

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE M'HAMED BOUGARA-BOUMERDES



Faculté de Technologie

Département Ingénierie des Systèmes Electriques

Mémoire de Master

Présenté par

NAKIB Tarek Abderraouf

SIAGH Hicham

Domaine : Sciences et Technologies

Filière : Electrotechnique

Spécialité : Machines Electriques

Dimensionnement et Simulation d'un Système de Contrôle Automatique pour une Station de Pompage

Soutenu le 02/07/2024 devant le jury composé de :

Ahriche	Aimad	Pr	Boumerdes	Promoteur
Fellag	Sid Ali	Pr	Boumerdes	Président
Raiche	Samah	M.C.B	Université	Examineur

Année Universitaire : 2023/2024

ملخص

يستند العمل المقدم في هذه المذكرة على استخدام المبرمج الآلي SIEMENS S7 1200 من أجل التحكم في محطة لضخ المياه. هذا العمل هو التحكم والإشراف على المحطة باستعمال برنامج TIA Portal وضمان اتصالها مع غرفة المراقبة من أجل التحكم عن بعد باستعمال شاشة HMI.

الكلمات المفتاحية: المبرمج الآلي، TIA Portal، تحكم عن بعد، محطة ضخ المياه

Résumé

Le travail présenté dans ce mémoire est basé sur l'utilisation du programmeur automatisé SIEMENS S7_1200 pour la commande d'une station de pompage d'eau. Ce travail consiste à piloter et à superviser la station à l'aide du logiciel TIA Portal et à assurer sa connexion avec la salle de contrôle pour une commande à distance à l'aide de l'écran IHM.

Mots-clés : S7_1200, TIA Portal, Siemens, HMI, station de pompage d'eau.

Abstract

The work presented in this memorandum is based on the use of the SIEMENS S7_1200 automated programmer to control a water pumping station. This work is to control and supervise the plant using the Portal TIA program and ensure its connection with the control room for remote control using the HMI screen.

Keywords: S7_1200, TIA Portal, siemens, HMI, pumping station.

Dédicace

Je dédie ce travail à mes chers parents pour tous leurs sacrifices,
Leur amour, et leurs prières, leur soutien, Tout au long de mes études

À mes frères et sœurs.

A mon binôme pour son soutien moral,

Sa patience et sa compréhension tout au long de ce projet.

Dédicaces

Je voudrais exprimer mes plus sincères remerciements, au professeur M. Ahriche Aïmed , pour les explications qu'il m'apporté ,pour son aide sa patience et la confiance qu'il m'a accordé,. Je remercie Mme Larabi pour m'avoir aidé.

Je tiens à remercier M. Bourkab Amine, M. Hourri Mahdi pour m'avoir encadré , pour leur aide et leur disponibilité malgré leurs engagements.

Je dédie, honorablement, ce modeste travail, en témoignage de ma reconnaissance, de mon amour, et de mon profond respect, et qui m'ont donné la force morale pour terminer ce projet :

A ma très chère mère qui a sacrifié sa noble existence pour bâtir la mienne, et qui est pour moi le symbole du courage et du sacrifice.

A mon très cher père qui a toujours su être là dans tous les moments, les bons comme les difficiles, son soutien et sa générosité constante ont été fondamentaux, ses précieux conseils ont été bénéfiques pour moi. Qu'il trouve ici le témoignage de toute ma gratitude car il a su me guider vers le droit chemin et vers la voie de la réussite.

A mes très chers frères : Ryadh et Anis.

A la mémoire de mon grand-père Khalil, grand-père Abd-El-Hafid, et mon ami d'enfance Raid (la miséricorde de dieu sur leur âmes).

A tous mes amis, particulièrement : Larbi, Fadi. A mon binôme de travail Tarek, qu'il trouve ici le témoignage de ma profonde et sincère amitié qui m'a donné l'aide et de comprendre tout au long de ce projet.

A tous les profs qui m'ont accompagné durant le cycle scolaire et le cycle universitaire et a tous ceux qui j'aime.

Hicham

Remerciement

Nous rendons avant tout grâce à Dieu tout puissant qui nous a aidé à surmonter les difficultés que nous avons. Rencontré tout au long de notre travail.

Le travail, présenté dans le cadre d'une préparation d'un mémoire de Master d'un Système de Contrôle Automatique pour une Station de Pompage, a été développé au niveau de siège de la société SIEMENS.

Nous tenons à exprimer nos remerciements à notre promoteur, Pr. Ahriche Aimad, durant notre projet et pour ses conseils tout au long de notre travail.

Nous remercions également les encadreurs de société de SIMENS M. Amine Bourkab, M. Mahdi Hourri et les ingénieurs de la société SIEMENS : M. Youcef Abada, pour leurs explications et conseils et aides.

Nous remercions aussi à tous les professeurs, enseignants et toutes les personnes qui nous ont soutenu jusqu'au bout et qui ne cessent de nous donner des conseils.

Enfin, nous souhaitons adresser nos sincères remerciements à toutes les personnes qui ont contribué, d'une manière ou d'une autre, à l'élaboration et au bon déroulement de notre travail.

Résumé

Dédicaces

Remercîments

Table des matières

Liste des figures

Liste des tableaux

Principales notations utilisées

Introduction générale

Table des matières

Chapitre I : Description général du système

I.1.Introduction	2
I.2.Système Automatisée	2
I.2.1. Objectif de l'automatisation.....	2
I. 3. Description du système	3
I.3.1. Réservoir	3
I.3.2. Canalisation	4
I.3.3. Le moteur électrique.....	4
I.3.4. Vanne /Electrovanne	5
I.3.5. Débitmètre/ Transmetteur a ultrason (SONO 3300/FUS060).....	5
I.3.6. Le variateur de vitesse (ou variateur électronique de vitesse G120).....	6
I.3.7. L'automate Programmable Industriel.....	7
I.3.7.1. Critères de choix de l'automate programmable industriel	7
I.3.7.2. Avantage des automates Programmables	7
I.3.7.3. Description sur l'automate S7-1200	8
I.3.7.4. Nature des informations traitées par l'automate.....	9
I.3.7.5. Structure générale de L'API	9
I.3.7.5.1. Partie commande	9

I.3.7.5.2. Partie opérative	10
I.3.7.6. Architecture d'un API.....	10
I.3.9. Clapet anti-retour	13
I.3.8. Ecran HMI	13
I.4. Conclusion	14
Chapitre II : Modélisation de la machine asynchrone	
II.1. Introduction.....	15
II.2. Construction de la machine asynchrone	15
II.2.1. Le stator.....	15
II.2.2. Le rotor.....	16
II.2.3. Entrefer.....	17
II.2.4. Les Organes mécanique	17
II.3. Principe de fonctionnement	17
II.4. Bilan énergétique d'un moteur asynchrone	18
II.5. Les avantages et les inconvénients des machines asynchrones	18
II.5.1. Avantage	18
II.5.2. Inconvénients	18
II.6. Hypothèses simplificatrices	19
II.7. Représentation de la machine dans l'espace électrique	19
II.7.1. Equation électrique	19
II.7.2. Equation de flux magnétique	20
II.7.3. Equation de Couple.....	21
II.8. Modèle de Park de la machine asynchrone.....	21
II.8.1. Transformation de Park.....	22
II.8.2. Choix de Référentiel	22
II.9. Le Couple électromagnétique	23
II.10. Modélisation de l'onduleur Classique	23

II.10.1. Onduleur classique a deux niveaux de tensions.....	23
II.10.3. Avantage de la MLI	25
II.10.4. Mode de Calcul des tensions.....	25
II.10.5. Le modèle de simulation MATLAB	27
II.10.5.1. Les paramètres de simulation	28
II.10.6. Les résultats de simulation.....	28
II.10.7. Interprétation	32
II.11. Conclusion	32

Chapitre III : Logiciel de Programmation Tia Portal

III.1. Introduction	33
III.2. Le logiciel de programmation (TIA Portal V16).....	33
III.2.1. Présentation de Logiciel	33
III.2.2. Les avantage du logiciel TIA portal	33
III.2.3. SIMATIC S7-PLCSIM.....	34
III.2.4. Utilisation de S7-PLCSIM.....	34
III.2.4.1. Type de données utilisées en S7-PLCSIM.....	34
III.2.5. Création d'un Project dans Tia Portal.....	35
III.2.6. Configuration matérielle du projet.....	35
III.2.7. Vu de Project	36
III.2.8. Configuration des Entrée/Sortie (E/S)	37
III.2.9. Tableau des Variables	38
III.2.10. Programmation principale main OB.....	39
III.2.11. Les blocs supplémentaires	39
III.2.11.1. Les blocs fonctionnels (FB)	39
III.2.11.2. Les Fonction (FC)	39
III.2.11.3. Le bloc de donnée (DB)	39
III.2.12. La simulation avec PLCSIM	40

III.3. Les langages utilisés dans le logiciel Tia portal	41
III.3.1. Fonction logique ET, OU par ladder	41
III.4. SIMATIC WINCC TIA Portal	42
III.4.1. Création d'une HMI.....	42
III.4.2. Vue principale de projet.....	44
III.5. Conclusion.....	44

Chapitre IV : Programmation et simulation

IV.1. Introduction	45
IV.2. Cahier de Charge.....	45
IV.2.2. Les pré-Actionneur.....	45
IV.2.3. Capteur	46
IV.2.4. Programmation	46
IV.2.4.1. Mode Locale Distant.....	46
IV.3. Les blocs mathématiques utilisé sur Tia Portal	47
IV.3.1. Instructions SCALE_X (Mise à l'échelle) et NORM_X (Normaliser).....	47
IV.3.2. Instruction CALCULER (calculer)	48
IV.3.3. Les compteurs.....	48
IV.3.4. Instruction MOV	49
IV.3.5. Le Bloc d'un Variateur de fréquence (SINA_SPEED)	49
IV.4. La Supervision	49
IV.4.1. Définition.....	49
IV.4.2. Vue du système.....	50
IV.4.3. Problématique et Solution	50
IV.5. Conclusion.....	51

Chapitre I

Figure I.1: Représentation d'un système automatisé industriel	2
Figure I.2: Réservoir.....	3
Figure I.3: Canalisation	4
Figure I.4: Moteur électrique.....	4
Figure I.5: Vanne/Electrovanne	5
Figure I.6: Débitmètre/ Transmetteur a ultrason	6
Figure I.7: Variateur de Fréquence G120.....	6
Figure I.8: Les automates programmables Industriel.....	7
Figure I.9: PLC S7 1200.....	9
Figure I.10: Structure d'un API.....	10
Figure I.11: Architecture d'un API	11
Figure I.12: SITOP	11
Figure I.13: Module CPU d'un API.....	12
Figure I.14: Modules d'entrée/Sortie	12
Figure I.15: Clapet anti-retour.....	13
Figure I.16: Ecran HMI	13

Chapitre II

Figure II.1: Constitution d'une machine asynchrone	15
Figure II.2: Le stator.....	16
Figure II.3: Le rotor à cage d'écureuil	16
Figure II.4: Principe de fonctionnement d'une machine asynchrone.....	17
Figure II.5: Représentation schématique d'une MAS triphasée.....	19
Figure II.6: Modèle de Park de la MAS	21
Figure II.7: Schéma d'un onduleur à deux niveaux	24
Figure II.8: Séquences de fonctionnement d'un bras de l'onduleur à deux niveaux	24
Figure II.9: Bloc de la machine asynchrone.....	27
Figure II.10: les signaux de commande.....	28
Figure II.11: tension VAo	29
Figure II.12 : tension simple.....	29
Figure II.13: tension composée	29
Figure II.14: couple électromagnétique.....	30
Figure II.15: Courant statorique et rotorique dans le repéré (d,q).....	30

Figure II.16:les flux statoriques et rotorique dans le repéré (d,q)	30
Figure II.17 : courant rotorique et statorique	31
Figure II.18:Vitesse de synchronisme	31
Chapitre III	
Figure III.1:Création de Project.....	35
Figure III.2:Ouverture de Project	35
Figure III.3:Configurer un appareil dans TIA Portal	36
Figure III.4:Choix de la CPU	36
Figure III.5:Environnement de Tia Portal	37
Figure III.4:Configuration des E/S	37
Figure III.5:Adresse disponible dans une entrée analogique	38
Figure III.6:Table des Variable	38
Figure III.7:Bloc main OB de programme principal	39
Figure III.8:Schéma des différents blocks.....	40
Figure III.9:Configuration entre la CPU et l'ordinateur.....	40
Figure III.10:Interface S7-PLSIM	41
Figure III.11:Visualisation de programme	41
Figure III.12:Fonction ET par ladder	42
Figure III.13:Fonction OU	42
Figure III.14:Ajouter un appareille	43
Figure III.15:Configuration entre PLC et HMI	43
Figure III.16:Vue principale d'une IHM	44
Chapitre IV	
Figure IV.1:Commutateur Local Distant dans Tia Portal	46
Figure IV.2:Mode manuel automatique dans Tia Portal	47
Figure IV.3:Le blocs NORM_X et SCALE_X	47
Figure IV.4:Compteur UP de réservoir 1	48
Figure IV.5:Fonction décomptage.....	48
Figure IV.6:La fonction MOVE	49
Figure IV.7:Bloc SINA_ SPEED	49
Figure IV.8:Supervision du système	50

Tableau II.1:Commutation d'un onduleur à 2 niveaux	25
Tableau II.2: Les états des interrupteurs	27
Tableau II.3:Paramétré de simulation	28

Abréviations et acronymes :

API	Automate Programmable industriel.
IGBT	Insulated Gate Bipolar transistor.
PLC	Programmable logique Controller.
HMI	Human machine interface.
CPU	Central Processing unit.
DI	Digital input.
DQ	Digital output.
AI	Analogique input.
AQ	Analogique output.
P_e	Puissance électrique.
P_a	Puissance absorbée .
P_{js}	Pertes joul statorique.
P_{fs}	Pertes fer statorique.
V_s	Representent les vecteurs des tensions statoriques.
V_r	Representent les vecteurs des tensions rotoriques.
I_r	Les vecteurs coutants statoriques.
I_s	Les vecteurs coutants rotoriques.
ϕ_s, ϕ_r	Les vecteurs flux statoriques et rotoriques.
R_s, R_r	Résistance statoriques et rotoriques.
L_s	Matrice des inductances statorique.
L_r	Matrice des inductances rotorique.
M_{sr}	Matrice des mutuelles entre stator et rotor.
M_{rs}	Matrice des mutuelles entre rotor et stator.
l_s	Inductance propre d'une phase statorique.
l_r	Inductance propre d'une phase rotorique.
θ	L'angle de rotation du rotor par rapport au stator

Introduction générale

L'automatisation occupe une grande place dans le milieu industriel et elle est devenue une nouvelle stratégie de production choisies par les plus grandes entreprises d'aujourd'hui. Ces dernières années, la plupart des grandes usines de production ont pris un peu d'avance avec l'installation des nouveaux systèmes d'automatisation qui intègrent des automates programmables industriels (API).

Les moteurs asynchrones triphasé sont les plus couramment utilisés dans le domaine industriel. Ainsi que la plus employée pour effectuer des variations de vitesse.

La machine asynchrone est commandée par un onduleur de tension à commande MLI qui permet d'améliorer le facteur de puissance coté alternatif (source) et d'éliminer les harmoniques.

Dans notre système, nous utilisons le logiciel de programmation TIA Portal V16 pour l'automatisation et la surveillance de la station d'eau, ainsi qu'en utilisant un automate programmable siemens (SINAMIC S7_1200) et un écran HMI pour la supervision de notre système.

Le travail est devisé en quatre chapitres :

- Dans le premier chapitre on fait la description de notre système et la généralité sur l'automatisation.
- Le deuxième chapitre concerne la modélisation de la machine asynchrone par la transformée de Park et la modélisation de l'onduleur par la commande MLI.
- Dans le troisième chapitre, on a présenté le logiciel de programmation Tia Portal et les différents blocs qui sont utilisés, ainsi que le SIMATIC WICC (HMI).
- Dans le quatrième chapitre, nous avons présenté la programmation et la supervision par le logiciel Tia Portal V16 selon le cahier de charge détaillé, et les différents schémas électriques du système.

Chapitre I

Description générale du système

I.1.Introduction

L'automatisation occupe une grande place dans le milieu industriel et elle est devenue une nouvelle stratégie de production choisies par les plus grandes entreprises d'aujourd'hui. Ces dernières années, la plupart des grandes usines de production ont pris un peu d'avance avec l'installation des nouveaux systèmes d'automatisation qui intègrent des automates programmables industriels (API).

Dans ce chapitre on va présenter une description générale de notre système qui se compose principalement de deux réservoirs, pompe, vanne, variateur de vitesse...

I.2.Système Automatisée

Un système automatisé est un ensemble d'éléments en interaction organisé dans un but précis : agir sur une matière d'œuvre pour lui donner une valeur ajoutée. Le système automatisé est soumis à des contraintes : énergétiques, de configuration, déréglage et d'exploitation qui interviennent dans tous les modes de marche et d'arrêt du système.[1]

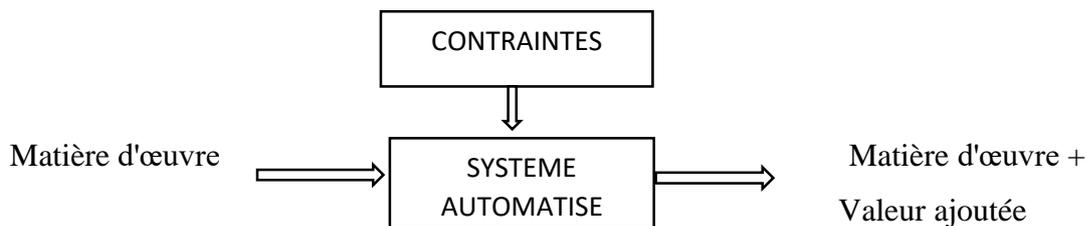


Figure I.1: Représentation d'un système automatisé industriel

I.2.1. Objectif de l'automatisation

L'objectif de l'automatisation des systèmes est de garantir, en ayant recours le moins possible à l'homme, des produits de qualité et ce pour un coût le plus faible possible avec une augmentation de la sécurité tout en s'adaptant à des contextes particuliers. En effet l'automatisation des processus permet de :

- Accroître la productivité de l'entreprise en réduisant les coûts de production.
- Améliorer la flexibilité de la production.
- Perfectionner la qualité du produit.
- S'adapter à des contextes particuliers.
- Augmenter la sécurité.

I. 3. Description du système

Le système à étudier est composé de :

- Deux réservoirs.
- Une canalization.
- Un Automate Programmable industriel (PLC SIMATIC S7-1200).
- Une études Software/ Hardware.
- Interfaces entré et sortie Digital pour :
 - Les électrovannes.
 - Les fins de courses.
- Interfaces entré et sortie Analogique pour :
 - Deux Transmetteur de niveaux.
 - Un Débitmètre ultrasound.
 - Un variateur de fréquence G 120.
- Une supervision de système par un écran HMI.

I.3.1. Réservoir

Ces réservoirs stockent l'eau utilisée dans le système. Ils peuvent être de différentes tailles et formes, en fonction des besoins spécifiques, fabriqués en acier galvanisé d'une hauteur de 10(m), Il est économique, résistant à la corrosion dans des environnements modérément agressifs.



Figure I.1: Réservoir

I.3.2. Canalisation

Un tuyau métallique est fabriqué à partir d'Acier de 5 pouces qui est caractérisé par un :

- Diamètre intérieur $\varnothing = \text{DN } 125 \text{ mm}$
- Diamètre \varnothing extérieur $\varnothing = 139.7 \text{ ou } 133 \text{ mm}$



Figure I.2: Canalisation

I.3.3. La Pompe Centrifuges

La pompe Centrifuge est constitué de deux partie : le moteur électrique et la pompe. Le moteur électrique est l'élément qui convertit l'énergie électrique en énergie mécanique pour entraîner un mécanisme ou une pompe. Dans notre système, Le moteur asynchrone utilisé pour pomper de l'eau dans un réservoir à partir d'un autre, Il offre une efficacité élevée et une fiabilité robuste. [2]



Figure I.3: Moteur électrique

- Le type de moteur 1AV3104A enveloppe en aluminium d'une vitesse 2910 tour/min. est un moteur basse tension de la gamme SIMOTICS GP de Siemens IP55
 - Classe de température : 155 (F) selon 130 (B)
 - Refroidissement : auto-ventilé (self-cooled)
 - Nombre de Pôles : 2

- Puissance : 3 kW à 50 Hz
- Tension : triphasé de 230 V en triangle /400 V en étoile. Fréquence de 50 Hz.

I.3.4. Vanne / Electrovanne

Les vannes et les électrovannes tout ou rien avec les fins de course sont des dispositifs mécaniques qui contrôlent le flux de l'eau. Elles peuvent ouvrir ou fermer le passage entre les réservoirs ou vers d'autres composants du système, elles pourraient permettre de remplir et de vider les réservoirs. [2]



Figure I.4: Vanne/ Electrovanne

- De type VAG EKO / EVB 82
- Tension de fonctionnement 24VDC signal de commande 0...10 V, 2...10 V, 4...20mA
- Puissance de électrovanne 16VA
- Taille : DN80 (diamètre nominal 125 mm)
- Pression nominale : PN16 bar ($\Delta p_s=1600$ KPA)
- Débit volumique $k_{vs} = 119\text{m}^3/\text{h}$

Elles sont idéals dans les systèmes de chauffage, de refroidissement et de distribution d'eau. Elles contribuent à l'efficacité énergétique et à la réduction des coûts d'exploitation.

I.3.5. Débitmètre/ Transmetteur a ultrason (SONO 3300/FUS060)

Il s'agit d'un débitmètre ultrasonique de la marque Siemens. Le SONO 3300 est le capteur et le FUS060 est le transmetteur associé. Sont prioritairement utilisés pour mesurer le débit volumique des fluides qui conduites en acier DN 100 ... 300 (4" ... 12"), PN 16, Une plage de débit que le débitmètre peut mesurer 0,3 ... 3 200 m³ de résistance de câble 75Ω

Les deux transmetteurs FUS060 monté séparément du capteur, ce qui offre une flexibilité dans l'installation. [2]



Figure I.5:Débitmètre/ Transmetteur a ultrason

I.3.6. Le variateur de vitesse (ou variateur électronique de vitesse G120)

SINAMICS G120 est un système modulaire de variateurs composé essentiellement de deux unités fonctionnelles :

- Unité de Contrôle (CU)
- Module du puissance (PM)

L'unité de contrôle commande et surveille le module de puissance ainsi que le moteur raccordé en offrant plusieurs types de régulation sélectionnables. Elle gère la communication avec une commande locale ou centrale ainsi qu'avec des équipements de surveillance. D'une alimentation 24VDC 0.5A.

Le Module de la puissance alimente le moteur dans une plage de puissance allant de 0,37 kW à 250 kW. Il recourt à la dernière technologie IGBT avec modulation de largeur d'impulsions pour un fonctionnement hautement fiable et souple du moteur. Des fonctions de protection très complètes assurent une protection maximale du Module de puissance et du moteur.



Figure I.6:Variateur de Fréquence G120

I.3.7. L'automate Programmable Industriel

L'Automate Programmable Industriel (API) est un dispositif électrique de traitement logique d'informations dont le programme de fonctionnement est effectué à partir d'instructions établies en fonction du processus à réaliser. Il est adapté à l'environnement industriel. Il génère des ordres vers les pré-actionneurs de la partie opérative à partir de données d'entrées (capteurs) et d'un programme. Il gère et contrôle l'ensemble du système. Il reçoit des informations des différents capteurs (comme les transmetteurs de niveau et le débitmètre) et prend des décisions en fonction de la logique programmée. [3]



Figure I.7: Les automates programmables Industriels

I.3.7.1. Critères de choix de l'automate programmable industriel

Le Choix d'un automate programmable est basé sur :

- Le nombre et la nature des entrées/sorties.
- Le type du processeur, la taille de la mémoire, la vitesse de traitement et les fonctions spéciales offertes par le processeur.
- Processeur en calcul afin de sécuriser le traitement et la communication avec le procédé.
- Communication avec d'autre système : l'automate doit pouvoir communiquer avec les autres systèmes de commande (API, supervision ...).

I.3.7.2. Avantage des automates Programmables

Les API dans les industries deviennent de plus en plus essentiels et indispensables pour assurer le bon fonctionnement des processus. On peut citer quelques avantages :

- Programmation et modification du programme facile par rapport à la logique câblée.
- Réduire les coûts de production.

- Solution pour un coût acceptable.
- Simplicité de mise en œuvre.
- Simplification du câblage.
- Facilité de maintenance (L'API par lui-même est relativement fiable et peut aider l'homme dans sa recherche de défauts).
- Possibilité de communication avec l'extérieur (ordinateur, autre API).[4]

I.3.7.3. Description sur l'automate S7-1200

L'automate SIMATIC S7-1200 fabriqué par SIEMENS est un automate de conception modulaire et compact, polyvalent, destiné à des tâches d'automatisation simple mais d'une précision extrême, il constitue donc, un investissement et une solution parfaite à une grande variété d'applications.

Le CPU combine un microprocesseur, une alimentation intégrée, des circuits d'entrée et de sortie, un PROFINET intégré, des E/S rapides de commande de mouvement, ainsi que des entrées analogiques intégrées dans un boîtier compact en vue de créer un contrôleur puissant. Une fois le programme chargé, le CPU contient la logique nécessaire au contrôle et à la commande des appareils. [5]

Cet automate fait partie de la série SIMATIC S7-1200, qui est conçue pour les applications de contrôle et d'automatisation dans l'industrie de référence 6ES7 215-1AG40-0XB0 version 4.4.

- Alimentation 24 V CC 2A.
- Des cartes d'entrées/sorties logiques **TOR** (DQ10 et DI14 x 24 V CC intégrés).
- Des cartes d'entrées/sorties analogiques **ANA** (AI2 et AQ2 intégrés).
- 6 compteurs rapides et 4 sorties d'impulsions intégrées.
- La carte de signal étend les E/S intégrées ; jusqu'à 3 modules de communication pour la communication série. Jusqu'à 8 modules de signaux pour l'extension E/S.
- Contrôleur PROFINET IO, 2 ports.

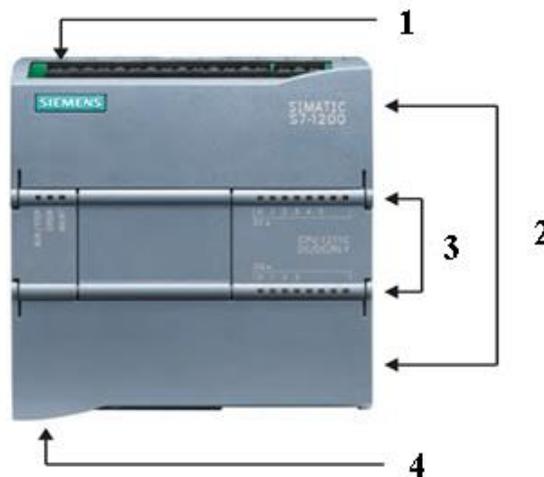


Figure I.8:PLC S7 1200

1-Connecteur d'alimentation

2-Connecteurs de câblage utilisateur amovibles (derrière les portes)

3-LED d'état pour les E/S embarquées

4-Connecteur PROFINET (en bas de l'unité centrale).

I.3.7.4. Nature des informations traitées par l'automate

Les informations peuvent être de type :

a. Tout ou rien (T.O.R.) : l'information ne peut prendre que deux états (vrai/faux, 0 ou 1). C'est le type d'information délivrée par un détecteur, un bouton poussoir ...

b. Analogique : l'information est continue et peut prendre une valeur comprise dans une plage bien déterminée. C'est le type d'information délivrée par un capteur (pression, température, Transmetteur ...)

C. Numérique : l'information est contenue dans des mots codés sous forme binaire ou bien hexadécimale. C'est le type d'information délivrée par un ordinateur ou un module intelligent. [6]

I.3.7.5. Structure générale de L'API

I.3.7.5.1. Partie commande

C'est le centre de décision. Elle donne des ordres à la partie opérative et reçoit ses comptes rendus venus des capteurs. Ses ordres de fonctionnement sont transmis aux pré-actionneurs qui permettent de commander les actionneurs, où les pré-actionneurs assurent le transfert d'énergie entre la source et les actionneurs (la partie puissance). Ces pré-actionneurs

Sont commandés par le bloc traitement des informations. Celui-ci reçoit les consignes du pupitre de commande (opérateur) et les informations de la partie opérative transmises par les capteurs / détecteurs. En fonction de ces consignes et de son programme de gestion des tâches (implanté dans l'automate programmable), elle va commander les pré-actionneurs et renvoyer des informations au pupitre de signalisation ou à d'autres systèmes de commande et/ou de supervision en utilisant un réseau et un protocole de communication. [6]

I.3.7.5.2. Partie opérative

La partie opérative d'un système automatisé est le sous-ensemble qui effectue les actions physiques (déplacement, rotation, émission de lumière...), mesure des grandeurs physiques (température, vitesse, couple, humidité, luminosité...) et rend compte à la partie commande. Elle est généralement composée d'actionneurs, de capteurs, de pré-actionneurs, etc. Plus simplement la partie opérative reçoit les ordres de la partie commande et les exécute.

