alimentation, un microprocesseur, des d'entrée et de sortie, un PROFINET intégré, ainsi que des entrées analogiques.

Cet automate est caractérisé par sa :

- Système de diagnostic intégré : une fonctionnalité de diagnostic déjà intégrée au système.
- Flexibilité : Les modules de communication augmentent la polyvalence de SIMATIC S7-1500 en offrant plusieurs protocoles de communication ouverts tels que la communication série, PROFIBUS, IO-Link, AS-Interface, PROFINET, Ethernet industrie.
- Sécurité intégrée : Signifie la connexion facile des dispositifs PROFIsafe via PROFIBUS et PROFINET, et la cohérence des données entre les composants de programme standard et de sécurité.
- Évolutivité : Il est possible d'effectuer une simple mise à niveau d'un contrôleur vers un autre, sans effort de migration.
- Fonctionnalités dédiées : SIMATIC S7-1500 dispose de modules dédiés qui augmentent la valeur ajoutée de la CPU en proposant des tâches d'automatisation spécifiques : compteur d'énergie, système de surveillance, etc.

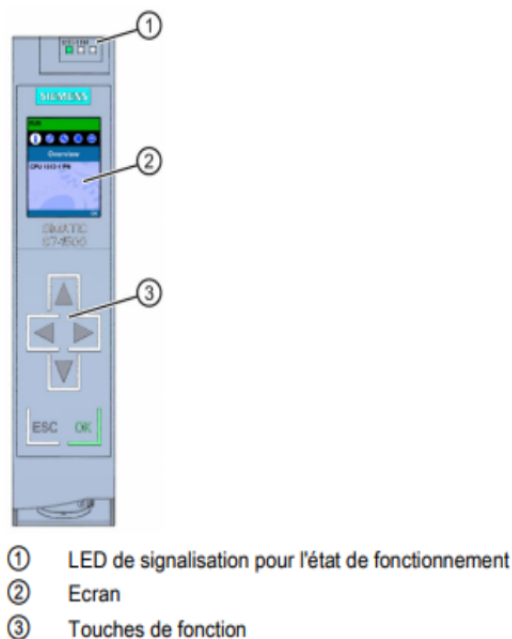


FIGURE 5.3 – SIMATIC S7-1500

5.7 Logiciel de programmation TIA Portal

Le Totally Integrated Automation Portal (TIA Portal) est le nouveau cadre d'ingénierie fourni par Siemens visant à concevoir tous les processus d'automatisation à partir d'un environnement unique et intégré. Il intègre non seulement les logiciels de base (STEP 7, WinCC, SINAMICS Startdrive, SIMOCODE ES et SIMOTION SCOUT TIA), mais offre également les nouvelles options (TIA Portal Multiuser Engineering et Power Management avec SIMATIC Energy Suite) via des fonctions supplémentaires d'interface.

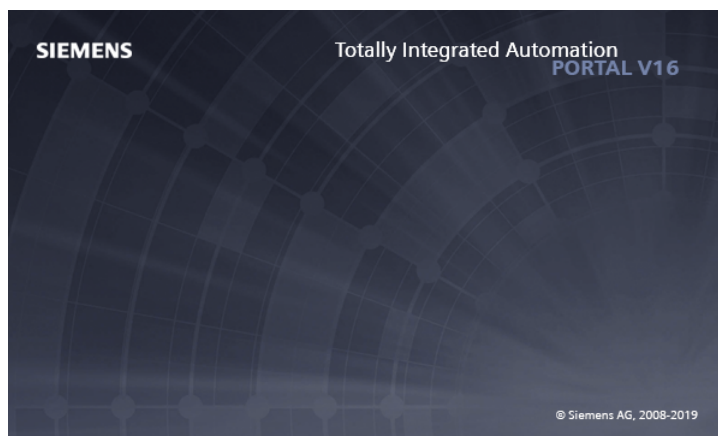


FIGURE 5.4 – TIA Portal V16

5.7.1 SIMATIC STEP7

STEP 7 fournit un environnement convivial pour la conception, l'édition et la surveillance de la logique nécessaires pour contrôler les applications, notamment les outils pour gérer et configurer tous les appareils dans un projet, tels que les API et les appareils IHM.

5.7.2 Blocs utilisateurs

L'automate programmable possède différents types de blocs dans lesquels le programme utilisateur et les données correspondantes peuvent être stockés. Le programme peut être organisé et structuré en différents blocs, selon les exigences du processus.

Blocs d'organisation [OB]

Les blocs d'organisations (OB) représentent l'interface entre le système d'exploitation et le programme utilisateur, qui peut être contrôler les actions de l'automate en programmant des OB. Les OB peuvent être utilisés pour créer des programmes qui s'exécutent à un moment précis et des programmes qui répondent à des événements spécifiques.

Fonction [FC]

Une fonction (FC) contient une fonctionnalité partielle du programme. Il est possible de programmer des fonctions pour les paramétrer.

Bloc fonctionnel [FB]

Les blocs fonctionnels proposent les mêmes possibilités que les fonctions. De plus, les blocs fonctionnels disposent de leur propre zone de mémoire sous la forme de blocs de données d'instance. Par conséquent, les blocs fonctionnels sont adaptés à la programmation de fonctionnalités complexes et récurrentes.

-La fonction (FC) et le bloc fonctionnel (FB) sont tous deux utilisés pour optimiser la programmation de l'utilisateur.

-L'utilisation principale de FC et FB est de diviser et d'organiser le programme utilisateur en parties plus petites qui peuvent être facilement comprises.

-FC et FB peuvent être créés par l'utilisateur et utilisés comme bibliothèque utilisateur.

Bloc de données [DB]

Comme son nom l'indique, les blocs de données DB sont utilisés pour stocker des données. Les données de ces blocs sont accessibles par des OB, des FC et des FB. Ce type de bloc peut même stocker des données UDT (User Defined Data Type). Un bloc de type FB aura toujours un DB associé ("DB d'instance").

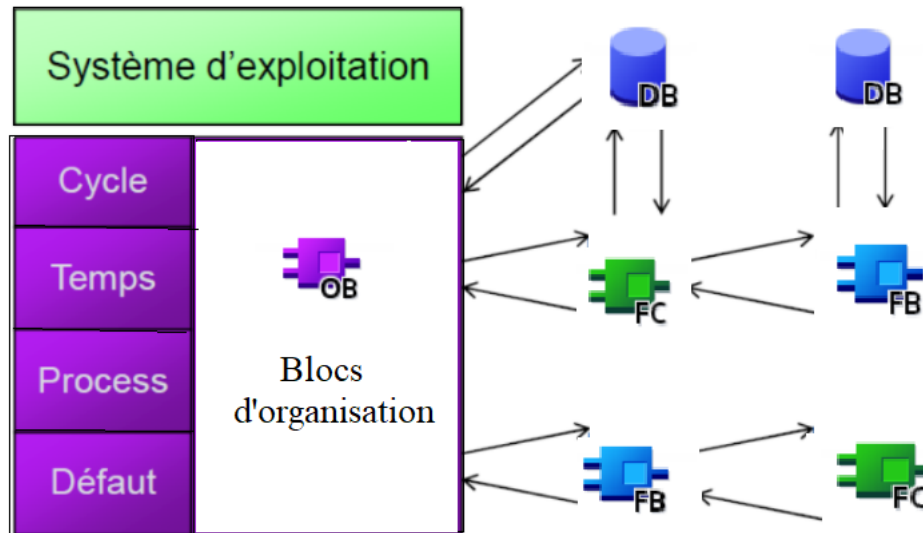


FIGURE 5.5 – Types de blocs de programme

5.7.3 Mémoire de la CPU

Le CPU possède des zones de mémoire pour stocker le programme de l'utilisateur, les données et la configuration :

La mémoire rémanente (non volatile) : Fournit un stockage permanent pour un nombre limité de valeurs de la mémoire de travail. La zone de mémoire non volatile est utilisée pour stocker la valeur d'adresse de la mémoire choisies à la mise hors tension. Lorsque l'alimentation est perdue ou une coupure de courant, la CPU restaure ces valeurs rémanentes à la remise sous tension suivante.

Pour éviter la perte des données en cas de coupure de courant, certaines données peuvent être définies comme rémanentes :

Mémentos : C'est un dispositif électronique bistable utilisé pour mémoriser des états logiques, ce dernier est programmé comme une sortie. La transmission d'un signal n'est pas nécessaire dans l'utilisation des mémentos pour le fonctionnement interne de l'automate. Il est possible de définir la taille précise de la mémoire pour les mémentos dans la table des variables API ou dans le tableau d'affectation.

Mémentos de cadence : Il est utilisé pour effectuer un clignotement à fréquence variable en fonction du bit associé.

La mémoire de travail : C'est un stockage volatile pour certains éléments du projet de l'utilisateur pendant l'exécution du programme utilisateur. La CPU copie certains éléments du projet de la mémoire de chargement dans la mémoire de travail. Cette zone volatile est perdue lorsque l'alimentation est coupée, et elle est restaurée par la CPU lorsque l'alimentation est rétablie.

La mémoire de charge : C'est un stockage non-volatile pour le programme utilisateur, les données et la configuration. Lorsque le projet est transféré dans la CPU, il est d'abord stocké dans la mémoire de chargement. Cette zone est située soit sur une carte mémoire (si elle est présente), soit dans la CPU. La zone de mémoire non volatile est conservée par la CPU en cas de coupure de courant. La carte mémoire prend en charge un espace de stockage plus important que celui intégré à l'unité centrale.

5.7.4 Mnémonique

Les mnémoniques sont des noms attribués aux variables globales de l'API. L'utilisation des mnémoniques au lieu d'adresses absolues améliore énormément la lisibilité et la clarté du programme et aide à isoler des défauts éventuels.

5.7.5 Win CC

Win CC (Windows Control Center) est un logiciel de supervision, de contrôle et d'acquisition de données (SCADA) et d'interface homme-machine (IHM) intégré dans TIA Portal, Il est doté de multiples fonctions performantes pour la surveillance des systèmes automatisés. Il fait notamment partie d'un nouveau concept d'ingénierie intégré qui fournit un environnement d'ingénierie unifié pour la programmation et la configuration pour les systèmes de commande et de supervision.

5.7.6 S7-PLCSIM :

Le logiciel de simulation des modules S7-PLCSIM qui fonctionne en combinaison avec STEP 7 permet l'exécution et le test dynamique des programmes sans recourir à du matériel réel et sans établir de connexion à un matériel quelconque. Le simulateur réduit considérablement les temps de mise en service des installations et détecte les éventuelles erreurs possible.

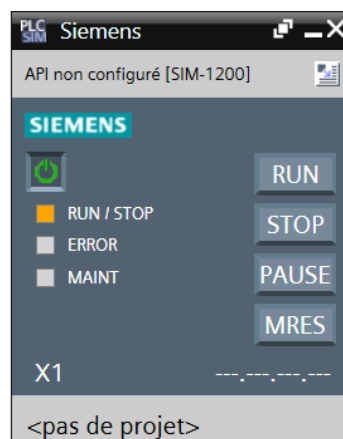


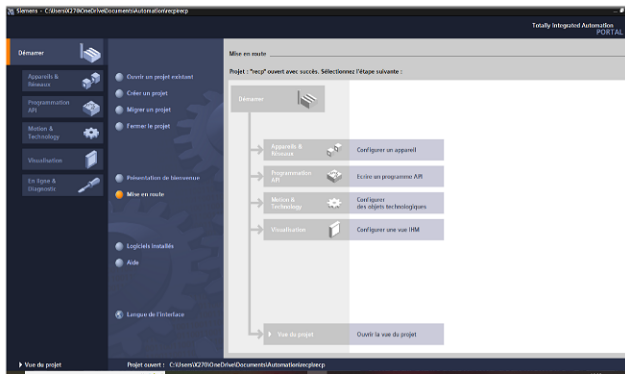
FIGURE 5.6 – PLCSIM V16

5.8 La conception du programme

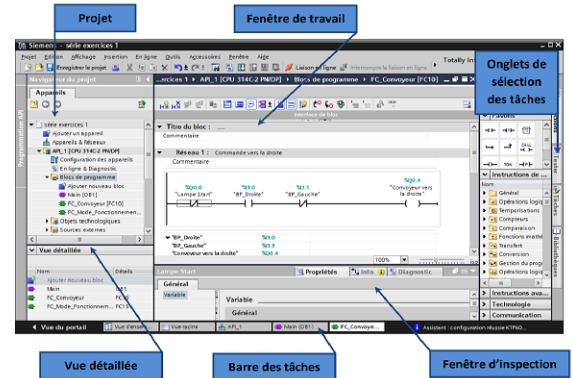
Vue du portail et vue du projet

Lors du démarrage de TIA Portal, l'environnement de travail est divisé en deux types de vues :

- Vue du portail : elle se concentre sur les tâches à effectuer et sa mise en œuvre est très rapide.
- Vue projet : Elle comprend une arborescence avec les éléments du projet. Les éditeurs requis s'ouvrent en fonction des tâches à effectuer. Les données, les paramètres et les éditeurs peuvent être représentés dans une seule vue.



Vue portail



vue projet

FIGURE 5.7 – Vue du portail et vue du projet

Création d'un projet sur Tia Portal

Pour créer un projet dans la vue du portail, Il faut cliquer sur «Créer un nouveau projet». On va indiquer le nom du projet, l'auteur, le commentaire et puis on va choisir le chemin pour sauvegarder la source du projet. Après avoir entré ces informations, il suffit de cliquer sur le bouton « Créer ».

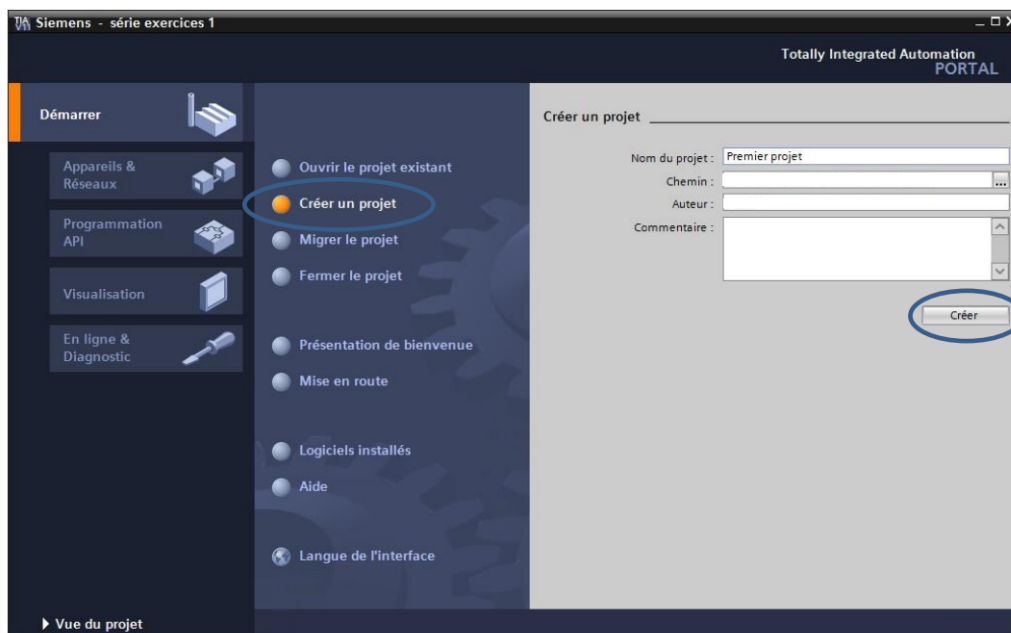


FIGURE 5.8 – Création du projet

Configuration et paramétrage du matériel

Une fois le projet créé, on peut commencer à configurer la station de travail. D’abord, il faut définir le matériel existant, on peut aller dans la vue du projet et cliquer sur «ajouter un périphérique» dans le navigateur du projet. La liste des appareils que l’on peut insérer apparaît (PLC, HMI, système PC), on va commencer par faire le choix de CPU puis ajouter d’autres modules (alimentation, entrées/sorties TOR ou analogiques, modules de communication AS-i, etc.) et les modules complémentaires de l’automate sont ajoutés à l’aide du catalogue. Pour insérer un écran ou un autre automate, on doit utiliser la commande « Ajouter un appareil ».

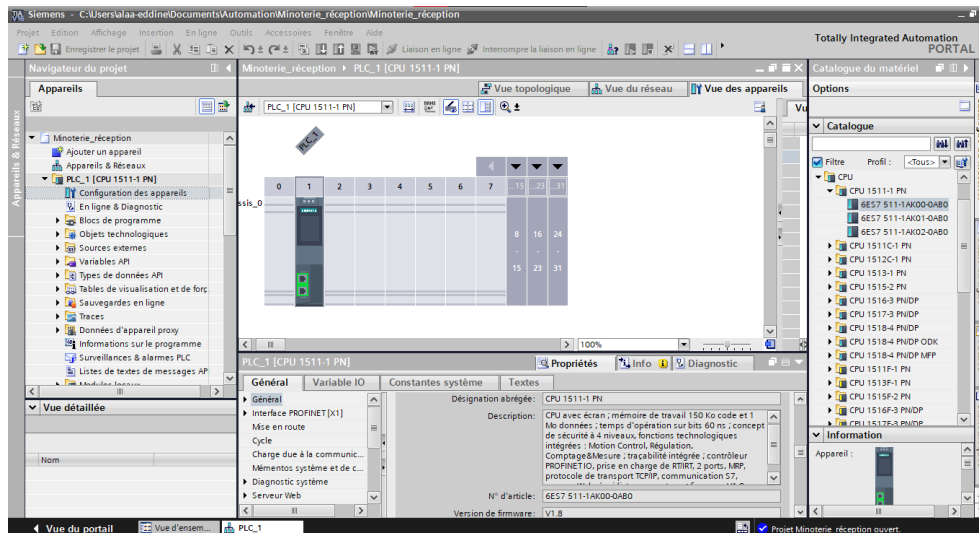


FIGURE 5.9 – Configuration et paramétrage du matériel

Adressage des E/S

Pour obtenir les adressages des entrées et des sorties présentes dans la configuration matérielle, on doit passer par «appareil et réseau» dans le navigateur du projet. Dans la fenêtre de travail, on va sélectionner le le dispositif désiré mais avant tout il faut s’assurer d’être dans l’onglet «Vue des appareils». Il faut sélectionner la CPU, puis ouvrir l’onglet « Vue d’ensemble des appareils ». Les adresses des entrées et des sorties sont affichées dans les case d’adresse, pour les modifier on doit entrer la nouvelle valeur dans la case concernée.

Adresse Ethernet de la CPU

Dans les propriétés de la CPU, son adresse Ethernet peut également être définie par un double-clic sur le port Ethernet de la station permet d’afficher la fenêtre d’inspection pour définir ses propriétés. Pour créer une connexion entre la CPU et la console de programmation, il est nécessaire d’attribuer aux deux dispositifs des adresses appartenant au même réseau. L’adresse utilisée pour l’automate est 192.168.0.1 de l’automate.

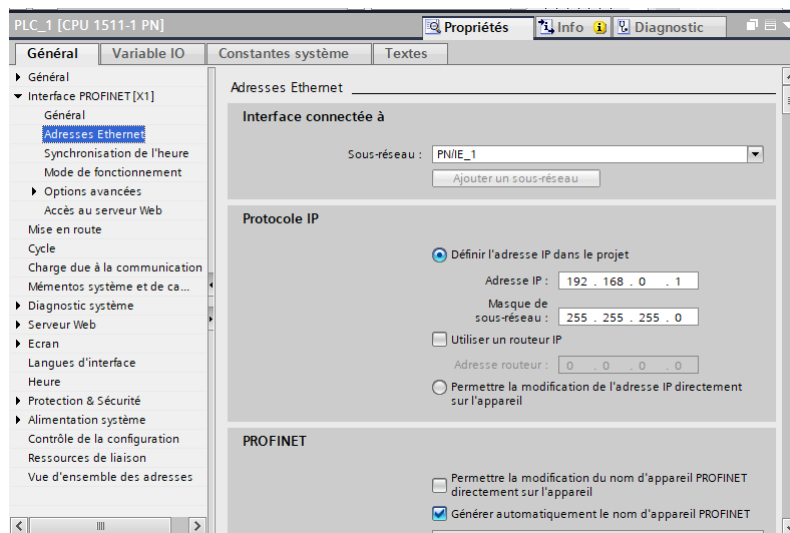


FIGURE 5.10 – Adressage Ethernet de la CPU

Compilation et chargement de la configuration matérielle

Dès que la configuration matérielle a été créée, elle doit être compilée et chargée dans l'automate. La compilation se fait à l'aide de l'icône « compiler » dans la barre des tâches. Il faut sélectionner l'automate dans le projet et cliquer sur l'icône « compiler ». De cette manière, la compilation matérielle et logicielle est effectuée. Une autre façon de compiler consiste à faire un clic droit sur l'API dans la fenêtre du projet et sélectionner l'option « Compiler à Configuration matérielle ». Pour charger la configuration dans l'automate, il suffit de cliquer sur l'icône « charger dans l'appareil ». La fenêtre ci-dessous s'ouvre et on doit choisir le type de connexion (PN/IE, Profibus, MPI). Si le mode PN/IE est sélectionné, l'automate doit avoir une adresse IP.

