

UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA

Faculté des Nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication

Département d'Electronique et des Télécommunications



Mémoire

MASTER PROFESSIONNALISANT

Domaine : Sciences et Technologies

Filière : Electronique

Spécialité : Instrumentation et systèmes

Préparé par :

GAN ADEM

TALBI HOUSSAM EDDINE

DEBBA AHMED RAMZI

Thème

Conception des armoires de commande

Soutenu publiquement le : 21 Juin 2023

Devant le jury :

Président :	TIDJANI Zakaria	MAA	<i>Université Kasdi Merbah Ouargla</i>
Examineur :	ACHBI Mohammed Saïd	MCB	<i>Université Kasdi Merbah Ouargla</i>
Encadreur :	SMAHI Mokhtar	MAA	<i>Université Kasdi Merbah Ouargla</i>

Année universitaire : 2022/2023

Remerciements

Avant tout, nous tenons à remercier DIEU qui nous a donné le courage, la santé et la patience pour réaliser ce modeste travail.

*Nous tenons à remercier notre promoteur Monsieur **SMAHI MOKHTAR** pour son aide précieuse et de nous avoir fait profiter de sa rigueur scientifique, de son expérience et de nous avoir encouragés tout au long de ce travail. On le remercie sincèrement pour ses conseils, sa patience et sa disponibilité tout au long de notre projet.*

Nous voudrions également remercier les membres de jury pour avoir accepté d'évoluer ce travail et pour toutes leurs remarques et critiques, en signe d'un profond respect et d'une profonde gratitude.

Enfin, nos remerciements les plus sincères à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la concrétisation de ce mémoire.

Merci à vous tous

Merci 



DEDICACES

Ma mère :

A toi, cher bijou qui a essuyé mes larmes et fait de sa poitrine ma maison et de ses yeux mon gardien, je te dédie cette œuvre et dis : Que Dieu te récompense en mon nom avec la meilleure récompense.

Maman est le paradis.

Mon père :

Puisse ce modeste travail constituer une légère compensation pour tous les nobles sacrifices que tu t'es imposés pour assurer mon bien-être et mon l'éducation.

A Mon frère et mon soutien : Taha

A mes très chères sœurs : Assia, Somia, Meriem, Bouthayna.

A mes chers amis : Abdalmotalib, Fouad, Zakaria, Abdelbari, Ahmed, Islam, Mohammed, Riad, Ramzi

Et à tous ceux qui se reconnaîtront en ce mot « AMI »

Que dieu leur accorde santé et prospérité

ADEM



DEDICACES

Ma mère la source et l'espoir

Mon père le repère et l'exemplaire

A vous je dédie ce modeste mémoire pour

*Avoir m'a encouragé et poussé à atteindre l'idéal, m'ont soutenu tout
au long de mes études.*

A toute mes sœurs : SARA et INAS et AMIRA.

A mon frère : ANIS.

A mes cousins et mes cousines surtout Zinou et Bachir

Je dédie ce travail aussi à mes très chers amis :

*IMAD et Boubakar et Anwar et Ahmed et Ramzi et Adem et
Marouane et Ihab.*

HOUSSAM



DEDICACES

Je tiens à dédier cet humble travail à :

A mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études.

A ma chère tante

A ma précieuse sœur : Marwa.

A mes frères : Mohammed Chiekh ; Ziane ; Monder.

A mes meilleurs amis : Adem; Housam; Taha; Abdallah; Aymen; Aymen; Ihab; Marwan; Charaf.

A Tous mes amis d'enfance et du long parcours scolaire et universitaire.