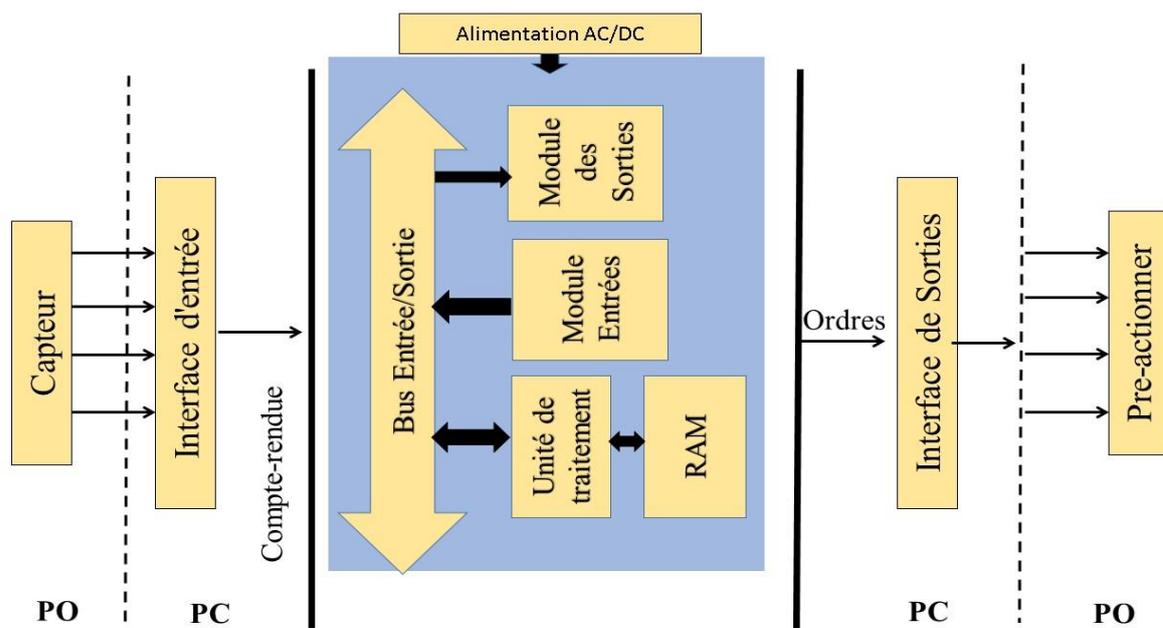


Figure I.9: Structure d'un API

I.3.7.6. Architecture d'un API

Un API comprend généralement des modules arrangés l'un à côté de l'autre, tels qu'une alimentation fournit l'énergie électrique nécessaire au fonctionnement de l'API, une unité centrale (CPU) basée sur un microprocesseur elle gère les opérations de traitement et de

Contrôle, Carte de mémoire Stocke les programmes et les données nécessaires au fonctionnement de l'API, Des Interfaces d'entrées et de sorties Permettent la connexion aux Capteurs, actionneurs et autres périphériques externe, Des Interfaces de communication pour facilite les échanges de données avec d'autres systèmes, des cartes spéciales et un dispositif de programmation.[7]

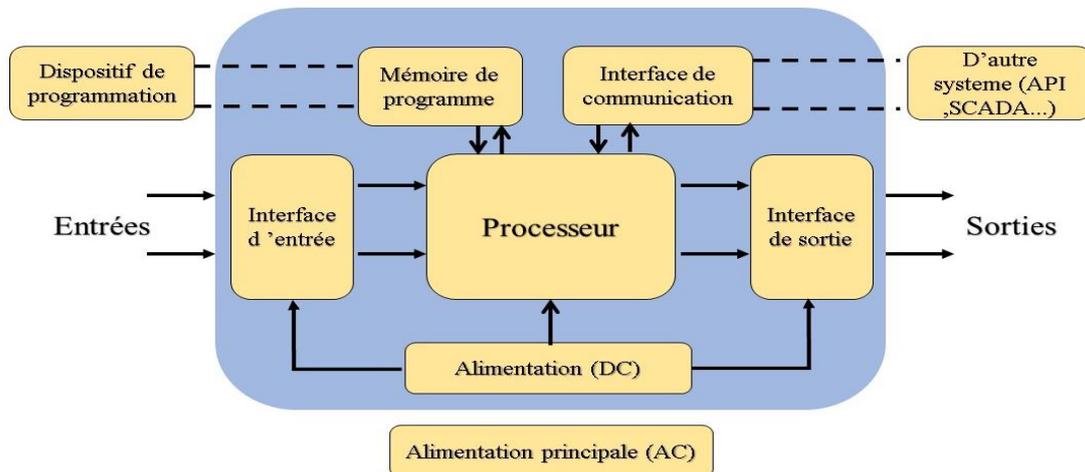


Figure I.10:Architecture d'un API

➤ Alimentation PLC S7-1200

Le bloc d'alimentation est nécessaire pour convertir la tension d'entrée alternative du secteur a une tension continue nécessaire au processeur et aux circuits des modules d'interface d'entrée et de sortie par un le SITOP qui est une alimentation conçue pour fournir une tension continue stable de 24 V CC. Elle est couramment utilisée dans les systèmes d'automatisation industrielle, les contrôleurs logiques programmables (PLC) et les processus industriels Elle accepte une plage de tension d'entrée de 120 à 230 V CA, la sortie est de 24 V DC 20A, idéale pour alimenter des composants tels que des capteurs, des actionneurs et des relais.



Figure I.11:SITOP

➤ L'unité centrale de traitement (CPU)

Le module CPU est l'unité contenant le microprocesseur. Cette unité interprète les signaux d'entrée et exécute les actions de commande en fonction du programme enregistré dans sa mémoire, communiquant les décisions sous forme des signaux d'actions aux sorties, Aussi, ce module contient une interface de programmation afin de communiquer avec la console de programmation suivant un protocole bien déterminé. Sont PLC à une interface de communication par Profinet est utilisée pour recevoir et transmettre des données sur le variateur de vitesse et vers autre système distant tels que HMI.

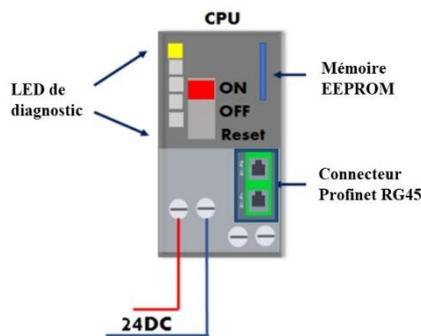


Figure I.12:Module CPU d'un API

➤ Interfaces d'entrée/sortie

Les cartes d'E/S permettent au processeur de recevoir des informations de périphériques externes (capteurs) et de les communiqués aux périphériques externes (Pré-actionneurs), généralement il y a deux types d'E/S, type Tout ou Rien (DI/DO) et analogique (AI/AO) avec alimentation 24VDC 0.5A. Dans notre projet on a réserver les entée sortie de PLC et on appuyer sur les modules d'entrée/sortie.

Interface DI/DO		Interface AI/AO	
DI 8x24VDC	DQ 8x24VDC	AI 4x16BIT	AQ 2x14BIT
2	3	4	5
DI a. 0.1.2.3 SM 1221 DC DI a. 4.5.6.7	DQ a. 0.1.2.3 SM 1222 DC DQ a. 4.5.6.7	AI 0 1 SM 1231 DC AI 2 3	AQ 0 1 SM 1232 DC

Figure I.13:Modules d'entrée/Sortie

I.3.8. Clapet anti-retour

Un clapet anti-retour, également appelé clapet unidirectionnel, est un dispositif qui permet à un fluide de s'écouler dans une seule direction. Son rôle principal est d'empêcher le retour d'eau dans le système.



Figure I.14 : Clapet anti-retour

I.3.9. Ecran HMI

Le SIMATIC Panel TP1200 Comfort est un panneau tactile de Siemens qui offre une interface utilisateur intuitive pour les applications industrielles. Ce panneau est conçu pour être facile à utiliser et à configurer de type 6AV2124-0MC01-0AX0 d'une alimentation de 24VDC 1A dispose d'un écran large TFT 12" de résolution 16 millions de couleurs et peut être commandé par écran tactile. La communication avec le régulateur s'effectue via une interface PROFINET. Ce panneau est conçu pour être facile à utiliser et à configurer, offrant une solution robuste pour la visualisation et le contrôle des processus industriels. [8]



Figure I.15: Ecran HMI

I.4.Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté la description du notre système et la caractéristique de l'automate programmable et leur architecture. L'automate programmable est adaptable à un maximum d'application, d'un point de vue traitement, composants et langage. Son architecture complexe et modifiable selon la nécessité du projet ainsi que la maîtrise de son software sont considérées comme critères principales pour mieux choisir son automate.

Chapitre II

Modélisation de la machine asynchrone et l'onduleur à deux niveaux

II.1. Introduction

Le moteur asynchrone, ou moteur à induction, est actuellement le moteur électrique dont l'usage est le plus répandu dans l'industrie. Son principal avantage réside dans l'absence de contacts électriques glissants, ce qui conduit à une structure simple, robuste et facile à construire. Relié directement au réseau industriel à tension et fréquence constantes, il tourne à vitesse peu différente de la vitesse synchrone ; Il permet la réalisation d'entraînements à vitesse variable et la place qu'il occupe dans ce domaine nécessaire de croître.

II.2. Construction de la machine asynchrone

La machine asynchrone est constituée des principaux éléments suivants :

- Stator (partie fixe) constitué de disques en tôles magnétiques portant les enroulements chargés de magnétiser l'entrefer.
- Rotor (partie tournante) constitué de disques en tôles magnétiques empilés sur l'arbre de la machine portant un enroulement injecté.
- Entrefer.
- Organes mécaniques permettant la rotation du rotor et le maintien des différents sous-ensembles.[9]

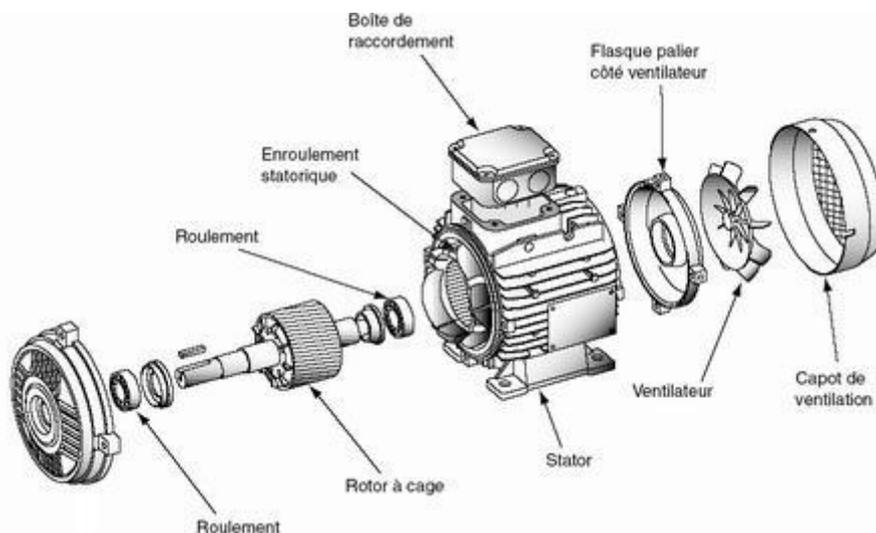


Figure II.1 : Constitution d'une machine asynchrone

II.2.1. Le stator

Le stator d'un moteur triphasé (le plus courant en moyenne et grosse puissance), comme son nom l'indique, est la partie statique du moteur asynchrone.

Le stator est constitué d'un circuit magnétique comportant des encoches où sont logés les trois enroulements statoriques Il se compose principalement :

- La carcasse.
- Des paliers.
- Des flasques de palier.
- Ventilateur refroidissant le moteur.
- Le capot protégeant le ventilateur.

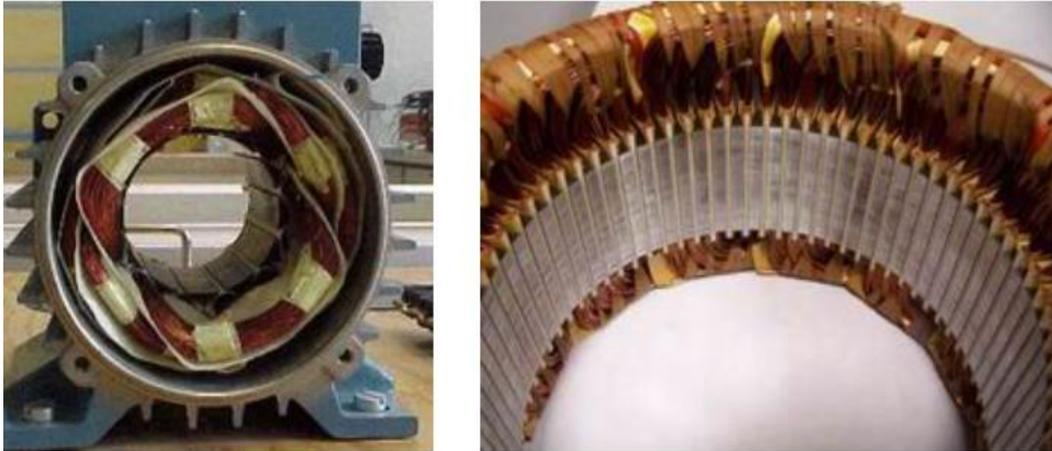


Figure II.2 : Le stator

II.2.2. Le Rotor

Le Rotor est la partie mobile du moteur asynchrone. Couplé mécaniquement à un treuil d'ascenseur par exemple, il va créer un couple moteur capable de fournir un travail de montée et de descente de la cabine d'ascenseur. Il se compose essentiellement :

- D'un empilage de disques minces isolés entre eux et clavetés sur l'arbre du rotor afin de canaliser et de faciliter le passage du flux magnétique.
- D'une cage d'écureuil en aluminium coulé dont les barreaux sont de forme trapézoïdale pour les moteurs asynchrones standards et fermés latéralement par deux "flasques" conductrices.



Figure II.3 : Le rotor à cage d'écureuil

II.2.3. Entrefer

L'entrefer est l'espace entre le stator et le rotor.

II.2.4. Les Organes mécanique

La carcasse sert de support, elle joue le rôle d'enveloppe et assure la protection contre l'environnement extérieur. L'arbre est un organe de transmission. Il comprend une partie centrale qui sert de support au corps du rotor et un bout d'arbre sur lequel est fixé un demi-accouplement. Il est généralement constitué en acier moulé ou forgé. Son dimensionnement est fonction des efforts de flexion (force centrifuge qui s'exerce sur lui, attraction magnétique radiale, etc...), des efforts radiaux et tangentiels dus aux forces centrifuges, des efforts de torsion (couple électromagnétique transmis en régime permanent, transitoire). Il est supporté par un ou plusieurs paliers. Ces paliers soutiennent le rotor et assurent la libre rotation. Le second palier est libre pour assurer les dilatations thermiques de l'arbre. Une isolation électrique de l'un des paliers assure l'élimination des courants dans l'arbre dû aux dissymétries des réluctances du circuit magnétique. Ils sont généralement à roulements pour les machines de petite et moyenne puissance.[10]

II.3. Principe de fonctionnement

Les courants statoriques créent un champ magnétique tournant dans le stator. La fréquence de rotation de ce champ est imposée par la fréquence des courants statorique, c'est-à-dire que sa vitesse de rotation est proportionnelle à la fréquence de l'alimentation électrique. La vitesse de ce champ tournant est appelée vitesse de synchronisme. L'enroulement au rotor est donc soumis à des variations de flux (du champ magnétique).

Une force électromotrice induite apparaît qui crée des courants rotoriques. Ces courants sont responsables de l'apparition d'un couple qui tend à mettre le rotor en mouvement afin de s'opposer à la variation de flux loi de Lenz. Le rotor se met donc à tourner pour tenter de suivre le champ statorique.

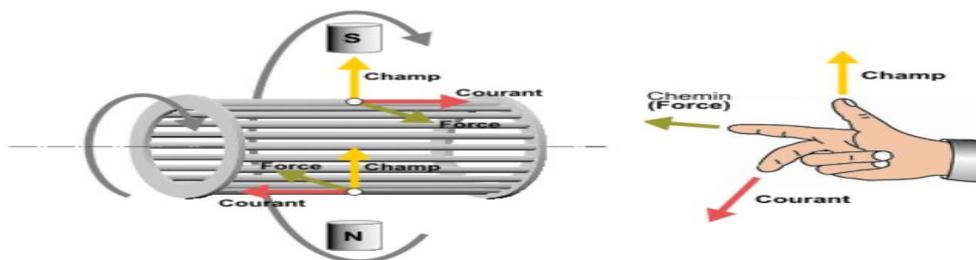


Figure II.4: Principe de fonctionnement d'une machine asynchrone

II.4. Bilan énergétique d'un moteur asynchrone

Le moteur asynchrone absorbe du réseau une puissance est égale $P_a = 3V I \cos(\varphi)$; à travers les bornes statoriques ; une partie de cette puissance (1 à 2 %) est perdue dans le stator sous forme de pertes fer (pertes magnétiques) P_{fs} et de pertes dans le cuivre due à l'effet joules.[11]

La puissance restante (P_e) est alors transmise au rotor par le champ tournant sous forme de puissance électromagnétique.

$$P_e = P_a - (P_{is} + P_{fs}) \approx P_a \quad (\text{II.1})$$

Le rotor utilise cette puissance P_e pour deux utilisations :

- Une partie est gaspillée sous forme des pertes par effet joules rotoriques (P_{jr}).
- L'autre partie se retrouve sous forme de puissance mécanique, qu'on appelle puissance utile (P_u) disponible à l'arbre du moteur.

$$P_e = P_a + P_{is} \quad (\text{II.2})$$

II.5. Les avantages et les inconvénients des machines asynchrones

II.5.1. Avantage

Il y a plusieurs avantages dans le moteur asynchrone [12] :

- Structure simple.
- Robuste et facile à construire.
- Utilisé dans la puissance moyenne et élevés.
- Relié directement aux réseaux industriels à tension et fréquence.
- Il tourne à vitesse variable différente de la vitesse synchrone.
- Il est utilisé pour la réalisation de la quasi-totalité de l'entraînement à vitesse.

II.5.2. Inconvénients

- Le couple de démarrage très élevé que les couples nominaux.
- La vitesse dépend de la charge.
- Variation de vitesse (nécessité d'un variateur de vitesse).
- La structure dynamique est fortement non linéaire et l'existence d'un fort couplage.

II.6. Hypothèses simplificatrices

La modélisation de la MAS s'appuie sur un certain nombre d'hypothèses que nous allons récapituler : [13]

- Parfaite symétrie.
- Assimilation de la cage à un bobinage en court-circuit de même nombre de phases que le bobinage statorique c'est à dire trois phases.
- Répartition sinusoïdale le long de l'entrefer des champs magnétiques de chaque bobinage.
- L'entrefer est d'épaisseur uniforme.

II.7. Représentation de la machine dans l'espace électrique

Le modèle de la machine asynchrone triphasée est illustré par la figure (II.4) avec les armatures statoriques et rotoriques munies chacune des enroulements triphasés, pour le stator (Sa, Sb, Sc) et pour le rotor (Ra, Rb, Rc), et θ l'angle entre une phase statorique de référence (Sa) et une phase rotorique de référence (Ra)

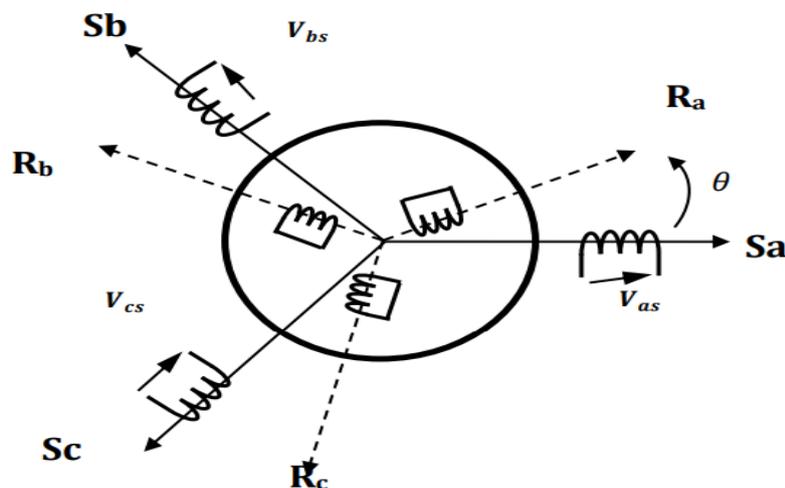


Figure II.5 : Représentation schématique d'une MAS triphasée

II.7.1. Equation électrique

En appliquant la loi de Faraday sur un des six enroulements statoriques ou rotoriques (figure II.5), la loi des mailles pour le premier enroulement du stator s'exprime par la relation

suivante :

$$V_{sa} = Ri_{sa} + \frac{d\phi_{sa}}{dt} \quad (\text{II.3})$$

- En déduit pour l'ensemble des phases statoriques (Sa, Sb, Sc) et rotoriques (Ra, Rb, Rc), respectivement exprimées dans les repères triphasés stator et rotor :

- Pour le stator :

$$\begin{cases} V_{sa} = R_s i_{sa} + \frac{d\phi_{sa}}{dt} \\ V_{sb} = R_s i_{sb} + \frac{d\phi_{sb}}{dt} \\ V_{sc} = R_s i_{sc} + \frac{d\phi_{sc}}{dt} \end{cases} \quad (\text{II.4})$$

- Ces équations (II.4) peuvent être réécrites en introduisant la notion matricielle ce qui se traduit par :

$$[V_{sabc}] = [R_s][i_{sabc}] + \frac{d}{dt} [\phi_{sabc}] \quad (\text{II.5})$$

$$\begin{bmatrix} v_{sa} \\ v_{sb} \\ v_{sc} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_s & 0 & 0 \\ 0 & R_s & 0 \\ 0 & 0 & R_s \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_{sa} \\ i_{sb} \\ i_{sc} \end{bmatrix} + \frac{d}{dt} \begin{bmatrix} \phi_{sa} \\ \phi_{sb} \\ \phi_{sc} \end{bmatrix} \quad (\text{II.6})$$

- Pour le rotor

$$\begin{cases} V_{ra} = R_r i_{ra} + \frac{d\phi_{ra}}{dt} \\ V_{rb} = R_r i_{rb} + \frac{d\phi_{rb}}{dt} \\ V_{rc} = R_r i_{rc} + \frac{d\phi_{rc}}{dt} \end{cases} \quad (\text{II.7})$$

- Ces équations (II.7) peuvent être réécrites en introduisant la notion matricielle ce qui se traduit par :

$$[V_{rabc}] = [R_r][i_{rabc}] + \frac{d}{dt} [\phi_{rabc}]$$

$$\begin{bmatrix} V_{ra} \\ V_{rb} \\ V_{rc} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_r & 0 & 0 \\ 0 & R_r & 0 \\ 0 & 0 & R_r \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_{ra} \\ i_{rb} \\ i_{rc} \end{bmatrix} + \frac{d}{dt} \begin{bmatrix} \phi_{ra} \\ \phi_{rb} \\ \phi_{rc} \end{bmatrix} \quad (\text{II.8})$$

II.7.2. Equation de flux magnétique

Les flux totalisés couplés avec les phases statoriques et rotoriques s'expriment sous la forme :

$$\phi_{sabc} = [L_s][I_{sabc}] + [M_{sr}][I_{rabc}]$$

$$\phi_{rabc} = [L_r][I_{rabc}] + [M_{sr}][I_{sabc}] \quad (\text{II.9})$$

Avec :

$$[L_s] = \begin{bmatrix} l_s & m_s & m_s \\ m_s & l_s & m_s \\ m_s & m_s & l_s \end{bmatrix} \quad (II.10)$$

$$[L_r] = \begin{bmatrix} l_r & m_r & m_r \\ m_r & l_r & m_r \\ m_r & m_r & l_r \end{bmatrix} \quad (II.11)$$

$$[M_{sr}] = [M_{rs}]^t = \begin{bmatrix} \cos(\theta) & \cos(\theta + \frac{2\pi}{3}) & \cos(\theta - \frac{2\pi}{3}) \\ \cos(\theta - \frac{2\pi}{3}) & \cos(\theta) & \cos(\theta + \frac{2\pi}{3}) \\ \cos(\theta + \frac{2\pi}{3}) & \cos(\theta - \frac{2\pi}{3}) & \cos(\theta) \end{bmatrix} \quad (II.12)$$

$$[M_{rs}] = [M_{sr}]^t$$

Le système d'équations électriques nécessaire à l'étude du fonctionnement de la machine à tous les régimes comme suite :

$$[V_{sabc}] = [Rs] \cdot [I_s] + [L_{ss}] \cdot \frac{d}{dt} [I_s] + \frac{d}{dt} ([M_{sr}] \cdot [I_r]) \quad (II.13)$$

$$[V_{rabc}] = [Rr] \cdot [I_r] + [L_{rr}] \cdot \frac{d}{dt} [I_r] + \frac{d}{dt} ([M_{sr}] \cdot [I_s])$$

II.7.3. Equation de Couple

Le régime transitoire met en évidence l'équation du mouvement qui est définie comme suit

$$J \frac{d\Omega}{dt} + f\Omega = C_{em} - C_r \quad (II.14)$$

II.8. Modèle de Park de la machine asynchrone

La transformation de PARK permet d'aboutir des équations différentielles à coefficients constants. Physiquement, La transformation de Park s'interprète comme une transformation des trois enroulements de la MAS à deux enroulements. [14]

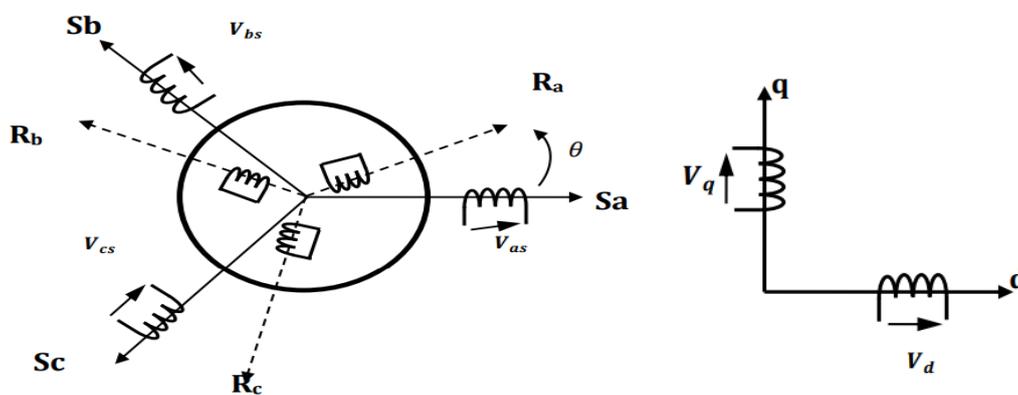


Figure II.6 : Modèle de Park de la MAS

II.8.1. Transformation de Park

La transformation de Park permet le passage d'un système triphasé équilibré vers un système biphasé tournant. Avec l'application de la transformations Park en conserve la puissance. La figure (II.5) montre le passage du système triphasé au système biphasé.

$$\begin{bmatrix} v_d \\ v_q \\ v_o \end{bmatrix} = \sqrt{\frac{2}{3}} \begin{bmatrix} \cos\theta & \cos(\theta - \frac{2\pi}{3}) & \cos(\theta - \frac{4\pi}{3}) \\ -\sin\theta & -\sin(\theta - \frac{2\pi}{3}) & -\sin(\theta - \frac{4\pi}{3}) \\ \frac{1}{\sqrt{2}} & \frac{1}{\sqrt{2}} & \frac{1}{\sqrt{2}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_{sa} \\ v_{sb} \\ v_{sc} \end{bmatrix} \quad (II.15)$$

II.8.2. Choix de Référentiel

On Choisir le champ magnétique de stator comme un repéré donc les axes est tourne avec la vitesse de champ magnétique crée par l'enroulement statorique.

➤ **Park inverse**

Comme suite $[v_{abc}] = [P(\theta)]^{-1}[v_{dq0}] = \sqrt{\frac{2}{3}} \begin{bmatrix} \cos\theta & -\sin\theta & \frac{1}{\sqrt{2}} \\ \cos(\theta - \frac{2\pi}{3}) & -\sin(\theta - \frac{2\pi}{3}) & \frac{1}{\sqrt{2}} \\ \cos(\theta + \frac{2\pi}{3}) & -\sin(\theta + \frac{2\pi}{3}) & \frac{1}{\sqrt{2}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_d \\ v_q \\ v_o \end{bmatrix}$

➤ **Equations des tensions**

$$\begin{aligned} V_{sd} &= R_s \cdot I_{ds} + \frac{d\Phi_{ds}}{dt} - \omega_s \Phi_{qs} \\ V_{sq} &= R_s \cdot I_{qs} + \frac{d\Phi_{qs}}{dt} + \omega_s \Phi_{ds} \\ 0 &= R_r \cdot I_{dr} + \frac{d\Phi_{dr}}{dt} - \omega_r \cdot \Phi_{qr} \\ 0 &= R_r \cdot I_{qr} + \frac{d\Phi_{qr}}{dt} + \omega_r \cdot \Phi_{dr} \end{aligned} \quad (II.16)$$

Avec

$$\omega_s = \frac{d\theta_r}{dt}$$

$$\omega_r = \omega - \omega_s = \frac{d\theta_r}{dt}$$

$$\omega_s = \Omega \cdot P$$

➤ Ces systèmes d'équation (II.16) devient

$$\begin{aligned}
\frac{d\Phi_{ds}}{dt} &= V_{ds} - R_s \cdot I_{ds} + \omega_s \Phi_{qs} \\
\frac{d\Phi_{qs}}{dt} &= V_{qs} - R_s \cdot I_{qs} - \omega_s \Phi_{ds} \\
\frac{d\Phi_{dr}}{dt} &= -R_r \cdot I_{dr} + (\omega - \omega_s) \cdot \Phi_{qr} \\
\frac{d\Phi_{qr}}{dt} &= -R_r \cdot I_{qr} - (\omega - \omega_s) \cdot \Phi_{dr}
\end{aligned}
\tag{II.17}$$

➤ **Equation de Flux**

$$\begin{aligned}
\Phi_{ds} &= L_s \cdot I_{ds} + L_m \cdot I_{dr} \\
\Phi_{qs} &= L_s \cdot I_{qs} + L_m \cdot I_{qr} \\
\Phi_{dr} &= L_r \cdot I_{dr} + L_m \cdot I_{ds} \\
\Phi_{qr} &= L_r \cdot I_{qr} + L_m \cdot I_{qs}
\end{aligned}
\tag{II.18}$$

À partir de système d'équation (II.17) on trouve :

➤ **Equation de courant**

$$\begin{aligned}
I_{ds} &= (\Phi_{ds} - L_m \cdot I_{dr}) \frac{1}{L_s} \\
I_{qs} &= (\Phi_{qs} - L_m \cdot I_{qr}) \frac{1}{L_s} \\
I_{dr} &= (\Phi_{dr} - L_m \cdot I_{ds}) \frac{1}{L_r} \\
I_{qr} &= (\Phi_{qr} - L_m \cdot I_{qs}) \frac{1}{L_r}
\end{aligned}
\tag{II.19}$$

II.9. Le Couple électromagnétique

Le couple électromagnétique est exprimé en fonction des flux rotoriques et statoriques dans le repère d-q est donnée par :

$$Cem = P(\Phi_{ds} \cdot I_{qs} - \Phi_{qs} \cdot I_{ds}) \tag{II.20}$$

II.10. Modélisation de l'onduleur Classique

II.10.1. Onduleur classique a deux niveaux de tensions

L'onduleur classique à deux niveaux de tension est représenté sur la figure (II .6.) Il est constitué de trois bras de commutation à transistors. Chaque bras composé de deux cellules comportant chacune une diode et un transistor qui travaillent en commutation forcée. Tous ces éléments sont considérés comme des interrupteurs idéaux. En mode commandable, le bras d'onduleur est un commutateur à deux positions qui permet d'obtenir à la sortie deux niveaux de tension. [15]

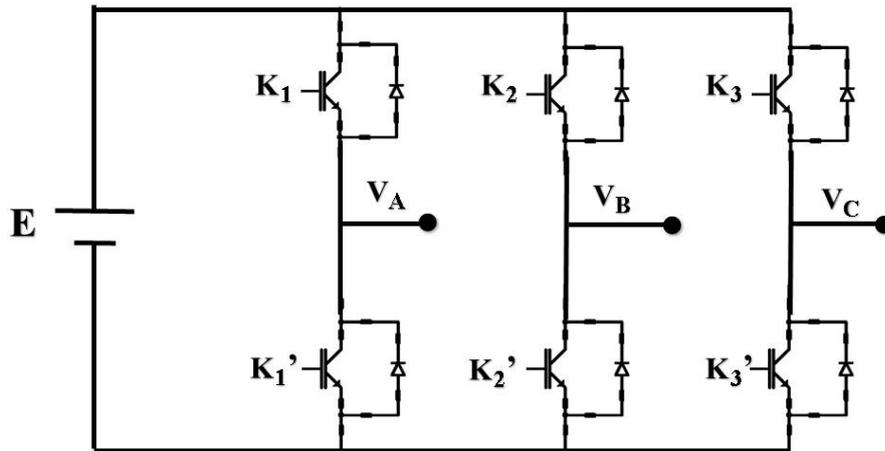


Figure II.7 : Schéma d'un onduleur à deux niveaux

- Pour un convertisseur à 2-niveaux de tensions. Nous avons deux séquences de fonctionnement possible permettant de générer les deux-niveaux de tensions :
- Séquences 1 : Génération du niveau maximum

Dans ce cas, l'interrupteur K_1 est passant et K_1' est bloqué comme le montre la figure

(II.7.) La tension de sortie V_a est : $V_a = +E$

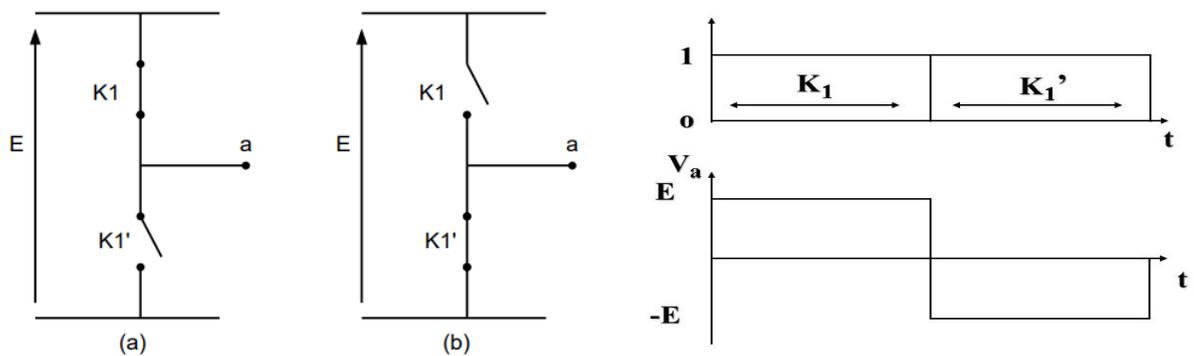


Figure II.8 : Séquences de fonctionnement d'un bras de l'onduleur à deux niveaux

- Séquences 2 :

Dans ce cas l'interrupteur K_1 est bloqué, et K_1' passant comme montre la figure (II.7.)