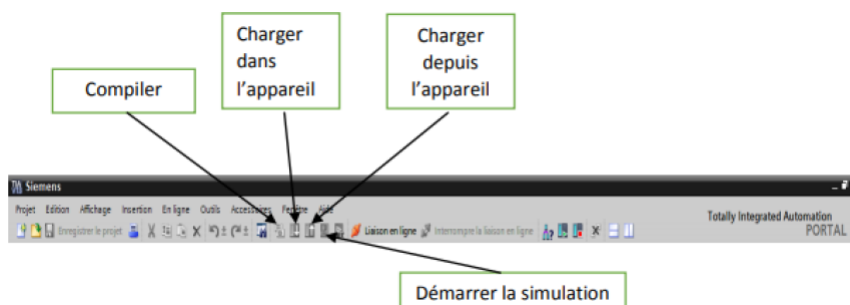


FIGURE 5.11 – Compilation et chargement de la configuration matérielle

Création d'une table des variables

Il est intéressant de créer une table des variables Afin de faciliter la programmation. Pour créer une variable, il suffit d'indiquer le nom de la variable, le type de données et son adresse.

Nom	Table de variables	Type de données	Adresse	Réma...	Acces...	Écritu...	Visib...	Surveilla...	Commentaire
1	start	Table de variables_1	Bool	%I0.0					
2	stop	Table de variables_1	Bool	%I0.1					
3	cp201	Table de variables_1	Bool	%I0.2					
4	cp202	Table de variables_1	Bool	%I0.3					
5	1102M01	Table de variabl...	Bool	%Q0.0					Elevateur1
6	1104M01	Table de variables_1	Bool						Elevateur2
7	1103M01	Table de variables_1	Bool						separateur
8	1106M01	Table de variables_1	Bool						vis transport
9	1106M02	Table de variables_1	Bool						Vanne silo 201
10	1107M02	Table de variables_1	Bool						Vanne silo 202
11	1199M01	Table de variables_1	Bool						filtre
12	1199M02	Table de variables_1	Bool						
13	arrêt d'urgence	Table de variables_1	Bool						
14	demarrage effectué	Table de variables_1	Bool	%M0.0					
15	cycle démarre	Table de variables s...	Bool	%M0.1					
16	arrêt effectué	Table de variables s...	Bool	%M0.2					
17	cycle arrêt	Table de variables s...	Bool	%M0.3					
18	alarme	Table de variables s...	Bool	%M0.4					
19	alarme separateur	Table de variables s...	Bool	%M0.5					
20	alarme elevateur 2	Table de variables s...	Bool	%M0.6					
21	alarme vis	Table de variables s...	Bool	%M0.7					
22	alarme filtre1	Table de variables s...	Bool	%M1.0					
23	alarme filtre2	Table de variables s...	Bool	%M1.2					
24	alarme vanne 1	Table de variables s...	Bool	%M1.3					
25	alarme vanne 2	Table de variables s...	Bool	%M1.4					
26	alarme elevateur 1	Table de variables s...	Bool	%M1.5					
27	retour elevateur 1	Table de variables_2	Bool	%I0.5					
28	retour elevateur 2	Table de variables_1	Bool	%I0.6					

FIGURE 5.12 – Table des variables

L'ajout d'un nouveau bloc

Enfin à la programmation, il faut ajouter un bloc d'organisation, fonctionnel ou une fonction et sélectionner le langage de programmation utilisé.

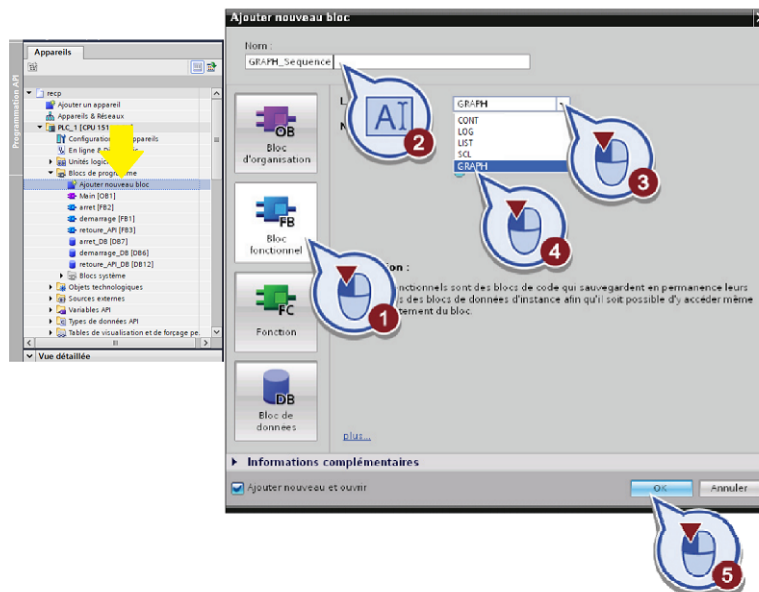


FIGURE 5.13 – L'ajout d'un nouveau bloc

5.8.1 Programmation en utilisant le langage LADDER (Annexe B)

Structure et description du programme

Pour répondre au mieux aux besoins et aux exigences de la spécification, nous avons développé un programme composé de trois blocs fonctionnels, chacun avec une tâche spécifique à effectuer, et un bloc main qui synchronise tout et bascule les états des sorties.

Dans les explications qui suivent, nous n'adopterons qu'un seul exemple dans chaque bloc, puisque le même principe se répète..

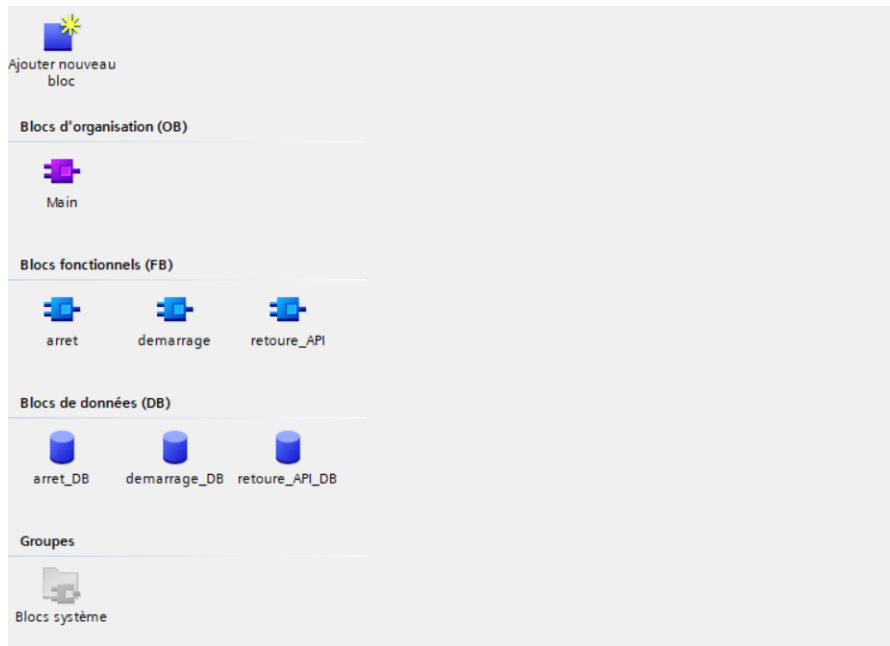


FIGURE 5.14 – Structure du programme

Les blocs fonctionnels

Bloc de démarrage : Pour une meilleure approche, on utilise le même principe que le GRAFCET, ainsi chaque état active une sortie. A l'activation d'une nouvelle état, l'état qui le précède immédiatement est désactivée.

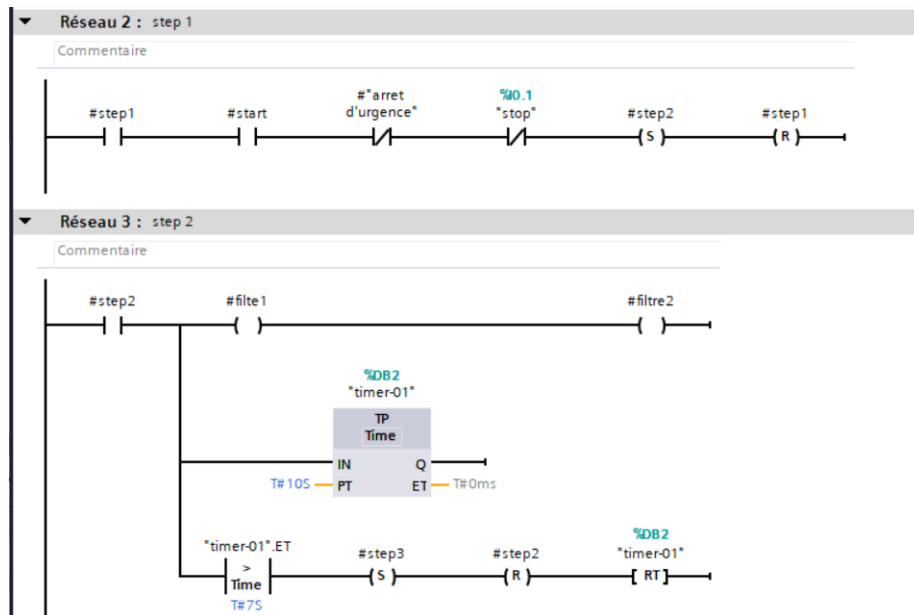


FIGURE 5.15 – Bloc de démarrage (réseau 2 et 3)

Au réseau 1 pour démarrer le cycle il faut tout d'abord s'assurer qu'il pas d'arrêt d'urgence et que le cycle n'a pas été déjà démarré, ainsi les sortie attribué a état 1 seront activé.

Dans le deuxième réseau l'instruction de temporisation (PT) "Génération d'impulsion" assure l'attente selon la durée programmée, nous mettons la sortie Q à "1" pour une durée programmée. L'instruction est démarrée lorsque le résultat logique (RLO) à l'entrée IN passe de "0" à "1" (front montant). La

durée PT programmée débute au démarrage de l'instruction. La sortie Q est mise à 1 pour la durée PT, indépendamment de l'évolution du signal d'entrée. Au cours de la durée PT, la détection d'un nouveau front montant du signal à l'entrée IN n'a pas d'influence sur l'état logique à la sortie Q. A la sortie l'état sera désactivé et les sortie attribué a l'état deux s'active.

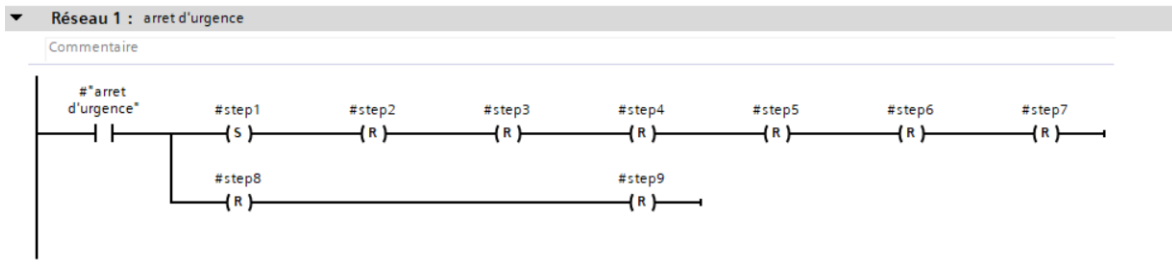


FIGURE 5.16 – Bloc de démarrage (réseau 1)

Si l'arrêt d'urgence s'active, tous les état sont forcé a la désactivassions sauf l'état une afin que le bloc puisse être réinitialisé.

Bloc d'arrêt : Le même principe est utilisé, en vérifié d'abord dans le réseau un si le cycle démarrée et dans le réseau 2 en utilise encore l'instruction de temporisation (PT) pour assurer la durée.

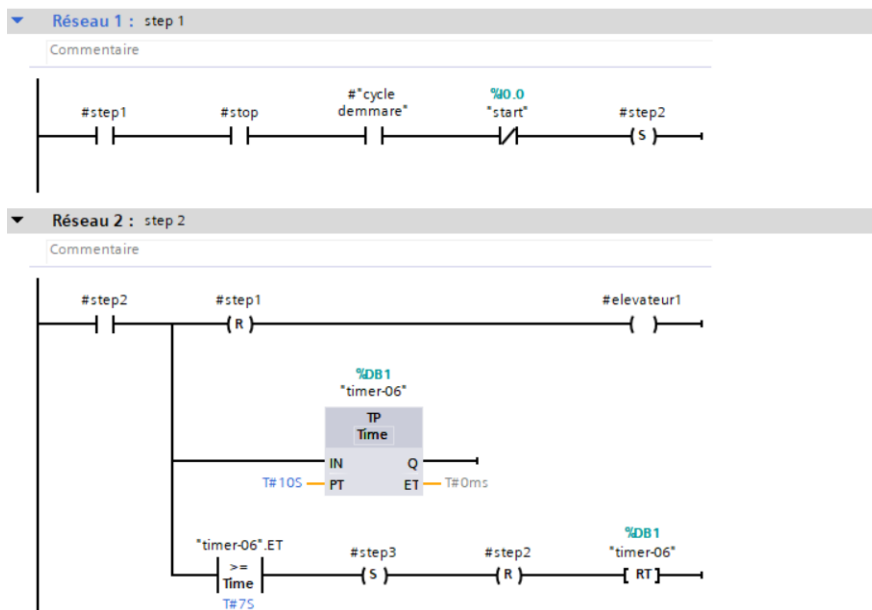


FIGURE 5.17 – Bloc d'arrêt (réseau 1 et 2)

Bloc retour API : Si la sortie est active et il y a pas de retour (le contacteur n'est pas excitée) une instruction de temporisation TON "Retard à la montée" s'active, ainsi si la valeur dépasse les 6s une alarme se déclenche et un message s'affiche pour indiquer le composant.

L'instruction "Retard à la montée" nous permet de retarder la mise à 1 de la sortie Q de la durée programmée PT. L'instruction est démarrée lorsque le résultat logique (RLO) à l'entrée IN passe de "0" à "1" (front montant). La durée PT programmée débute au démarrage de l'instruction. Une fois la durée PT écoulee, la sortie Q fournit l'état logique "1". La sortie Q reste à 1 tant que l'entrée de démarrage fournit "1". Lorsque l'état logique à l'entrée de démarrage passe de "1" à "0", la sortie Q est remise à 0. La fonction de temporisation est redémarrée lorsqu'un nouveau front montant est détecté à l'entrée de

démarrage.

La valeur de temps actuelle peut être demandée à la sortie ET. La valeur de temps débute à T0s et se termine lorsque la durée PT est atteinte. La sortie ET est remise à 0 dès que l'état logique à l'entrée IN passe à "0". Si l'instruction n'est pas appelée dans le programme, par exemple parce qu'elle n'a pas été prise en compte, la sortie ET fournit une valeur constante dès que la durée PT est écoulée.

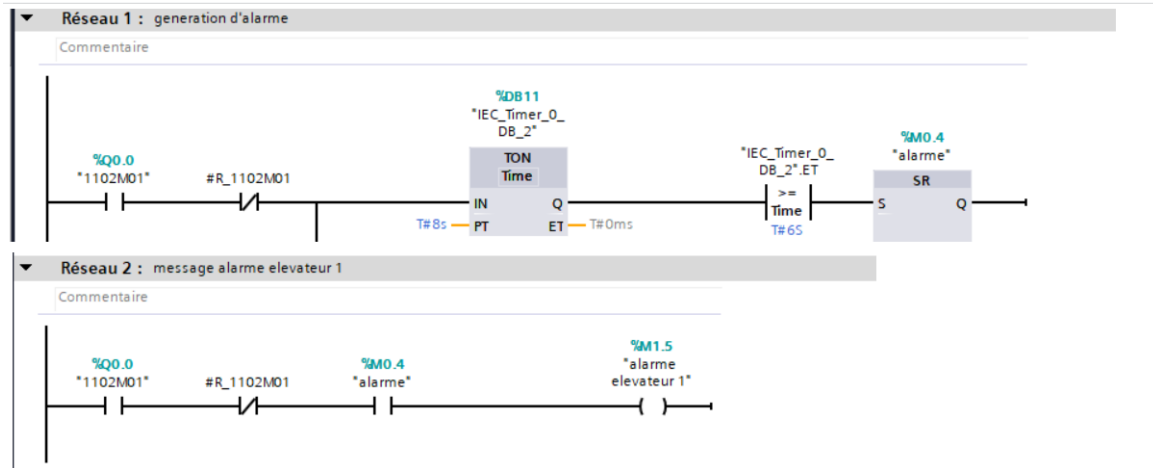


FIGURE 5.18 – Bloc retour API (réseau 1 et 2)

Bloc main

A partir de ce bloc des blocs supplémentaires peuvent être appelés à leur tour pour structurer le programme, comme les blocs fonctionnel cela permet de programmer et de tester leur fonctionnalité plus facilement.

Le premier réseau nous informe sur l'état du cycle si il est en marche ou a l'arrêt, ce qui permet la synchronisation des bloc.

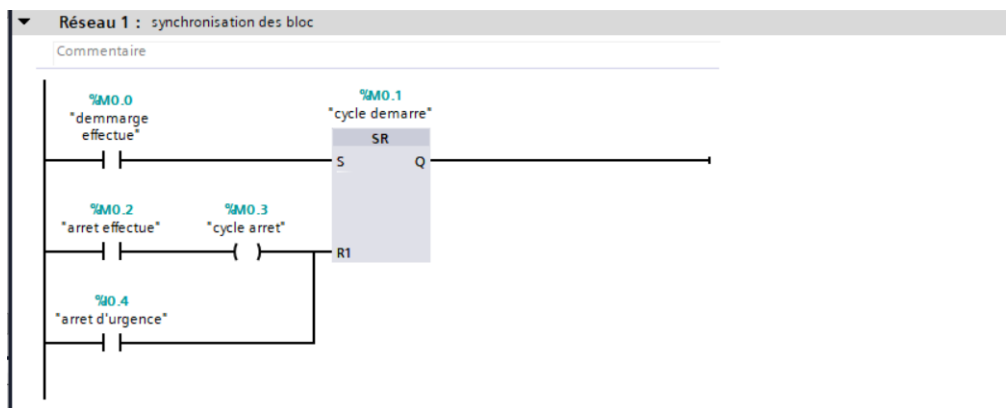


FIGURE 5.19 – Bloc main (réseau 1)

Les impulsions fournies par les blocs fonctionnel 'démarrage' ou 'arrêt' déterminent l'état du moteur à l'aide des bascules 'SR'. Le « S » de la bascule permet au moteur de démarrer et le « R » permet au moteur de s'arrêter en cas d'arrêt d'urgence ou de demande d'arrêt.

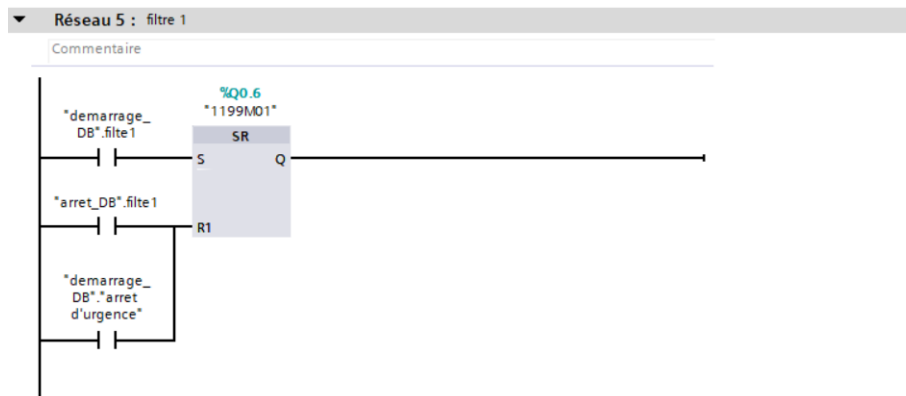


FIGURE 5.20 – Bloc main (réseau 5)

5.8.2 Programmation en utilisant le langage SFC (Annexe C)

Structure et description du programme

Nous passons maintenant à la partie programmation, dans cette partie nous allons concevoir un programme basé sur le langage SFC où il sera composé de deux blocs, le bloc fonctionnel composé de cinq graphes : GRAFCET de démarrage, GRAFCET d'arrêt, GRAFCET de sécurité, GRAFCET de conduite et GRAFCET de production normale, et sans oublier le bloc main pour l'exécution cyclique du programme utilisateur .

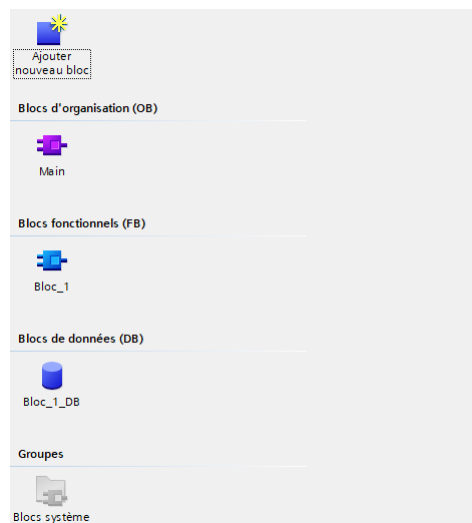


FIGURE 5.21 – Structure du programme

Bloc fonctionnel

Le FB GRAPH rend possible la programmation claire et rapide de toutes les étapes du programme et si nécessaire, le contrôle individuel de chaque étape.