A Toute ma famille

Ahmed Ramzi

ملخص:

هذا العمل يوضح طريقة عمل مؤسسة ناشئة مختصة في تصميم خزائن التحكم في المنشآت الصناعية وذلك نظراً لاننا في قطب صناعي يحتوي على العديد من مصانع النفط والغاز في حاسي مسعود وحاسي الرمل، ومصانع الجبر في تقرت، وغيرها من المنشآت الصناعية المحلية والجهوية. هذه المؤسسة الناشئة تعتمد قاعدة بيانات تستعمل أداة أوفيس اكسل و برنامج اوتوكاد الكتريك لتصميم خزانة تحكم انطلاقاً من أي دفتر شروط قصد اتمتة منشأة او مركب صناعي. العمل بقاعدة البيانات هذه ينطلق من قراءة دفتر الشروط واستخراج المعلومات حول إشارات المدخل والمخرج وتحديد أجهزة تشغيل المحركات، ثم تحديد قائمة بكل العتاد المطلوب في خزانة التحكم وإعداد مخططات الدوائر الكهربائية للتحكم والطاقة والمخطط العام لخزانة التحكم.

الكلمات المفتاحية للمشروع: دفتر الشروط، منشأة صناعية، تصميم لوحة تحكم، نظام تحكم، اكسل، تطبيق اوتوكاد، لوحة تحكم D2.

Résumé :

Ce travail explique la méthode de travail d'une start-up spécialisée dans la conception d'armoires de commande pour les installations industrielles. Étant donné que nous sommes situés dans un pôle industriel comprenant de nombreuses usines de pétrole et de gaz (Hassi Messaoud et Hassi R'mel), ainsi que des usines de brique (Touggourt), Cette start-up utilise une base de données qui utilise l'outil **Microsoft Excel** et le logiciel **AutoCAD Electrical** pour concevoir une armoire de contrôle à partir de n'importe quel cahier des charges, dans le but d'automatiser une installation ou un complexe industriel. Le travail avec cette base de données commence par la lecture du cahier des charges et l'extraction des informations sur les signaux d'entrée et de sortie, ainsi que la détermination des dispositifs de commande des moteurs. Ensuite, une liste de tous les équipements nécessaires pour l'armoire de commande est établie, ainsi que des schémas de circuits électriques de commande et de puissance et le schéma global de l'armoire de commande.

Mots clés du projet : Cahier de charge / installation industrielle / office Excelle/ Auto Cade/ conception des armoires/ armoires 2D.

Abstract:

This work explains the method of a startup specializing in designing control cabinets for industrial installations. Since we are located in an industrial hub that includes numerous oil and gas factories (Hassi Messaoud and Hassi R'mel) as well as brick factories (Touggourt), we have created a database based on **Microsoft Excel** and **AutoCAD Electrical** software to design the control cabinet based on any specifications for automating any facility or industrial complex. The work with this database starts with reading the specifications and extracting information about the input and output signals, as well as determining the motor control devices. Then, a list of all the necessary equipment for the control cabinet is established, as well as electrical control and power circuit diagrams and the overall diagram of the control cabinets.

Project keywords: Specifications / industrial installation / Office Excelle / Auto Cade / design of cabinets / 2D cabinets.

Sommaire:

<i>Introduction générale</i>	1
<i>Chapitre I</i>	3
I. Introduction :	4
II. Définition d'un système automatisée de production SAP :	4
III. Structure d'un système automatisé de production :	4
III.1 La partie opérative :	5
III.1.1 Les équipements :	5
III.1.2 Les instruments :	5
III.2 La partie commande (en abrégé P.C) :	7
III.2.1 Commande logique :	8
III.2.2 Commande Analogique :	9
III.3 La Partie Relation (PR) :	9
IV. Les armoires de commande :	9
IV.1 Définition :	9
IV.2 Les éléments dans un armoires de commande :	10
IV.3 Les types des armoires de commande :	12
IV.4 Définition d'un cahier de charge :	13
IV.5 Conclusion :	13
<i>Chapitre II</i>	14
I. Introduction	15
II. Collecte des informations :	17
II.1 Les éléments d'entrée/sortie :	17
II.1.1 Les éléments d'entrée :	17
II.1.2 Les éléments de sortie :	18
III. Les moteurs :	20
III.1 Choix des types de démarrage du moteur :	20
III.2 Puissance des moteurs :	22
III.2.1 Bilan de puissance :	22
III.3 La méthode de dimensionnement de conducteurs et du choix des dispositifs de protection :	23
III.3.1 Détermination des sections des conducteurs :	25
III.3.2 Choix et dimensionnement des protections :	32
III.4 Départ moteur :	34