La tension de sortie est : $V_a = -E$

On peut résumer les deux étapes dans le tableau suivant :

V_a	K_1	K_1'
E	1	0
$-E$	0	1

Tableau II.1: Commutation d'un onduleur à 2 niveaux

$$\text{On a : } V_{AN} = \frac{1}{3}(V_{AO} + V_{BO} + V_{CO}) \quad (\text{II.21})$$

La technique de commande MLI consiste à former chaque alternance de la tension de sortie de plusieurs créneaux au lieu d'un seul créneau ce qui permet de produire une tension de sortie quasi-sinusoïdale.

La technique MLI se résume dans le choix des méthodes permettant la détermination des angles de commutation des convertisseurs. Parmi les méthodes les plus utilisés on trouve : la MLI intersective (sinus-triangle), la méthode MLI calculée.

II.10.3. Avantage de la MLI

- Permet de produire un courant de charge très voisin d'une sinusoïde.
- La MLI permet d'améliorer le facteur de puissance coté alternatif (source) et d'éliminer les harmoniques.
- Les plus gênants ou de les repousser vers les fréquences les plus élevées ce qui facilite leur filtrage.
- Permet l'ajustement de l'amplitude et la fréquence de la tension de sortie.

II.10.4. Mode de Calcul des tensions

$$\text{On a : } V_{AN} = \frac{1}{3}(V_{AO} + V_{BO} + V_{CO}) \quad (\text{II.21})$$

- Sachant que :

$$\begin{bmatrix} V_{AO} \\ V_{BO} \\ V_{CO} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} S_1 & - & S_4 \\ S_2 & - & S_5 \\ S_3 & - & S_6 \end{bmatrix} * \frac{E}{2} \quad (\text{II.22})$$

Avec: $S_1, S_2, S_3, S_4, S_5, S_6$, les signaux de commande des interrupteurs $K_1, K_2, K_3, K_1', K_2'$ et K_3

➤ Démonstration :

$$\left\{ \begin{array}{l} U_{AB} = V_{AN} - V_{BN} = V_{AO} - V_{BO} \quad (\text{II.23.1}) \\ U_{BC} = V_{BN} - V_{CN} = V_{BO} - V_{CO} \quad (\text{II.23.2}) \\ U_{CA} = V_{CN} - V_{AN} = V_{CO} - V_{AO} \quad (\text{II.23.3}) \end{array} \right. \quad (\text{II.23})$$

$$\text{Avec un système de charge équilibré : } V_{AN} + V_{BN} + V_{CN} = 0 \quad (\text{II.24})$$

$$V_{AN} = V_{BN} - V_{CN} \quad (\text{II.25})$$

D'après les équations (II.23.1) et (II.23.3) on obtient

$$\left\{ \begin{array}{l} V_{BN} = V_{AO} - V_{BO} - V_{AN} \\ -V_{CN} = -V_{CO} + V_{AO} - V_{AN} \end{array} \right. \quad (\text{II.26})$$

On remplace dans les équations (II.25) on trouve :

$$\begin{aligned} V_{AN} &= V_{AO} - V_{BO} - V_{AN} - V_{CO} + V_{AO} - V_{AN} \\ 3V_{AN} &= V_{AO} - V_{BO} - V_{CO} + V_{AO} \end{aligned} \quad (\text{II.27})$$

$$V_{AN} = \frac{1}{3}(2V_{AO} - V_{BO} - V_{CO})$$

➤ Pour la tension V_{BN} et V_{CN} on obtient

$$\begin{aligned} V_{AN} &= \frac{1}{3}(2V_{AO} - V_{BO} - V_{CO}) \\ V_{BN} &= \frac{1}{3}(-V_{AO} + 2V_{BO} - V_{CO}) \\ V_{CN} &= \frac{1}{3}(-V_{AO} - V_{BO} + 2V_{CO}) \end{aligned} \quad (\text{II.28})$$

Les états Interrupteurs			Les Tensions Simples			Les Tensions Composées		
K1	K2	K3	V_{AN}	V_{BN}	V_{CN}	U_{AB}	U_{BC}	U_{CA}
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	$-\frac{E}{3}$	$-\frac{E}{3}$	$\frac{2E}{3}$	0	-E	E
0	1	0	$-\frac{E}{3}$	$\frac{2E}{3}$	$-\frac{E}{3}$	-E	E	0
0	1	1	$-\frac{2E}{3}$	$\frac{E}{3}$	$\frac{E}{3}$	-E	0	E
1	0	0	$\frac{2E}{3}$	$-\frac{E}{3}$	$-\frac{E}{3}$	E	0	E
1	0	1	$\frac{E}{3}$	$-\frac{2E}{3}$	$\frac{E}{3}$	E	-E	0
1	1	0	$\frac{E}{3}$	$\frac{E}{3}$	$-\frac{2E}{3}$	0	E	E
1	1	1	0	0	0	0	0	0

Tableau II.2: Les états des interrupteurs

II.10.5. Le modèle de simulation MATLAB

➤ Moteur

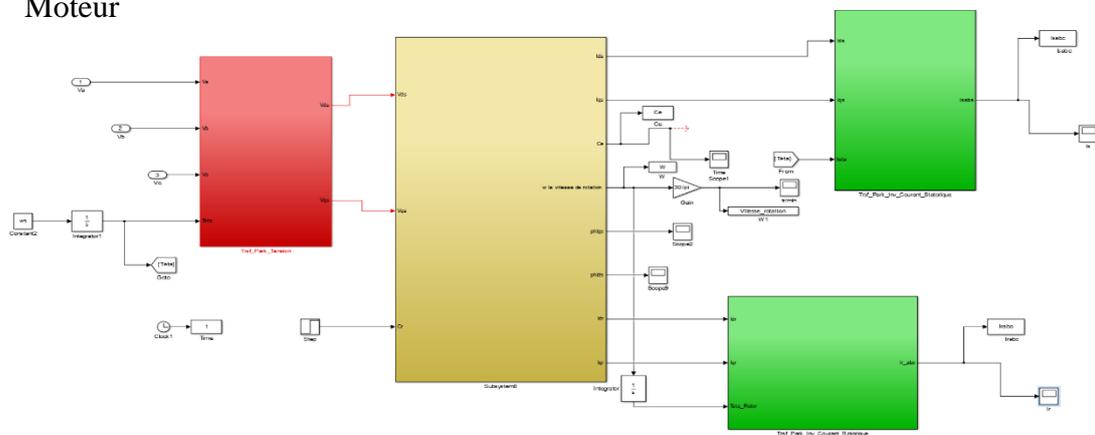


Figure II.9 : Bloc de la machine asynchrone

➤ Les Signaux de commande

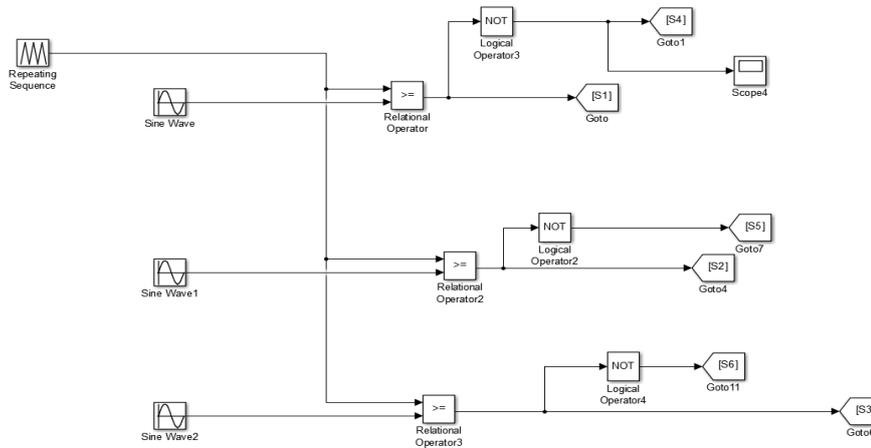


Figure II.10 : les signaux de commande

II.10.5.1. Les paramètres de simulation

La résistance statorique	$R_s=4.85\Omega$
La résistance rotorique	$R_r=3.805 \Omega$
L'inductance statorique	$L_s=0.274 \Omega$
L'inductance rotorique	$L_r=0.274 \Omega$
Moment magnétique	$M=0.258 \text{ A}\cdot\text{m}^2$
Nombre de pole	$P=2$
L'energie	$J=0.031\text{KJ}$
Le frottement	$F=0 \text{ N}$
Les pulsation	$\omega_s= 2*\pi*50$

Tableau II.3:Paramétré de simulation [16].

II.10.6. Les résultats de simulation

Simulation avec une Alimentation Onduleur $U= 200\text{V}$, $F=50\text{Hz}$, $F_p=1000\text{Hz}$ on obtient

➤ La tension V_{Ao}

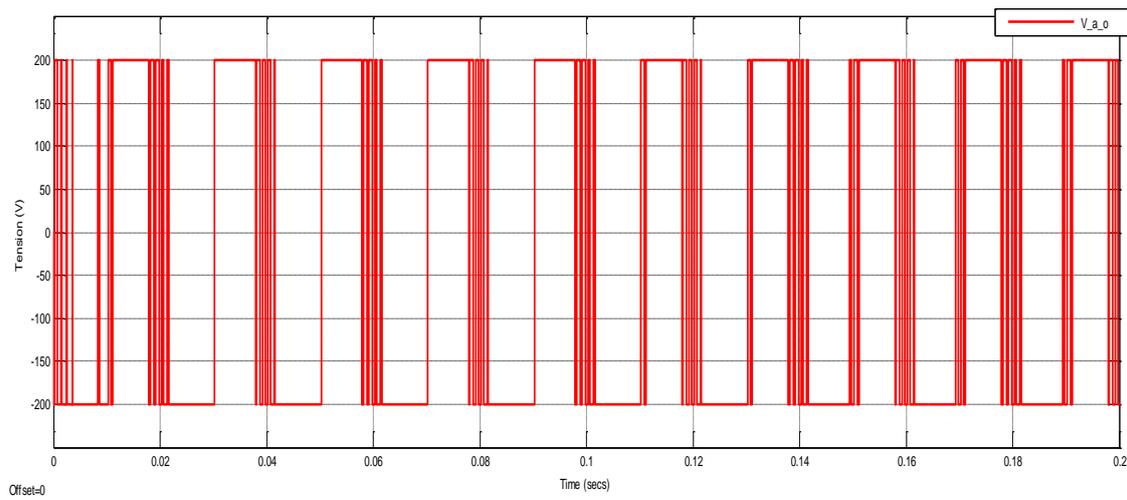


Figure II.11 : La tension V_{Ao}

➤ Tension simple V_{An}

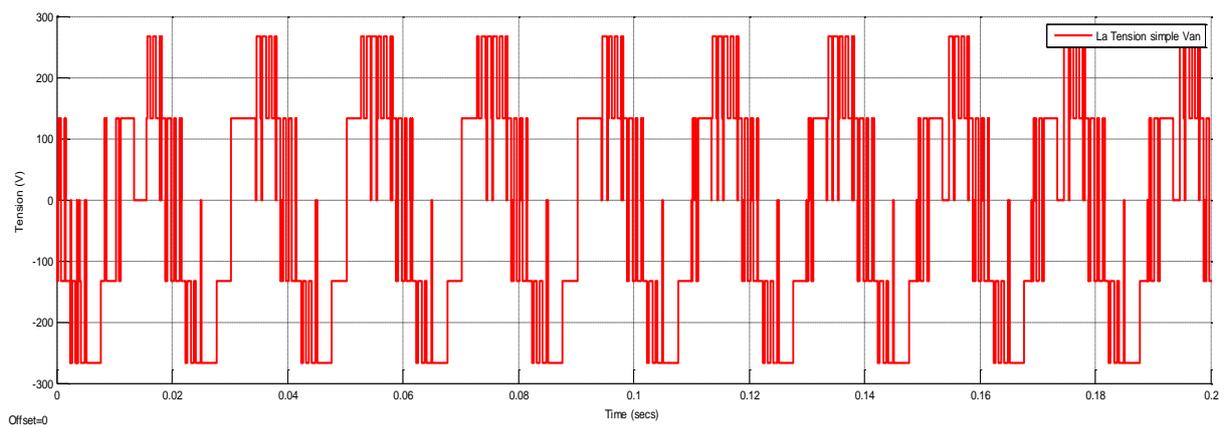


Figure II.12 : La tension simple

➤ Tension Compose U_{ab}

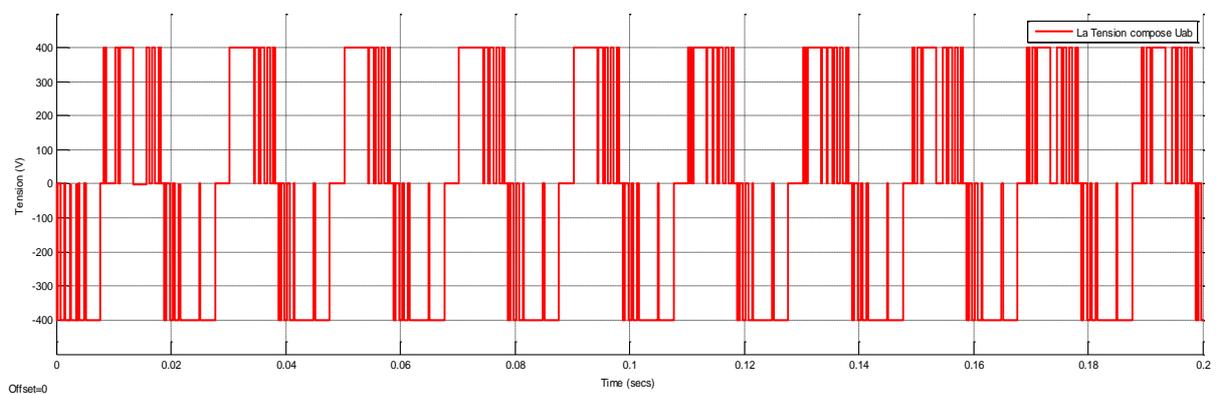


Figure II.13 : La tension composée

➤ Le Couple électromagnétique

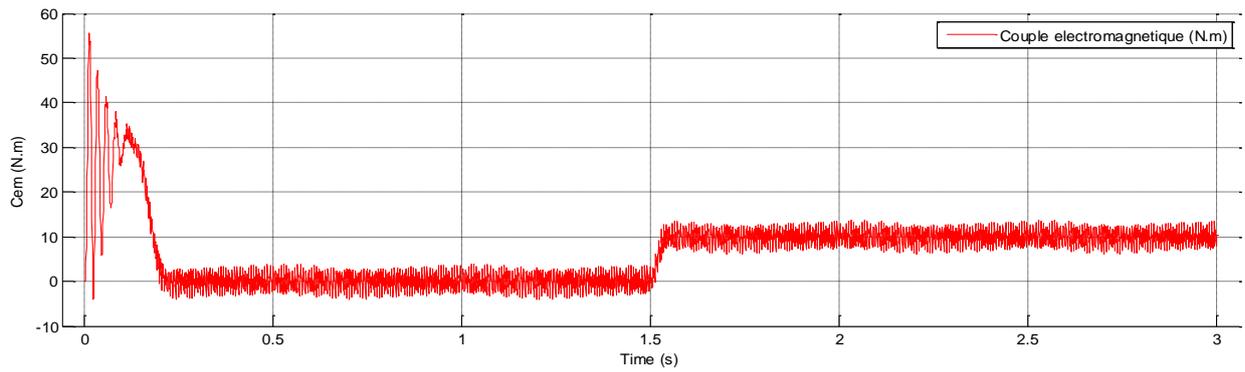


Figure II.14 : Le couple électromagnétique

➤ Les Courants statoriques et rotoriques dans le repère (d,q)

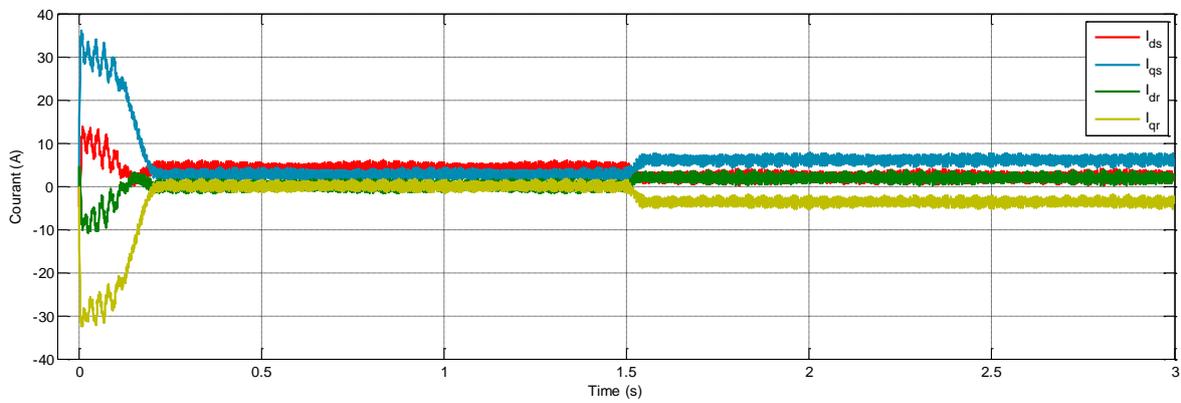


Figure II.15 : Les Courants statoriques et rotoriques

➤ Les flux statoriques et rotoriques dans le repère (d,q)

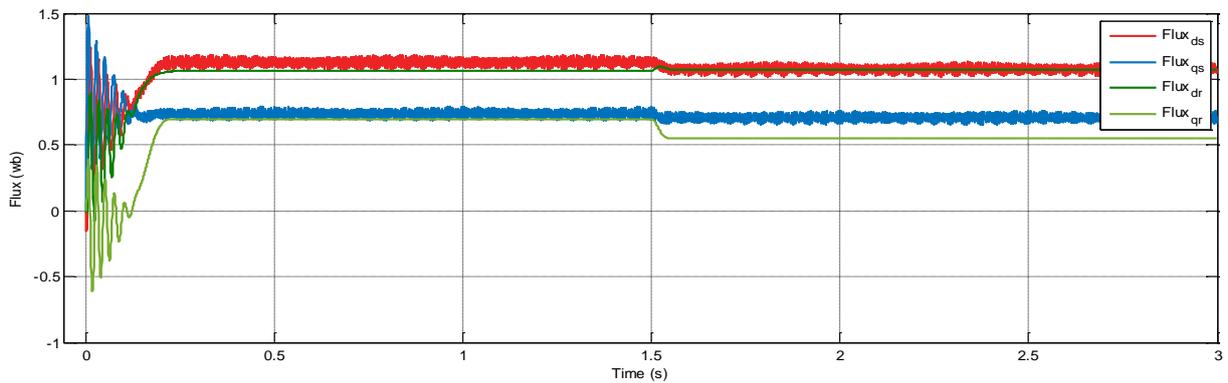


Figure II.16 : Les flux statoriques et rotoriques dans le repère (d,q)

➤ Courant rotorique et statorique

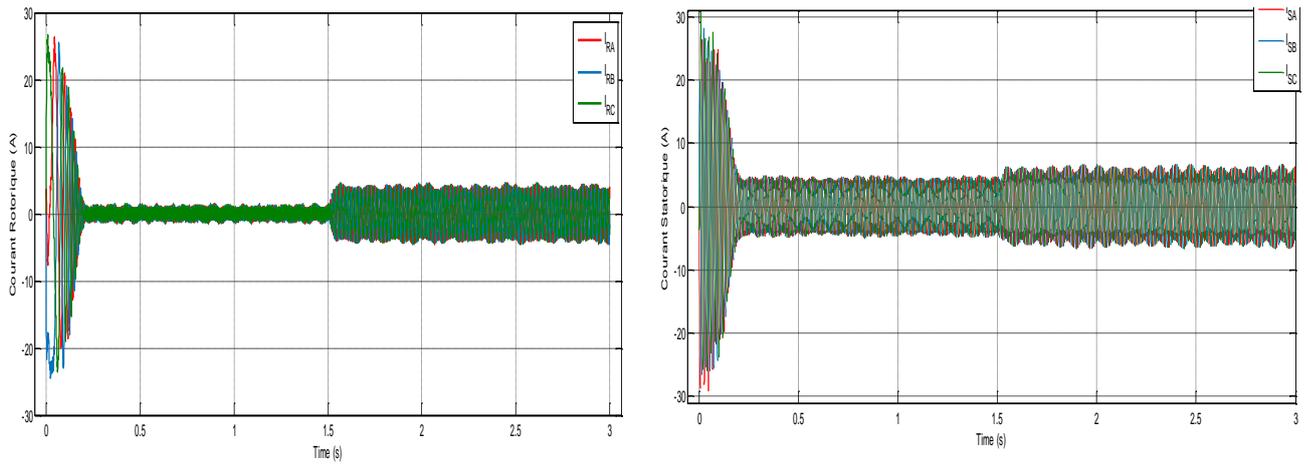
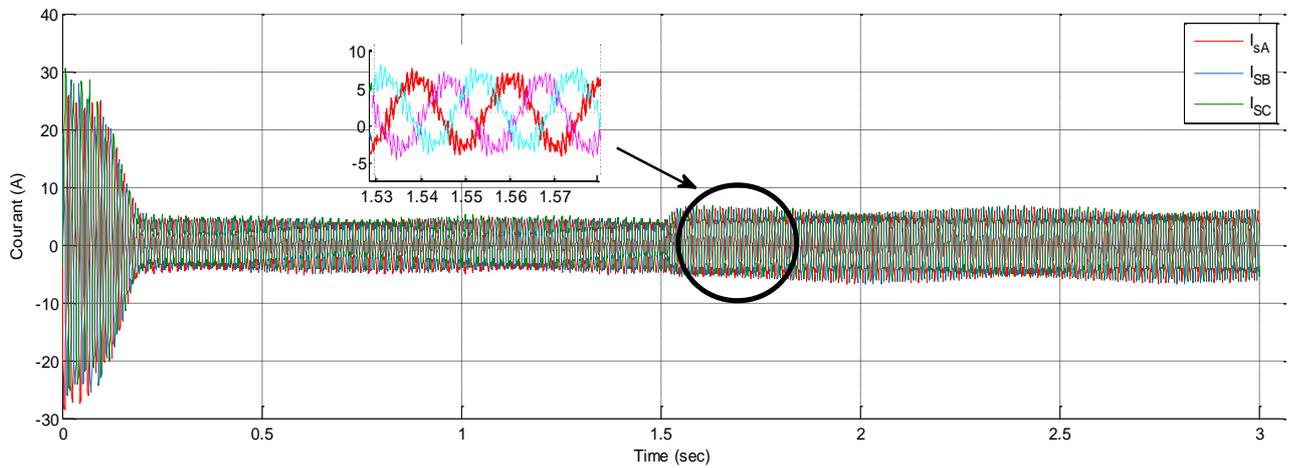


Figure II.17: Les courants rotorique et statorique



➤ La Vitesse de rotation

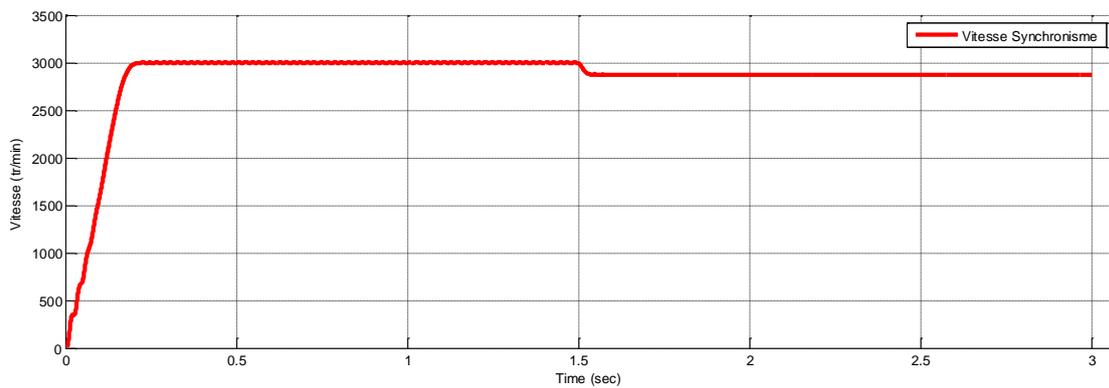


Figure II.18 : La vitesse de rotation

II.10.7. Interprétation

Dans les figures (II.15) et (II.17), Lors du démarrage, on constate des pics de courants importants qui s'atténuent avec l'évolution du régime transitoire. Lorsqu'il y a une variation brusque de la charge, on observe des pics transitoires dans les courants du stator et du rotor avant qu'ils ne se stabilisent. Une fois la machine stabilisée, les courants du stator et du rotor oscillent autour de leurs valeurs nominales, et puis s'éteint le régime permanent.

En régime transitoire (figure II.18), on remarque que la vitesse a un accroissement presque linéaire tel que la vitesse augmente progressivement depuis zéro jusqu'à atteindre une valeur proche de la vitesse synchronisme, avec une tendance à osciller à cause de faibles valeurs des flux (figure II.16). La vitesse de rotation atteint une valeur stable légèrement inférieure à la vitesse synchronique. La différence dépend du glissement.

Dans la figure (II.14), l'évolution du couple dans l'intervalle de temps entre 0 à 3 s est une allure aux premiers instants des pulsations très importante. Pendant le régime transitoire, le couple est maximal, car le glissement est maximal. Cela permet à la machine de commencer à tourner, puis se stabilise en fin de régime. En cas de changement brusque de charge, le couple réagit rapidement pour s'ajuster à la nouvelle condition de charge. Le couple correspond à la puissance mécanique nécessaire pour maintenir la vitesse constante.

Les signaux de sortie de l'onduleur (figure II.11) sont caractérisés par des impulsions de tension dont la largeur varie en fonction de la technique de modulation.

La technique MLI dans un onduleur à 2 niveaux permet de contrôler efficacement la tension de sortie et d'obtenir une forme d'onde proche de la sinusoïde souhaitée, tout en minimisant les harmoniques par une modulation appropriée.

II.11. Conclusion

Dans ce chapitre on a présenté la machine asynchrone triphasé et sa modélisation en appliquant la transformation de Park permet de passer de système triphasé vers le système biphasé. Ainsi que la modélisation l'onduleur triphasé à deux niveaux par la modulation de largeur d'impulsion (MLI).

Les résultats de simulation obtenu montrent bien la validité du modèle de Park, dans le référentiel lié au stator pour visualiser les différentes caractéristiques de la machine asynchrone.

Dans le chapitre suivant nous avons présenté le logiciel de programmation tia Portal et les différents blocs qui on a utilisé pour notre système.

Chapitre III
Logiciel de Programmation
TIA Portal

III.1. Introduction

La plateforme de développement TIA Portal de Siemens permet de faire un gain important en temps lors du développement de systèmes d'automatisation.

Dans ce chapitre on va présenter le logiciel utilisé pour la programmation TIA Portal ainsi que le langage Ladder et HMI.

III.2. Le logiciel de programmation (TIA Portal V16)

III.2.1. Présentation de Logiciel

Le TIA Portal (Totally Integrated Automation Portal), en français Portail d'automatisation totalement intégré, est une plateforme développée par SIEMENS qui englobe tous ces logiciels, (Step 7, Win CC, Start Drive) de la configuration matérielle à la visualisation du processus en passant par la programmation, dans un cadre complet d'ingénierie. TIA Portal permet pour la première fois de disposer, au sein d'un cadre, d'un environnement de travail commun pour une ingénierie transparente avec différents systèmes SIMATIC. Il optimise tous les plans, machines et processus, et son interface utilisateur intuitive, ses fonctions simples et sa transparence complète des données le rendent très convivial.

III.2.2. Les avantages du logiciel TIA Portal

- Programmation intuitive et rapide : avec des éditeurs de programmation nouvellement développés SCL, CONT, LOG, LIST et GRAPH.
- Efficacité accrue grâce aux innovations linguistiques de STEP 7 : programmation symbolique uniforme, Calcule Box, ajout de blocs durant le fonctionnement, et bien plus encore.
- Performance augmentée grâce à des fonctions intégrées : simulation avec PLCSIM, télémaintenance avec Téléservice et diagnostic système cohérent.
- Technologie flexible : Fonctionnalité motion control évolutive et efficace pour les automates S7-1500 et S7-1200.
- Sécurité accrue avec Security Integrated : Protection du savoir-faire, protection contre la copie, protection d'accès et protection contre la falsification.
- Environnement de configuration commun avec pupitres IHM et entraînements dans l'environnement d'ingénierie TIA Portal.

III.2.3. SIMATIC S7-PLCSIM

L'objectif principal de S7-PLCSIM est de contribuer à la recherche d'erreurs et à la validation d'un programme PLC unique sans avoir besoin de matériel. S7-PLCSIM permet d'utiliser tous les outils de recherche d'erreurs STEP 7, par exemple, les fonctions de tableau de surveillance, d'état du programme, ainsi que les fonctions en ligne et de diagnostic. S7-PLCSIM propose également des outils uniques sur S7-PLCSIM.

III.2.4. Utilisation de S7-PLCSIM

III.2.4.1. Type de données utilisées en S7-PLCSIM

Différentes catégories de données sont présentes dans le S7-PLCSIM, ces variables sont préalablement enregistrées avant chaque début de programme. Le tableau ci-dessous rassemble ces diverses variables :

- a) Type de données pour bits et séquence de bit

Types de données	Taille en bits
BOOL	1
Byte	8
Word	16
Int	16
Real	32
Dword	32

Tableau III.1: Types de données

III.2.5. Création d'un Project dans Tia Portal

Pour commencer notre projet, nous allons suivre la figure (Figure III.1) qui montre comment nous pouvons lancer un nouveau projet sur TIA Portal.