Afin de démarrer le processus de démarrage automatique de la zone de réception, nous utilisons la technique GRAFCET qui est un diagramme fonctionnel qui permet d'écrire le comportement et l'évolution de notre processus, basé sur l'activation et la désactivation des différentes étapes. Le même principe est utilisé pour l'arrêt automatique. Le GRAFCET de sécurité permet de gérer les arrêts lors d'une défaillance, le GRAFCET de conduite permet d'assurer le bon fonctionnement du système automatisé,

et pour le GRAFCET de production normal décrit le fonctionnement normal de production du système

Le graphique séquentiel créé correspond exactement au déroulement du programme. Les figures ci-dessous montrent en détail les différentes étapes des graphes séquentiels de GRAPH :

Bloc main

Pour que l'automate puisse exécuter le Grafcet, il faut que le bloc fonctionnel contenant le Grafcet soit appelé depuis le bloc de programme principal. L'ajout du bloc programme se fait simplement en déplaçant le bloc fonctionnel dans le bloc programme principal.

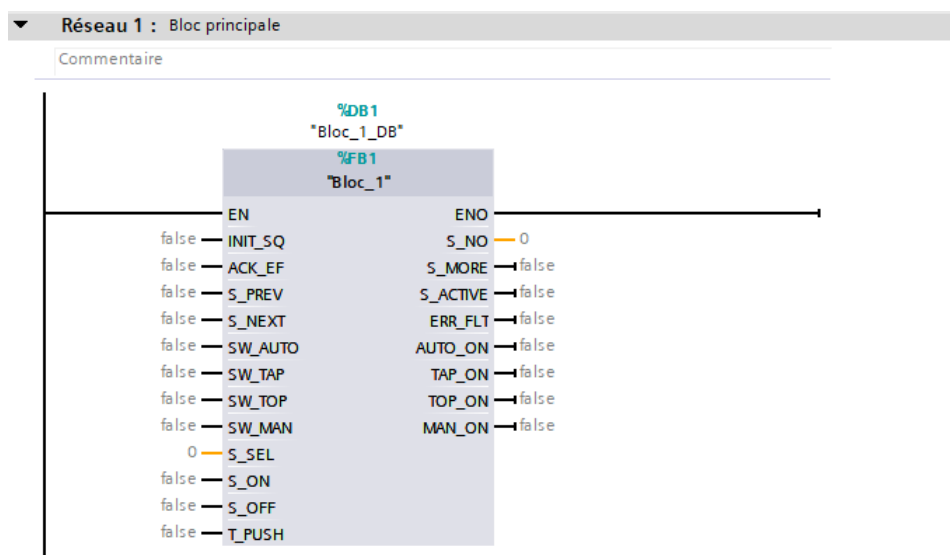


FIGURE 5.22 – Bloc main

5.9 Conclusion

Dans ce dernier chapitre on a traduit le GRAFCET en langage LADDER et nous avons cité les différentes étapes nécessaire, décrivant les blocs utilisés lors de la programmation et leur mise en œuvre.

TIA Portal permet de consolider et de simplifier le travail dans une interface accessible et facile à utiliser, en éliminant les tâches superflues, en améliorant le flux de travail d'automatisation.

Conclusion Générale

C'est ainsi que nous avons accompli notre stage dans le cadre d'un projet de fin d'études, en tant qu'élèves ingénieurs en automatisme au sein de l'entreprise MINOTERIE KALACHE. Le travail présenté dans ce mémoire s'inscrit dans le cadre de l'automatisation d'une zone de réception de blé tendre, basé sur un automate S7-1500 de la compagnie SIEMENS mais aussi ce projet avait pour ambition de réaliser les schémas électriques de l'armoire dédiée à la zone de réception par le logiciel SOLIDWORKS Electrical.

Ce stage nous a été très bénéfique grâce à ses nombreux avantages. En effet, il nous a fait découvrir l'environnement industriel et nous a permis de concrétiser sur le terrain nos connaissances théoriques.

Au cours de cette période, nous avons établi les bilans de matériel et de puissances pour la réalisation des schémas électriques afin de simplifier le processus de conception électrique, et nous avons été en mesure de mettre en pratique nos connaissances théoriques acquies pendant notre formation, qui se sont avérées très précieuses lors de notre modélisation du fonctionnement de minoterie en GRAFCET afin de faciliter le passage à la transcription de ce modèle en langage LADDER (CONT) et en SFC, réalisée à l'aide du logiciel TIA PORTAL V16.

Le travail présenté dans ce rapport nous amène à conclure que lorsque l'on fait face aux difficultés réelles du monde professionnel et industriel, on se rend compte que le domaine de l'automatisation est très apprécié et est désormais indispensable, puisqu'il permet de prendre en charge les tâches les plus répétitives et ingrates. Par conséquent, pour effectuer un projet d'automatisation industrielle, il est important de respecter ces cinq étapes :

- Bien fixer le besoin.
- La liste des composants matériels dont le projet a besoin.
- Une bonne analyse fonctionnel.
- Le choix de l'automate.
- Architecture du projet.
- Architecture du programme.

De plus, le simple fait de pouvoir être avec des experts dans ce domaine, nous a fait progresser et enrichir nos connaissances théoriques que nous avons obtenues au cours de nos études.

Notre objectif principal de l'étude a été accompli, le projet que nous avons réalisé vient de reproduire de manière fidèle le fonctionnement du système.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] William Bolton. *Automates programmables industriels - 2e éd.* Dunod, 2015.
- [2] Jacques Marie Broust. *Appareillages et installations électriques industriels.* Dunod, 2019.
- [3] Jean-Yves Fabert. Sciences industrielles : Automatismes et automatique. *Edition Ellipses, Paris,* 2005.
- [4] Documentation GEMMA. «*GEMMA : Guide d'Étude des Modes de Marches et d'Arrêts*» à *Ecole Nationale d'Ingénieur de Sousse en Tunisie.* 2012.
- [5] Patrick Anaya Gérard Boujat. *Automatique industrielle en 20 fiches.* Dunod, 2013.
- [6] Bousaria Hachani. Automatisation du système de contrôle d'humidité de blé au niveau de la minoteries el-baraaka, memoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme de master à université mohamed khider de biskra. 2019.
- [7] OTHMANI Kaouthar. Automatisation d'une chaine de production par api siemens s7-300 etude du cas «les moulins de laghouat», mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme d'ingénieur à école supérieur en science appliquées de tlemcen. 2020.
- [8] Mourad KCHAOU. «*Introduction à l'Automatisme GRAFCET GEMMA*», *Université de Sousse en Tunisie.* 2019.
- [9] ZERGA Abdelhamid Ali KERKAR Abdelmadjid. Automatisation de la zone cuisson et régulation manuelle de la pression du capot de chauffe par la variation de la vitesse du ventilateur d'exhaure, mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme d'ingénieur à école supérieur en science appliquées de tlemcen. 2020.
- [10] Patrick Salaün Michel Grout. *Instrumentation industrielle - 4e éd. - Spécification et installation des capteurs et des vannes de régulation.* Dunod, 2015.
- [11] METATLA Rachid. Normes et schémas électriques, institut algerien du petrole, ecole de skikda département génie électrique instrumentation. 2016.
- [12] Denis Cogniel René Bourgeois. *Les moteurs électriques et les commandes associées.* Casteilla, 2012.

- [13] Documentation Siemens. «*Système d'automatisation S7-1500*» à Nuremberg en Allemagne. Siemens, 2018.
- [14] Documentation SOLIDWORKS. «*FUNDAMENTALS OF SOLIDWORKS ELECTRICAL*». SOLIDWORKS Education Édition, 2021.

ANNEXE A : SCHÉMA ÉLECTRIQUE

1 1 2 3 4 4 5 6 6 7

Shéma électrique Réception

E-mail: fardehebalaa@gmail.com
heddar.zahredine@gmail.com

Page de garde

INDICE

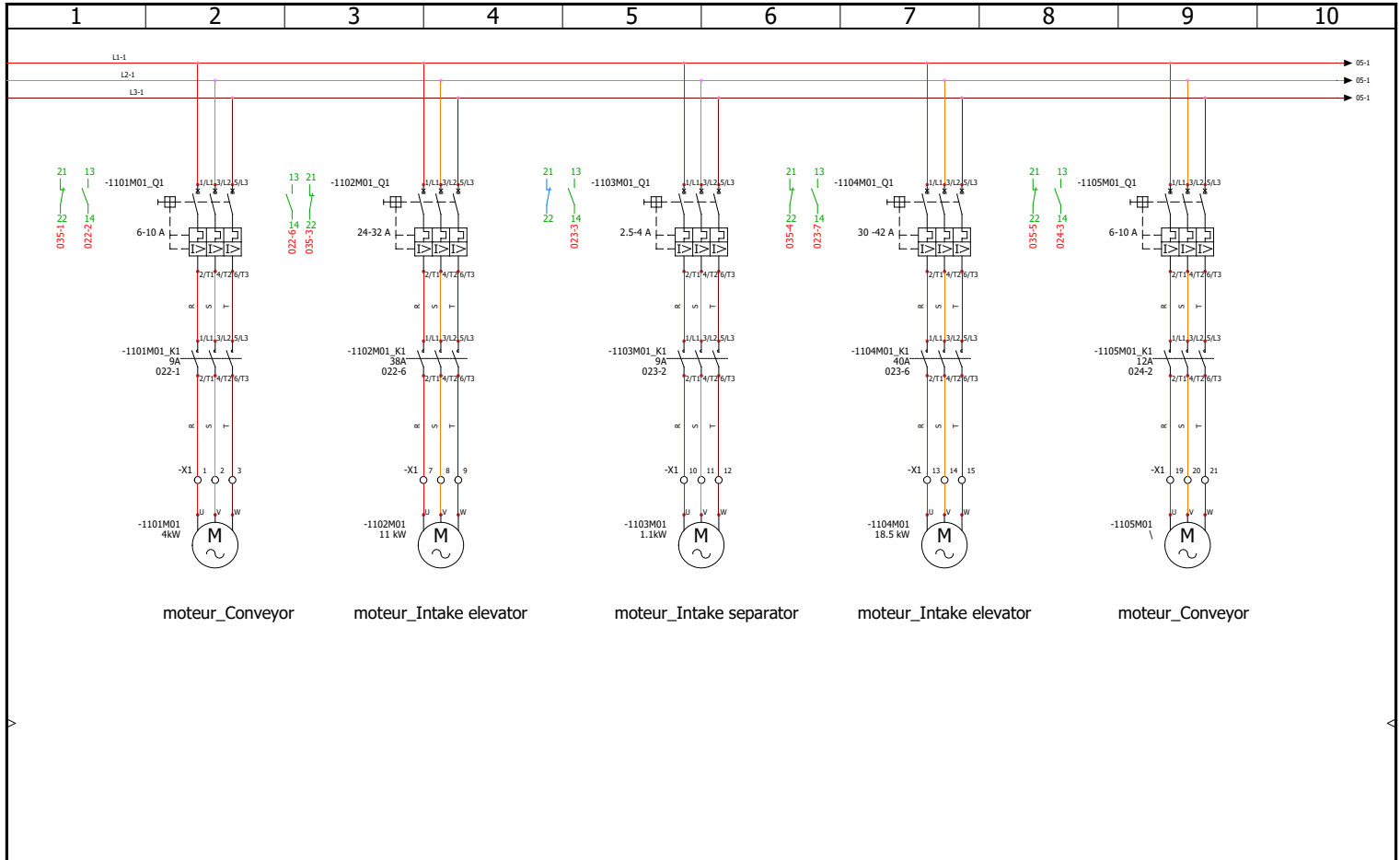
0

0		Zahr-eddine	
IND	DATE	NOM	MODIFICATIONS

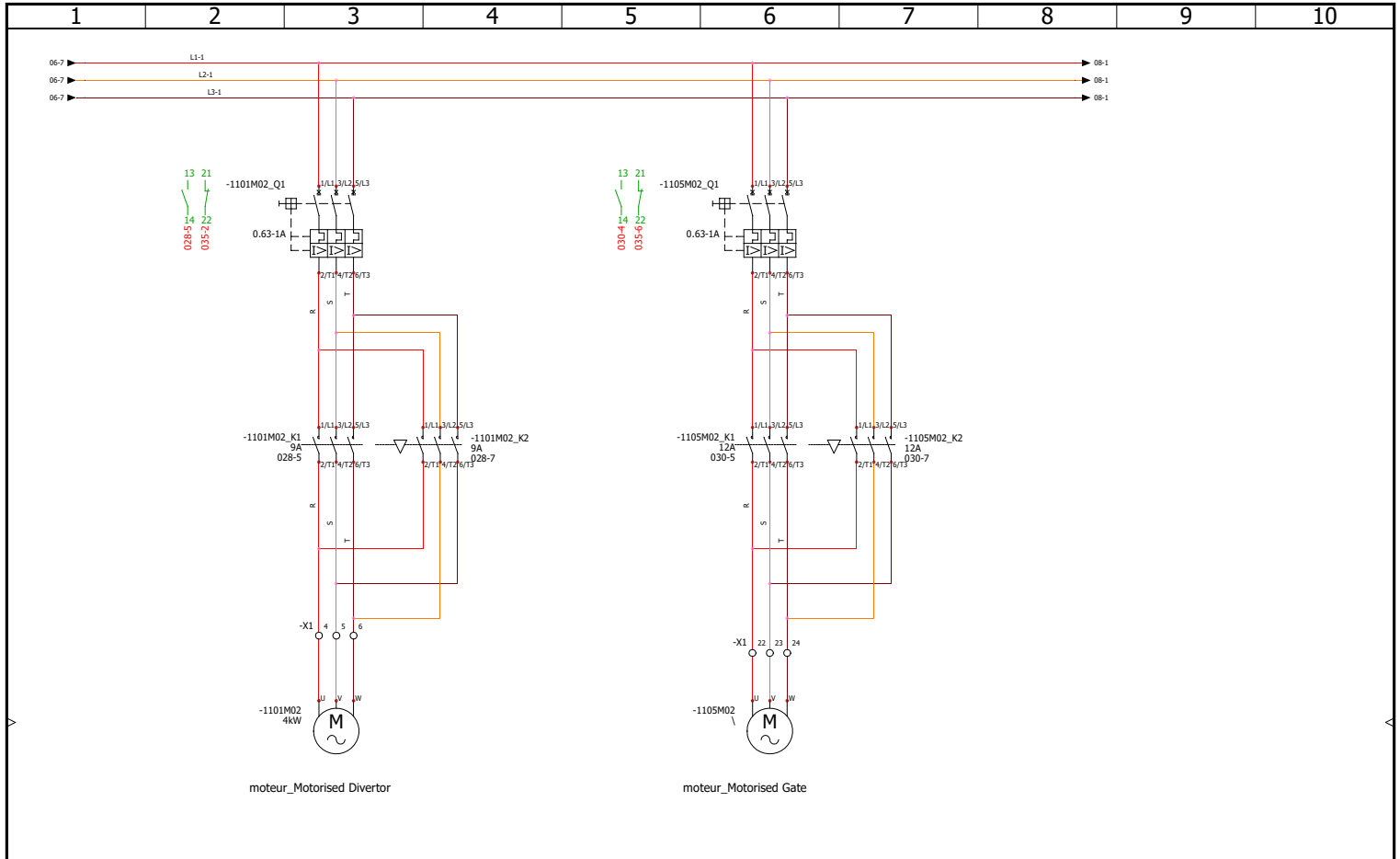
FOLIO

01

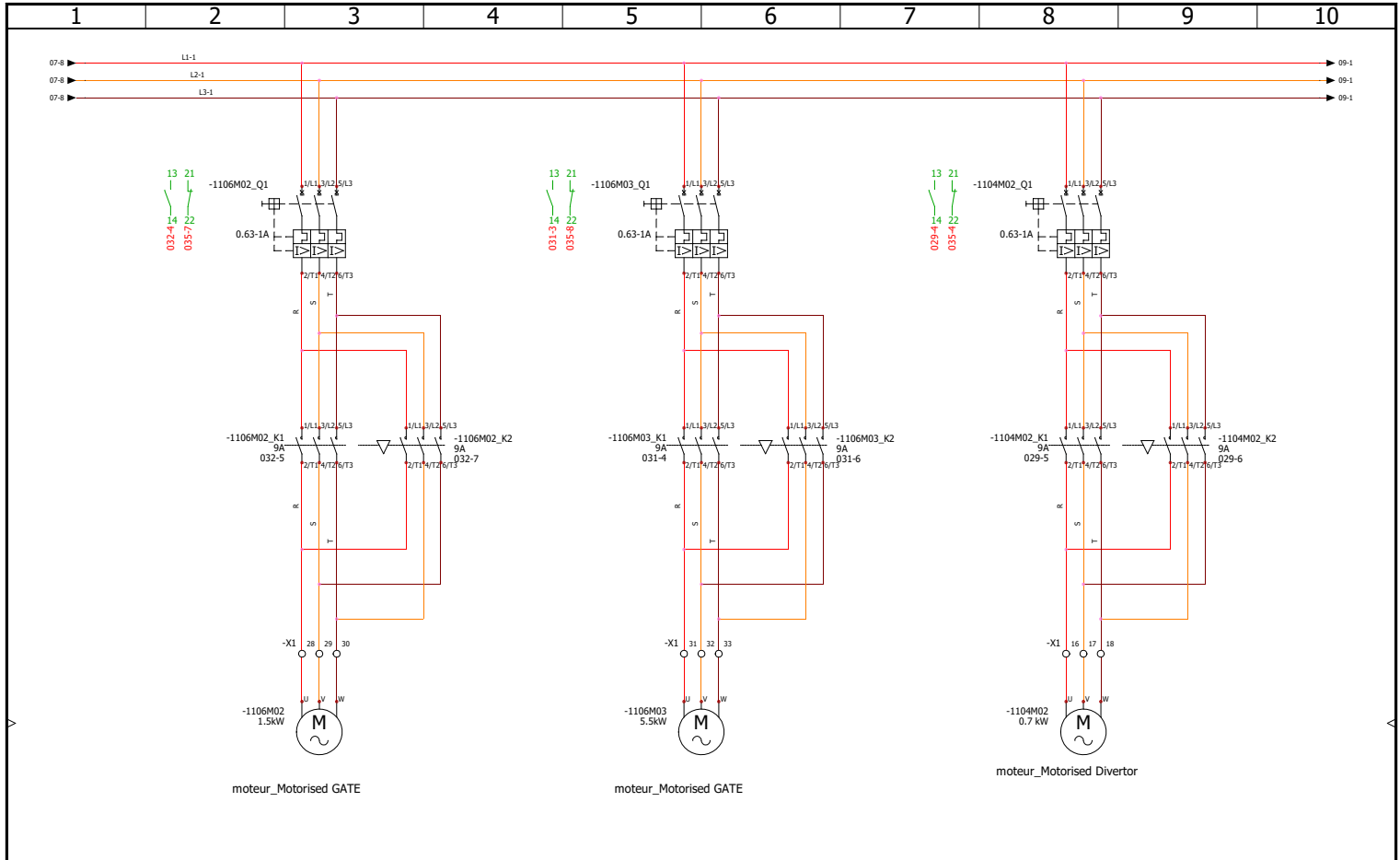
N° D'AFFAIRE:	LOCALISATION: +MCC2	Armoire electrique principale	Données utilisateur 1	Données utilisateur 2
---------------	---------------------	-------------------------------	-----------------------	-----------------------



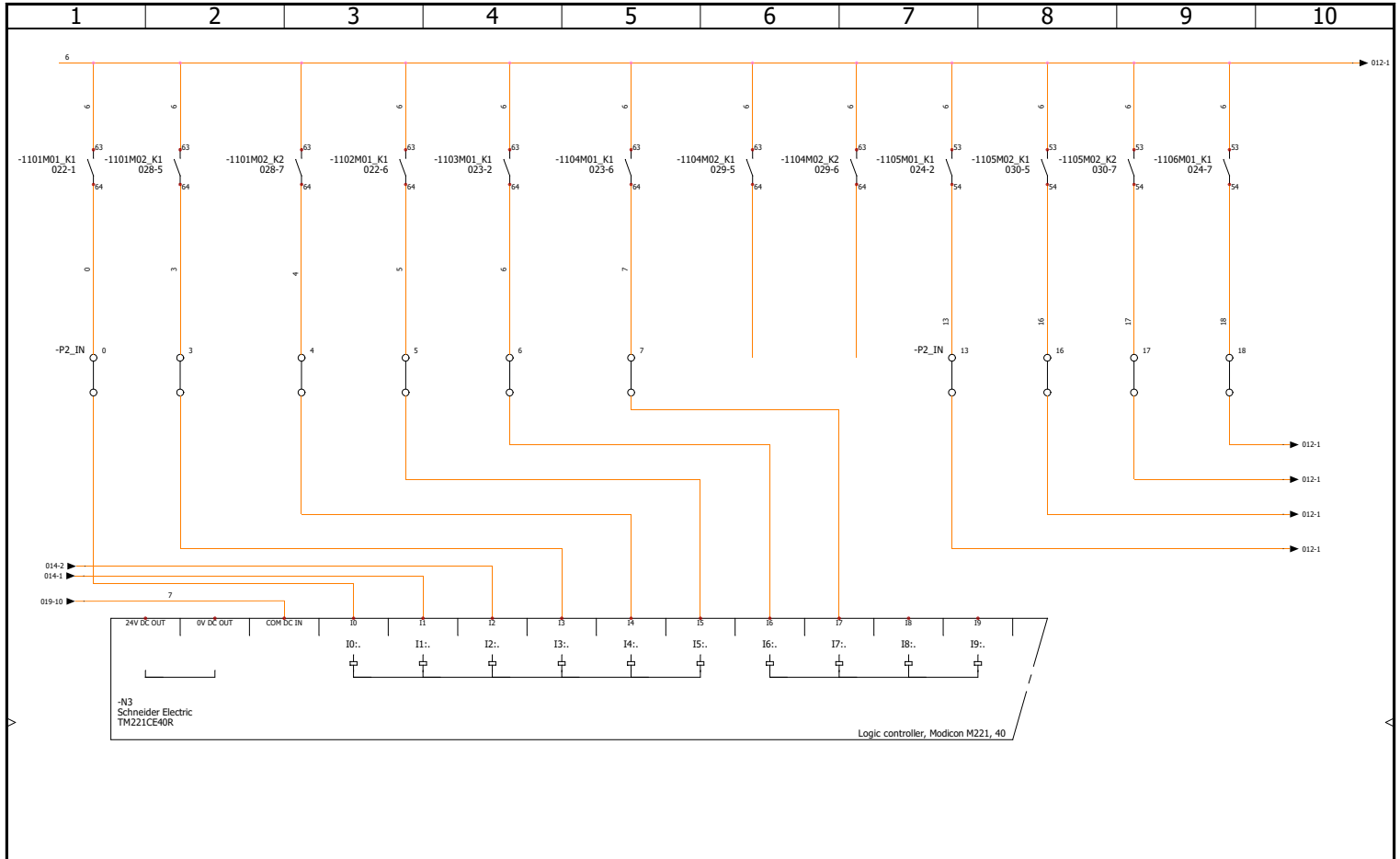
<p style="text-align: center;">Liasse de documents</p>				REVISION	
				0	
CONTRACT:		LOCATION: +MCC2 Armoire électrique principale		SCHEME	
				0	alaa-eddine
		REV.	DATE	NAME	CHANGES
		User data 1		User data 2	