III.4.1	Protection de base :	34
III.4.2	Solutions départ moteur :	34
III.4.3	Choix du matériel :	35
III.4.4	Courants de court-circuit à l'origine du circuit :	36
IV.	Le choix de type de logique (logique programmée API ou logique câblée) :	36
IV.1	Critère de choix d'un automate	37
IV.2	Interface homme machine technologiques :	38
IV.2.1	Les types des HMI :	38
V.	Réalisation du schéma de câblage électrique de l'armoire :	40
V.1	Le choix du coffret de l'armoire :	40
V.2	Le choix de ventilation :	42
V.3	Le choix de l'alimentation stabilisée AC/DC :	43
V.4	Matériels de fixation des appareils :	43
V41	Les platines	43
V42	Les profilés :	44
V43	Les goulottes :	44
V.5	La réalisation du câblage de l'armoire :	45
VI.	Conclusion :	46
<i>Chapitre III</i>		47
I.	Introduction :	45
II.	Présentation du système « <i>Système de gestion de l'eau</i> » :	45
II.1	Vue globale :	45
II.1.1	Partie opérative :	45
II.2	Principe de fonctionnement :	46
III.	Mode de fonctionnement envisagé :	46
VII.	Les Caractéristiques des moteurs :	47
IV.	Sources d'énergie :	48
V.	Structure des réseaux de puissance :	48
VI.	Longueurs des canalisations :	49
VII.	Les armoires de systèmes :	50
	Démarrage des moteurs :	50
VII.1	Armoire de forages :	51
VIII.1.2.1	Principe de Commande :	51
	Armoire de Unité centrale :	51
VIII.1.3.1	Principe de Commande :	52

VIII.	Dimensionnement des sections des conducteurs et des protections :	53
VIII.1	Détermination du courant maximal d'emploi :	53
VIII.1.1	Calcul des courants nominaux absorbés :	53
VIII.1.2	Calcul de courants maximaux d'emploi :	54
VIII.1.3	Déterminé le courant de réglage In :	55
VIII.1.4	Calcul de sections adéquates des conducteurs :	55
VIII.1.5	Vérification des chute tension :	56
IX.	Le Choix du Départs moteurs :	56
IX.1	Solution à 3 appareils :	56
IX.2	Calcul des courants de court-circuit :	56
IX.3	Choix du matériel :	57
X.	Le choix des équipements de contrôle automatique (API) :	59
X.1	Présentation du Modules « Zelio Logic » :	59
X.2	Choix de modules/extension :	60
X.3	Interface de communication :	60
XI.	Réalisation du schéma de câblage électrique de l'armoire :	60
XI.1	Le choix du coffret de l'armoire :	60
XI.2	Le choix de ventilation :	61
XI.3	Le choix de l'alimentation stabilisée AC/DC :	61
XI.4	List de matériel :	62
XII.	Elaboration du schéma de commande :	63
XII.1	Les Schéma des forages :	64
XII.1.1	Schéma de commande et de puissance :	64
XII.1.2	Schéma de logique programmée :	45
XII.1.1	Schéma de câblage d'armoire ;	45
XII.2	Les schémas d'unité centrale :	47
XII.2.1	Schéma de commande et de puissance :	47
XII.2.2	Schéma de logique programmée :	45
XII.2.3	Schéma de câblage :	46
XIII.	Conclusion	48
	<i>Conclusion générale</i>	49
	<i>Bibliography</i>	50