Tout d'abord, nous avons cliqué sur (créer un nouveau projet) et ensuite sur (ouvrir).

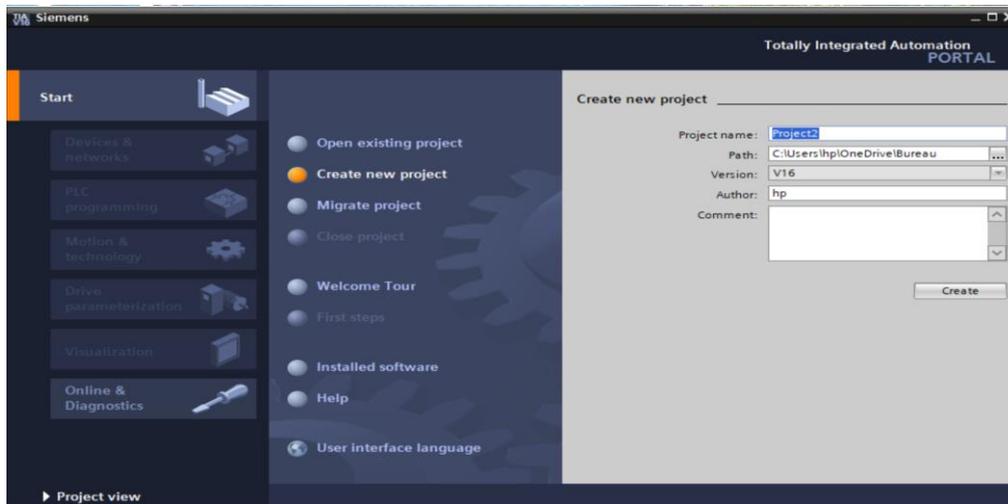


Figure III.1: Création de Project

- Chaque portail offre la possibilité de gérer une série de tâches. Afficher la liste des actions possibles pour la tâche sélectionnée dans la fenêtre.

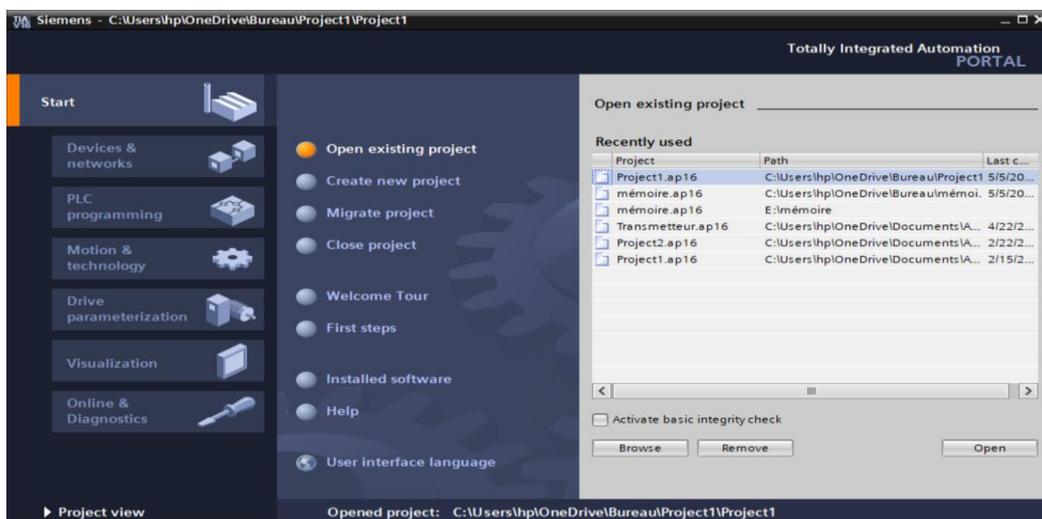


Figure III.2: Ouverture de Project

III.2.6. Configuration matérielle du projet

La configuration matérielle est maintenant effectuée en cliquant sur le bouton "Configurer un appareil". La nouvelle représentation nous présente tous les dispositifs que nous

Pouvons intégrer à notre projet, qu'il s'agisse d'un Automate programmable ou d'une HMI, Variateur de vitesse.

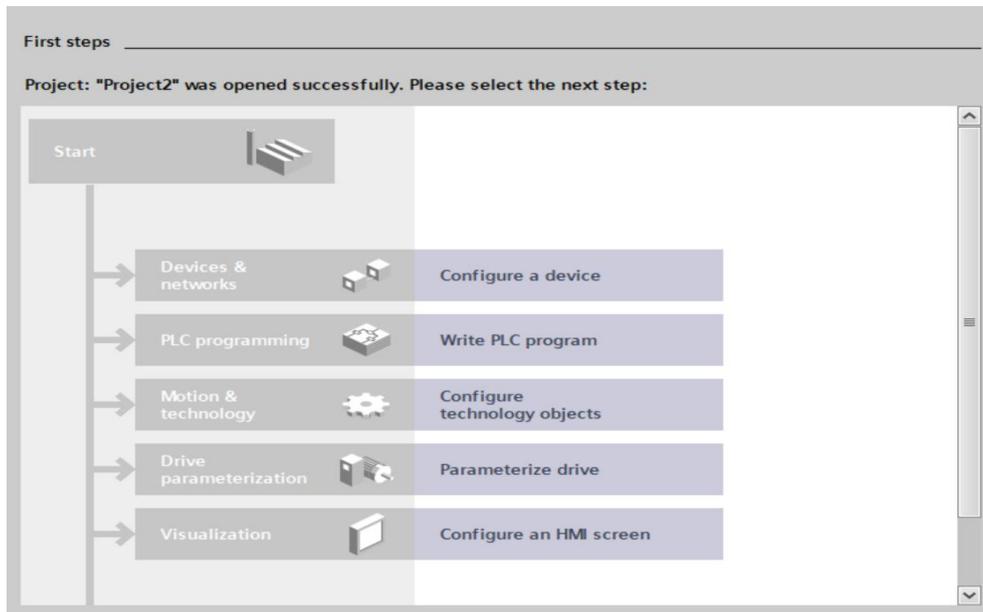


Figure III.3 : Configurer un appareil dans TIA Portal

- Une fois le projet créé, on appuie sur « configurer un appareil » afin de choisir notre pupitre à utiliser pour notre application.
- Une fois que nous avons sélectionné notre CPU, nous aurons accès à une vue d'ensemble de l'automate ainsi qu'à une description technique.

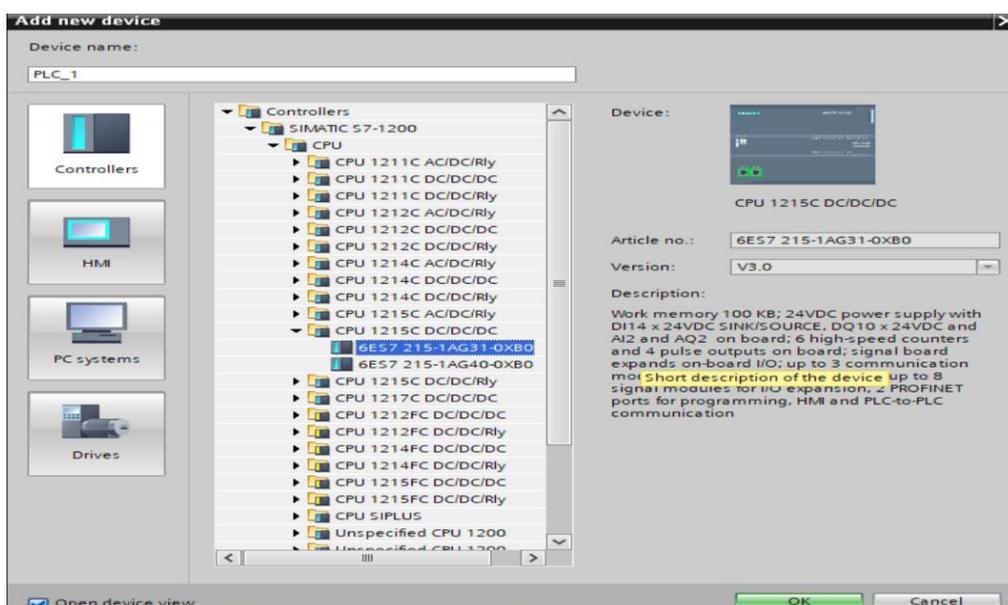


Figure III.4 : Choix de la CPU

III.2.7. Vu de Project

C'est la vue principale de l'environnement de travail de TIA Portal. Elle aide à bien organiser le projet et de trouver les outils nécessaires facilement.

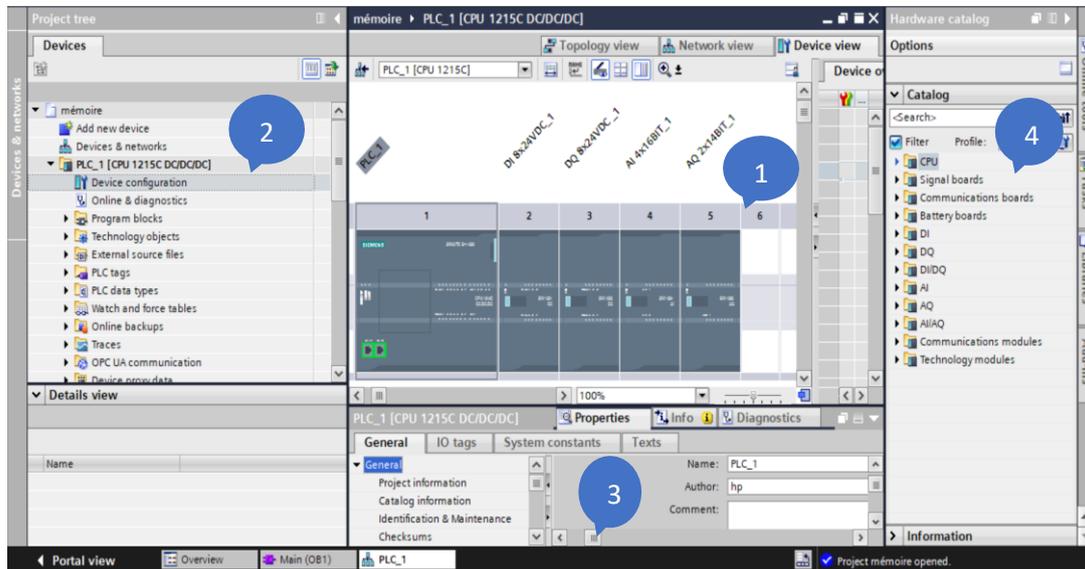


Figure III.5 : Environnement de Tia Portal

➤ **La Signification**

- 1 : Inclut tous les fichiers du projet : le main OB1, les blocs de programmes externes, les mnémoniques, les fichiers externes, ainsi que les fichiers du HMI.
- 2 : Montre les modules qui sont mis dans le rack (PS, PLC, I/O, CP).
- 3 : Montre les propriétés des éléments sélectionnés.
- 4 : Tous les éléments disponibles afin de les ajouter au rack.

III.2.8. Configuration des Entrée/Sortie (E/S)

Une fois que nous avons sélectionné les modules, il est nécessaire de les configurer en fonction de nos entrées et sorties physiques. Pour ce faire, nous choisissons le module que nous

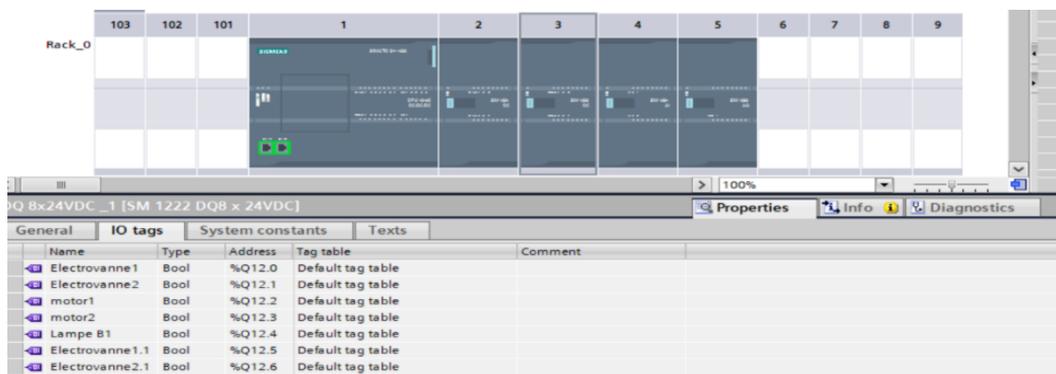


Figure III.6 : Configuration des E/S

- Chaque module contient sa propre plage d'adresse, donc il est très important de bien choisir les adresses au risque de perdre l'information.

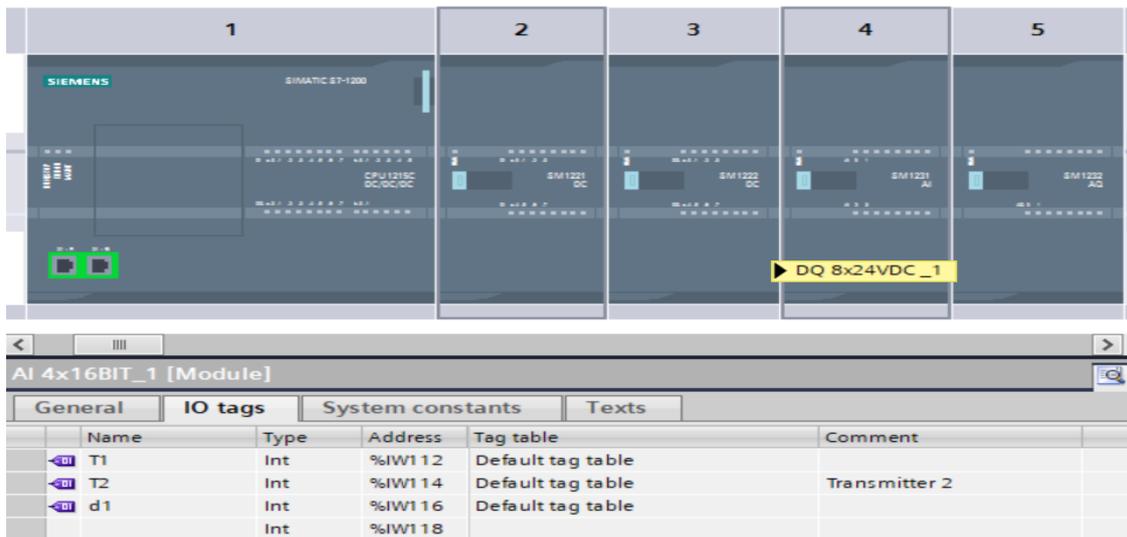


Figure III.7: Adresse disponible dans une entrée analogique

III.2.9. Tableau des Variables

Une fois que nous avons sélectionné les modules de l'API, nous allons élaborer un tableau des variables qui regroupe les entrées, les sorties et les variables internes, tel que représenté dans l'image ci-dessous.

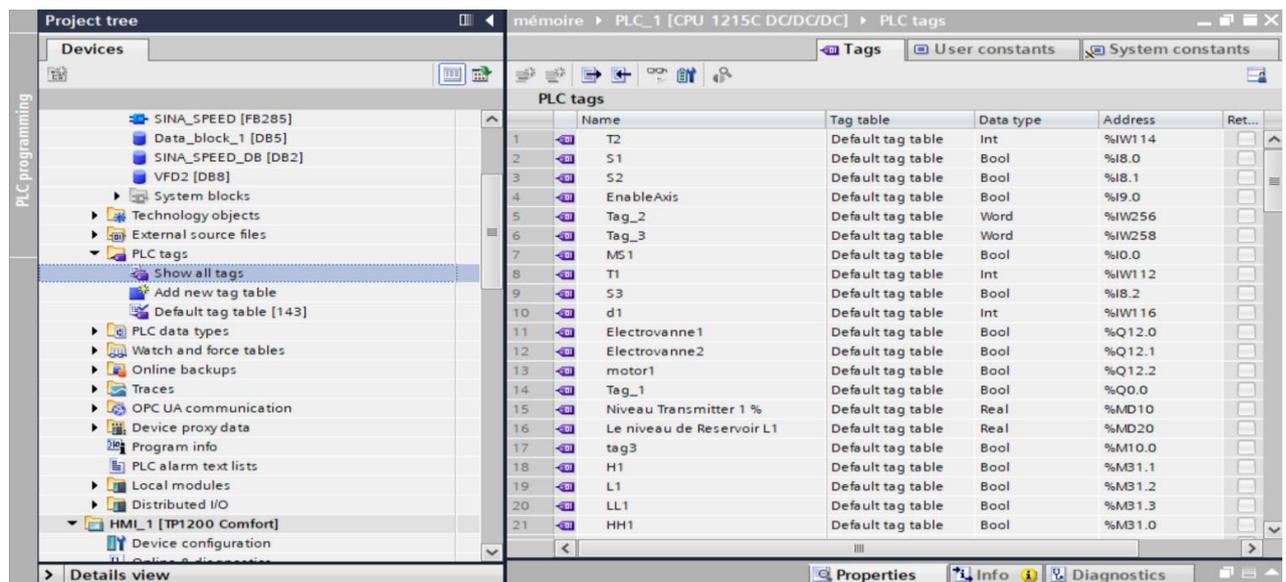


Figure III.8 : Table des Variable

III.2.10. Programmation principale main OB

Ils constituent l'interface entre le système d'exploitation et le programme utilisateur. les OB sont programmables par l'utilisateur, ce qui permet de déterminer le comportement de la CPU

Afin de créer le tableau des variables nous avons commencé la programmation dans le bloc OB.

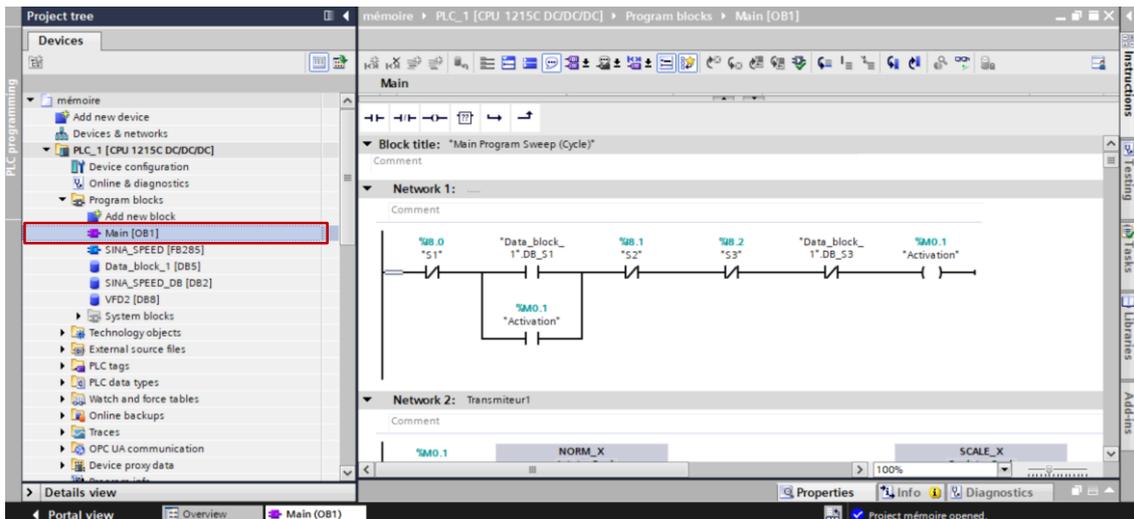


Figure III.9 : Bloc main OB de programme principal

III.2.11. Les blocs supplémentaires

Il existe différents types de blocs que l'on peut ajouter pour écrire notre programme avec des langages différents.

III.2.11.1. Les blocs fonctionnels (FB)

Ce sont des blocs de code qui mémorisent durablement leurs paramètres d'entrée, de sortie et d'entrée/sortie dans des blocs de données d'instance afin qu'il soit possible d'y accéder même après le traitement de blocs.

III.2.11.2. Les Fonctions (FC)

Les fonctions (FC) sont des blocs de code sans mémoire, il est donc impératif de déclarer des variables locales avant d'entamer la programmation.

III.2.11.3. Le bloc de donnée (DB)

Les DB sont des zones de données pour le stockage des données utilisateur. En plus des données affectées à un bloc fonctionnel, les données partagées peuvent également être définies et utilisées par n'importe quel bloc.

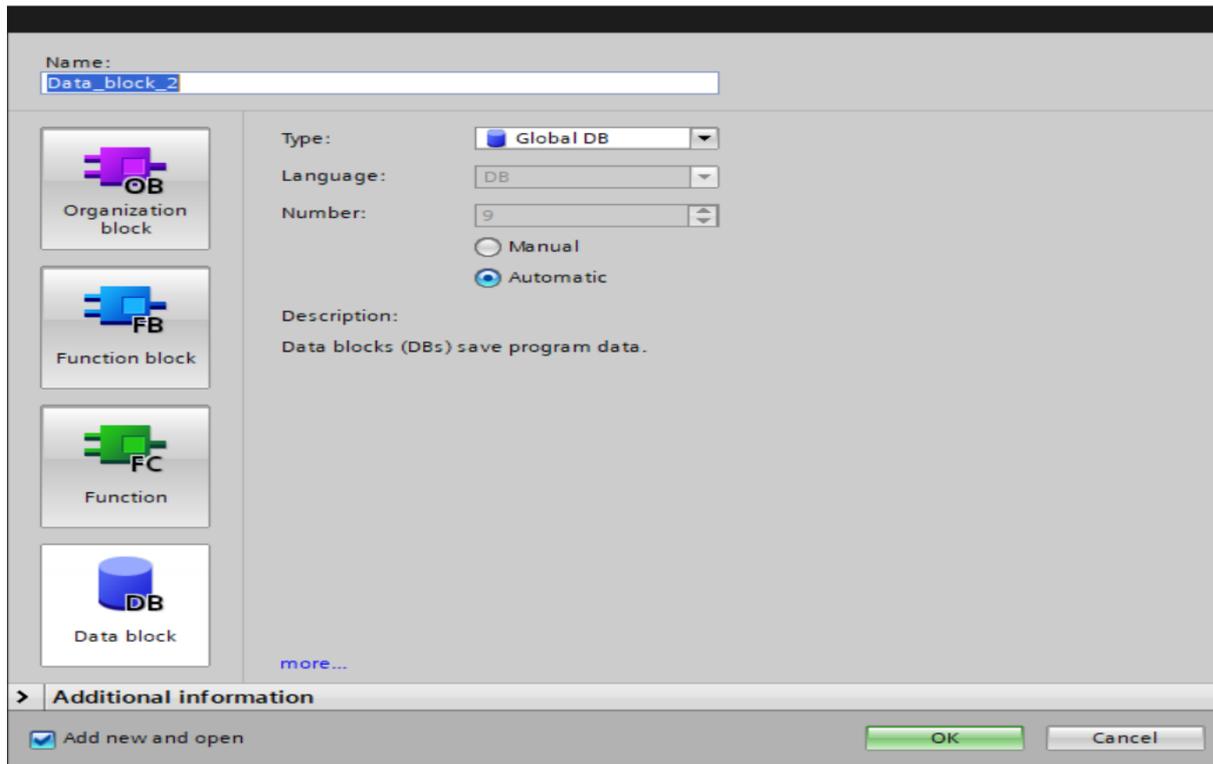


Figure III.10 : Schéma des différents blocks

III.2.12. La simulation avec PLCSIM

Une fois en termine le programme, on clique sur compile pour savoir que le il est correct, après lorsque la complication est terminée et aucune erreur à signaler. Il faudra faire la connexion entre l'ordinateur et l'automate.

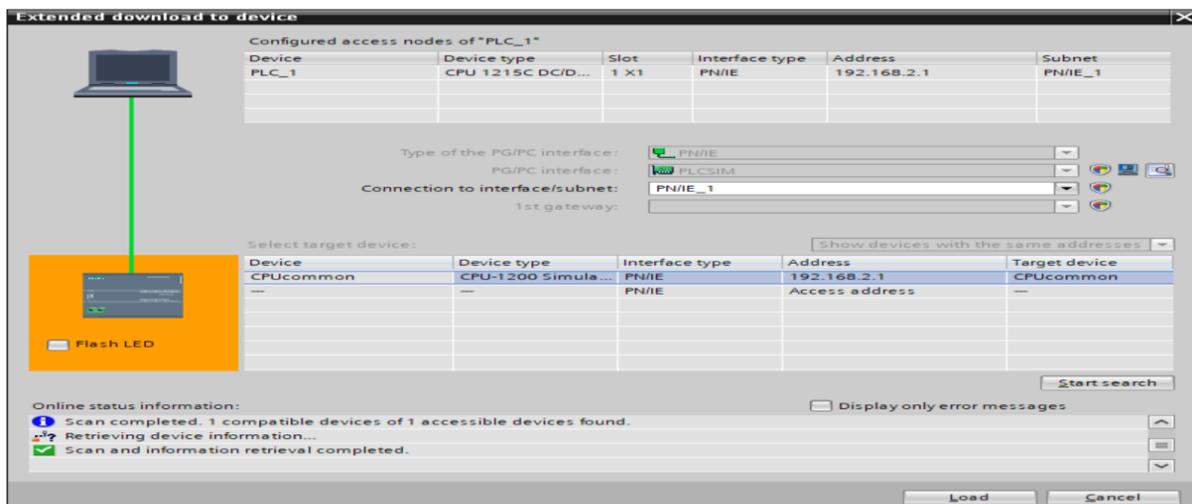


Figure III.11: Configuration entre la CPU et l'ordinateur

Lorsque le chargement est terminé on peut commencer la simulation à partir l’interface S7-PLSIM.



Figure III.12: Interface S7-PLSIM

- Lorsqu’on lance la simulation, TIA Portal possède une fonctionnalité qui nous permet de visualiser notre programme, en clique sur (GO Online)  après sur pour démarrer la simulation.

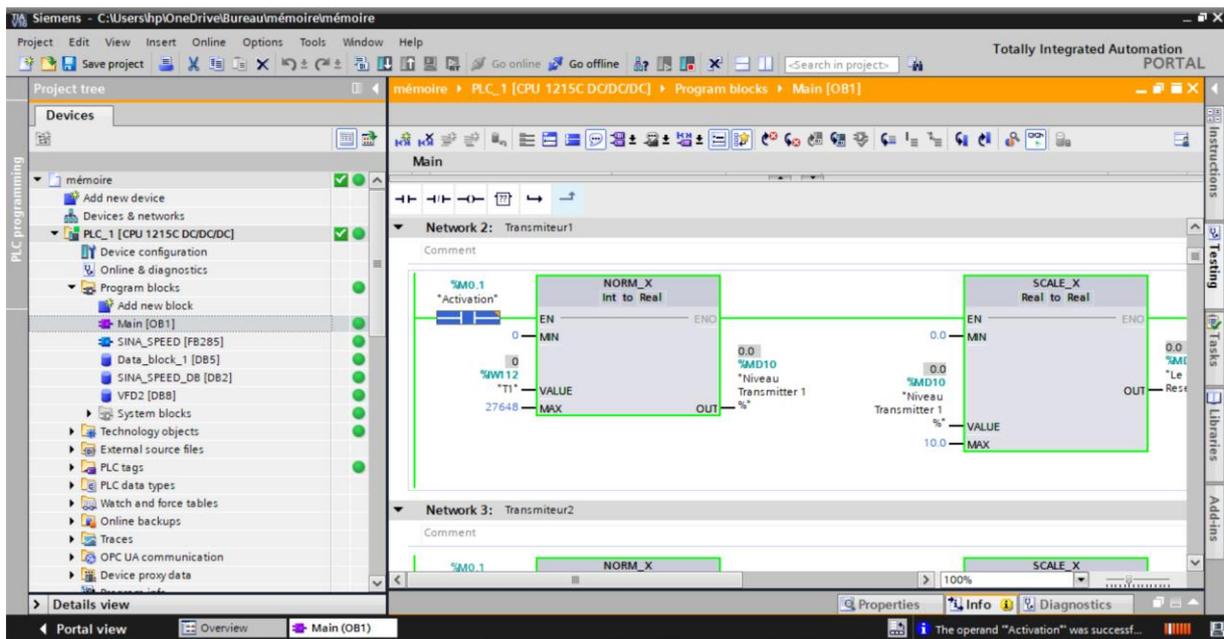


Figure III.13 : Visualisation de programme

III.3. Les langages utilisés dans le logiciel Tia portal

En environnement de programmation Tia portal, il existe plusieurs langages de programmation les langages conforme à la norme internationale IEC.

- **Le SCL (structured control language) :** Langage de haut niveau, il correspond à la norme IEC 61131-3 ST (structured text), permet de réaliser des opérations de calculs complexes. il permet ainsi d'effectuer des calculs arithmétiques complexes facilement de par sa facilité à prendre en main.
- **Le STL (Statement List) :** c'est un langage bas niveau proche de matériel, il permet aussi d'avoir un temps d'exécution plus rapide.
- **Le Grafset :** c'est un langage graphique permettant de présenter l'évolution séquentielle du système.
- **Ladder :** C'est un langage graphique, le ladder est très facile à prendre à main et idéale pour visualiser des programmes pendant les opérations des maintenances.

Permet ces langages nous avons utilisé ladder.

III.3.1. Fonction logique ET, OU par ladder

- Fonction ET

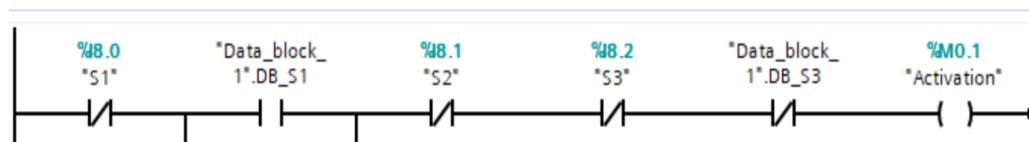


Figure III.14 : Fonction ET par ladder

- Fonction OU

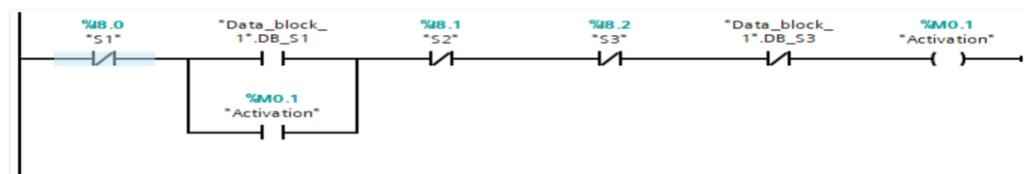


Figure III.15 : Fonction OU

III.4. SIMATIC WINCC TIA Portal

Le SIMATIC WinCC dans le TIA Portal est intégré dans un nouveau concept d'ingénierie intégrée qui propose un environnement d'ingénierie pour la programmation et la configuration de solutions et la visualisation de programme.

III.4.1. Création d'une HMI

Afin de pouvoir visualiser le processus pour la supervision et le contrôle, ont ajouté à notre projet une HMI.