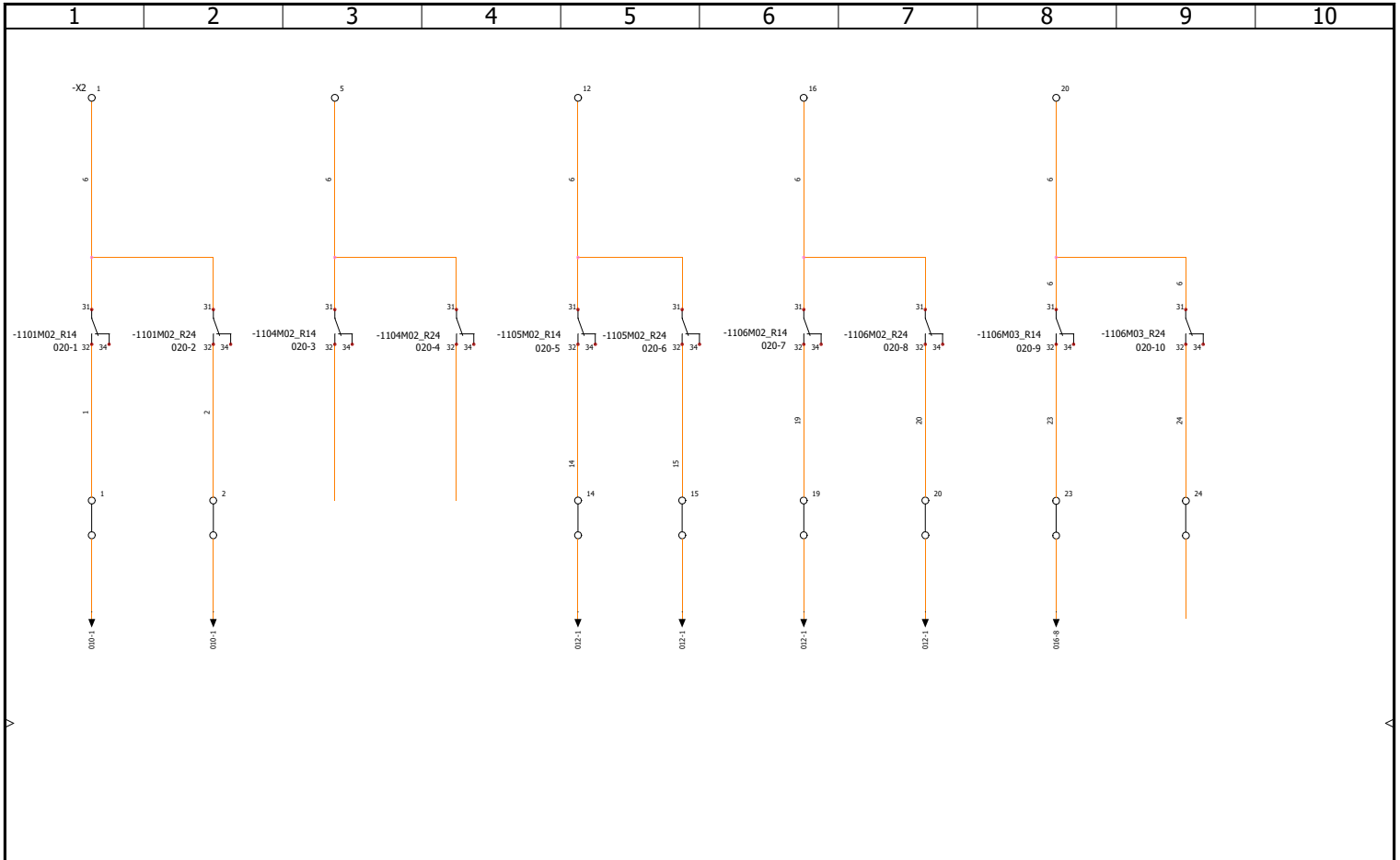
Liasse de documents		Zahr-eddine		REVISION			
		alaa-eddine		0			
CONTRACT:	LOCATION: +MCC2	Armoire electrique principale	REV.	DATE	NAME	CHANGES	SCHEME
			User data 1				User data 2



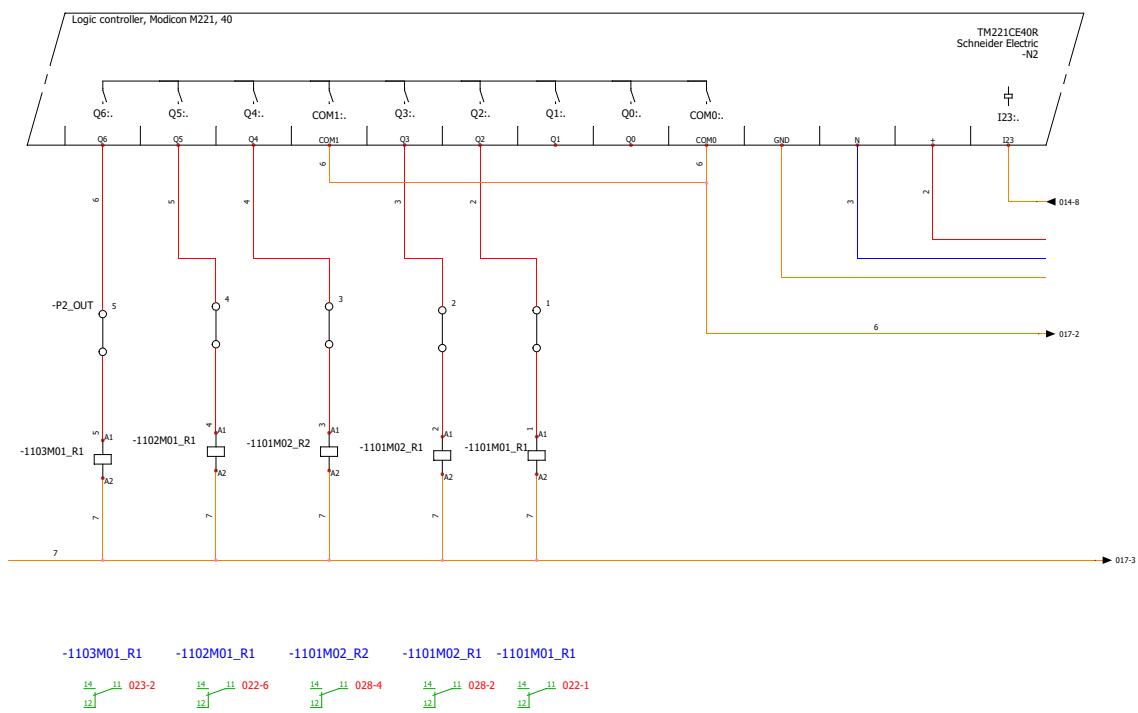
<p style="text-align: center;">Liasse de documents</p>		Zahr-eddine		REVISION
		alaa-eddine		0
CONTRACT:		LOCATION: +MCC2	Armoire électrique principale	SCHEME
		User data 1		08
		User data 2		



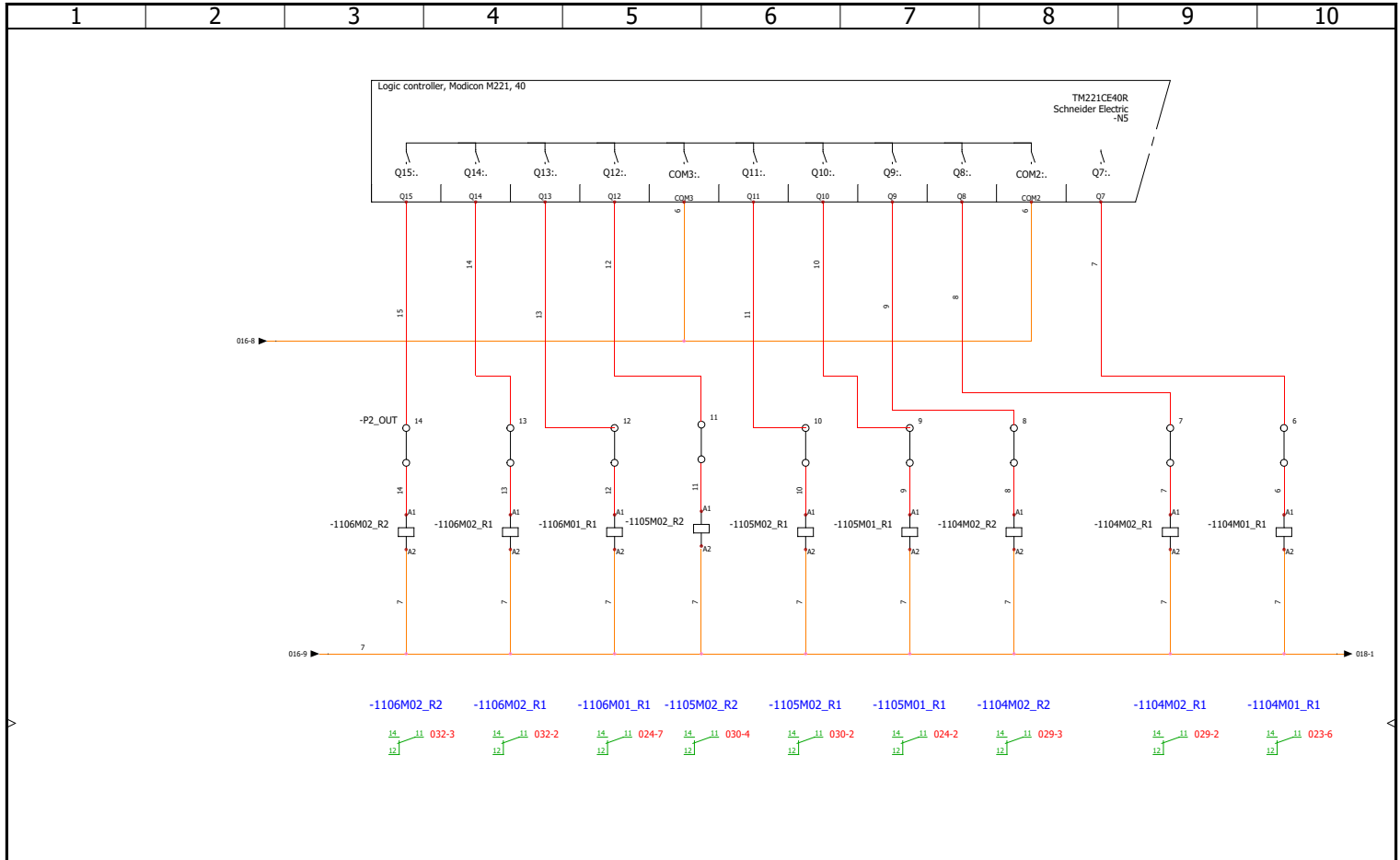
CONTRACT:		LOCATION: +MCC2		Armoire électrique principale		Zahr-eddine		REVISION
						alaa-eddine		0
REV. 0		DATE		NAME		CHANGES		SCHEME
User data 1		User data 2						010



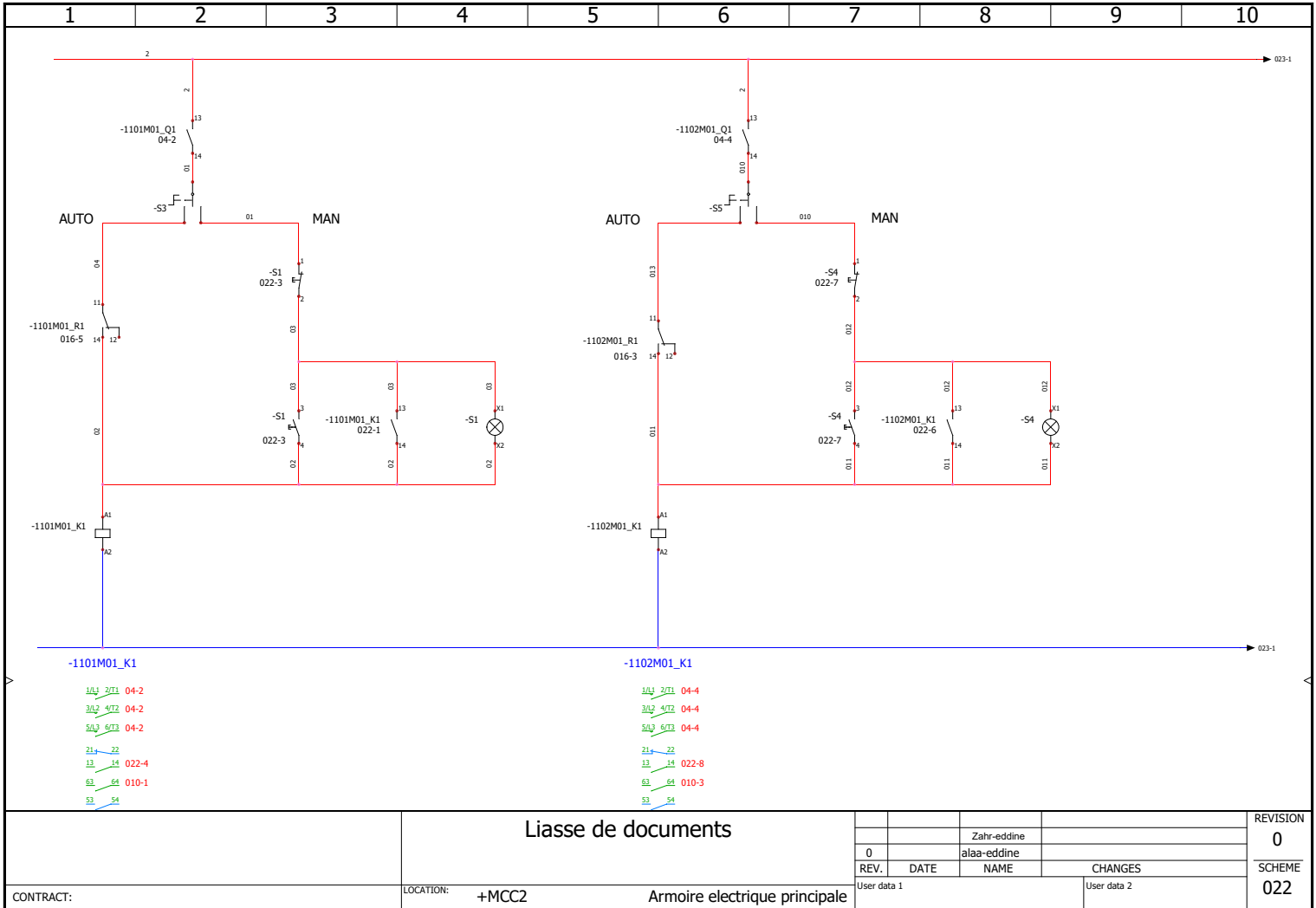
		Liasse de documents			REVISION
					0
					SCHEME
					014
CONTRACT:	LOCATION: +MCC2	Armoire électrique principale		User data 1	User data 2
		REV.	DATE	NAME	CHANGES
				Zahr-eddine	
				alaa-eddine	

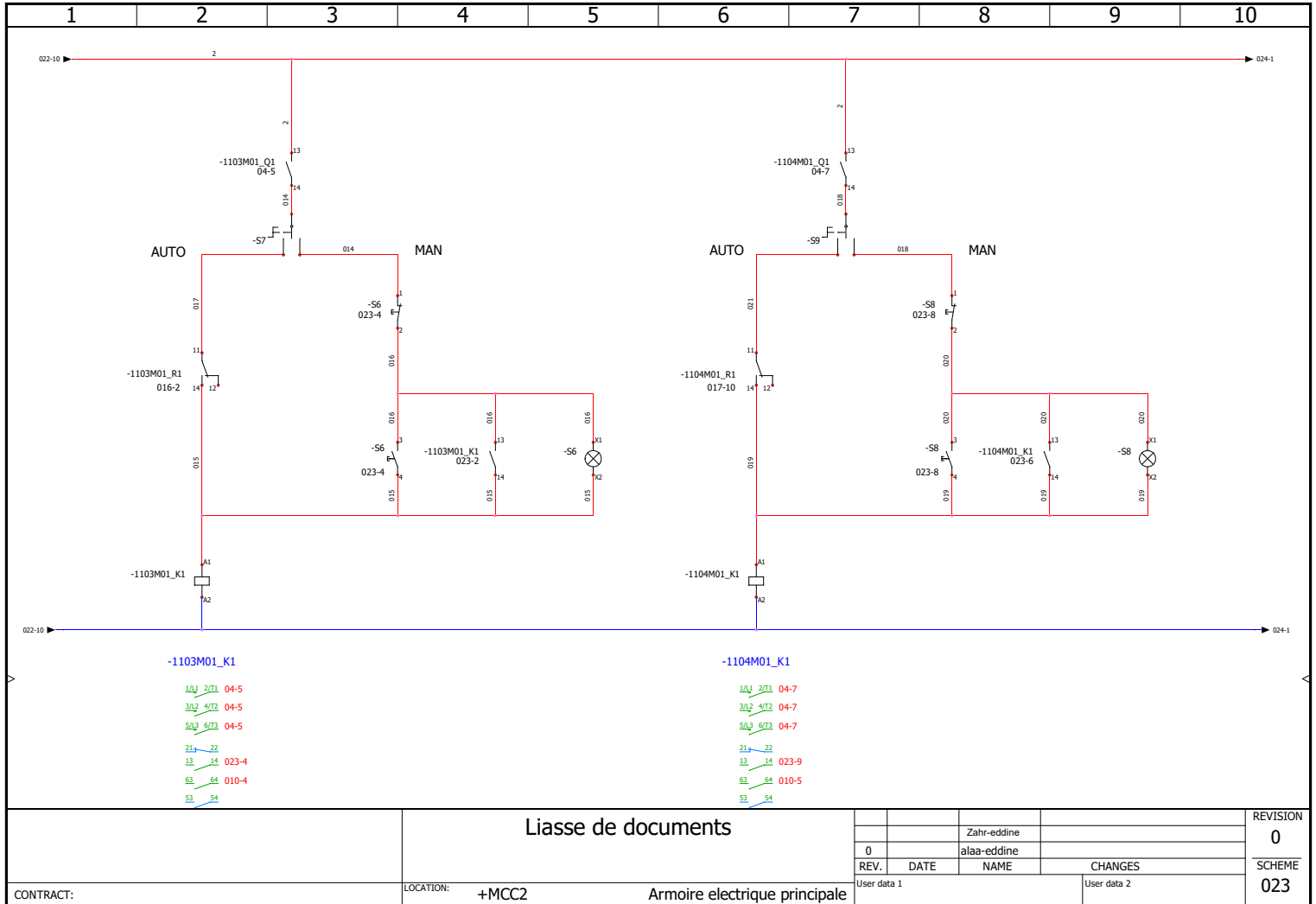


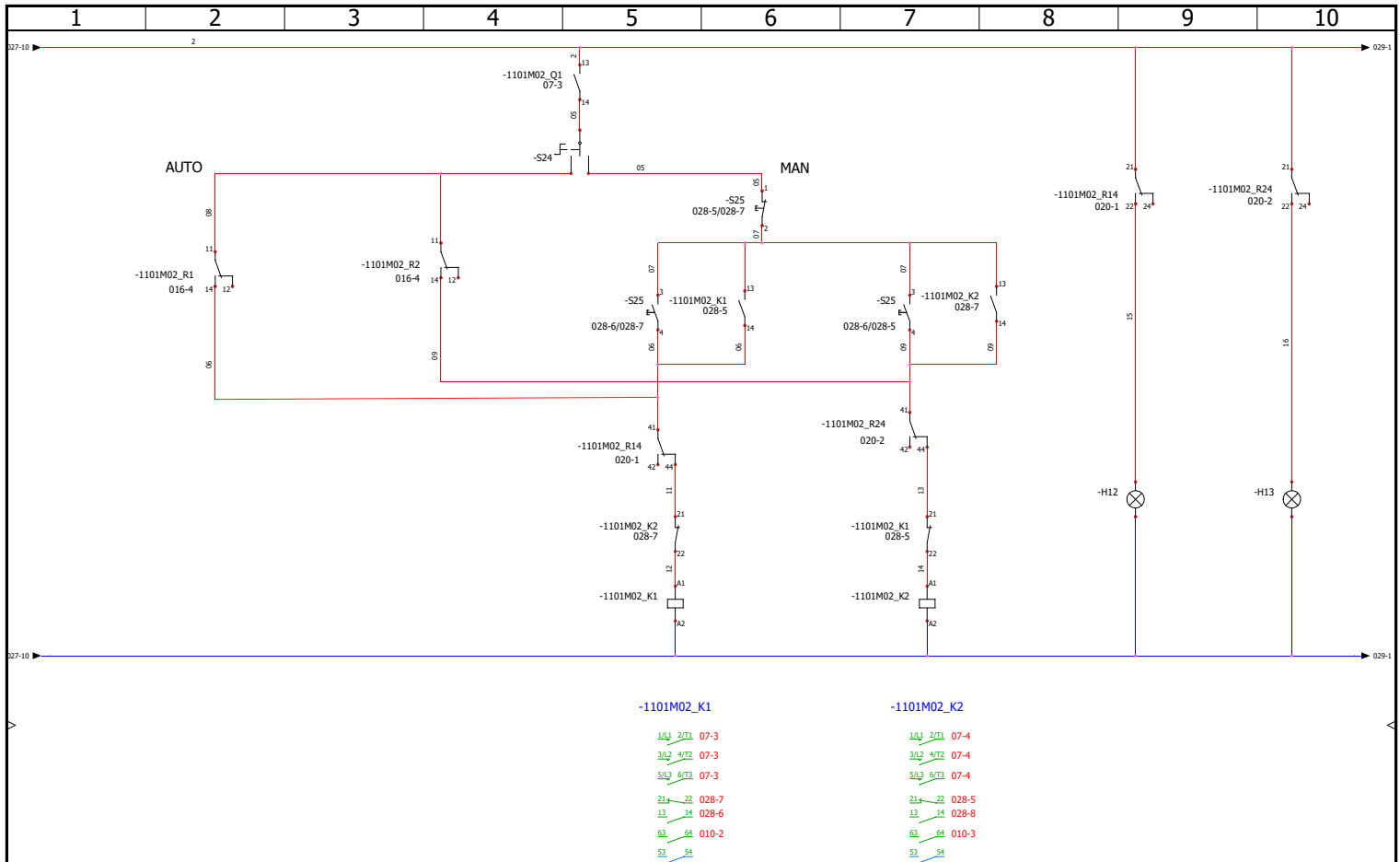
Liasse de documents		Zahr-eddine		Saisissez du texte ici	REVISION		
		alaa-eddine			0		
CONTRACT:	LOCATION: +MCC2	Armoire electrique principale	REV.	DATE	NAME	CHANGES	SCHEME
			0				016
			User data 1		User data 2		



Liasse de documents		Zahr-eddin		REVISION
		alaa-eddine		0
CONTRACT:	LOCATION: +MCC2	Armoire electrique principale	017	SCHEME
User data 1		User data 2		017







-1101M02_K1

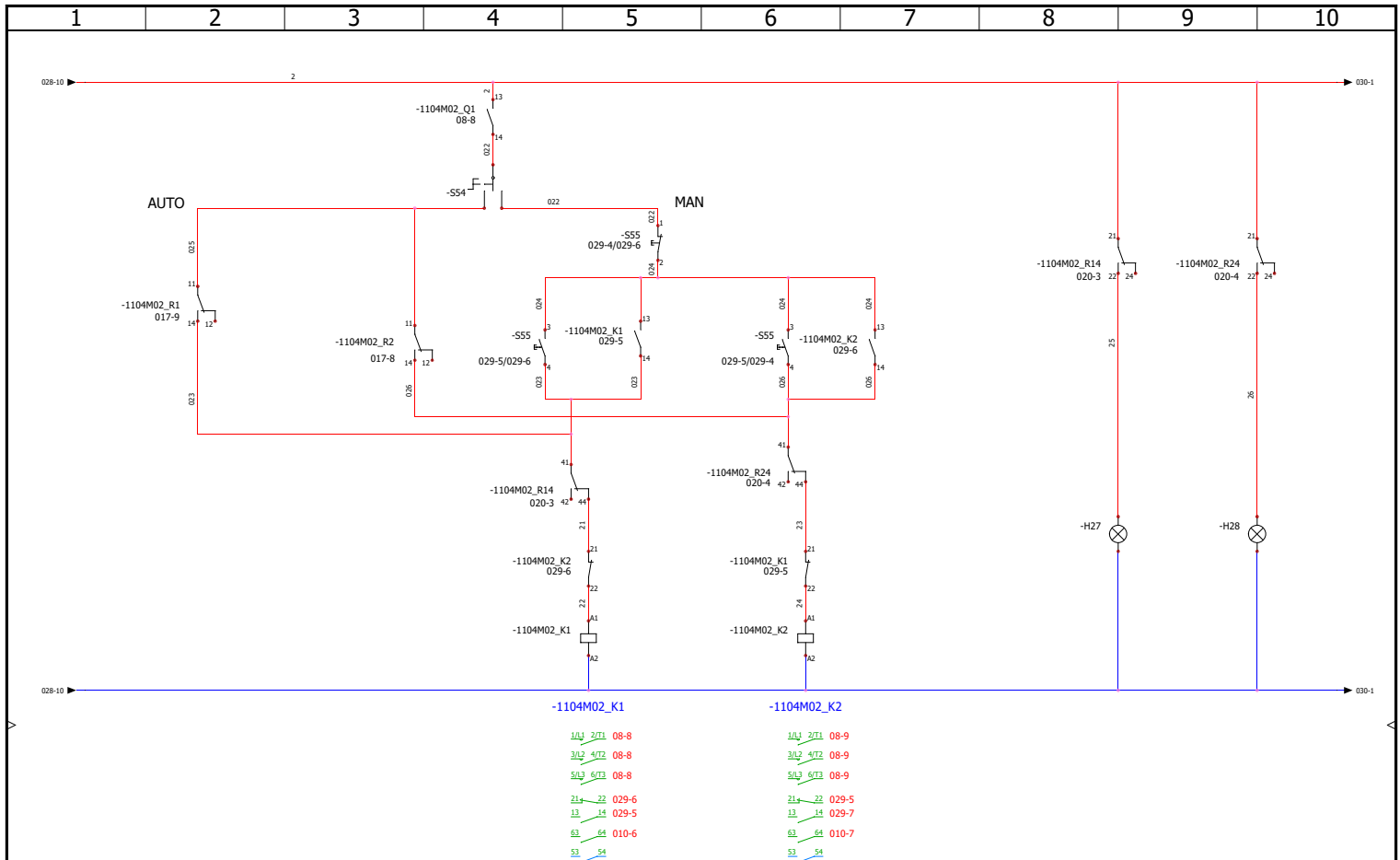
- 1/1 2/1 07-3
- 3/2 4/2 07-3
- 5/3 6/3 07-3
- 21 22 028-7
- 13 14 028-6
- 63 64 010-2
- 53 54

-1101M02_K2

- 1/1 2/1 07-4
- 3/2 4/2 07-4
- 5/3 6/3 07-4
- 21 22 028-5
- 13 14 028-8
- 63 64 010-3
- 53 54

Liasse de documents

CONTRACT:	LOCATION: +MCC2	Armoire électrique principale	User data 1		User data 2		REVISION
							0
			Zahr-eddine				SCHEME
			alaa-eddine				
REV.	DATE	NAME	CHANGES				



Liasse de documents

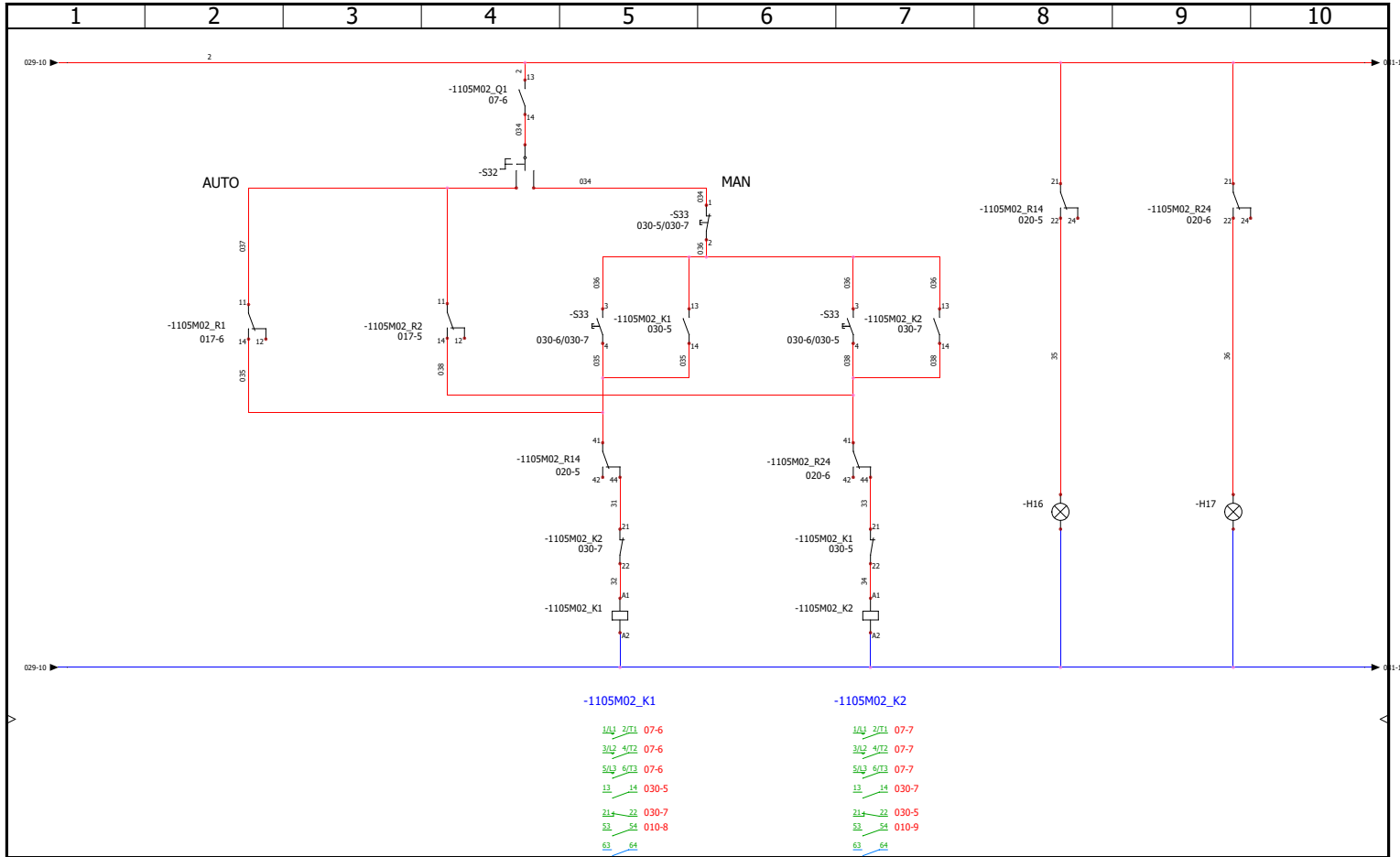
		Zahr-eddine		REVISION
		alaa-eddine		0
REV.	DATE	NAME	CHANGES	SCHEME
				029

CONTRACT:

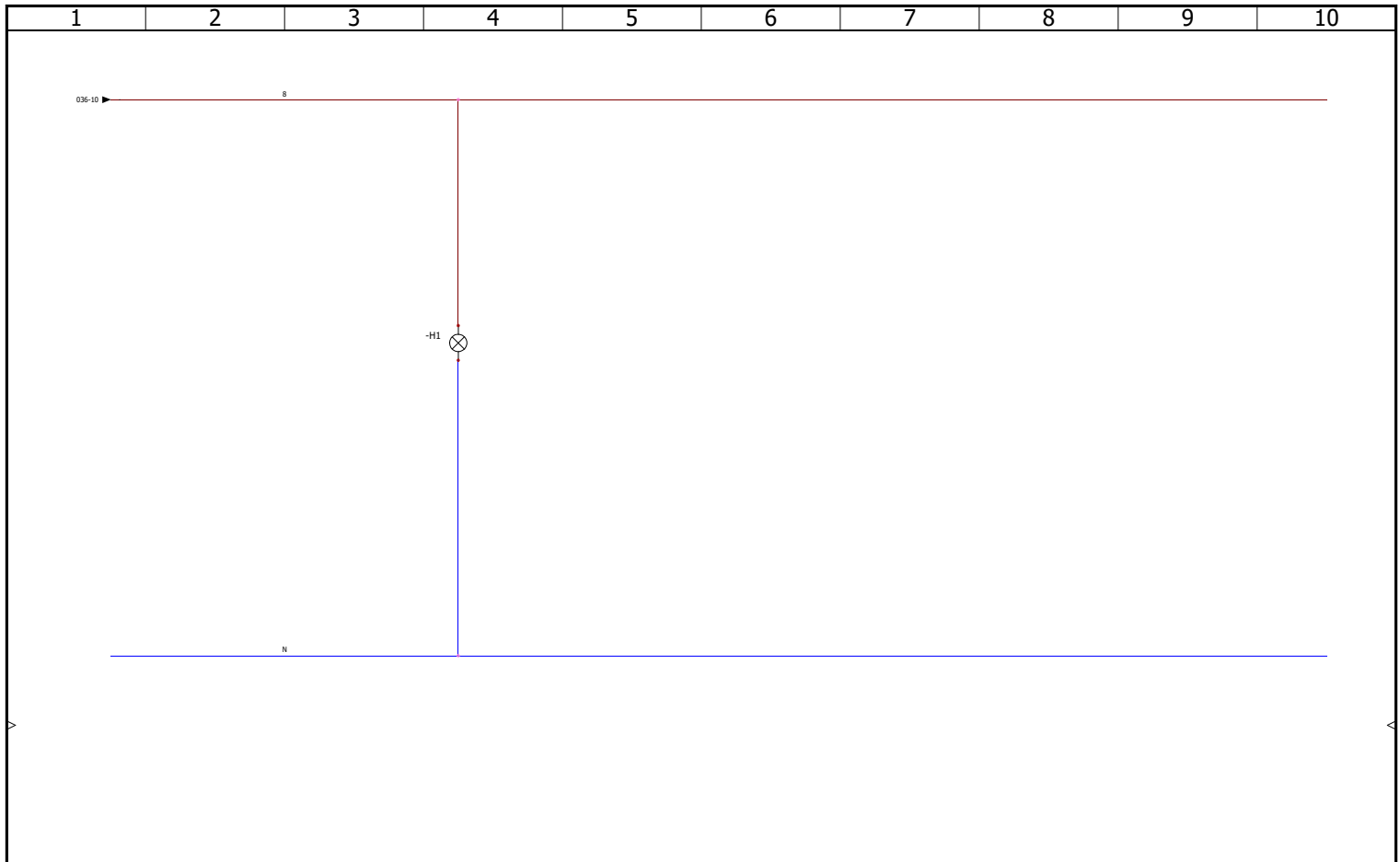
LOCATION: +MCC2 Armoire électrique principale

User data 1

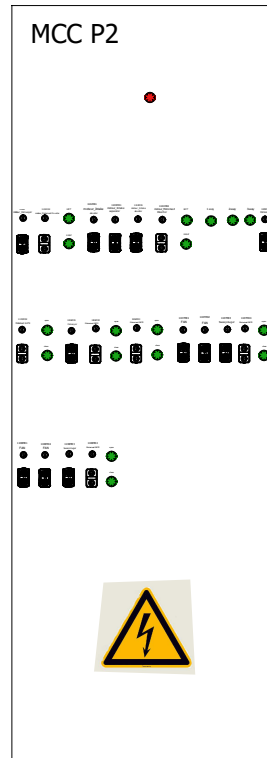
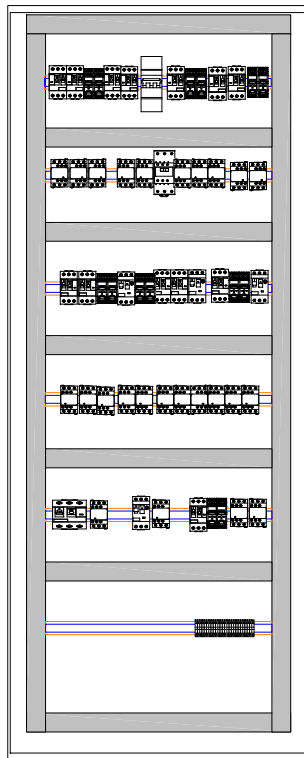
User data 2



<p style="text-align: center;">Liasse de documents</p>		Zahr-eddine		REVISION
		alaa-eddine		0
CONTRACT:	LOCATION: +MCC2	Armoire électrique principale		SCHEME
		User data 1		030
		User data 2		



		Liasse de documents		REVISION
			Zahr-eddine	0
		0	alaa-eddine	
REV.	DATE	NAME	CHANGES	SCHEME
User data 1			User data 2	037
CONTRACT:	LOCATION: +MCC2	Armoire electrique principale		

























Liasse de documents

CONTRACT:	LOCATION: +MCC2		Zahr-eddine	REVISION	
			alaa-eddine	0	
		REV.	DATE	NAME	CHANGES
		User data 1		User data 2	
				SCHEMA	049

ANNEXE B : PROGRAMME LADDER

recp / PLC_1 [CPU 1511-1 PN] / Variables API

Table de variables_1 [22]

Variables API									
	Nom	Type de données	Adresse	Rémanence	Acces- sible de- puis IHM/O PC UA/AP I Web	Écri- ture autor- isée à partir de IHM/O PC UA/AP I Web	Visi- ble dans l'ingé- nierie IHM	Surveillance	Commentaire
	start	Bool	%I0.0	False	True	True	True		
	stop	Bool	%I0.1	False	True	True	True		
	cp201	Bool	%I0.2	False	True	True	True		
	cp202	Bool	%I0.3	False	True	True	True		
	1102M01	Bool	%Q0.0	False	True	True	True		Elevateur1
	1104M01	Bool	%Q0.1	False	True	True	True		Elevateur2
	1103M01	Bool	%Q0.2	False	True	True	True		separeteur
	1106M01	Bool	%Q0.3	False	True	True	True		vis transport
	1106M02	Bool	%Q0.4	False	True	True	True		Vanne silo 201
	1107M02	Bool	%Q0.5	False	True	True	True		Vanne silo 202
	1199M01	Bool	%Q0.6	False	True	True	True		filtre
	1199M02	Bool	%Q0.7	False	True	True	True		filtre
	arret d'urgence	Bool	%I0.4	False	True	True	True		
	retour elevateur 1	Bool	%I0.5	False	True	True	True		
	retour elevateur 2	Bool	%I0.6	False	True	True	True		
	retour separeteur	Bool	%I0.7	False	True	True	True		
	retour vis	Bool	%I1.0	False	True	True	True		
	retour vanne 201	Bool	%I1.1	False	True	True	True		
	retour vanne 202	Bool	%I1.2	False	True	True	True		
	retour filtre 1	Bool	%I1.3	False	True	True	True		
	retour filtre 2	Bool	%I1.4	False	True	True	True		
	stop alarme	Bool	%I1.5	False	True	True	True		

recp / PLC_1 [CPU 1511-1 PN] / Blocs de programme

demarrage [FB1]

demarrage Propriétés

Général

Nom	demarrage	Numéro	1	Type	FB
Langage	CONT	Numérotation	Automatique		

Information

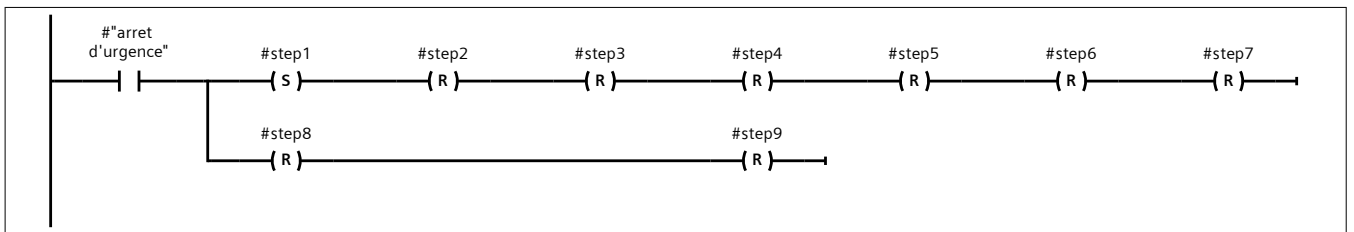
Titre		Auteur		Commentaire	
Famille		Version	0.1	ID utilisateur	

demarrage

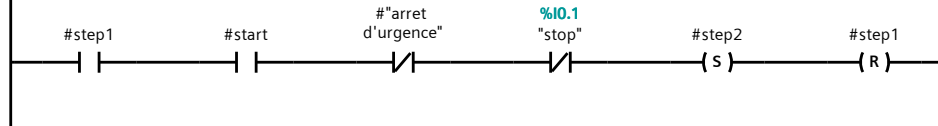
Nom	Type de données	Valeur par déf.	Rémanence	Acces- sible depuis IHM/OP C UA/API Web	Écri- tur e l'ingé- nierie IHM	Visible dans de rég- lage	Valeur de	Sur- veil- lance	Commentaire
▼ Input									
start	Bool	false	Non rémanent	True	True	True	False		
cycle demararé	Bool	false	Non rémanent	True	True	True	False		
arret d'urgence	Bool	false	Non rémanent	True	True	True	False		
CP201	Bool	false	Non rémanent	True	True	True	False		
CP202	Bool	false	Non rémanent	True	True	True	False		
▼ Output									
demmarage effec- tue	Bool	false	Non rémanent	True	True	True	False		
filte1	Bool	false	Non rémanent	True	True	True	False		
filtre2	Bool	false	Non rémanent	True	True	True	False		
vis	Bool	false	Non rémanent	True	True	True	False		
separateur	Bool	false	Non rémanent	True	True	True	False		
elevateur1	Bool	false	Non rémanent	True	True	True	False		
vanne silo 201	Bool	false	Non rémanent	True	True	True	False		
vanne silo 202	Bool	false	Non rémanent	True	True	True	False		