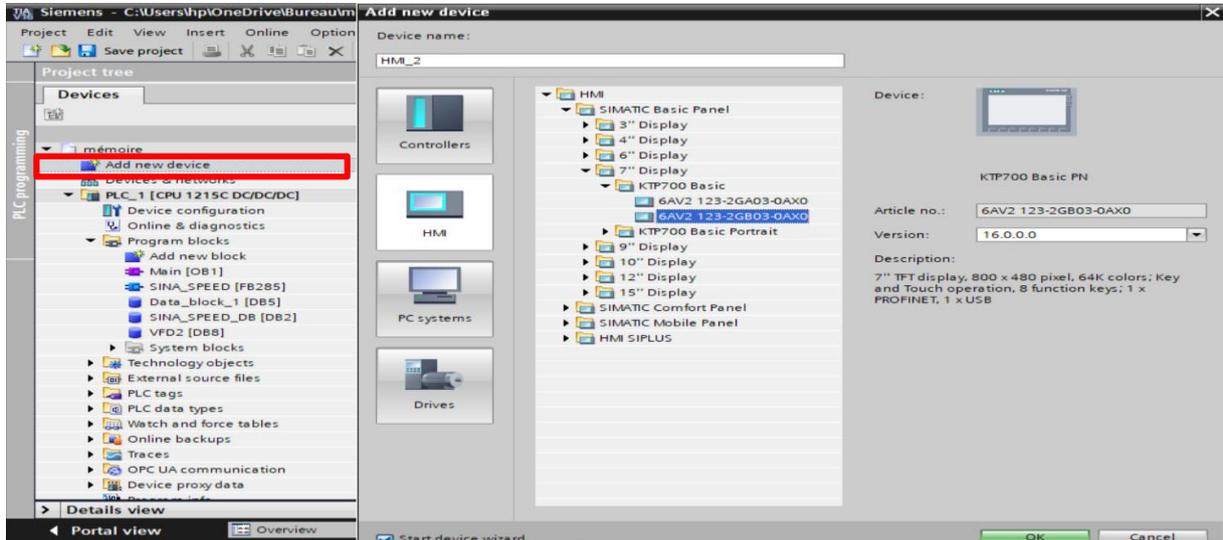


Figure III.16 : Ajouter un appareil

- Lorsque le choix de l'appareille est fait, on passe à la configuration de cette HMI
- Pour crée un réseau de communication entre l'HMI le PLC pour cela crée une liaison profinet.

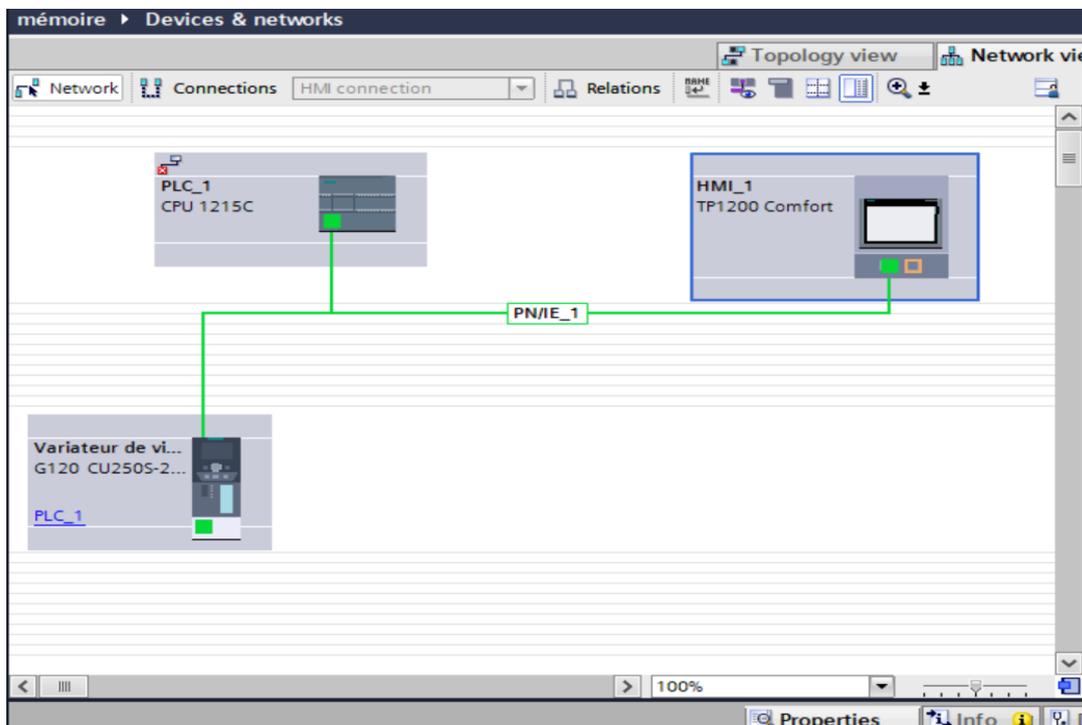


Figure III.17 : Configuration entre PLC et HMI

III.4.2. Vue principale de projet

La première vue de l'HMI est générée automatiquement lors de la création du projet. Il sera possible de créer d'autres vues et de les connecter de manière à pouvoir passer d'une vue à l'autre lors de la simulation.

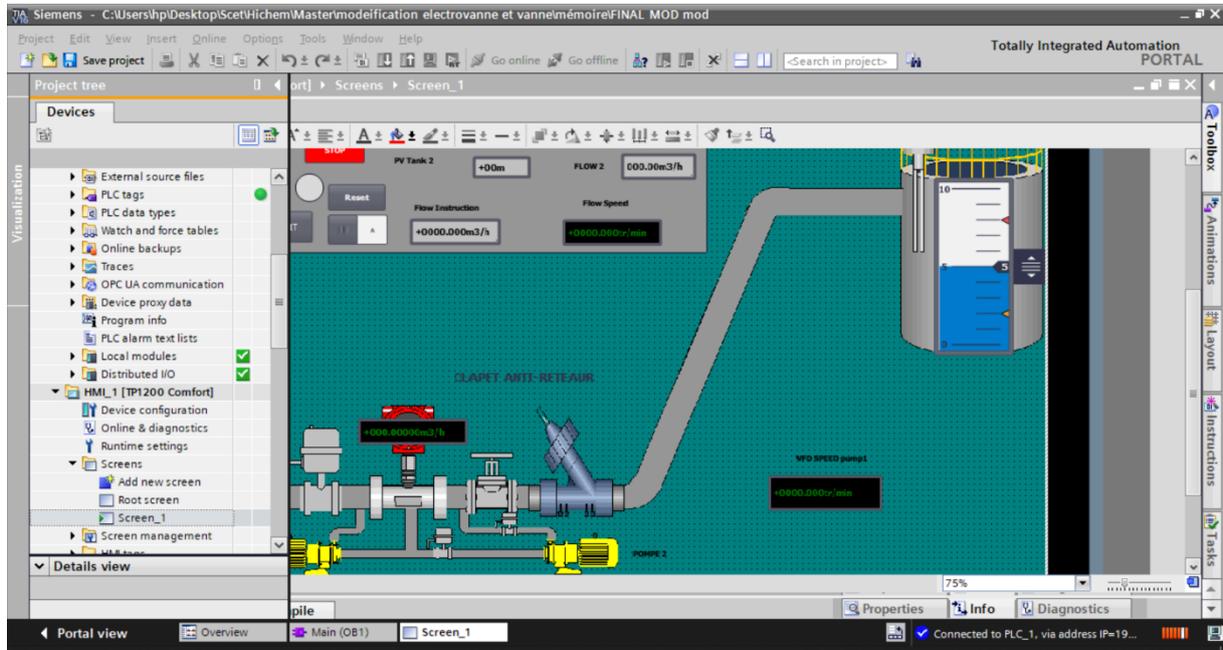


Figure III.18 : Vue principale d'une IHM

III.5. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté le logiciel de programmation de Siemens TIA Portal, utilisé pour la configuration matérielle, la programmation par le langage ladder, la simulation des programmes ainsi que la création et paramétrage des interfaces HMI pour la visualisation des process.

Chapitre IV

Programmation et Supervision

IV.1. Introduction

Dans ce chapitre on va entamer la programmation et la supervision de notre procédé, il contient deux parties : partie programme et partie supervision.

On va détailler tous notre travail, en présentant les différents blocs de programme et les variables utilisée ainsi que les différentes vues qui ont été conçu pour la supervision et les différents schémas électriques.

Les programmes seront implémentés dans l'automate S7-1200, grâce au logiciel de conception de programmes pour des systèmes d'automatisation « TIA portal V16 » de SIEMENS et des schéma unifilaire et multifilaire par « Caneco BT, EPLAN ».

IV.2. Cahier de Charge

Dans notre Project, nous avons discuté sur le système de station d'eau, qui est composé de deux réservoirs (Réservoir A et B) d'une hauteur de (10m).

Chaque réservoir comporte quatre niveaux et la condition de notre système recommande un niveau d'eau entre le haut (H) et le niveau bas (L). Il ne doit pas dépasser le niveau (H) pour éviter le débordage de l'eau.

HH : Très haut.

H : haute.

L : niveau bas.

LL : niveau très bas.

- Ce Cahier de charge décrit les conditions de la mise en marche du système est les commandes nécessaires afin de garantir un bon fonctionnement du système.
- Le fonctionnement du système est commandé par l'automate, cependant l'opérateur déposé des boutons et des commutateur places sur les armoires pour intervenir durant le process.
- L'automate siemens S7_1200 aura un rôle essentiel de gérer les actionneurs tel que les moteurs, les électrovannes, le variateur, ainsi qu'il assurer la sécurité de l'installation ou les défauts du programme, il permettra aussi la communication avec la supervision (HMI) et le contrôle à distance.

IV.2.2. Les Actionneur

- Deux moteurs électriques pour remplir les deux réservoirs.

- Les vannes et les électrovannes pour Transférer l'eau du réservoir A au réservoir B ainsi utilisée pour le remplissage, avec les fins de courses pour reçoit l'état de fonctionnement.
- Un variateur de fréquence pour varier la vitesse en fonction de débit qui a trio condition
 - 1ère condition : Le débit du réservoir 1 > au débit de canalisation, le variateur de vitesse G120 augmenter la vitesse progressivement pour évite le débordage de l'eau.
 - 2ème condition : Le débit du réservoir 1 ≤ au débit de canalisation, le variateur de vitesse G120 va prendre la valeur de consigne débit.

IV.2.3. Capteur

Capteur analogique

- Deux transmetteurs de niveau pour détecter le niveau d'eau.
- Un débitmètre pour mesurer le débit de l'eau qui rentre dans les deux réservoirs.

IV.2.4. Programmation

IV.2.4.1. Mode Locale Distant

Dans notre projet on a un commutateur (C1, C2) qui a deux modes de fonctionnements

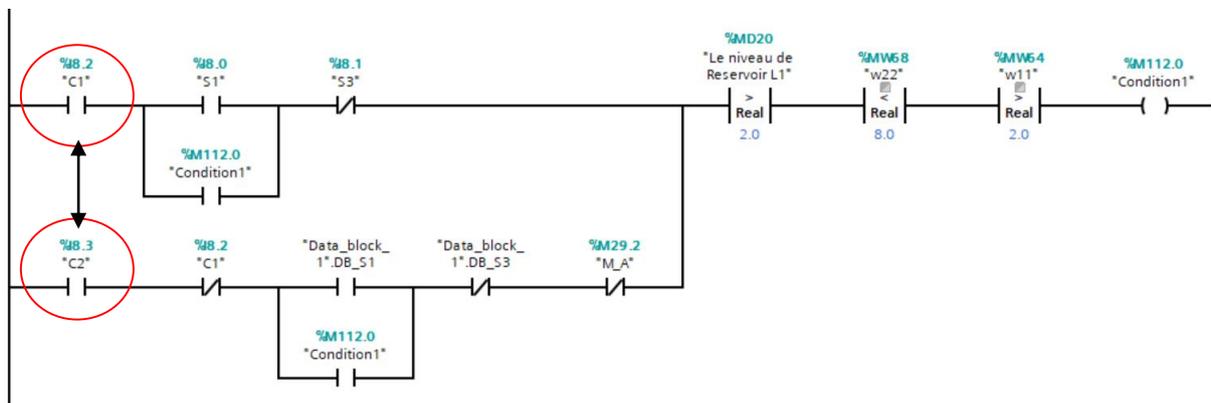


Figure IV 1 : Commutateur Local Distant dans Tia Portal

- **Mode locale** : le responsable de commencement et l'arrêt de processus manuellement par des buttons S1, S3. Il permet de contrôler le débit via une consigne désirée.
- **Mode Distant** : a deux mode (Manuel, Automatique).

- Le mode Distant-Manuel permet la marche ou l'arrêt de processus via l'écran et contrôle le débit via une consigne désirée.
- Dans le mode Distant-Automatique, le système réagit automatiquement si l'eau est supérieure ou égal HH et ajuste la vitesse sans consigne de débit.

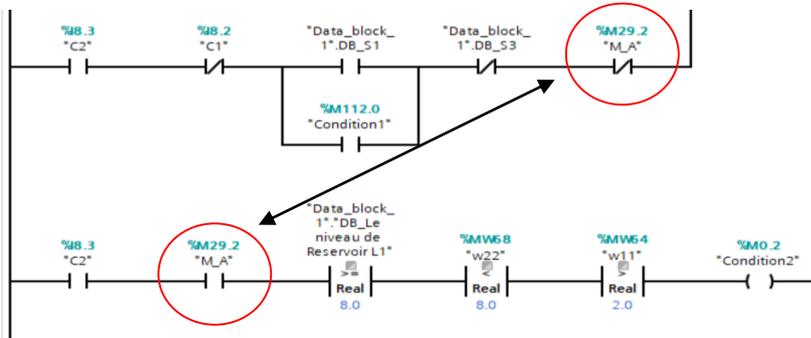


Figure IV.2 : Mode manuel automatique dans Tia Portal

IV.3. Les blocs mathématiques utilisé sur Tia Portal

IV.3.1. Instructions SCALE_X (Mise à l'échelle) et NORM_X (Normaliser)

Une entrée analogique d'un module d'entrées-sorties avec entrée en courant se situe dans la plage 0 à 27648 des valeurs valides. Supposons qu'une entrée analogique représente le niveau d'eau, avec la valeur 0 de l'entrée analogique correspondant à (0m) et la valeur 27648 correspondant à (10m).

Pour transformer la valeur analogique en unités physiques correspondantes, normalisez l'entrée à une valeur comprise entre 0,0 et 1,0, puis mettez-la à l'échelle entre 0 et 10. La valeur résultante est le niveau d'eau représentée par l'entrée analogique en valeur numérique.

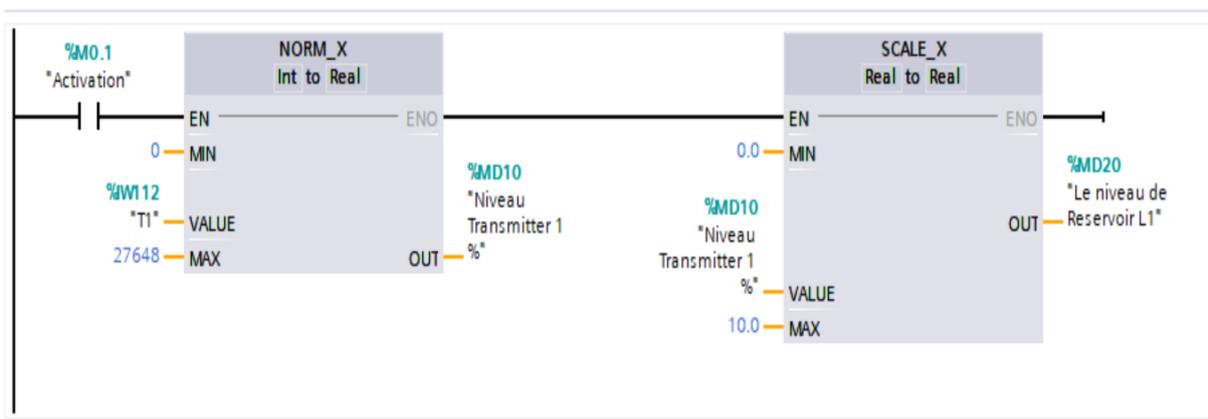


Figure IV.3 : Le blocs NORM_X et SCALE_X

IV.3.2. Instruction CALCULER (calculer)

L'instruction CALCULATE permet de créer une fonction mathématique qui opère sur les entrées (IN1, IN2, ... IN) et fournit le résultat dans OUT, conformément à l'équation que vous définissez.

IV.3.3. Les compteurs

Utilisez les compteurs pour compter des événements de programme internes et des événements de processus externes. Chaque compteur utilise une structure sauvegardée dans un bloc de données afin de conserver les données du compteur. Vous affectez le bloc de données lors du placement du compteur dans l'éditeur.

- CTU est un compteur de comptage.
- CTD est un compteur de décomptage.

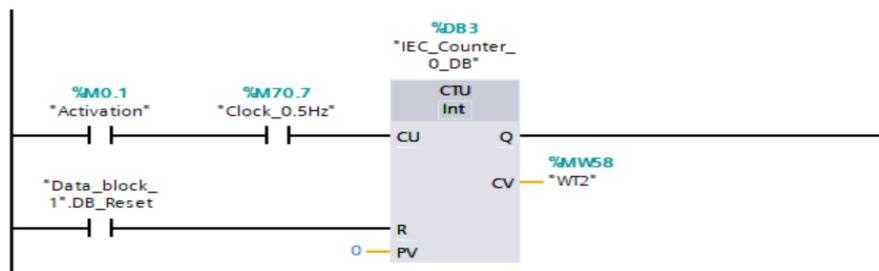


Figure IV.4 : Compteur UP de réservoir 1

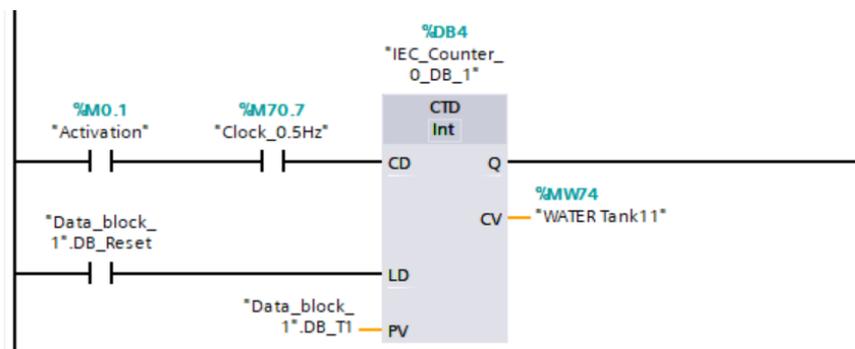


Figure IV.5 : Fonction décomptage

IV.3.4. Instruction MOV

Copie un élément de données stocké à l'adresse indiquée dans une ou plusieurs nouvelles adresses.



Figure IV.6 : La fonction MOVE

IV.3.5. Le Bloc d'un Variateur de fréquence (SINA_SPEED)

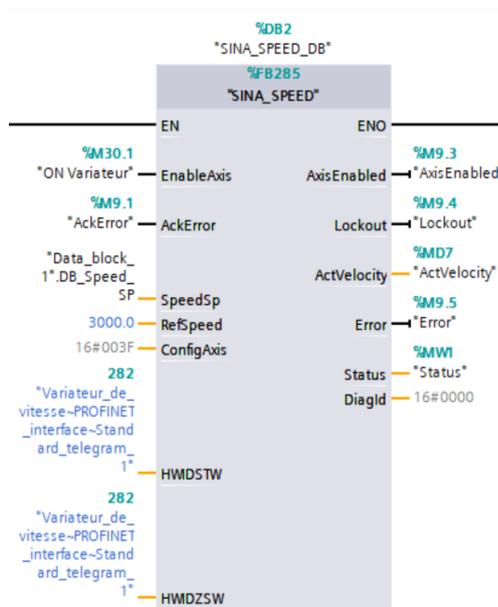


Figure IV.7: Bloc SINA_SPEED

IV.4. La Supervision

IV.4.1. Définition

La supervision est une technique industrielle de suivi et de pilotage informatique des procédés de fabrication à système automatisés. La supervision est une forme évoluée de dialogue Homme-Machine. Elle consiste à surveiller l'état de fonctionnement d'un procédé et des paramètres de commande des processus généralement communiqués à des automates programmables. Dans l'informatique, la supervision est la surveillance du bon fonctionnement d'un système ou d'une activité.

IV.4.2. Vue du système

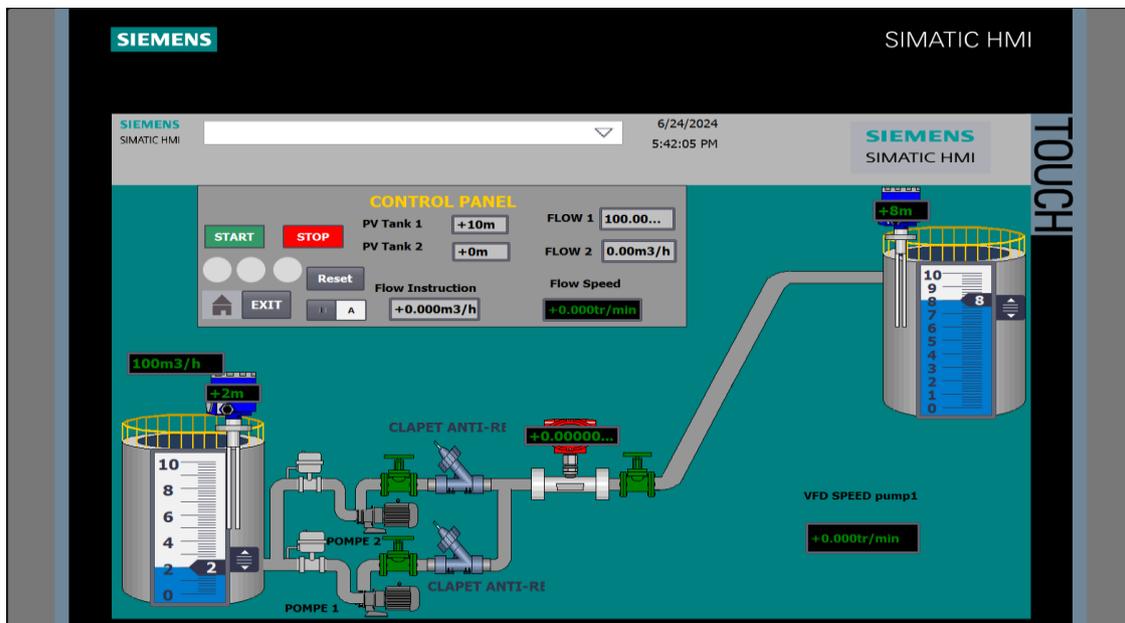
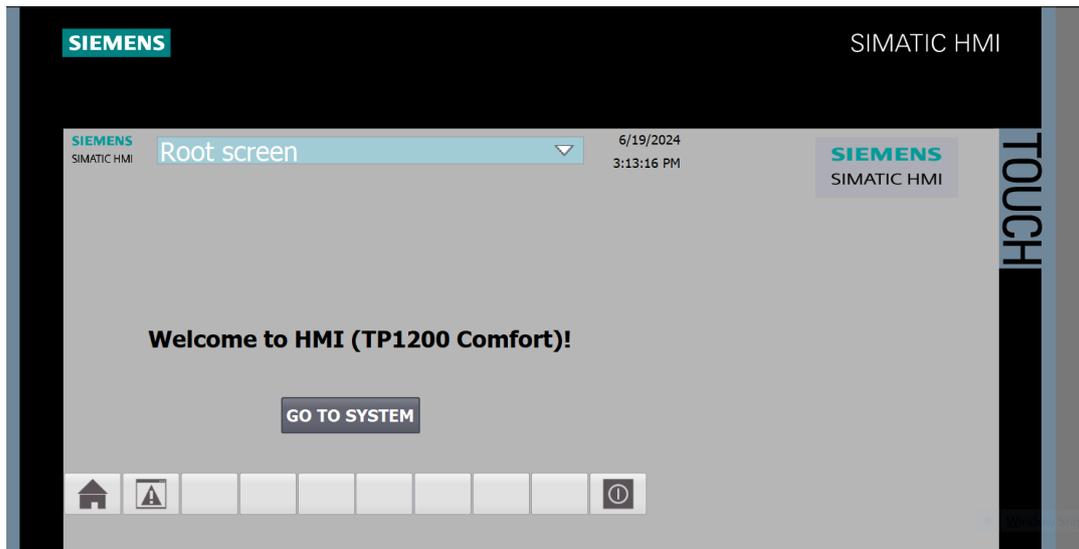


Figure IV.8 : Supervision du système

IV.4.3. Problématique

L'objectif est de faire varier la vitesse de rotation de pompe 1 et de mettre le débit entrant du réservoir 1 égal au débit sortant, mais la problématique c'est que le réservoir 2 est loin et dans une hauteur ce qui va créer le problème du retour de l'eau dans la canalisation et l'endommagement de la pompe et le matériel.

Solution proposée : Il est recommandé d'utiliser un clapet anti-retour pour éviter le phénomène de coup de bélier.

En plus, durant le démarrage du processus on aura un problème de pression, qui doit être augmentée progressivement.

Solution proposée : Pour cela on utilise le variateur de vitesse G120 avec qui on peut jouer sur ses paramètres pour augmenter la pression progressivement par l'augmentation de temps de montée de vitesse (p1120), en utilisant une vanne manuelle toujours ouverte en aval de la pompe.

Pour cela on obtient ces 3 possibilités qui peuvent survenir :

- 1^{ère} possibilité : dans le cas où le débit de remplissage du réservoir 1 > au débit de canalisation, le variateur de vitesse G120 augmente la vitesse appropriée à la charge (débit de l'eau).
- 2^{ème} possibilité : dans le cas où le débit de remplissage du réservoir 1 > au débit de canalisation et le niveau d'eau dans le niveau (H-HH), le variateur de vitesse G120 atteint la vitesse maximale durant le régime transitoire et ainsi la pompe 2 "déjà alimentée par le réseau électrique", va réagir et tourne à une vitesse nominale pour éviter le débordage.
- 3^{ème} possibilité : dans le cas où le débit de remplissage du réservoir 1 \leq au débit de canalisation, le variateur de vitesse G120 augmente la vitesse de rotation progressivement durant le régime transitoire pour atteindre la valeur de vitesse de consigne du débit désirable.

IV.5. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons réalisé un programme qui gère la station de pompage d'eau à base d'un API SIEMENS S7- 1200 ainsi qu'une supervision globale et détaillée de différents éléments du process à travers l'interface graphique TP1200 COMFORT, le programme de fonctionnement de la station et la supervision ont été développés à l'aide du logiciel TIA Portal.

Conclusion générale

L'objectif principal de ce projet de fin d'étude est la programmation d'une station d'eau à l'aide du logiciel de programmation Tia Portal V16. La gestion de ce système est assurée par un automate Siemens S7_1200 qui forme une unité de traitement et de commande, qui ont à développer ce système grâce au logiciel de programmation Tia Portal. La supervision est assurée à travers une interface HMI TP1200 COMFORT.

Grâce à la réalisation de ce projet, nous avons découvert les étapes essentielles par lesquelles l'ingénieur doit être passé pour dimensionner une solution d'automatisation complète et opérationnelle. En réalisant le cahier de charge, la programmation et la supervision. Ce projet nous a permis de concevoir de nouvelles compétences dans la programmation et la réalisation des interfaces HMI, ainsi qu'on a développé nos connaissances dans l'automatisation et les schémas électriques pour faire une armoire électrique de commande.

Bibliographie

- [1] SEKHSOKH. S, OUKILI. K « ÉTUDE D'UNE BOUCLE DE RÉGULATION DE NIVEAU : IMPLÉMENTATION DU RÉGULATEUR ET RÉGLAGE DU PROCÈDE » mémoire de master, 2010/2011
- [2] <https://mall.industry.siemens.com/mall/fr/fr/Catalog/Products>.
- [3] Alain Bertrand et TchiegangMbitcha, « Amélioration des performances de la trancheuse verticale 03 de la sctb-sarl-Cameroun », Ecole Nationale Supérieure Polytechnique, Mémoire de fin d'études, Cameroun ,2008.
- [4] William Bolton. Les Automates programmables industriels. Edition DUNOD. Paris, 2010.
- [5] 1200 Initiation au programme du SIMATIC S7-1200.pdf
- [6] Alain Gonzaga Les Automates Programmables industriel 2024.
- [7] Dr.Aboubakeur HADJAISSA Architecteur api /5-Polycopi du cours HADJAISSA.pdf
- [8] P. Bonnet, Cours informatique industrielle, E/S pour API, USTL 2012.
- [9] <https://energieplus-lesite.be/techniques/ascenseurs7/moteur-asynchrone/>
- [10] L.Baghli, modélisation et commande de la machine asynchrone, IUFM de Lorraine-UHP,2005.
- [11] Meziane Salima, commandes adaptative et prédictive de la machine asynchrone, thèse de doctorat en électrotechnique de l'université Constantine, 2009.
- [12] Toufouti Riad, contribution à la commande directe de couple de la machine asynchrone, thèse de doctorat en électrotechnique de l'université Mentouri de Constantine, 2008.
- [13] A. Hamadou & A. Nessissen, “ Modélisation numérique d'un moteur asynchrone à cage d'écureuil ”, Mémoire de Master, Université Djilali Bounaama – Khemis Miliana, 2015.
- [14] K. NADJIB et M. Ahmed, "Contrébutions à la commande adaptative rudiste a la machine asynchrone mémoire de", master, université Djilali bounaama khemis Miliana ,2017.
- [15] Caron, J. P. ; Hautier, J. P., Modélisation et commande de la machine asynchrone, Ed Technip, 1995, 279p.
- [16] Rachid ABDESSEMED, Modélisation et simulation des machine électriques, France, mai 2011.