Nom	Type de données	Valeur par déf.	Rémanence	Acces- sible depuis IHM/OP C UA/API Web	Écri- tur e l'ingé- nierie IHM	Visible dans l'ingé- rie IHM	Valeur de rég- lage	Sur- veil- lance	Commentaire
elevateur2	Bool	false	Non rémanent	True	True	True	False		
InOut									
▼ Static									
step1	Bool	1	Non rémanent	True	True	True	False		
step2	Bool	false	Non rémanent	True	True	True	False		
step3	Bool	false	Non rémanent	True	True	True	False		
step4	Bool	false	Non rémanent	True	True	True	False		
step5	Bool	false	Non rémanent	True	True	True	False		
step6	Bool	false	Non rémanent	True	True	True	False		
step7	Bool	false	Non rémanent	True	True	True	False		
step8	Bool	false	Non rémanent	True	True	True	False		
step9	Bool	false	Non rémanent	True	True	True	False		
Temp									
Constant									

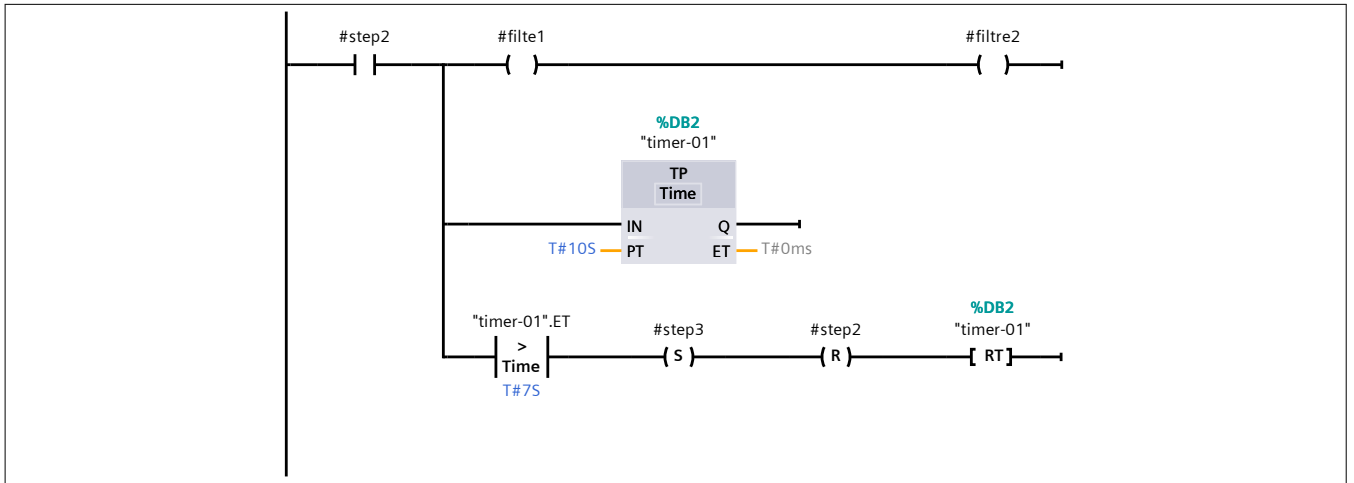
Réseau 1 : arrêt d'urgence



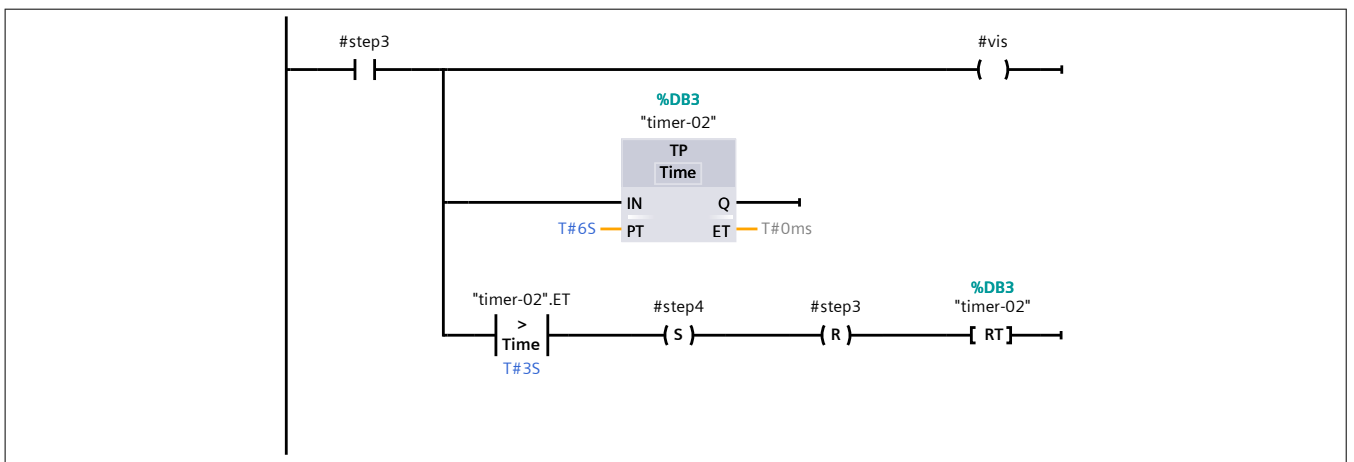
Réseau 2 : step 1



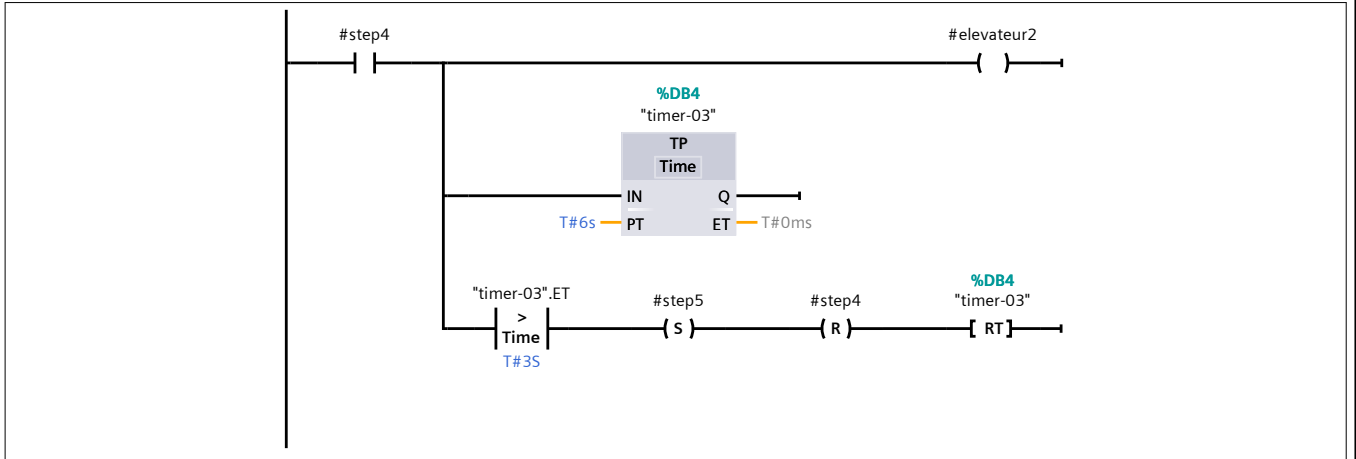
Réseau 3 : step 2



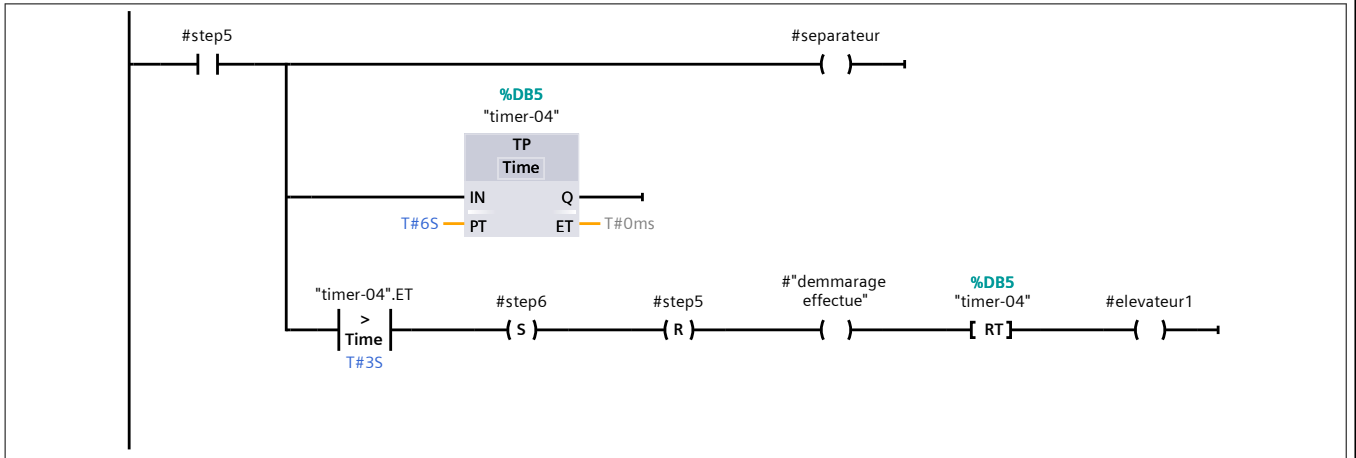
Réseau 4 : step 3



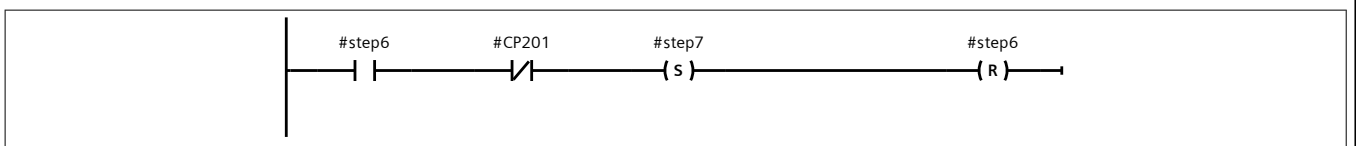
Réseau 5 : step 4



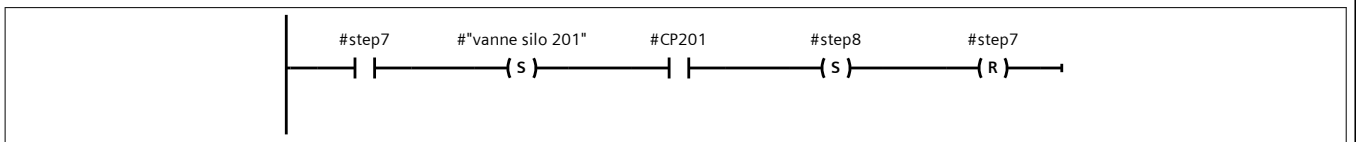
Réseau 6 : step 4



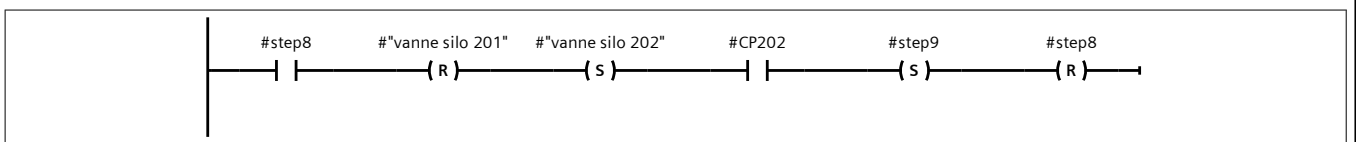
Réseau 7 : step 6



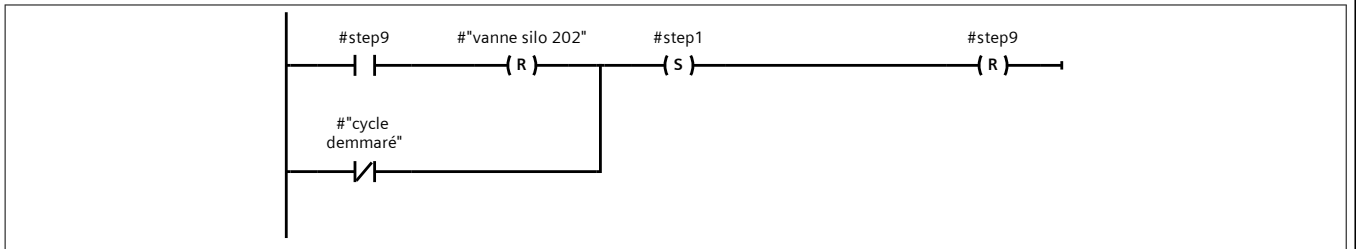
Réseau 8 : step 7



Réseau 9 : step 8



Réseau 10 : step 9



recp / PLC_1 [CPU 1511-1 PN] / Blocs de programme

arret [FB2]

arret Propriétés

Général

Nom	arret	Numéro	2	Type	FB
Langage	CONT	Numérotation	Automatique		

Information

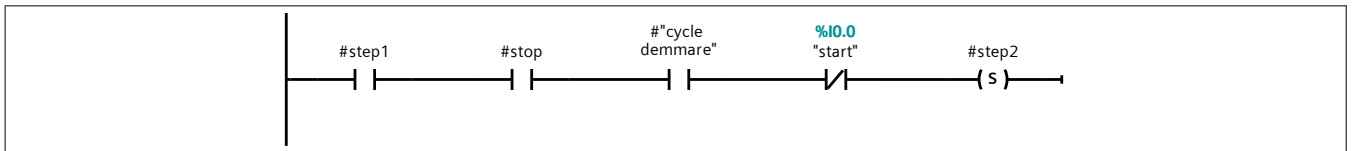
Titre		Auteur		Commentaire	
Famille		Version	0.1	ID utilisateur	

arret

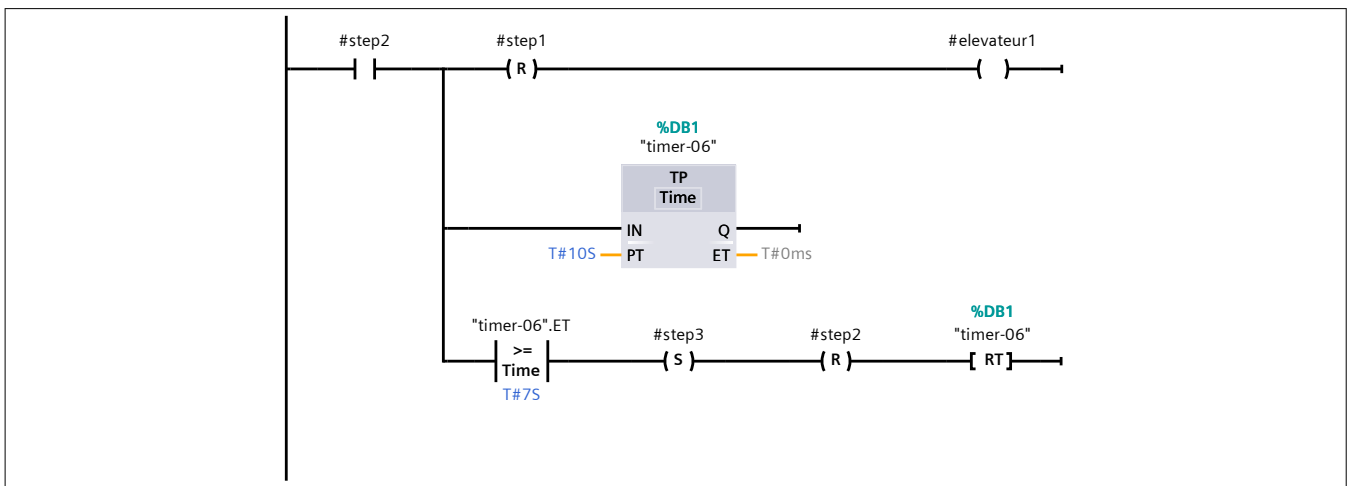
Nom	Type de données	Valeur par déf.	Rémanence	Acces- sible depuis IHM/OP C UA/API Web	Écri- tur e l'ingé- nierie IHM à par tir de IH M/ OP C UA/ API We b	Visible dans de l'ingé- rég- lage IHM	Valeur de rég- lage	Sur- veil- lance	Commentaire
▼ Input									
stop	Bool	false	Non rémanent	True	True	True	False		
cycle demmare	Bool	false	Non rémanent	True	True	True	False		
▼ Output									
arret effectue	Bool	false	Non rémanent	True	True	True	False		
filte1	Bool	false	Non rémanent	True	True	True	False		
filtre2	Bool	false	Non rémanent	True	True	True	False		
vis	Bool	false	Non rémanent	True	True	True	False		
separateur	Bool	false	Non rémanent	True	True	True	False		
elevateur1	Bool	false	Non rémanent	True	True	True	False		
vanne silo 201	Bool	false	Non rémanent	True	True	True	False		
vanne silo 202	Bool	false	Non rémanent	True	True	True	False		
elevateur2	Bool	false	Non rémanent	True	True	True	False		
InOut									
▼ Static									
step1	Bool	1	Non rémanent	True	True	True	False		

Nom	Type de données	Valeur par déf.	Rémanence	Acces- sible depuis IHM/OP C UA/API Web	Écri- tur e dans l'ingé- nierie IHM	Visible de l'ingé- rage IHM	Valeur de rég- lage	Sur- veil- lance	Commentaire
step2	Bool	false	Non rémanent	True	True	True	False		
step3	Bool	false	Non rémanent	True	True	True	False		
step4	Bool	false	Non rémanent	True	True	True	False		
step5	Bool	false	Non rémanent	True	True	True	False		
step6	Bool	false	Non rémanent	True	True	True	False		
Temp									
Constant									