ANNEXE

FICHE DE CONFORMITE	Amont	TGBT	Consom.	200kVA	Amont	Consom.	Amont	Consom.	Amont	Consom.	Amont	Consom.
CONDITONS	Repère	TGBT001	Longueur	50 m	Repère	Longueur	Repère	Longueur	Repère	Longueur	Repère	Longueur
DISPOSITIF DE PROTECTION	NC*	<input checked="" type="checkbox"/> Icu disjoncteur Vérifié	NC*	<input type="checkbox"/> Icu disjoncteur Vérifié	NC*	<input type="checkbox"/> Icu disjoncteur Vérifié	NC*	<input type="checkbox"/> Icu disjoncteur Vérifié	NC*	<input type="checkbox"/> Icu disjoncteur Vérifié	NC*	<input type="checkbox"/> Icu disjoncteur Vérifié
Déj. Boîtier moulé		NSX400F										
IN/ir ou k ³ IN >= IB		294,4 A	>= 288,68 A			>=				>=		>=
Icu/Ipd Avec Association >= I _k /I _p Max.		36 kA	>= 3,6 kA/4,93 kA			>=				>=		>=
Icu Unipolaire >= IK en IT			>= 0,0 kA			>=				>=		>=
Sélectivité thermique		Non Calc										
Sélectivité magnétique		Nulle										
Sélectivité différentielle		Sans objet										
SURCHARGES CABLES												
Iz >= IN/ir ou k ³ IN		317,86 A	>= 294,4 A			>=				>=		>=
1,45 Iz >= I2		483,9 A	>= 426,88 A			>=				>=		>=
nxSph >= nxSph calculée		150,00 mm ²	>= 123,67 mm ²			>=				>=		>=
CHUTE DE TENSION CABLE												
ΔU admis. >= ΔU totale		8 %	>= 1,41 %			>=				>=		>=
ΔU admis. dém. >= ΔU démarrage		15 %	>=			>=				>=		>=
CONTACTS INDIRECTS												
T admis. >= Δt		5000 ms	>=			>=				>=		>=
If >= I fonct. Max.		882 A	>= 647,68 A			>=				>=		>=
T admis. >= Tempo Magn. ou Tsd		5000 ms	>= 20 ms			>=				>=		>=
T admis. >= T fonct Prot.		5000 ms	>= 80 ms			>=				>=		>=
Ik PHASES CABLE		Section Ph. = 1 x 150 mm ²		Section Ph. = x		Section Ph. = x		Section Ph. = x		Section Ph. = x		
Ik min >= I fonct. Max.	X	623 A	>= 647,68 A			>=				>=		>=
K ³ S ² >= Ik ² min x tf fusible		428,49e6 A ² s	>=			>=				>=		>=
K ³ S ² >= Ik ² max x tempo		428,49e6 A ² s	>= 76,054e6 A ² s			>=				>=		>=
K ³ S ² >= Pt limité		428,49e6 A ² s	>= 1,01e6 A ² s			>=				>=		>=
Ik NEUTRE CABLE		Section Ne. = 1 x 150 mm ²		Section Ne. = x		Section Ne. = x		Section Ne. = x		Section Ne. = x		
Ik min >= I fonct. Max.		952 A	>= 647,68 A			>=				>=		>=
K ³ S ² >= Ik ² min x tf fusible		428,49e6 A ² s	>=			>=				>=		>=
K ³ S ² >= Ik ² max x tempo		428,49e6 A ² s	>= 1e6 A ² s			>=				>=		>=
K ³ S ² >= Pt limité		428,49e6 A ² s	>= 1e6 A ² s			>=				>=		>=
IK PE(N) CABLE		Section PE/PEN = 1 x 47,5 mm ²		Section PE/PEN = x		Section PE/PEN = x		Section PE/PEN = x		Section PE/PEN = x		
Ik min >= I fonct. Max.		952 A	>= 647,68 A			>=				>=		>=
K ³ S ² >= Ik ² min x tf fusible		42,968e6 A ² s	>=			>=				>=		>=
K ³ S ² >= Ik ² max x tempo		42,968e6 A ² s	>= 967,823e3 A ² s			>=				>=		>=
K ³ S ² >= Pt limité		42,968e6 A ² s	>= 967,823e3 A ² s			>=				>=		>=
ETAT CIRCUIT		*Non Conforme										
Condition Dimensionnement		INI!		Ind : A		Ind :		Ind :		Ind :		Ind :
Longueur Max protégée		50 m (CC)										

Projet de transmission d'eau
 Fiche de conformité 4c TGBT|TGBT001
 Avis Technique 15L-601
 AFFAIRE: 5/8
 PLAN: 5/8
 Date: 19/05/2024
 Nom: C1510015
 ©ALPI Caneco BT 5.80 Cracked by qta128

REVISION	A	A	A	A
RESEAU	T_001			T_001
Rég. de N	TN			
Tension	400 V			
DISTRIBUTION				
Normal	TGBT001			
Secours	TGBT001			
Désignation				
I installée	Normal 288,68 A	Secours 288,68 A		
I Totale	19,77 A	10,00 A		
Ik3 max	3286 A	2415 A		
Ik1 max	3034 A	2586 A		
ΔU max	1,12 %	1,41 %		
CIRCUIT				
Repère Circuit	TGBT001	T_001M001	T_001M002	T_001T001
Repère Câble	TGBT001	T_001M001	T_001M002	T_001T001
Repère Récepteur	T_001	T_001M001	T_001M002	T_002
Désignation				
Nb	1	1	1	1
Consommation	200kVA	3kW	3kW	30A
Alimentation	N et S	Normal	Normal	N et S
JdB Amont				
Type	U1000R2V (80°C)	U1000R2V (80°C)	U1000R2V (80°C)	U1000R2V (80°C)
Pose	Arme	Cu	Cu	Cu
Longueur	50 m	20 m	20 m	10 m
ΔU Totale	1,41 %	0,41 %	1,54 %	2,95 %
Câble	3X(1x150)	4G2,5	4G2,5	3G4
Neutre	Séparé			
PE/PEN	1x50			
Taux d'Harmonique	THI <= 15%			
IB	288,68 A	317,86 A	5,83 A	22,68 A
Ik3 Max	3286 A	623 A	1333 A	821 A
Ik1 Min	952 A	882 A	494 A	810 A
Sélectivité				
Protection	NSX400F	P25M	IC60LMA	DT40K
Calibre	400 A	294,4 A	6,3 A	5,9 A
Im / Ied	2060,8 A		75,6 A	75 A
Tempo	20 ms		0 A	412 A
Cont. Ind.	Prot Base	Prot Base	Prot Base	Prot Base
Ian	Δt			

Projet de transmission d'eau
 Unif. Exploitant 8 circuits T_001
 Avis Technique 15L-601
 AFFAIRE: 5/8
 PLAN: 5/8
 Date: 19/05/2024
 Nom: C1510015
 ©ALPI Caneco BT 5.80 Cracked by qta128

Révision		A	A						
RESEAU		T_002							
Rég.de N	TN								
Tension	231 V								
DISTRIBUTION									
Normal	T_001TD001								
Amont									
Secours	T_001TD001								
Désignation									
I installée	Normal 30,00 A Secours 30,00 A								
I Totale	20,00 A 20,00 A								
Ik3 max									
Ik1 max	1708 A 1724 A								
ΔU max	2,66 % 2,95 %								
CIRCUIT	Repère Circuit	T_001TD001	T_002DIV001						
	Repère Câble	T_001TD001	T_002DIV001						
	Repère Récepteur	T_002	T_002DIV001						
	Désignation								
Nb	Consommation	1	30A	1	20A				
Alimentation		N et S		N et S					
LIAISON	JdB Amont								
	Type	U1000R2V (90°C)		U1000R2V (90°C)					
	Pose	Âme	13	Cu	13	Cu			
	Longueur	LMax prot.	10 m	42 m (DU)	10 m	38 m (DU)			
	ΔU Totale		2,95 %		4,27 %				
	Câble		3G4		3G2,5				
	Neutre	PE/PEN	Séparé						
	Taux d'Harmonique	IB	Iz	30,00 A	35,01 A	20,00 A	26,12 A		
	Ik3 Max	Ik2 Min							
	Ik1 Min	If	810 A	697 A	68 A				
Selectivité				Non calc					
PROT.	Protection	Icu Disj. Vérifié		iC60N Type AC					
	Calibre	Ir	16 A	20 A	40 A				
	Tempo	I _m / I _{sd} max.							
	Cont. Ind.	Prot Base			Dif. 30mA				
	I _{sn}	Δt			30 mA	0 ms			
	SIEMENS		PROJET DE TRANSMISSION D'EAU			Avis Technique 15L-601			
		Unif. Exploitant 8 circuits T_002			AFFAIRE:		Folio		
					MODIFICATIONS		3/6		
		Date : 19/05/2024			Norme : C1510015		PLAN:		

Liste d'articles

F01_001

Désignation de composant	Quantité	Désignation	Numéro de type	Fournisseur	Numéro d'article
	1	ENTREES TOR SM 1221, 8 E TOR, 24V CC	6ES7221-1BF30-0XB0	Siemens AG	SIE.6ES7221-1BF30-0XB0
	1	CPU 1215C, DC/DC/DC, 14DI/10DO/2AI/2AO	6ES7215-1AG40-0XB0		SIE.6ES7215-1AG40-0XB0
	1	SORTIES TOR SM1222, 8 S TOR, 24V CC	6ES7222-1BF30-0XB0	Siemens AG	SIE.6ES7222-1BF30-0XB0
	1	ENTREE ANALOG. SM 1231, 4AI, 16BIT	6ES7231-5ND30-0XB0	SIE	SIE.6ES7231-5ND30-0XB0
	0				
	2				1LE1003-1AA42-2AA4
-A	1	VOYANT LUMINEUX, AMBRE	3SU1051-6AA00-0AA0		SIE.3SU1051-6AA00-0AA0
-A1	1	SITOP PSU100S 1ph 24 V/20 A	6EP1336-2BA10	SIE	SIE.6EP1336-2BA10
-14.AI	0				
-14.AI	1	ENTREE ANALOG. SM 1231, 4AI, 16BIT	6ES7231-5ND30-0XB0	SIE	SIE.6ES7231-5ND30-0XB0
-B	1	VOYANT LUMINEUX, BLEU	3SU1001-6AA50-0AA0	SIE	SIE.3SU1001-6AA50-0AA0
-C1	0				
-C2	0				
-14.CPU	1	CPU 1215C, DC/DC/DC, 14DI/10DO/2AI/2AO	6ES7215-1AG40-0XB0		SIE.6ES7215-1AG40-0XB0
-14.DI	0				
-14.DI	1	ENTREES TOR SM 1221, 16DI, 24V CC	6ES7221-1BH32-0XB0		SIE.6ES7221-1BH32-0XB0
-14.DI	1	ENTREES TOR SM 1221, 8 E TOR, 24V CC	6ES7221-1BF30-0XB0	Siemens AG	SIE.6ES7221-1BF30-0XB0
-14.DO	0				
-14.DO	1	SORTIES TOR SM1222, 8 S TOR, 24V CC	6ES7222-1BF30-0XB0	Siemens AG	SIE.6ES7222-1BF30-0XB0
-E1	0				
-E3	0				
-EXT-FN(-K1)	0				
-EXT-FN(-K3)	0				
-EXT-FN-HV(-K0)	0				
-EXT-FN-HV(DB)	0				
-EXT-FN HV(-K2)	0				
-EXT-K1	0				
-EXT-K3	0				
-EXT-KM1	1	CONTCT.,AC3:4KW 1NO AC24V 50/60HZ	3RT2016-2AB01		SIE.3RT2016-2AB01
-F2	1	SENTRON Disjoncteur modulaire	5SY8220-7		SIE.5SY8220-7
-F5	1	SENTRON Disjoncteur modulaire	5SY4502-7		SIE.5SY4502-7
-F8	1	SENTRON Disjoncteur modulaire	5SY4502-7		SIE.5SY4502-7
-F10	1	SENTRON Disjoncteur modulaire	5SY4510-7		SIE.5SY4510-7
-F11	1	SENTRON Disjoncteur modulaire	5SY4502-7		SIE.5SY4502-7
-F12	1	SENTRON Disjoncteur modulaire	5SY4220-7		SIE.5SY4220-7
-F12	0				
-F13	0				
-F14	1	SENTRON Disjoncteur modulaire	5SY4102-7	SIE	SIE.5SY4102-7
-F15	1	SENTRON Disjoncteur modulaire	5SY4105-7		SIE.5SY4105-7
-F16	1	SENTRON Disjoncteur modulaire	5SY4105-7		SIE.5SY4105-7
-F17	1	SENTRON Disjoncteur modulaire	5SY4105-7		SIE.5SY4105-7
-F18	1	SENTRON Disjoncteurs modulaires	5SL4101-7		SIE.5SL4101-7
-F19	0	SENTRON Disjoncteur modulaire	5SY4202-7		SIE.5SY4202-7
-F20	1	SENTRON Disjoncteur modulaire	5SY4102-7	SIE	SIE.5SY4102-7
-F21	1	SENTRON Disjoncteur modulaire	5SY4105-7		SIE.5SY4105-7
-F22	1	SENTRON Disjoncteur modulaire	5SY4106-7	SIE	SIE.5SY4106-7
-F26	0				
-F26	1	DISJONCTEUR BORNES A VIS 8A	3RV2011-1HA10		SIE.3RV2011-1HA10
-F26	1	DISJONCTEUR MOTEUR, TAILLE S00,	3RV1011-1KA15		SIE.3RV1011-1KA15
-F28	1	SENTRON Disjoncteur modulaire	5SY4502-7		SIE.5SY4502-7
-F29	0				
-F29	1	DISJONCTEUR BORNES A VIS 8A	3RV2011-1HA10		SIE.3RV2011-1HA10
-F31	1	RCBO elm, retard de courte duree K	5SU1354-3KK20		SIE.5SU1354-3KK20
-K23	1	SINAMICS CU250S-2 PN	6SL3246-0BA22-1FA0		SIE.6SL3246-0BA22-1FA0
-K23-A4	1	SINAMICS G120	6SL3224-0BE23-0UA0		SIE.6SL3224-0BE23-0UA0
-K23-A8	1	SINAMICS G120 BASIC OPERATOR PANEL BOP-2	6SL3255-0AA00-4CA1		SIE.6SL3255-0AA00-4CA1

Protégé par la loi relative au droit d'auteur. Le transfert et la reproduction de ce document, la gestion et la notification de son contenu sont interdits, sauf autorisation expresse.

1

3.a

Nom de projet PFE			Analyse Performance		Liste d'articles : SIE.6ES7221-1BF30-0XB0 - SIE.6SL3255-0AA00-4CA1		=	&
Projet de base avec structure d'identification selon la norme IEC : Structure de page avec identificateur de fonction			Numéro de projet IEC_bas003		Date 6/29/2024		+	Page 3
Générateur Hicham			Numéro de dessin		Traitement HP			Feuille 2 de 24
Vérifié par			ePLAN					



Lotissement El kadous, Lot N°10 Moutchatchou
16035 Hydra, Algiers

Société	SIEMENS
Description de projet	Bilans de matière et Gestion des performances d'un Système de Contrôle Automatique pour une Station de Pompage



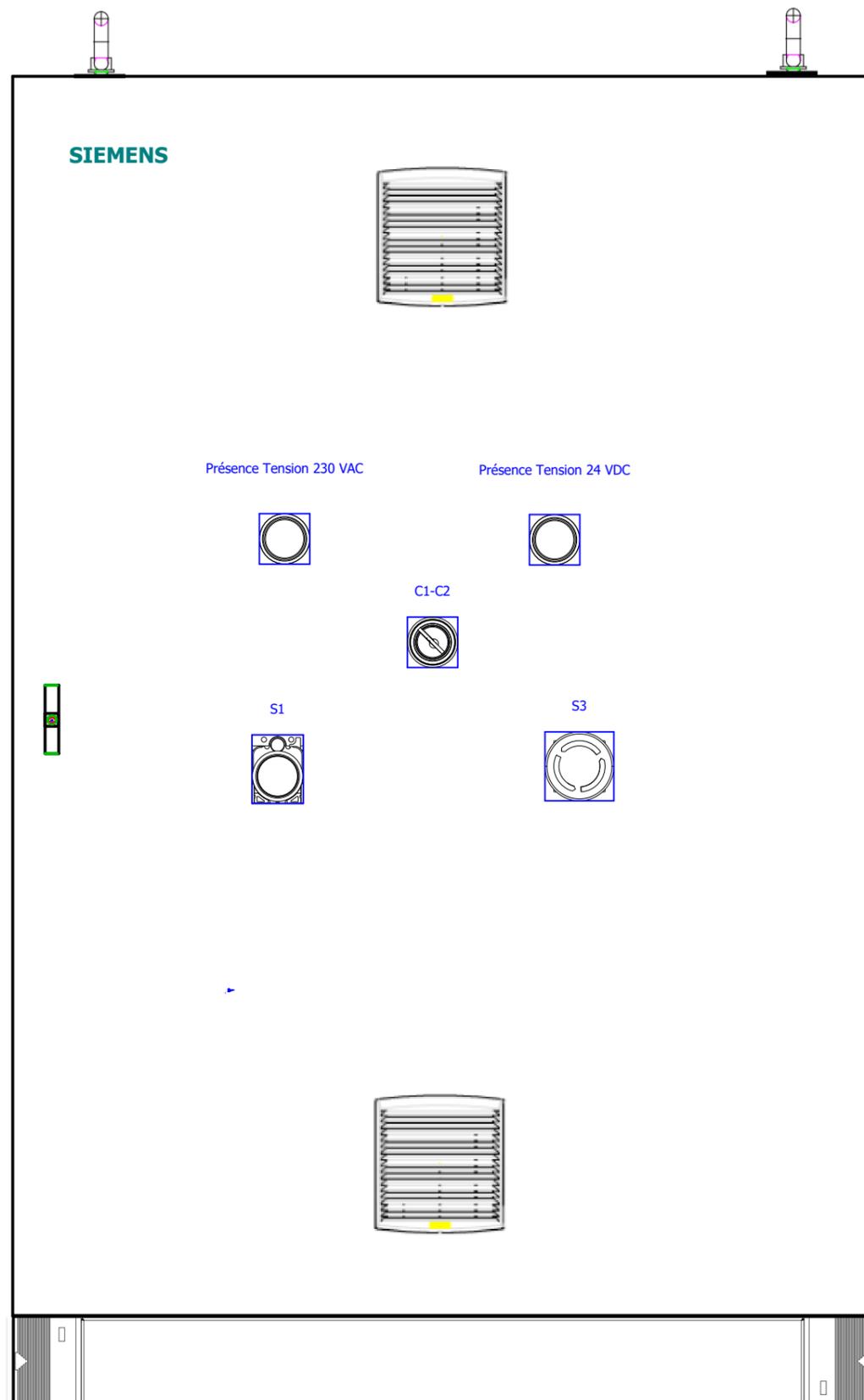
Fabricant (société)	
Produit	ARMOIRE ELECTRIQUE
Type	AUTOMATISME

Créé le	26/05/2024	Par	SIAGH HICHAM / NAKIB TAREK ABDREAUOF
---------	------------	-----	---

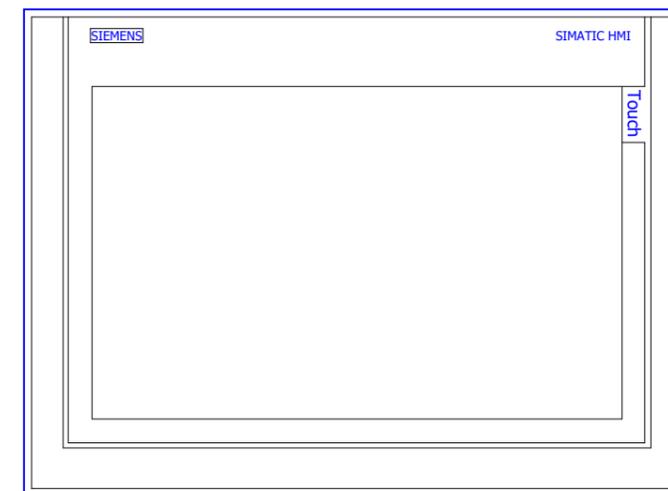
Protégé par la loi relative au droit d'auteur. Le transfert et la reproduction de ce document, la gestion et la notification de son contenu sont interdits, sauf autorisation expresse.

Nom de projet PFE			Analyse Performance		Analyse Performance			=		&PFE	
Projet de base avec structure d'identification selon la norme IEC : Structure de page avec identificateur de fonction			IEC_bas003					+		Page	
Générateur Hicham			Numéro de dessin					Date 6/29/2024		Traitement	
Modification	Date	Nom	Vérifié par							Feuille 4 de 24	

1
Protégé par la loi relative au droit d'auteur. Le transfert et la reproduction de ce document, la gestion et la notification de son contenu sont interdits, sauf autorisation expresse.



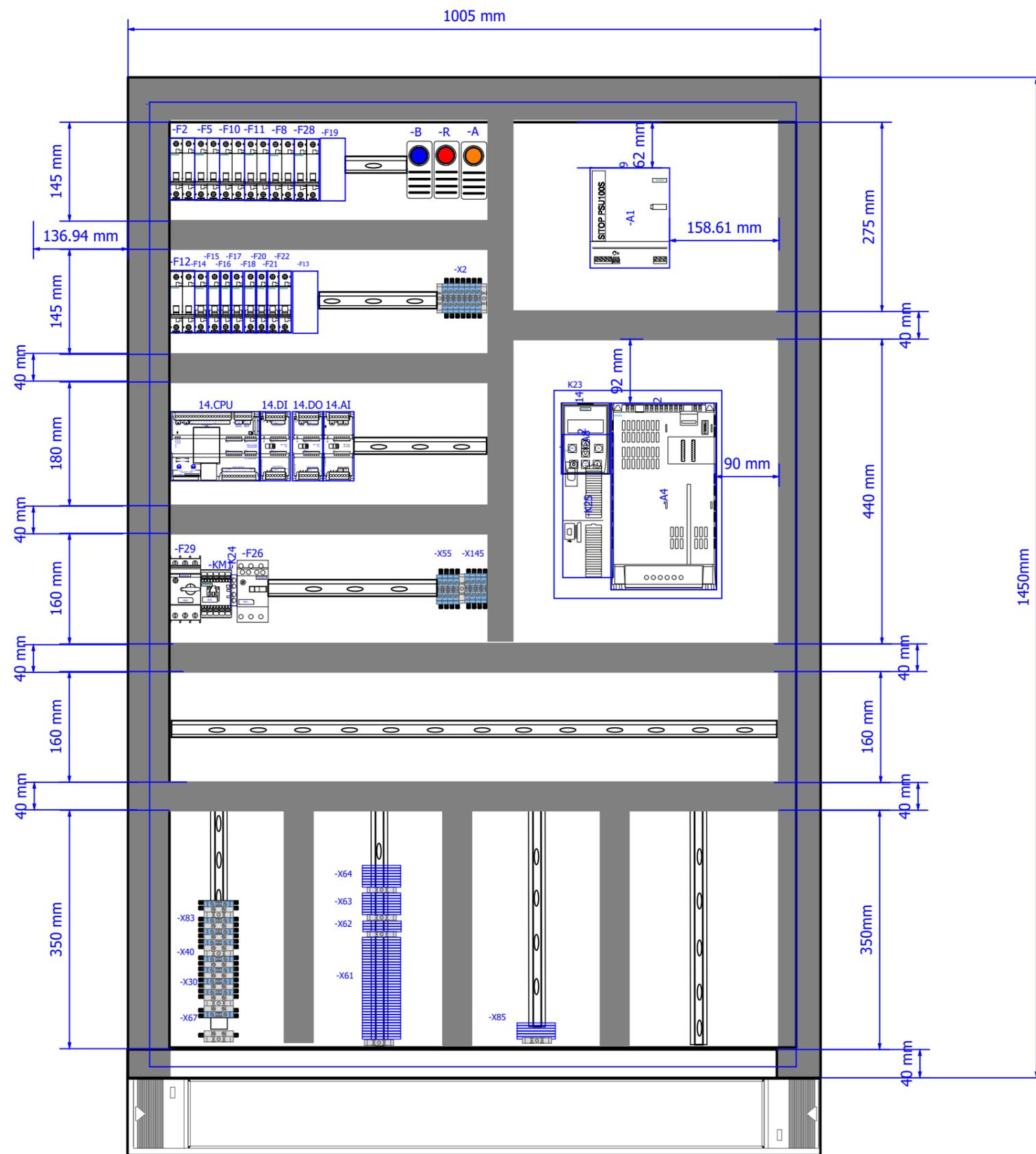
-IHM Deport



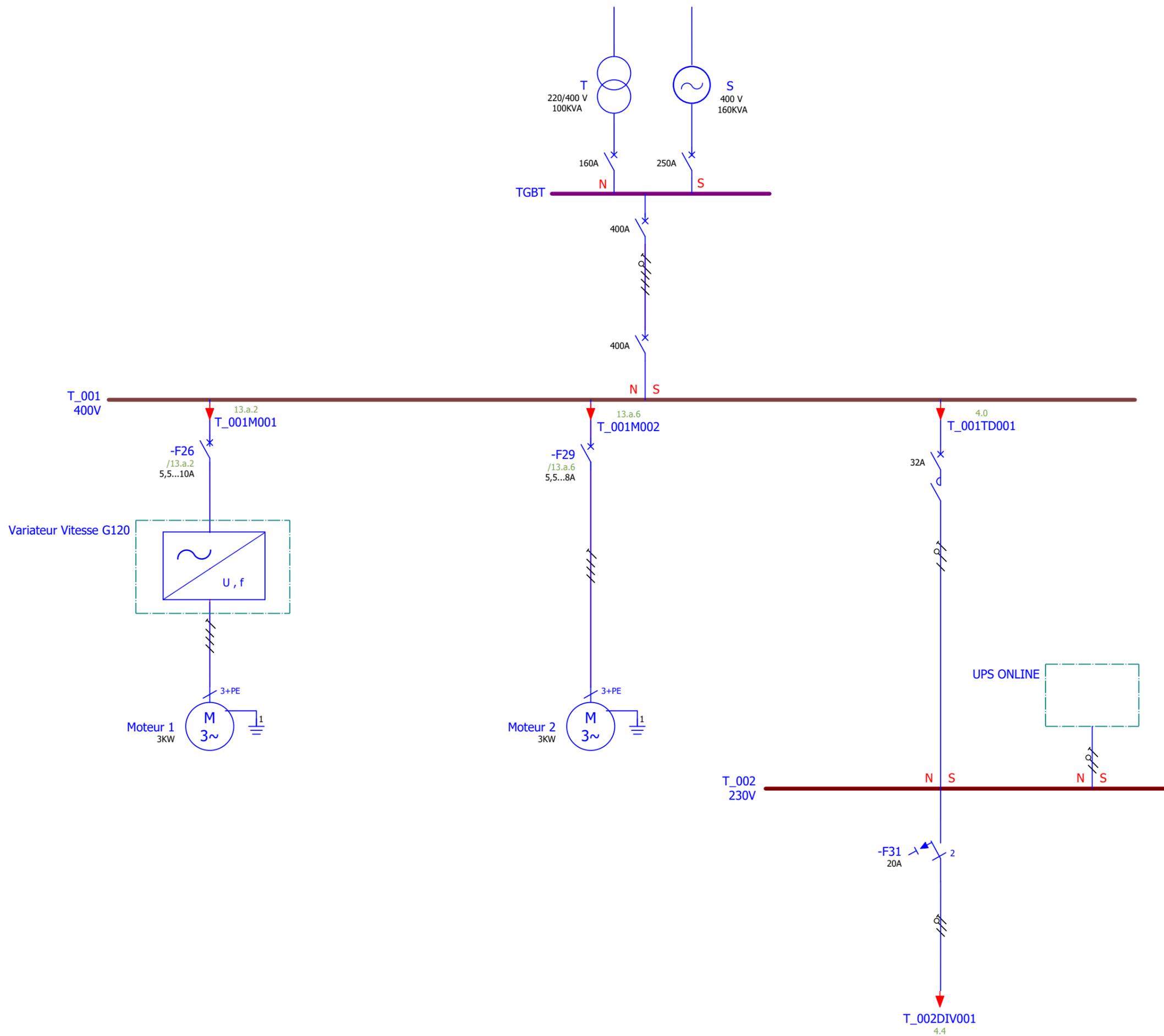
200 m

1			Nom de projet PFE		Analyse Performance		Facade Armoire		=		&PFE	
Projet de base avec structure d'identification selon la norme IEC : Structure de page avec identificateur de fonction			Numéro de projet IEC_bas003		ePLAN		Date 6/29/2024 Traitement HP		+		Page 2	
Modification Date Nom			Générateur Hicham						Feuille 5 de 24			
			Numéro de dessin									
			Vérifié par									

Protégé par la loi relative au droit d'auteur. Le transfert et la reproduction de ce document, la gestion et la notification de son contenu sont interdits, sauf autorisation expresse.



			Nom de projet PFE	Analyse Performance		Armoire				=		&PFE	
			Projet de base avec structure d'identification selon la norme IEC : Structure de page avec identificateur de fonction	Numéro de projet IEC_bas003						+		Page 2.a	
				Numéro de dessin				Date 6/29/2024		Traitement HP		Feuille 6 de 24	
Modification	Date	Nom	Générateur Hicham	Vérifié par									



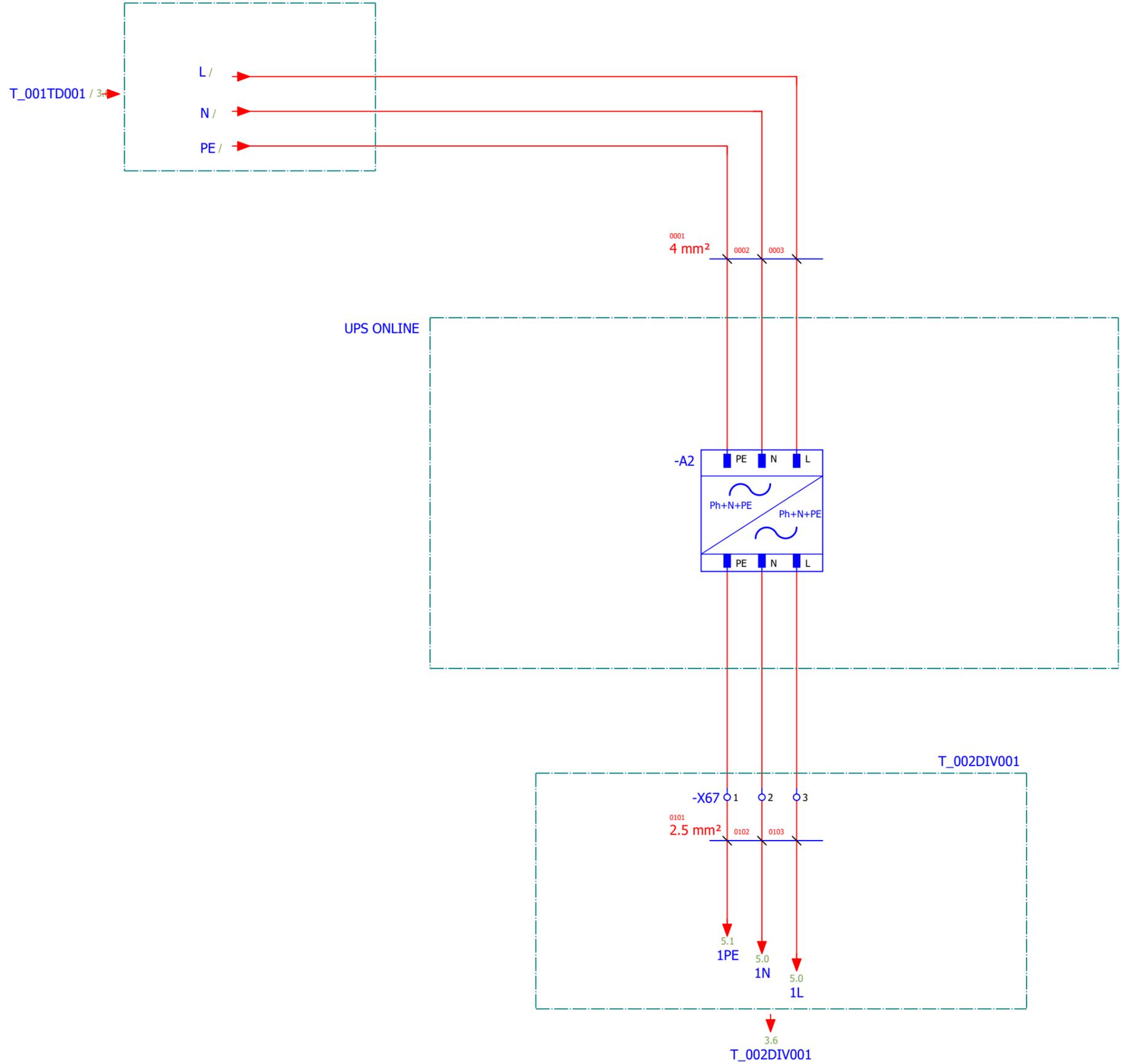
Protégé par la loi relative au droit d'auteur. Le transfert et la reproduction de son contenu sont interdits, sauf autorisation expresse.