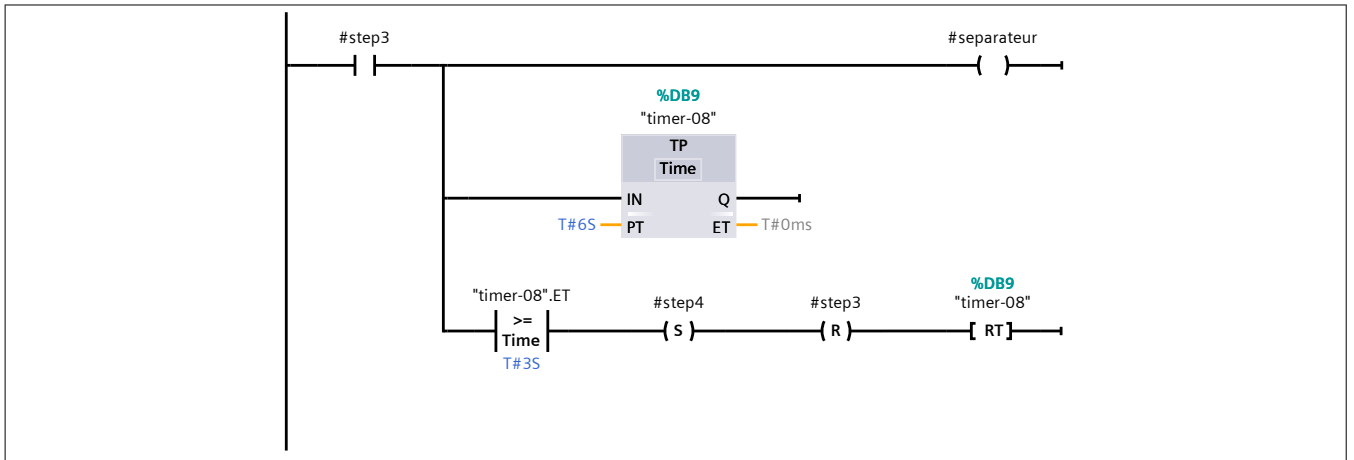
Réseau 1 : step 1



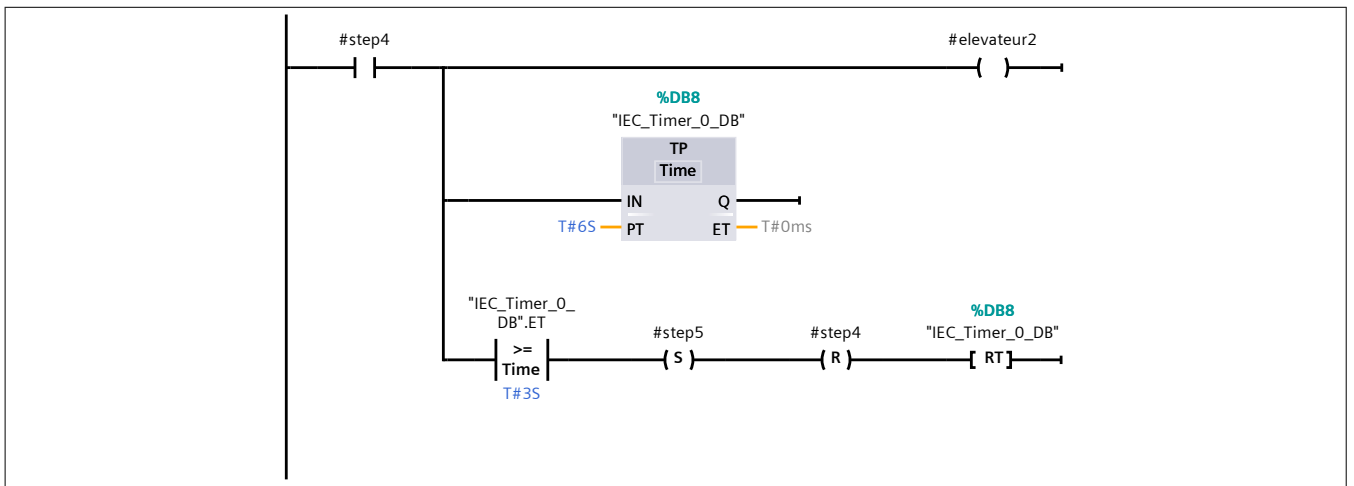
Réseau 2 : step 2



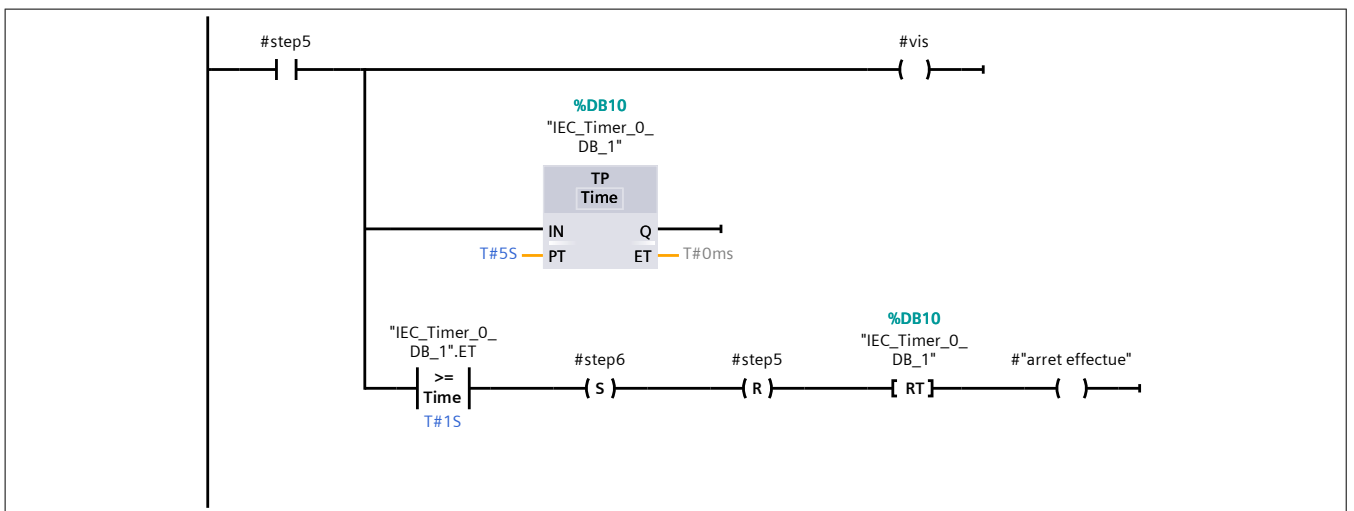
Réseau 3 : step 3



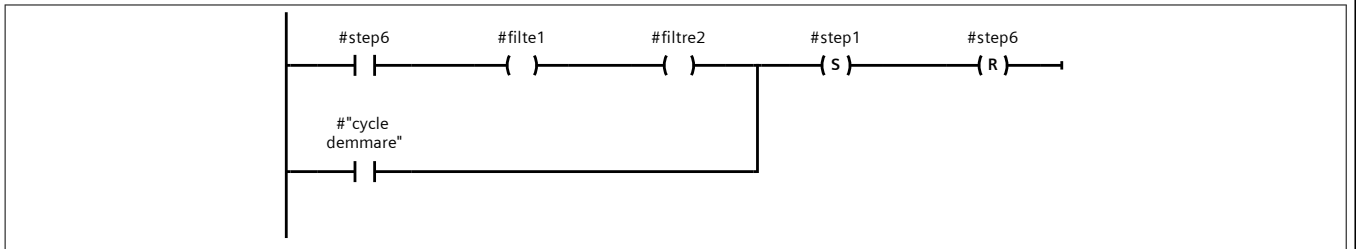
Réseau 4 : step 4



Réseau 5 : step 5



Réseau 6 : step 6



recp / PLC_1 [CPU 1511-1 PN] / Blocs de programme

retoure_API [FB3]

retoure_API Propriétés

Général

Nom	retoure_API	Numéro	3	Type	FB
Langage	CONT	Numérotation	Automatique		

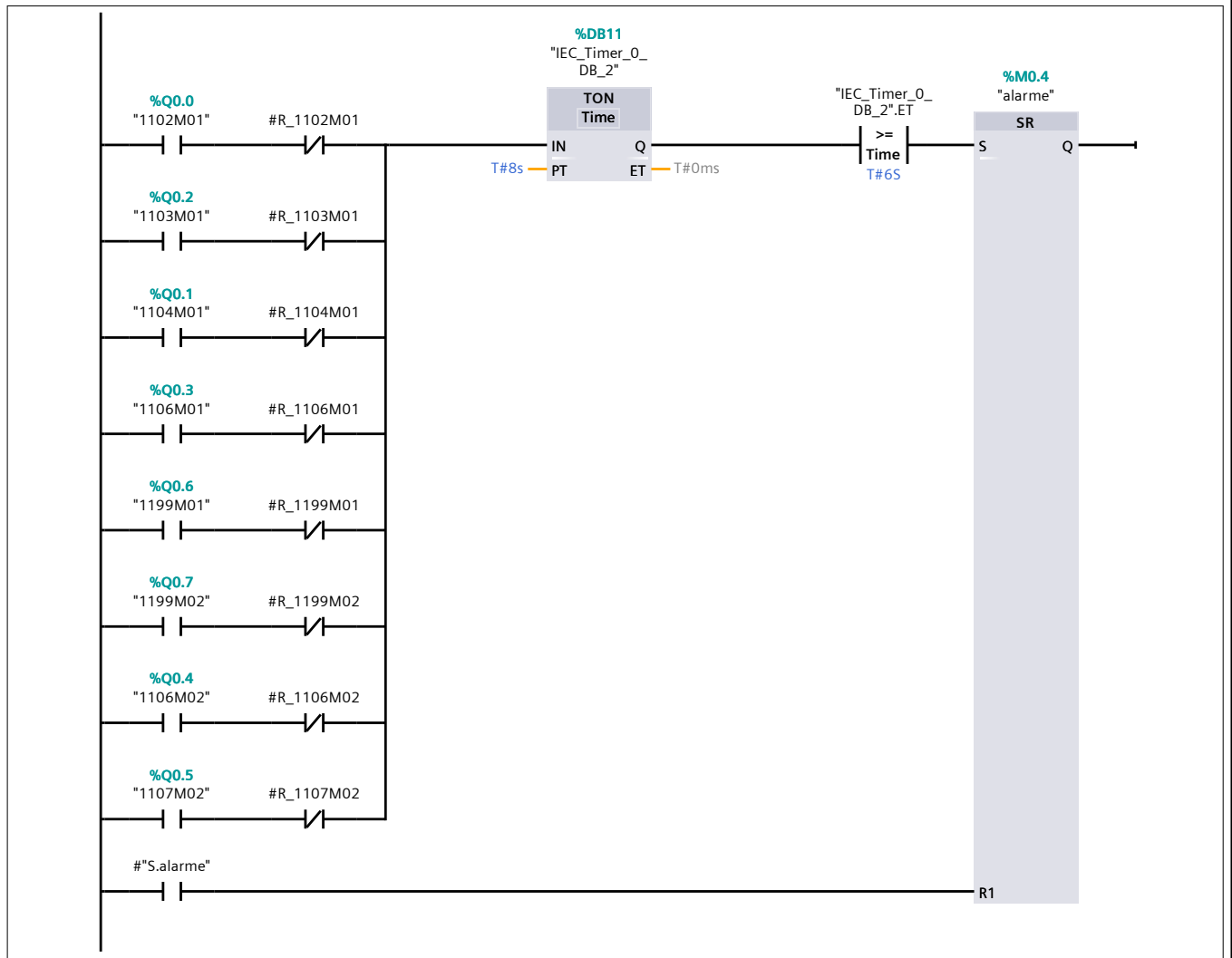
Information

Titre		Auteur		Commentaire	
Famille		Version	0.1	ID utilisateur	

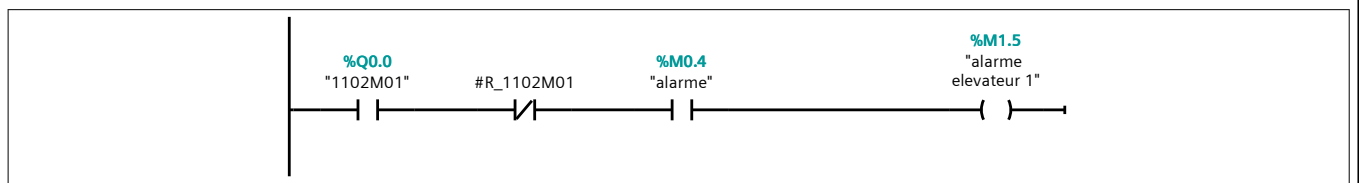
retoure_API

Nom	Type de données	Valeur par déf.	Rémanence	Acces- sible depuis IHM/OP C UA/API Web	Écri- tur e l'ingé- nierie IHM	Visible de rég- lage	Valeur de	Sur- veil- lance	Commentaire
▼ Input									
R_1102M01	Bool	1	Non rémanent	True	True	True	False		
R_1103M01	Bool	1	Non rémanent	True	True	True	False		
R_1104M01	Bool	1	Non rémanent	True	True	True	False		
R_1106M01	Bool	1	Non rémanent	True	True	True	False		
R_1199M01	Bool	1	Non rémanent	True	True	True	False		
R_1199M02	Bool	1	Non rémanent	True	True	True	False		
R_1106M02	Bool	1	Non rémanent	True	True	True	False		
S.alarme	Bool	1	Non rémanent	True	True	True	False		
R_1107M02	Bool	1	Non rémanent	True	True	True	False		
Output									
InOut									
Static									
Temp									
Constant									

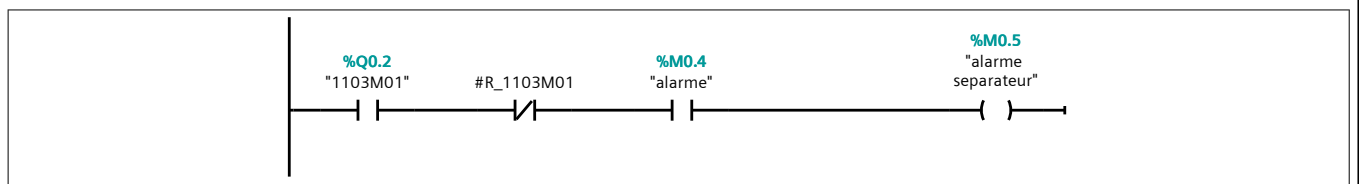
Réseau 1 : generation d'alarme



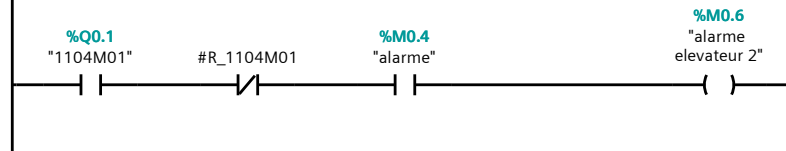
Réseau 2 : message alarme elevateur 1



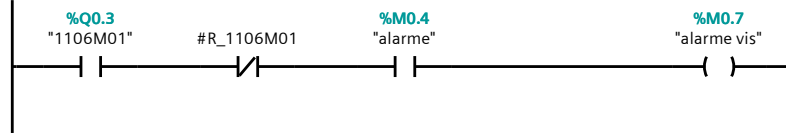
Réseau 3 : message alarme separateur



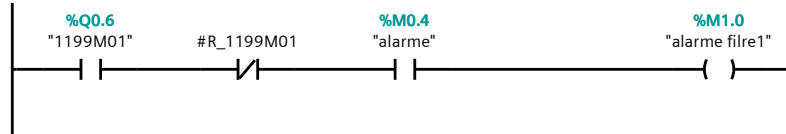
Réseau 4 : message alarme elevateur 2



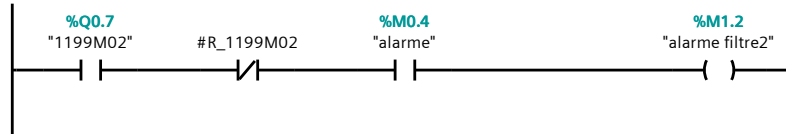
Réseau 5 : message alarme vis transport



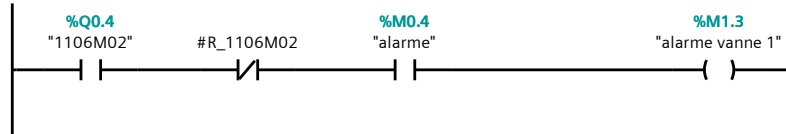
Réseau 6 : message alarme filtre 1



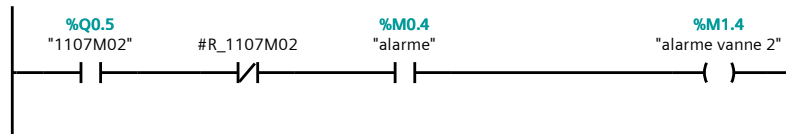
Réseau 7 : message alarme filre 2



Réseau 8 : message alarme vanne silo 201



Réseau 9 : message alarme vanne silo 202



recp / PLC_1 [CPU 1511-1 PN] / Blocs de programme

Main [OB1]

Main Propriétés

Général

Nom	Main	Numéro	1	Type	OB
Langage	CONT	Numérotation	Automatique		

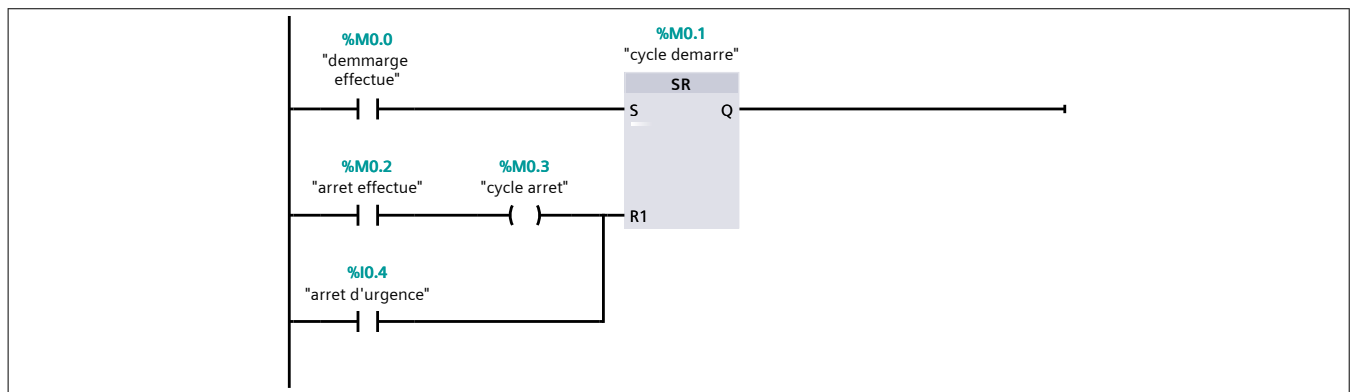
Information

Titre	"Main Program Sweep (Cycle)"	Auteur		Commentaire	
Famille		Version	0.1	ID utilisateur	

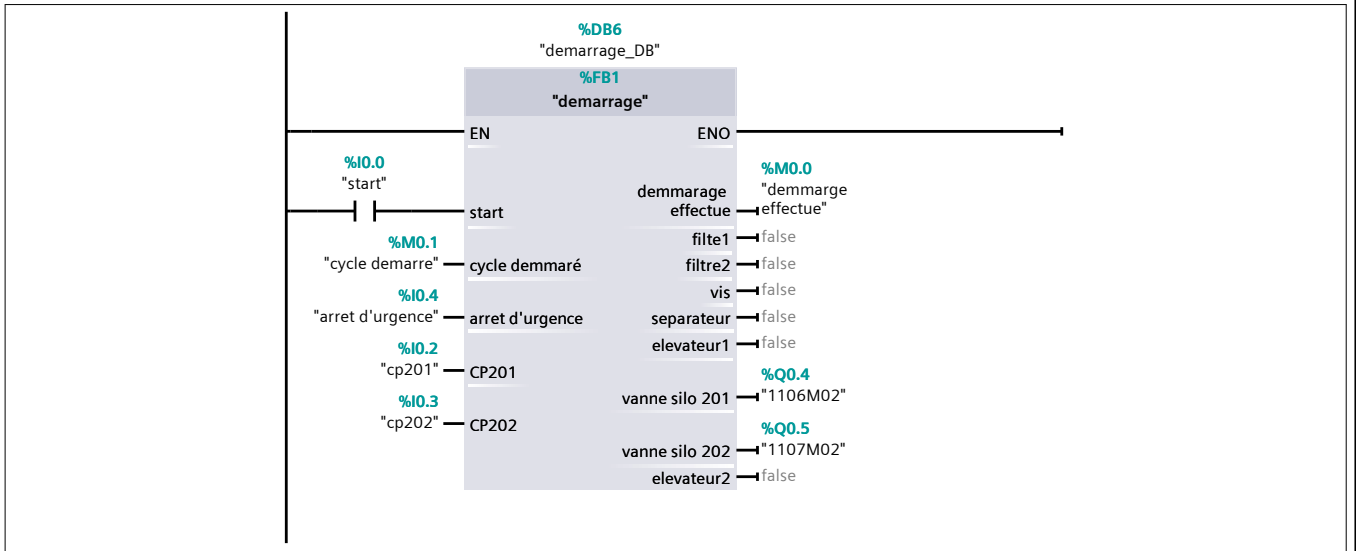
Main

Nom	Type de données	Valeur par déf.	Commentaire
▼ Input			
Initial_Call	Bool		Initial call of this OB
Remanence	Bool		=True, if remanent data are available
Temp			
Constant			