2.a

4

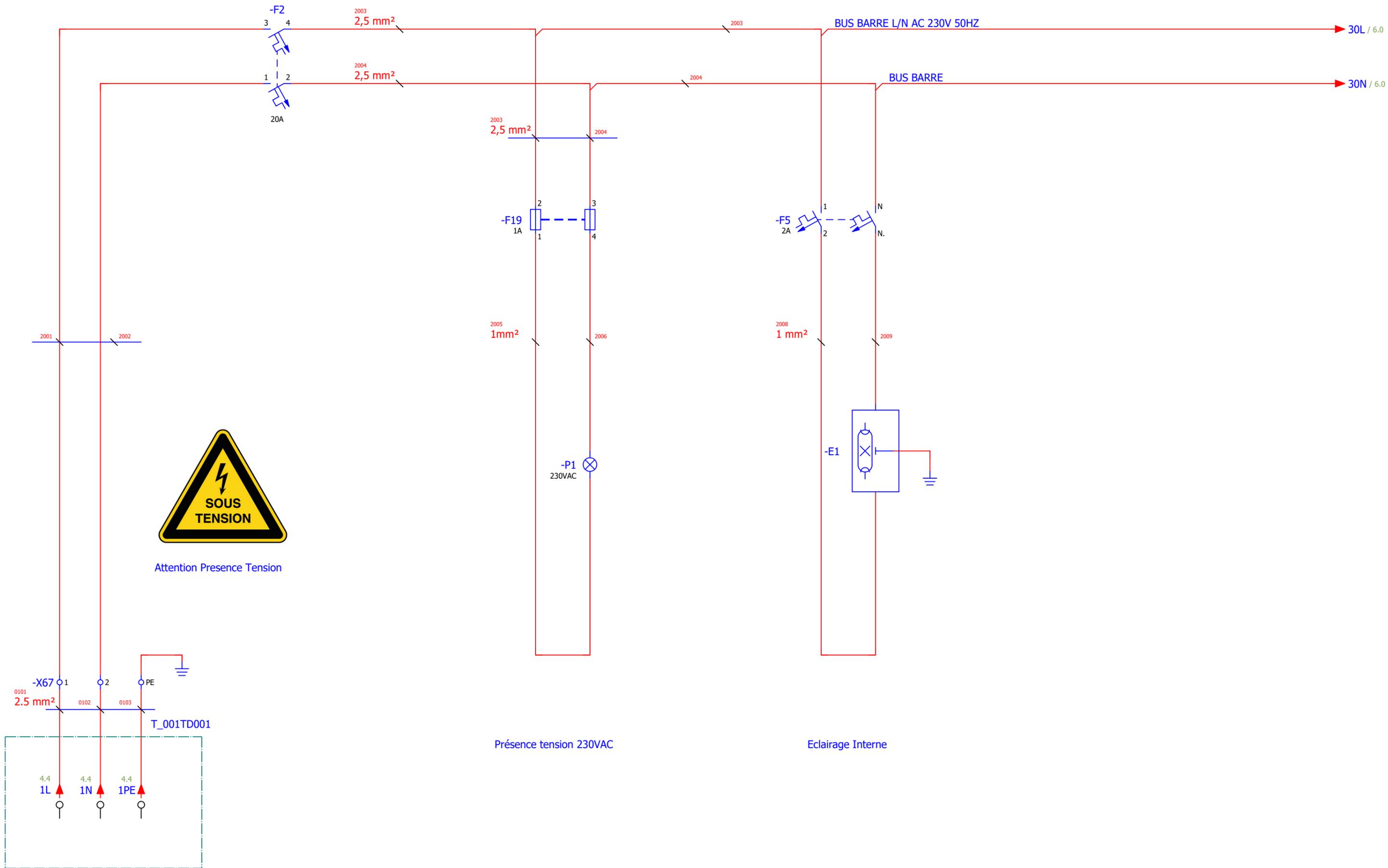
Nom de projet PFE			Numéro de projet IEC_bas003		Analyse Performance		Unifilaire		=		&PFE	
Projet de base avec structure d'identification selon la norme IEC : Structure de page avec identificateur de fonction			Numéro de dessin				Date 6/29/2024 Traitement HP		+		Page 3	
Générateur Hicham			Vérifié par						Feuille 7 de 24			

Protégé par la loi relative au droit d'auteur. Le transfert et la reproduction de ce document, la gestion et la notification de son contenu sont interdits, sauf autorisation expresse.



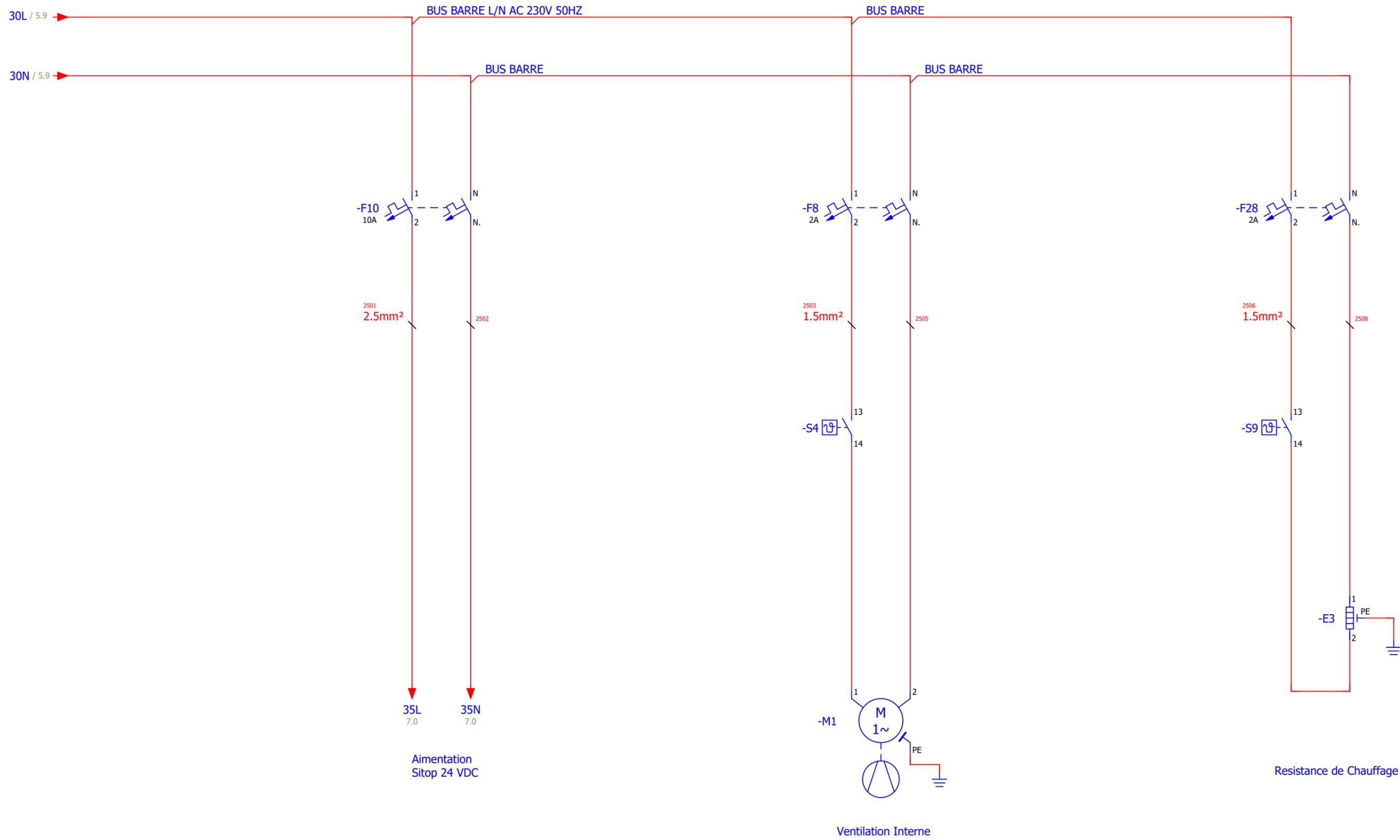
			Nom de projet PFE	Numéro de projet IEC_bas003		Analyse Performance	ON_ligne_UPS		=	&PFE	
			Projet de base avec structure d'identification selon la norme IEC : Structure de page avec identificateur de fonction		Numéro de dessin		ePLAN		+	Page 4	
Modification	Date	Nom	Générateur Hicham	Vérifié par		Date 6/29/2024		Traitement HP	Feuille 8 de 24		

Protégé par la loi relative au droit d'auteur. Le transfert et la reproduction de ce document, la gestion et la notification de son contenu sont interdits, sauf autorisation expresse.



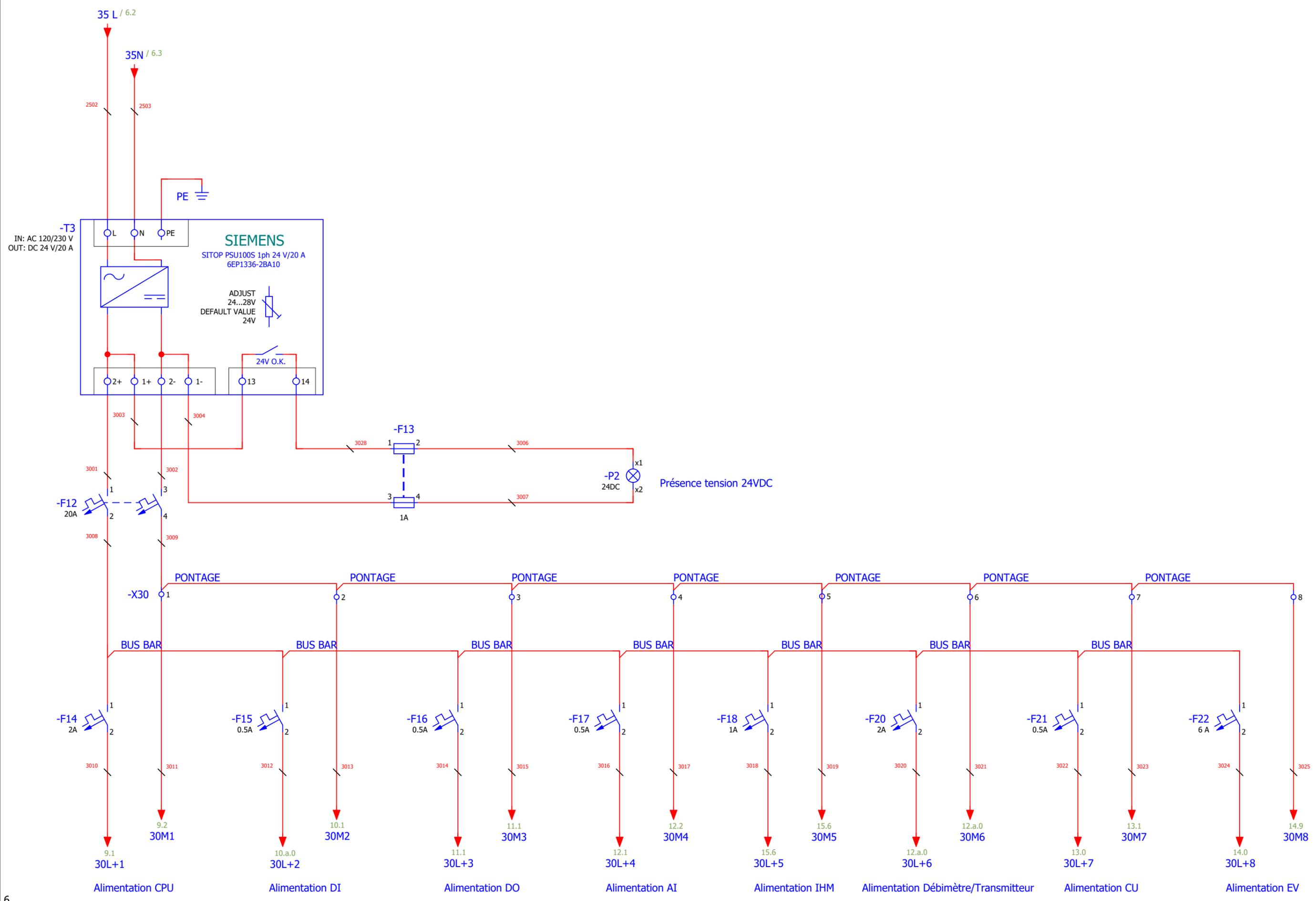
			Nom de projet PFE	Analyse Performance		Alimentation		=	&PFE
			Projet de base avec structure d'identification selon la norme IEC : Structure de page avec identificateur de fonction	ePLAN				+	Page 5
Modification	Date	Nom	Générateur Hicham	Date 6/29/2024		Traitement HP			Feuille 9 de 24

Protégé par la loi relative au droit d'auteur. Le transfert et la reproduction de ce document, la gestion et la notification de son contenu sont interdits, sauf autorisation expresse.



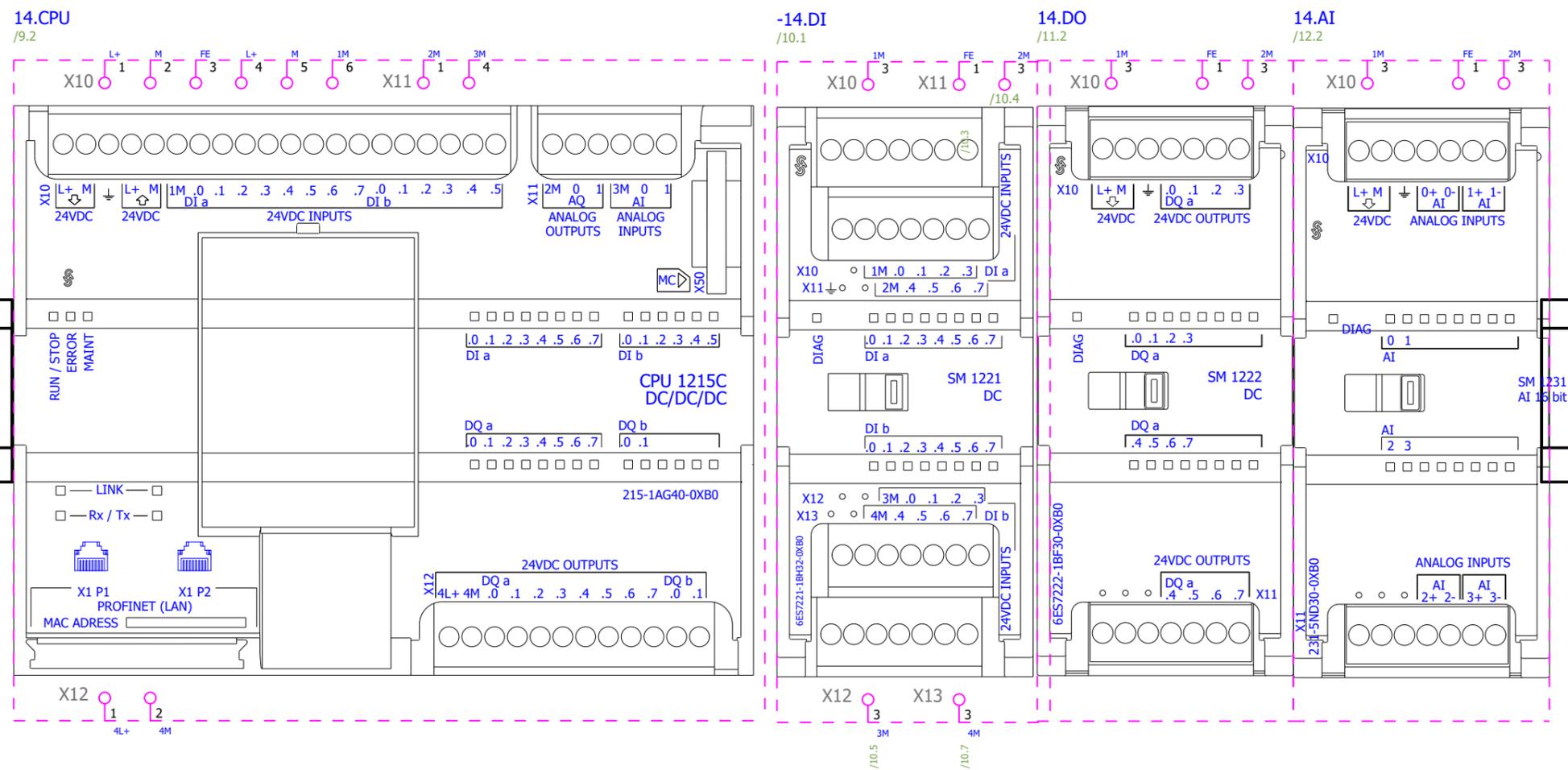
			Nom de projet PFE	Analyse Performance		Distribution de L'alimentation 230VAC				=&PFE	
			Projet de base avec structure d'identification selon la norme IEC : Structure de page avec identificateur de fonction	Numéro de projet IEC_bas003		ePLAN				Page 6	
				Numéro de dessin		Date 6/29/2024		Traitement HP		Feuille 10 de 24	
Modification	Date	Nom	Générateur Hicham	Vérifié par							

Protégé par la loi relative au droit d'auteur. Le transfert et la notification de son contenu sont interdits, sauf autorisation expresse.



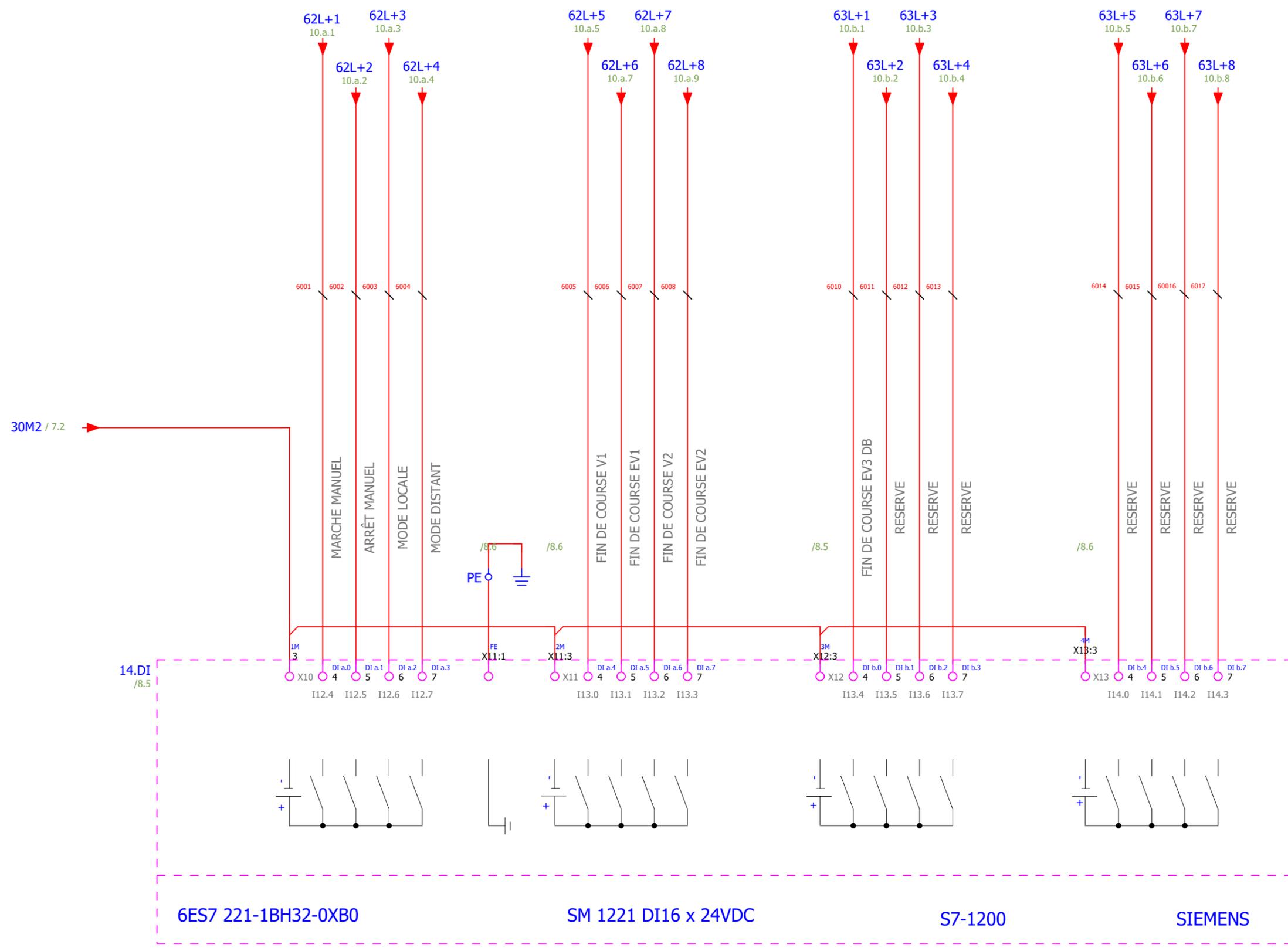
Nom de projet PFE			Analyse Performance			L'alimentation Sitop			=&PFE		
Projet de base avec structure d'identification selon la norme IEC : Structure de page avec identificateur de fonction			Numéro de projet IEC_bas003						+Page 7		
Générateur Hicham			Numéro de dessin						Feuille 11 de 24		
Modification	Date	Nom	Vérifié par			Date	6/29/2024	Traitement	HP		

Protégé par la loi relative au droit d'auteur. Le transfert et la reproduction de ce document, la gestion et la notification de son contenu sont interdits, sauf autorisation expresse.



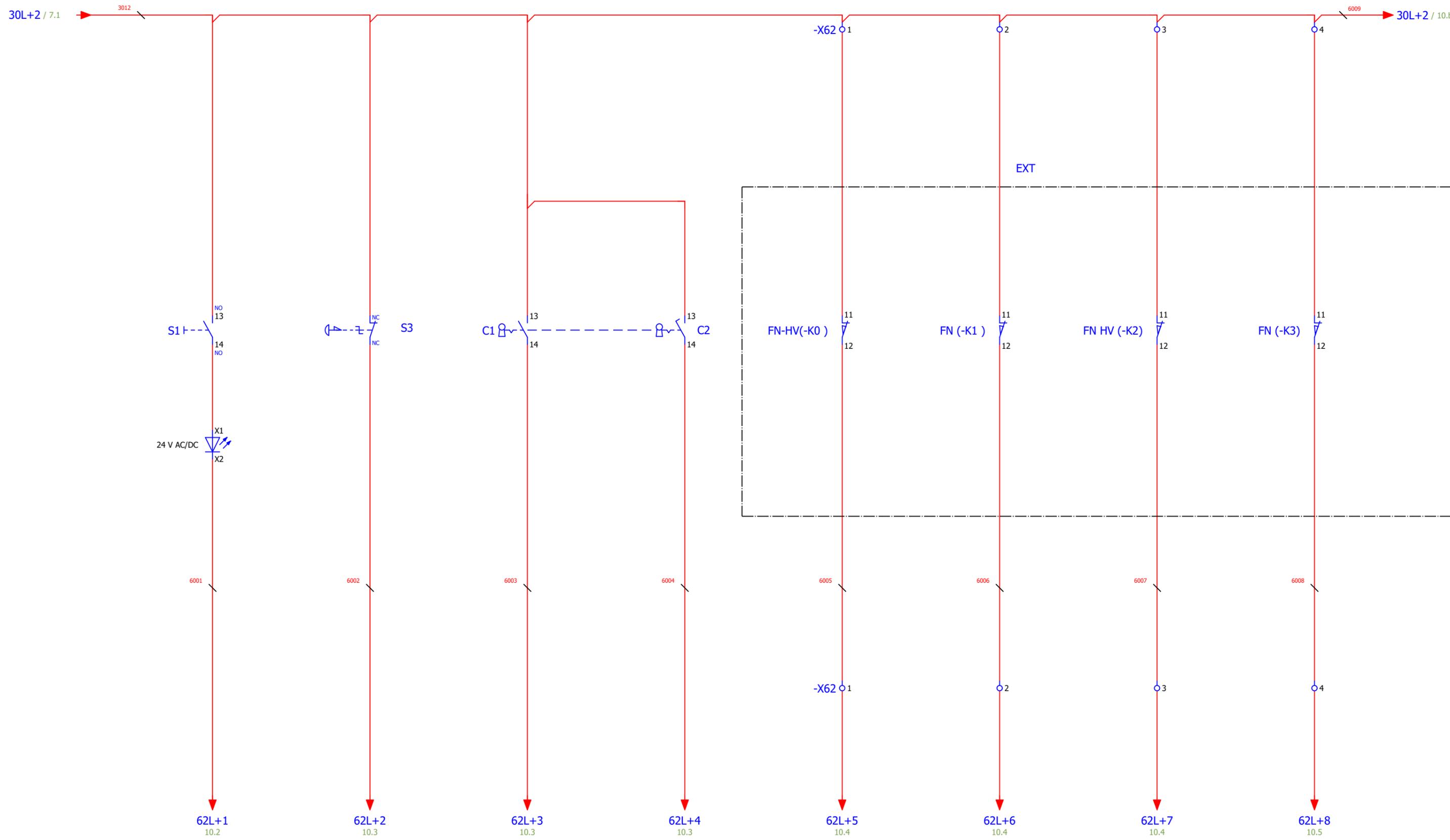
			Nom de projet PFE	Numéro de projet IEC_bas003	Analyse Performance	Configuration HW Rack N°0		=	&PFE
			Projet de base avec structure d'identification selon la norme IEC : Structure de page avec identificateur de fonction	Numéro de dessin				+	Page 8
Modification	Date	Nom	Générateur Hicham	Vérifié par		Date 6/29/2024	Traitement	HP	

Protégé par la loi relative au droit d'auteur. Le transfert et la reproduction de ce document, la gestion et la notification de son contenu sont interdits, sauf autorisation expresse.

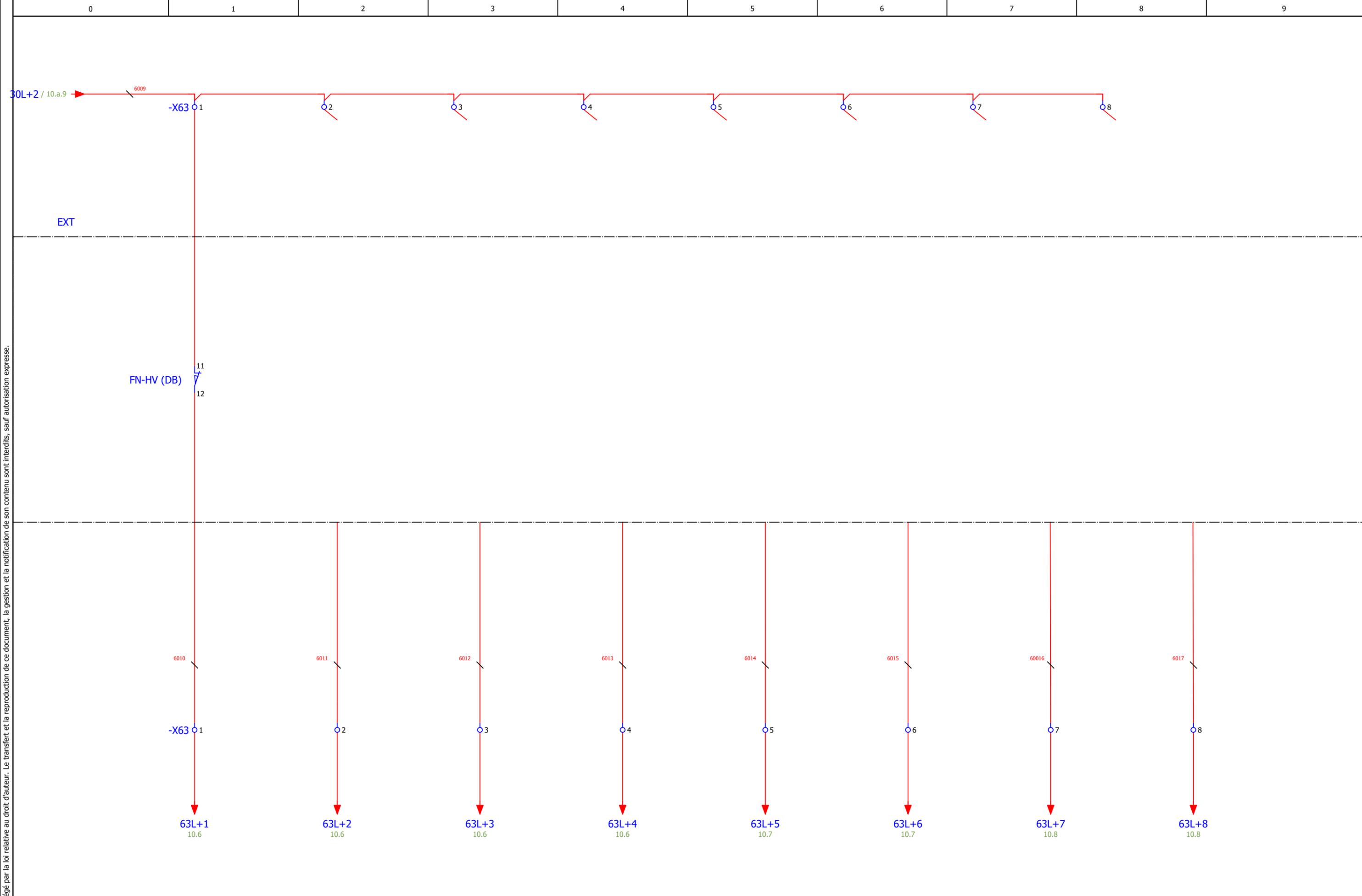


			Nom de projet PFE	Analyse Performance		DI Wiring				=		&PFE		
			Projet de base avec structure d'identification selon la norme IEC : Structure de page avec identificateur de fonction		Numéro de projet IEC_bas003		ePLAN				+		Page 10	
			Générateur Hicham		Numéro de dessin		Date 6/29/2024		Traitement		HP		Feuille 14 de 24	
Modification	Date	Nom	Vérifié par											

Protégé par la loi relative au droit d'auteur. Le transfert et la reproduction de ce document, la gestion et la notification de son contenu sont interdits, sauf autorisation expresse.



			Nom de projet PFE	Analyse Performance			DI Instrument Wiring		=	&PFE	
			Projet de base avec structure d'identification selon la norme IEC : Structure de page avec identificateur de fonction						+	Page 10.a	
Modification	Date	Nom	Générateur Hicham	Vérifié par		Date 6/29/2024	Traitement	HP		Feuille 15 de 24	

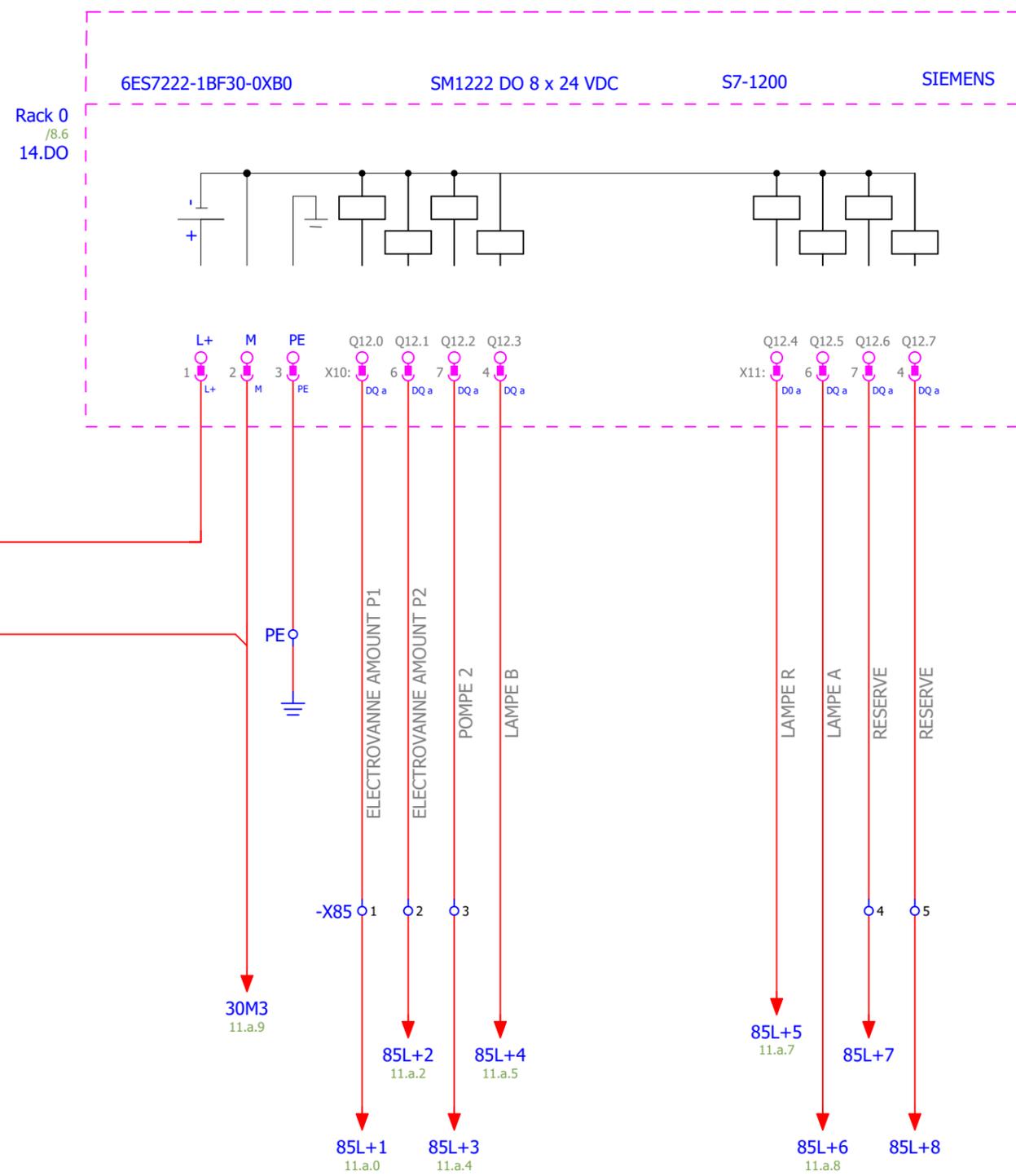


10.a 11

			Nom de projet PFE	Analyse Performance		DI Instrument Wiring				=		&PFE	
			Projet de base avec structure d'identification selon la norme IEC : Structure de page avec identificateur de fonction	Numéro de projet IEC_bas003						+		Page 10.b	
				Numéro de dessin				Date 6/29/2024		Traitement		HP	
Modification	Date	Nom	Générateur Hicham	Vérifié par									

Protégé par la loi relative au droit d'auteur. Le transfert et la reproduction de son contenu sont interdits, sauf autorisation expresse.

Protégé par la loi relative au droit d'auteur. Le transfert et la reproduction de ce document, la gestion et la notification de son contenu sont interdits, sauf autorisation expresse.

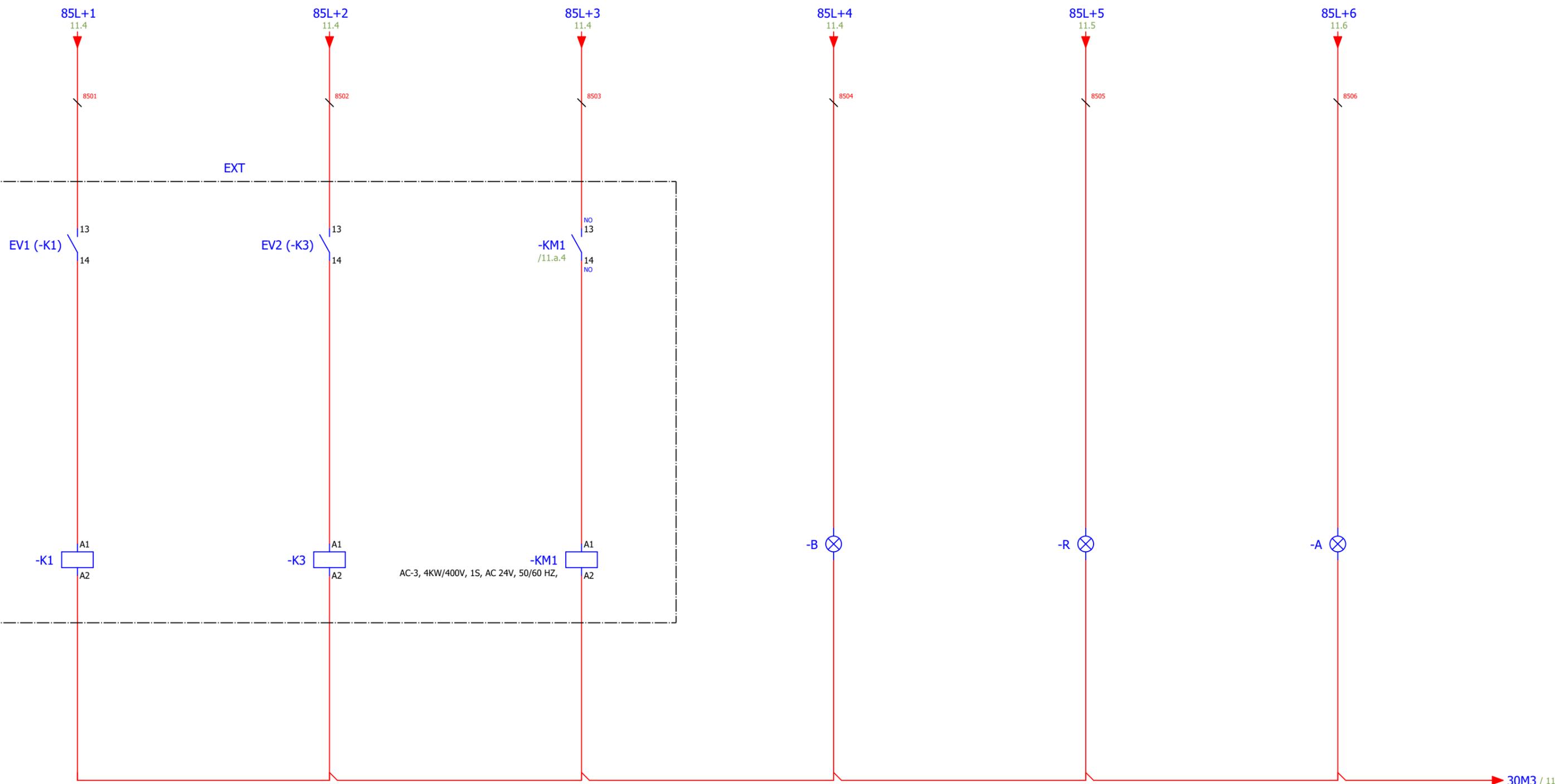


10.b

11.a

Nom de projet PFE			Numéro de projet IEC_bas003		Analyse Performance		DO Wiring		=		&PFE	
Projet de base avec structure d'identification selon la norme IEC : Structure de page avec identificateur de fonction			Numéro de dessin		ePLAN		Date 6/29/2024 Traitement HP		+		Page 11	
Générateur Hicham			Vérifié par						Feuille 17 de 24			

Protégé par la loi relative au droit d'auteur. Le transfert et la reproduction de ce document, la gestion et la notification de son contenu sont interdits, sauf autorisation expresse.

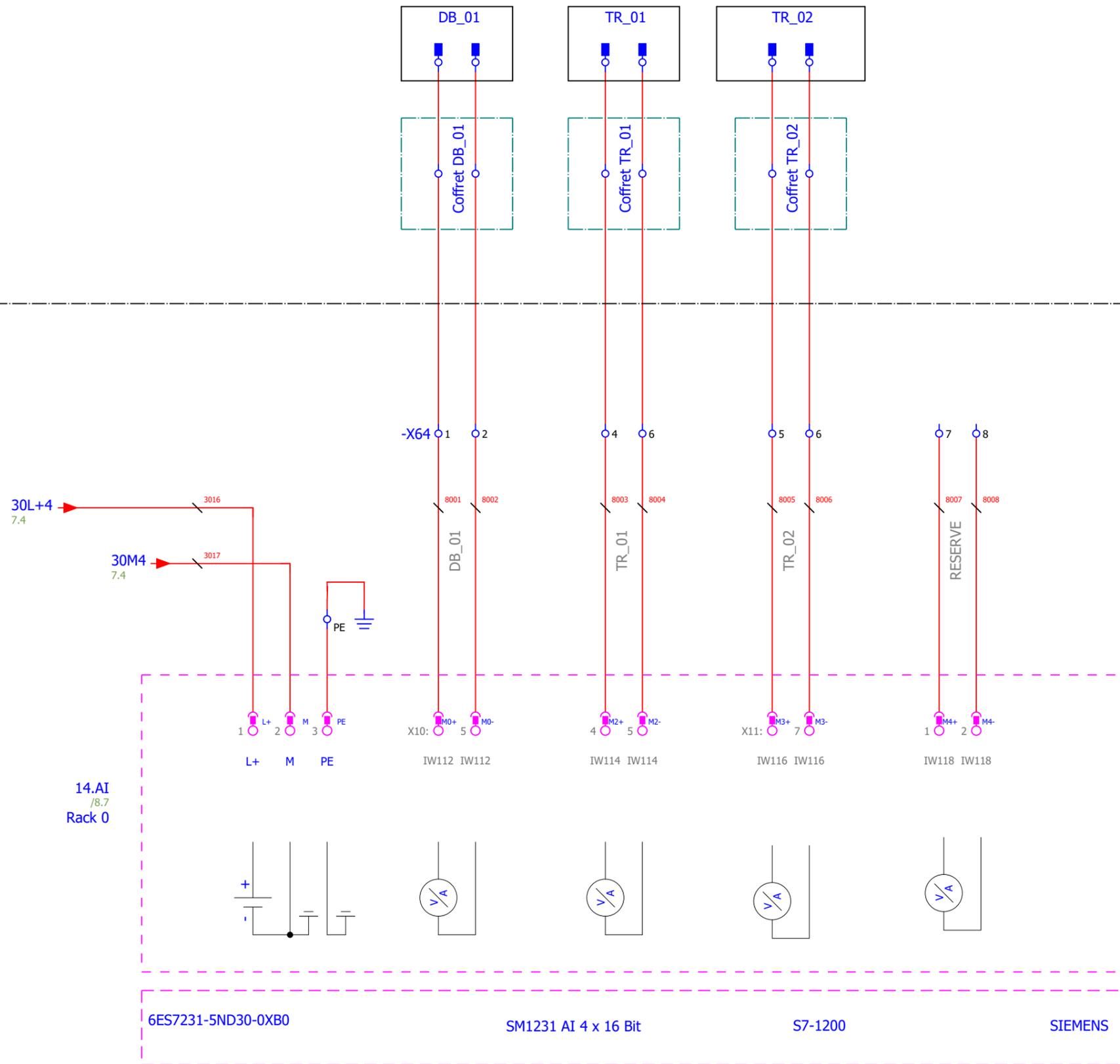


1/L1 2/T1
 3/L2 4/T2
 5/L3 6/T3
 13 14 /11.a.4

30M3 / 11.

11			12		
Nom de projet PFE			Analyse Performance		
Projet de base avec structure d'identification selon la norme IEC : Structure de page avec identificateur de fonction			DO Instrument Wiring		
Générateur Hicham			Date 6/29/2024		
Vérifié par			Page 18 de 24		
			Feuille 18 de 24		

Protégé par la loi relative au droit d'auteur. Le transfert et la reproduction de son contenu sont interdits, sauf autorisation expresse.

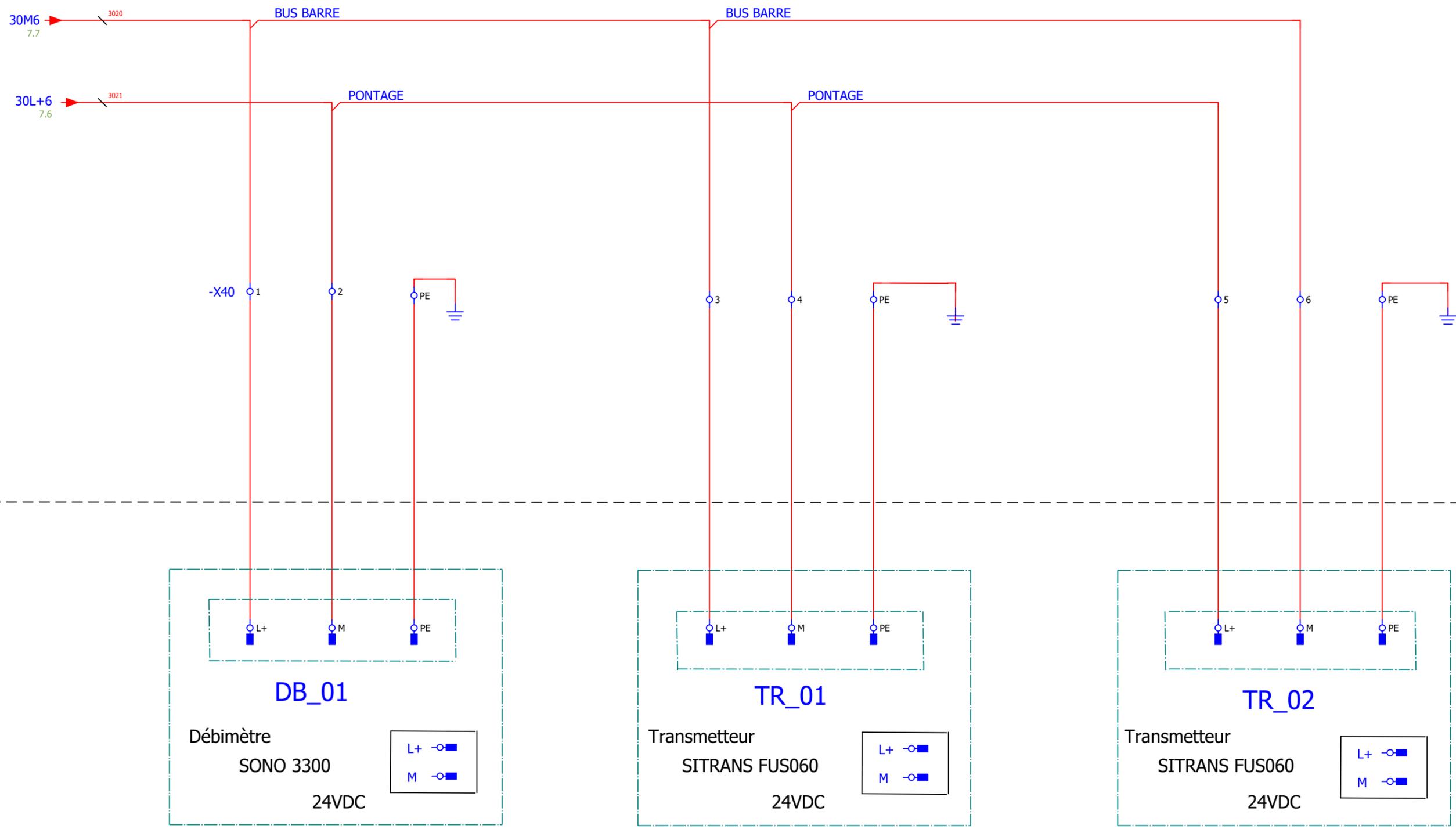


11.a

12.a

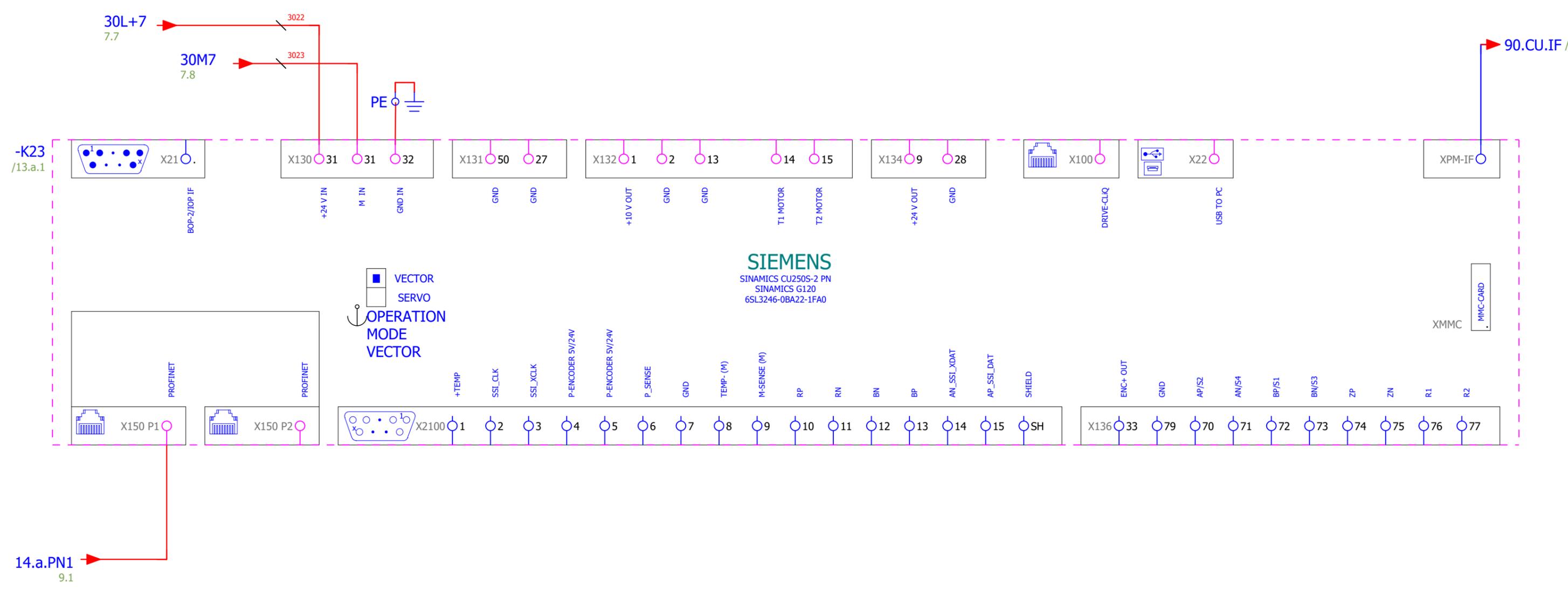
			Nom de projet PFE	Analyse Performance		AI Wiring				=		&PFE		
			Projet de base avec structure d'identification selon la norme IEC : Structure de page avec identificateur de fonction		ePLAN								Page 12	
			Générateur Hicham		Date 6/29/2024		Traitement		HP				Feuille 19 de 24	

Protégé par la loi relative au droit d'auteur. Le transfert et la reproduction de son contenu sont interdits, sauf autorisation expresse.



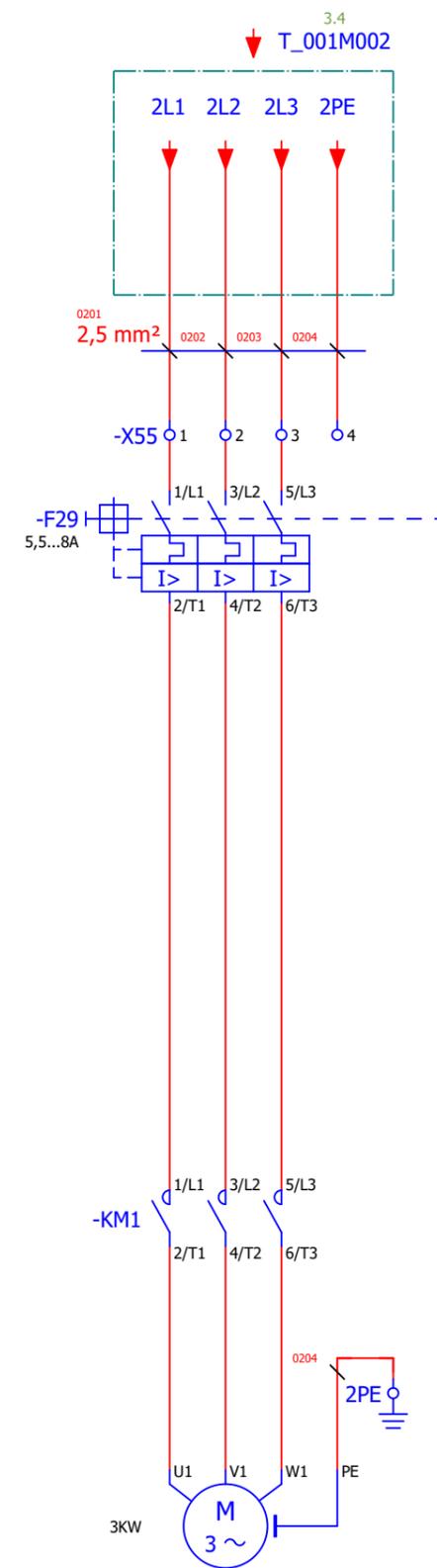
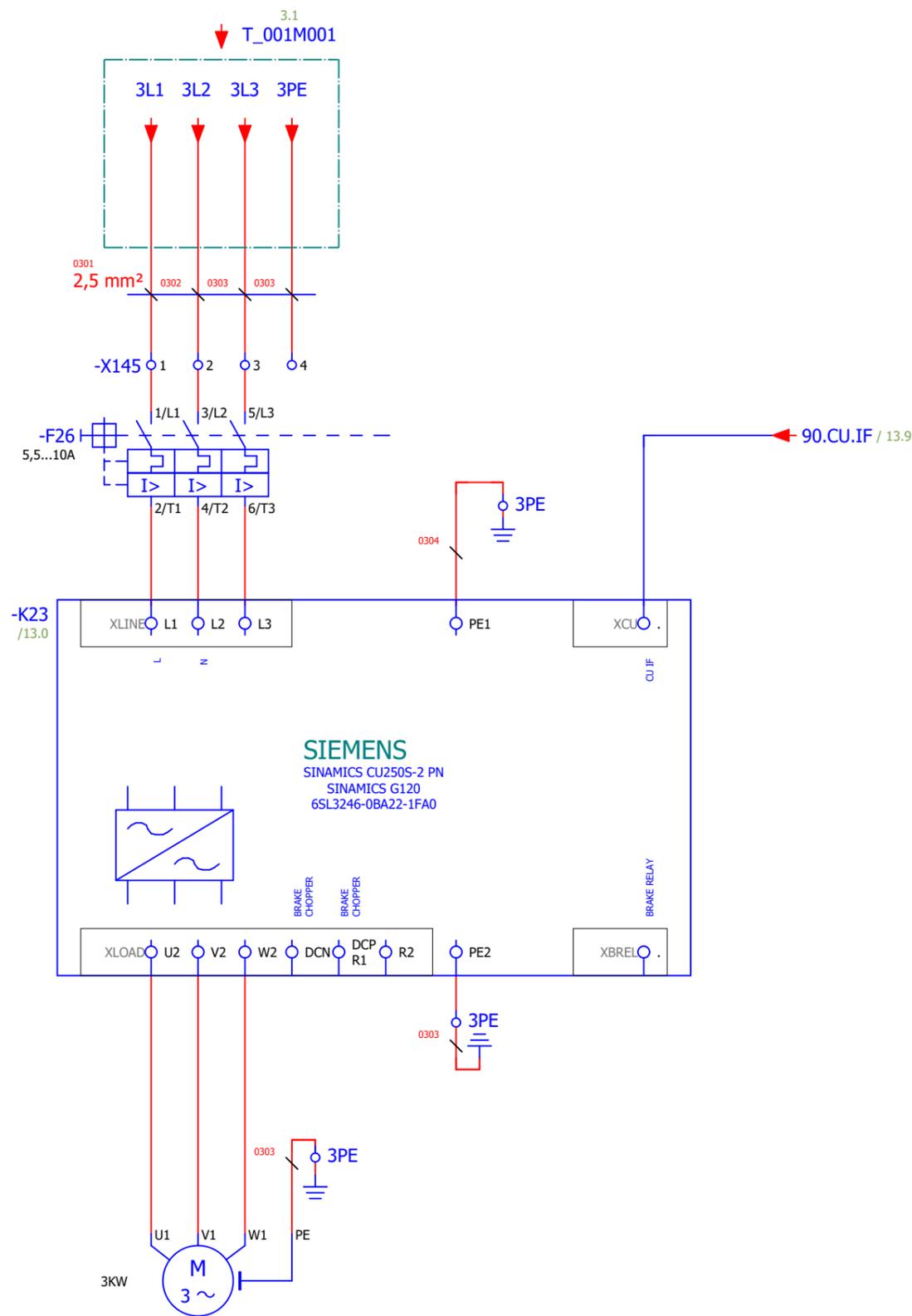
			Nom de projet PFE	Analyse Performance		AI Instrument Wiring/Alimentation Débimètre Transmetteur				=&PFE	
			Projet de base avec structure d'identification selon la norme IEC : Structure de page avec identificateur de fonction	Numéro de projet IEC_bas003		ePLAN				Page 12.a	
				Numéro de dessin		Date 6/29/2024		Traitement HP		Feuille 20 de 24	
Modification	Date	Nom	Générateur Hicham	Vérifié par							

Protégé par la loi relative au droit d'auteur. Le transfert et la reproduction de ce document, la gestion et la notification de son contenu sont interdits, sauf autorisation expresse.



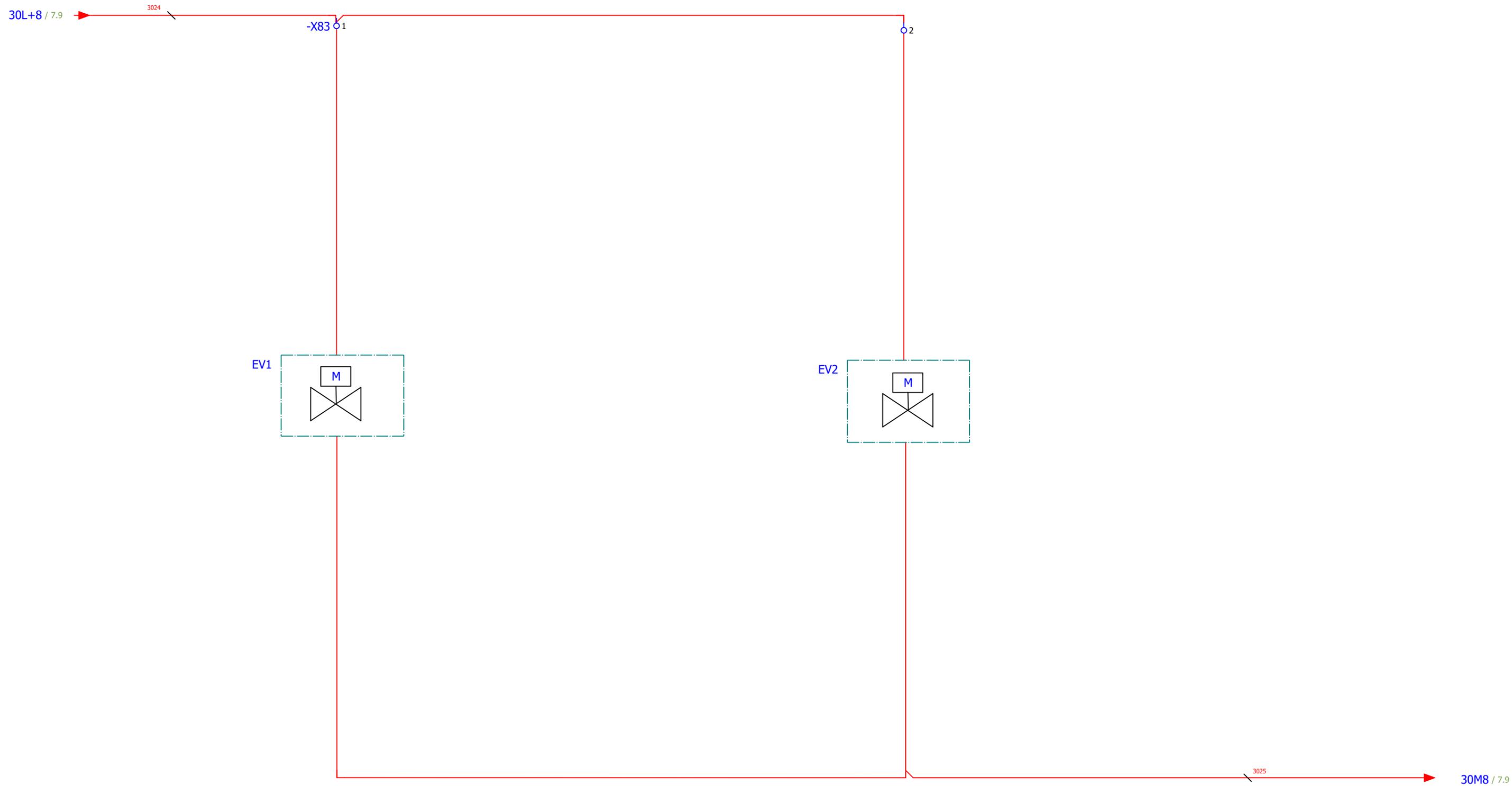
			Nom de projet PFE	Numéro de projet IEC_bas003		Analyse Performance		CU Wiring		=		&PFE	
			Projet de base avec structure d'identification selon la norme IEC : Structure de page avec identificateur de fonction		Numéro de dessin						+		Page 13
Modification	Date	Nom	Générateur Hicham	Vérifié par		Date 6/29/2024			Traitement	HP			Feuille 21 de 24

Protégé par la loi relative au droit d'auteur. Le transfert et la reproduction de son contenu sont interdits, sauf autorisation expresse.



Nom de projet PFE			Numéro de projet IEC_bas003		Analyse Performance		PM+Motor Wiring		=		&PFE	
Projet de base avec structure d'identification selon la norme IEC : Structure de page avec identificateur de fonction			Numéro de dessin						+		Page 13.a	
Modification	Date	Nom	Générateur Hicham	Vérifié par			Date 6/29/2024	Traitement	HP			Feuille 22 de 24

Protégé par la loi relative au droit d'auteur. Le transfert et la reproduction de son contenu sont interdits, sauf autorisation expresse.



			Nom de projet PFE	Analyse Performance		Alimentation EV				=&PFE	
			Projet de base avec structure d'identification selon la norme IEC : Structure de page avec identificateur de fonction	Numéro de projet IEC_bas003						Page 14	
				Numéro de dessin						+	
Modification	Date	Nom	Générateur Hicham	Vérifié par		Date 6/29/2024	Traitement	HP			

IHM Deport



14
Protégé par la loi relative au droit d'auteur. Le transfert et la reproduction de son contenu sont interdits, sauf autorisation expresse.

			Nom de projet PFE	Analyse Performance			IHM Wiring		=	&PFE	
			Projet de base avec structure d'identification selon la norme IEC : Structure de page avec identificateur de fonction	Numéro de projet IEC_bas003						Page 15	
				Numéro de dessin					Feuille 24 de 24		
Modification	Date	Nom	Générateur Hicham	Vérifié par		Date 6/29/2024	Traitement	HP			