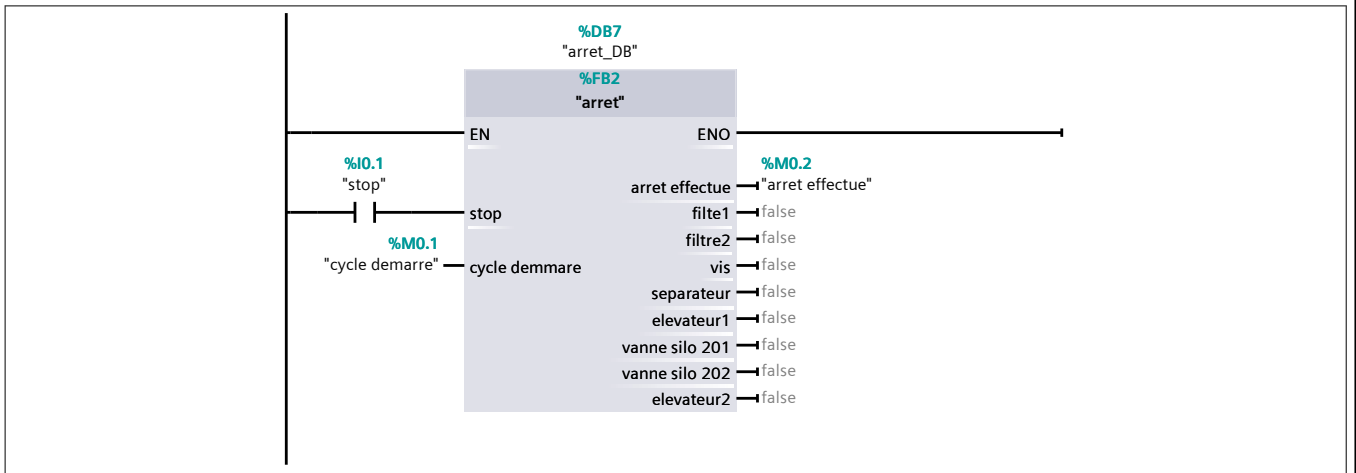
Réseau 1 : synchronisation des bloc



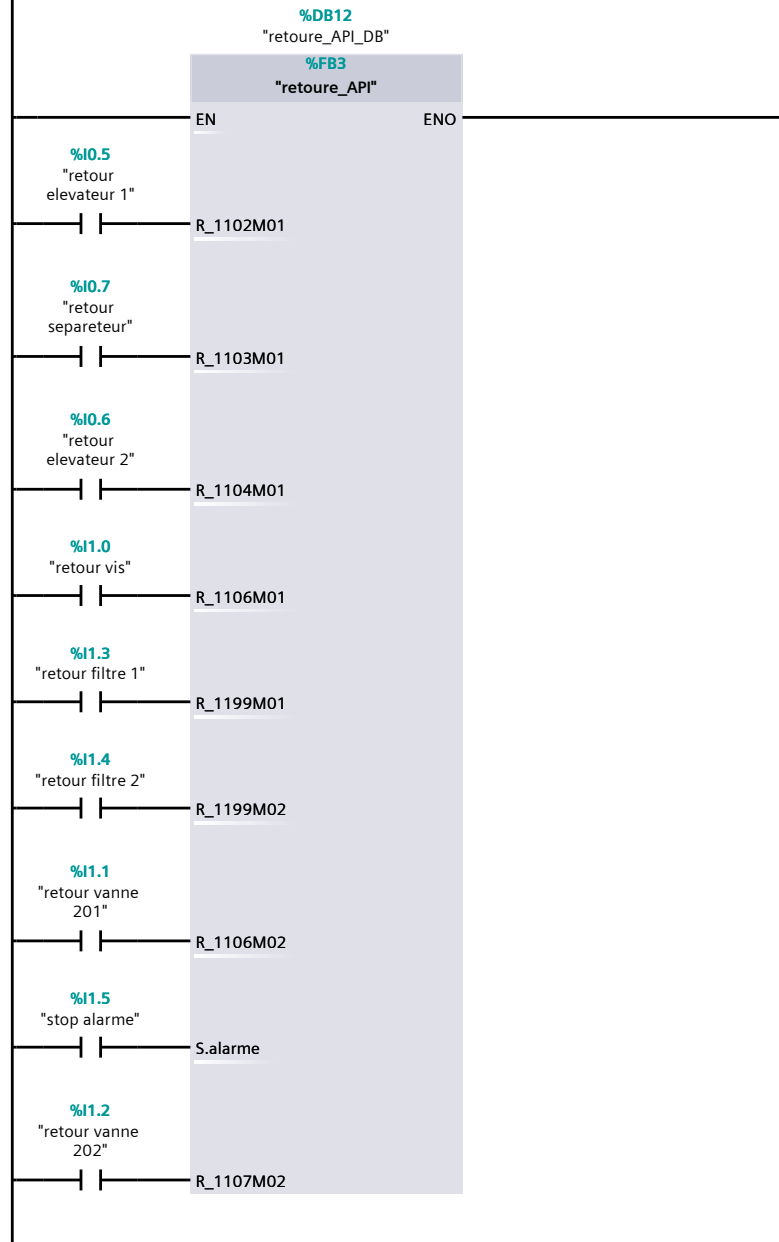
Réseau 2 : bloc de démarrage



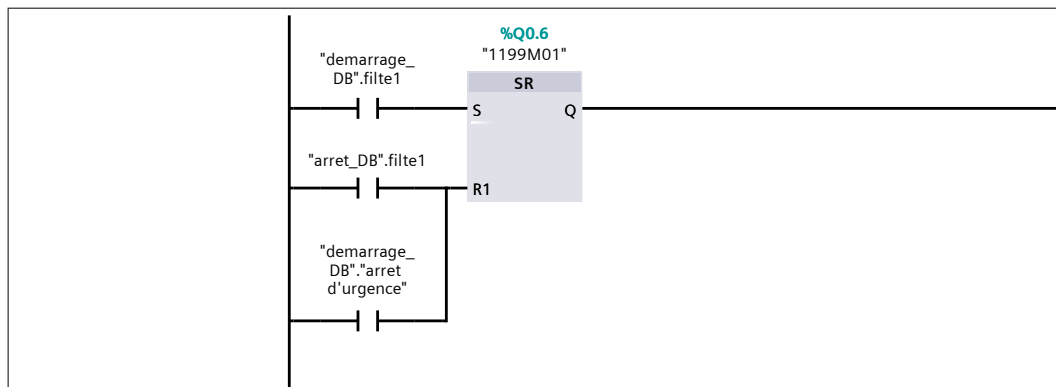
Réseau 3 : bloc d'arret



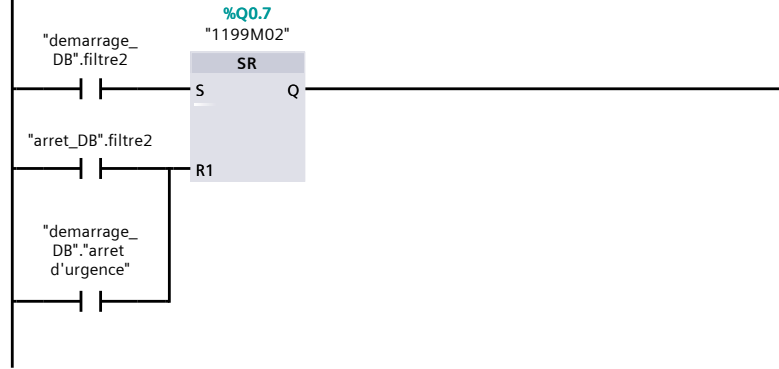
Réseau 4 : bloc retour API



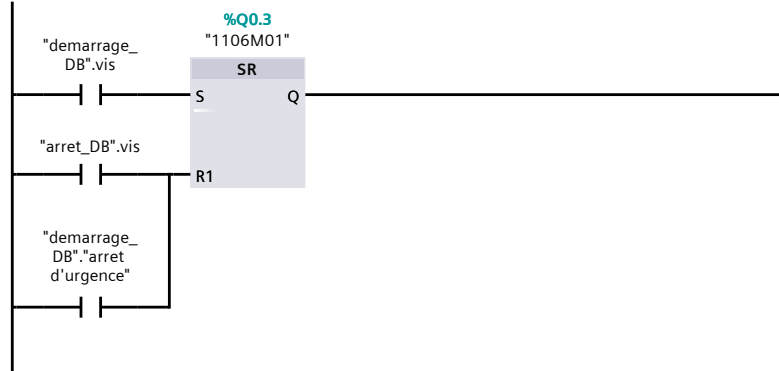
Réseau 5 : filtre 1



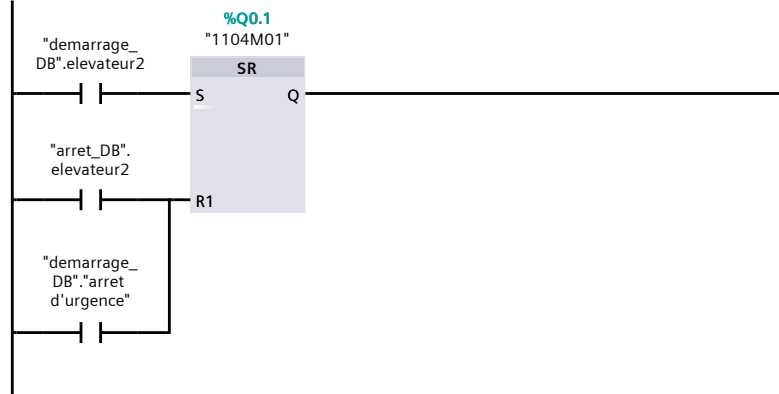
Réseau 6 : filtre 2



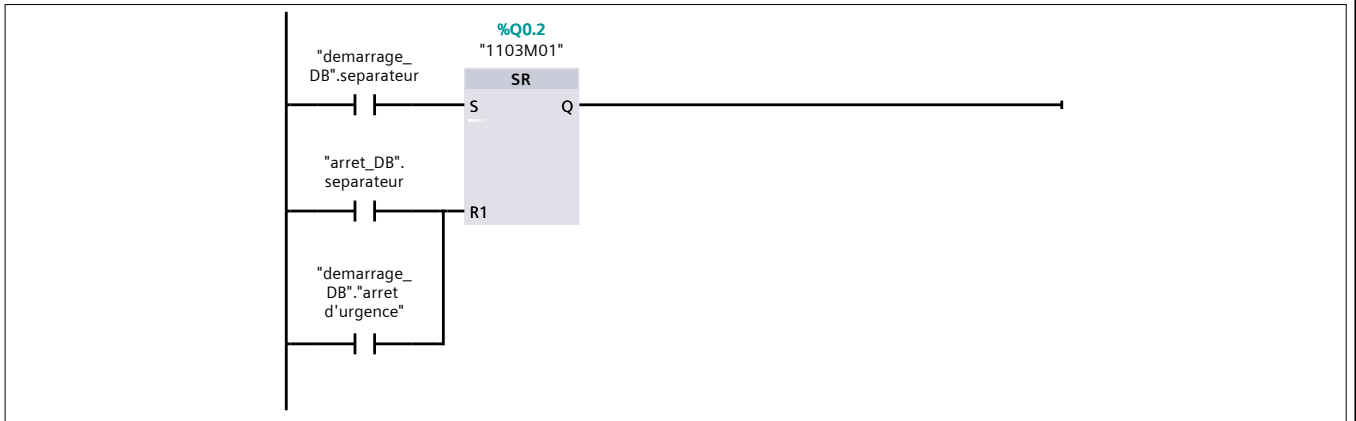
Réseau 7 : vis transport



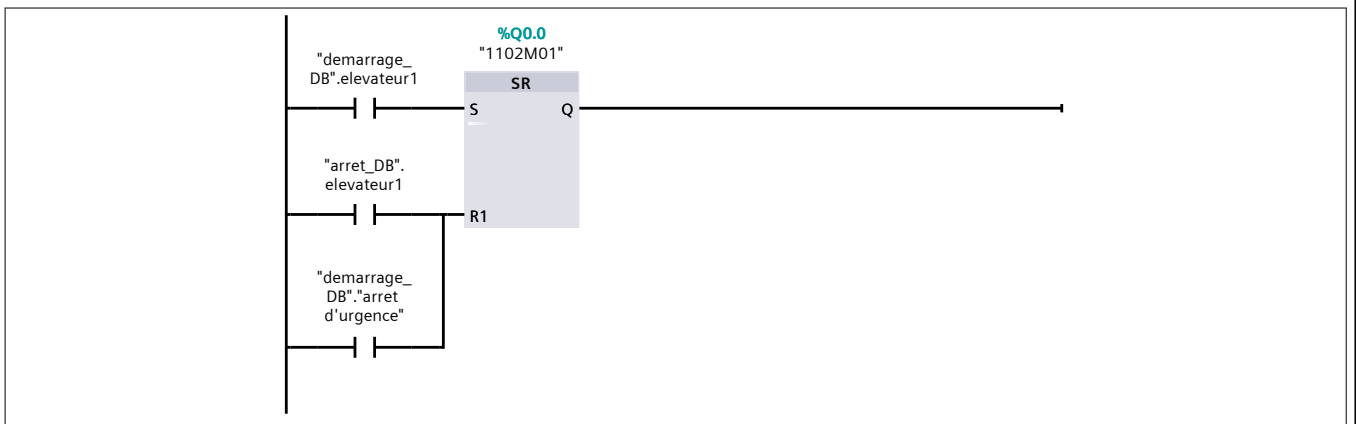
Réseau 8 : elevateur 2



Réseau 9 : separateur



Réseau 10 : elevateur 1



ANNEXE C : PROGRAMME SFC

Minoterie_réception / PLC_1 [CPU 1511-1 PN] / Blocs de programme

Bloc_1 [FB1]

Bloc_1 Propriétés

Général

Nom	Bloc_1	Numéro	1	Type	FB
Langage	GRAPH	Numérotation	Automatique	Langage de réseau	CONT
Version du bloc	V2.0				

Information

Titre		Auteur		Commentaire	
Famille		Version	0.1	ID utilisateur	

Bloc_1

Nom	Type de données	Valeur par déf.	Rémanence
▼ Input			
INIT_SQ	Bool	false	Non rémanent
ACK_EF	Bool	false	Non rémanent
S_PREV	Bool	false	Non rémanent
S_NEXT	Bool	false	Non rémanent
SW_AUTO	Bool	false	Non rémanent
SW_TAP	Bool	false	Non rémanent
SW_TOP	Bool	false	Non rémanent
SW_MAN	Bool	false	Non rémanent
S_SEL	Int	0	Non rémanent
S_ON	Bool	false	Non rémanent
S_OFF	Bool	false	Non rémanent
T_PUSH	Bool	false	Non rémanent
▼ Output			
S_NO	Int	0	Non rémanent
S_MORE	Bool	false	Non rémanent
S_ACTIVE	Bool	false	Non rémanent
ERR_FLT	Bool	false	Non rémanent
AUTO_ON	Bool	false	Non rémanent
TAP_ON	Bool	false	Non rémanent
TOP_ON	Bool	false	Non rémanent
MAN_ON	Bool	false	Non rémanent
InOut			
▼ Static			
RT_DATA	G7_RTDataPlus_V2		Non rémanent
Trans1	G7_Transition-Plus_V2		Non rémanent
Trans2	G7_Transition-Plus_V2		Non rémanent
Trans3	G7_Transition-Plus_V2		Non rémanent
Trans4	G7_Transition-Plus_V2		Non rémanent
Trans5	G7_Transition-Plus_V2		Non rémanent
Trans6	G7_Transition-Plus_V2		Non rémanent

Totally Integrated Automation Portal			
Nom	Type de données	Valeur par déf.	Rémanence
Trans7	G7_Transition-Plus_V2		Non rémanent
Trans8	G7_Transition-Plus_V2		Non rémanent
Trans9	G7_Transition-Plus_V2		Non rémanent
Trans10	G7_Transition-Plus_V2		Non rémanent
Trans11	G7_Transition-Plus_V2		Non rémanent
Trans12	G7_Transition-Plus_V2		Non rémanent
Trans13	G7_Transition-Plus_V2		Non rémanent
Trans14	G7_Transition-Plus_V2		Non rémanent
Trans15	G7_Transition-Plus_V2		Non rémanent
Trans16	G7_Transition-Plus_V2		Non rémanent
Trans17	G7_Transition-Plus_V2		Non rémanent
Trans18	G7_Transition-Plus_V2		Non rémanent
Trans19	G7_Transition-Plus_V2		Non rémanent
Trans21	G7_Transition-Plus_V2		Non rémanent
Trans23	G7_Transition-Plus_V2		Non rémanent
Trans32	G7_Transition-Plus_V2		Non rémanent
Trans33	G7_Transition-Plus_V2		Non rémanent
Trans34	G7_Transition-Plus_V2		Non rémanent
Trans35	G7_Transition-Plus_V2		Non rémanent
Trans36	G7_Transition-Plus_V2		Non rémanent
Trans37	G7_Transition-Plus_V2		Non rémanent
Trans38	G7_Transition-Plus_V2		Non rémanent
Trans40	G7_Transition-Plus_V2		Non rémanent
Trans41	G7_Transition-Plus_V2		Non rémanent
Trans42	G7_Transition-Plus_V2		Non rémanent
Trans43	G7_Transition-Plus_V2		Non rémanent
Trans44	G7_Transition-Plus_V2		Non rémanent
Trans45	G7_Transition-Plus_V2		Non rémanent
Trans46	G7_Transition-Plus_V2		Non rémanent
Step1	G7_StepPlus_V2		Non rémanent
Step2	G7_StepPlus_V2		Non rémanent

Nom	Type de données	Valeur par déf.	Rémanence
Step3	G7_StepPlus_V2		Non rémanent
Step4	G7_StepPlus_V2		Non rémanent
Step5	G7_StepPlus_V2		Non rémanent
Step6	G7_StepPlus_V2		Non rémanent
Step7	G7_StepPlus_V2		Non rémanent
Step8	G7_StepPlus_V2		Non rémanent
Step9	G7_StepPlus_V2		Non rémanent
Step10	G7_StepPlus_V2		Non rémanent
Step11	G7_StepPlus_V2		Non rémanent
Step12	G7_StepPlus_V2		Non rémanent
Step13	G7_StepPlus_V2		Non rémanent
Step14	G7_StepPlus_V2		Non rémanent
Step15	G7_StepPlus_V2		Non rémanent
Step16	G7_StepPlus_V2		Non rémanent
Step17	G7_StepPlus_V2		Non rémanent
Step18	G7_StepPlus_V2		Non rémanent
Step19	G7_StepPlus_V2		Non rémanent
Step21	G7_StepPlus_V2		Non rémanent
Step28	G7_StepPlus_V2		Non rémanent
Step29	G7_StepPlus_V2		Non rémanent
Step30	G7_StepPlus_V2		Non rémanent
Step31	G7_StepPlus_V2		Non rémanent
Step32	G7_StepPlus_V2		Non rémanent
Step33	G7_StepPlus_V2		Non rémanent
Step34	G7_StepPlus_V2		Non rémanent
Step35	G7_StepPlus_V2		Non rémanent
Step36	G7_StepPlus_V2		Non rémanent
Step37	G7_StepPlus_V2		Non rémanent
Step38	G7_StepPlus_V2		Non rémanent
Step39	G7_StepPlus_V2		Non rémanent
Trans39	G7_Transition-Plus_V2		Non rémanent
Step40	G7_StepPlus_V2		Non rémanent
Trans47	G7_Transition-Plus_V2		Non rémanent
Temp			
Constant			

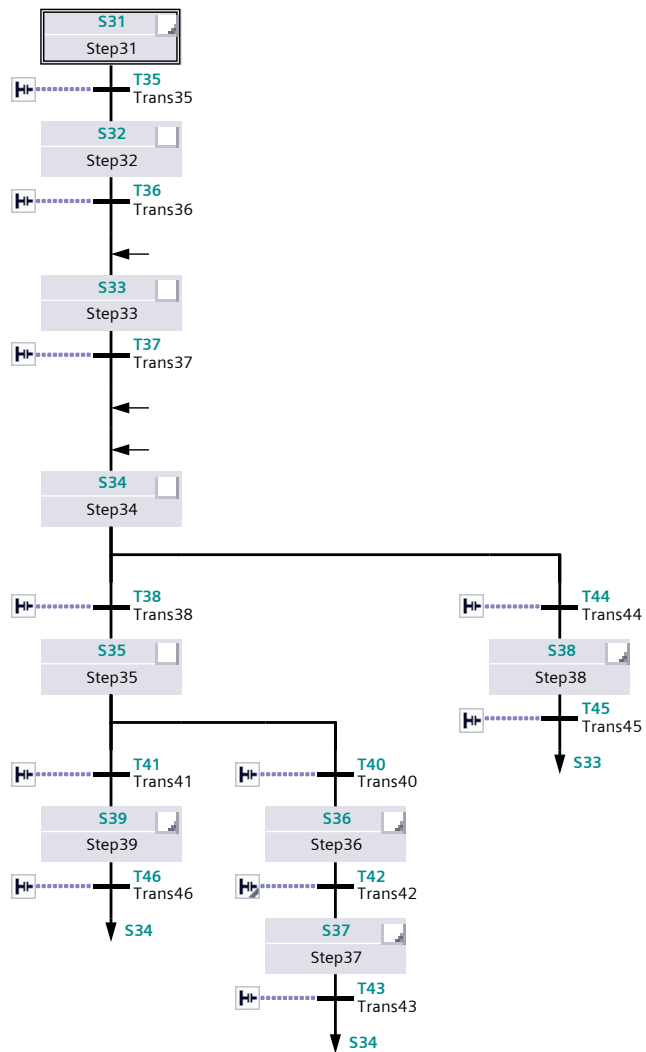
Alarmes

Activer alarmes True

Catégorie	Critère de validation de la catégorie	Classe d'affichage
Erreur		0
Avertissement		0
Information		0
Catégorie 4		0
Catégorie 5		0
Catégorie 6		0
Catégorie 7		0
Catégorie 8		0

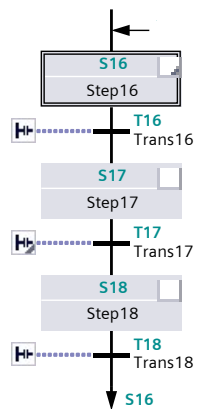
Graphes (5)

1:Grafcet de conduit



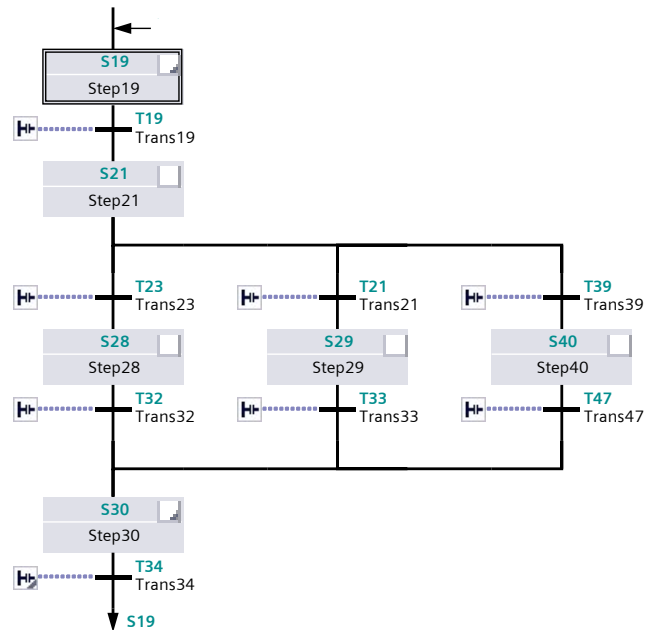
Graphes (5)

2:Grafcet de sécurité



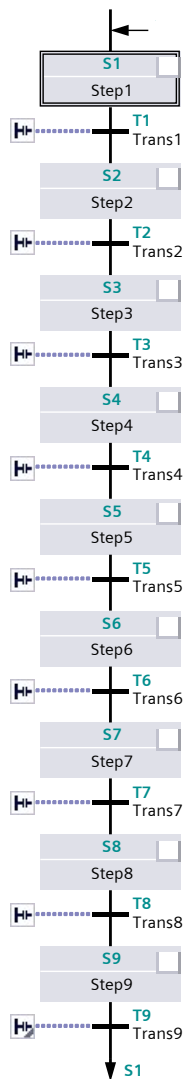
Graphes (5)

3:Grafcet de production norml



Graphes (5)

4:Grafcet de démarrage



Graphes (5)

5:Grafcet d'arret