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 2 : CLASSIFICATION DES CAPTEURS ANALOGIQUE.....	6
TABLEAU 3 : LES DIFFERENTS TYPES DES CAPTEURS.....	6
TABLEAU 4 : LES TYPES DES PREACTIONNEURS.....	7
TABLEAU 5 : LA COMPARAISON ENTRE LA LOGIQUE CABLEE ET LA LOGIQUE PROGRAMMEE	8
TABLEAU 6 : : LISTE DES ENTREES.....	17
TABLEAU 7 : LES PRE-ACTIONNEURS.....	18
TABLEAU 8 : LES RELAIS DE COMMANDE.....	19
TABLEAU 9 : CARACTERISTIQUES DU MOTEUR	19
TABLEAU 10 : CARACTERISTIQUES DES CONTACTEURS.....	22
TABLEAU 11 : FACTEUR DE SIMULTANEITE POUR ARMOIRES DE DISTRIBUTION INDUSTRIELLE.	27
TABLEAU 12 : DETERMINATION DU COURANT ADMISSIBLE IZ.....	28
TABLEAU 13 : CALCULER LE FACTEUR DE CORRECTION GLOBAL F	30
TABLEAU 14 : COURANTS ADMISSIBLES (EN AMPERE) PAR LES CANALISATIONS DANS LES CONDITIONS STANDARDS D'INSTALLATION (F0 A F10=1) POUR LES LETTRES DE SELECTION B, C, E, F. [4].....	31
TABLEAU 15 : COURANTS ADMISSIBLES (EN AMPERE) PAR LES CANALISATIONS DANS LES CONDITIONS STANDARDS D'INSTALLATION (F0 A F10=1) POUR LA LETTRE DE SELECTION D.....	31
TABLEAU 16 : LES VALEURS DE LA REACTANCE LINEIQUE.....	32
TABLEAU 17 : VERIFICATION DE CHUTE TENSION.....	33
TABLEAU 18 : COURANT DE COURT-CIRCUIT	36
TABLEAU 19 : LE NOMBRE TOTAL D'ENTREE / SORTIE	37
TABLEAU 20 : LE CHOIX DE VENTILATION.....	43
TABLEAU 21 : LE CHOIX DE L'ALIMENTATION STABILISEE	43
TABLEAU 22 : CARACTERISTIQUE DES MOTEURS.....	48
TABLEAU 23 : LES SOURCES D'ENERGIE.....	48
TABLEAU 24 : LONGUEURS DE CANALISATIONS	49
TABLEAU 25 : D'AFFECTATION DES ENTREES /SORTIES.....	51
TABLEAU 26 : D'AFFECTATION DES ENTREES /SORTIES.....	52
TABLEAU 27 : CALCULE DE COURANT NOMINAUX ABSORBES PAR LES RECEPTEURS.....	53

TABLEAU 28 : COURANTS MAXIMAUX D'EMPLOI POUR LES DEPARTS TERMINAUX ET PRINCIPAUX.	54
TABLEAU 29 : COURANTS MAXIMAUX D'EMPLOI POUR LES DEPARTS TERMINAUX ET PRINCIPAUX.	55
TABLEAU 30 : CHOIX DE DISJONCTEURS EN TETE DE L'ARMOIRE ELECTRIQUE.	57
TABLEAU 31 : CHOIX DES DEPARTS MOTEURS ET QUE LEURS REGLAGES.	58
TABLEAU 32 : CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DU MODULE ET DE L'EXTENSION E/S.	60

LISTE DES FIGURES :

FIGURE 1 : STRUCTURE FONCTIONNELLE D'UN SYSTEME AUTOMATISE DE PRODUCTION	4
FIGURE 2: LA STRUCTURE DE LA PARTIE COMMANDE.....	8
FIGURE 3 : EXEMPLE D'UNE ARMOIRE DE COMMANDE	10
FIGURE 4: LES ARMOIRES A FIXATION MURALE	12
FIGURE 5: LES ARMOIRES DE COMMANDE SUR PIED.....	12
FIGURE 6 : LOGIGRAMME DE PROCESS DE CONCEPTION DES ARMOIRES.	16
FIGURE 7 : SCHEMA DE TYPE DE DEMARRAGE.....	21
FIGURE 8 : LOGIGRAMME DU CHOIX DE LA SECTION DES CONDUCTEURS ET DU DISPOSITIF DE PROTECTION. [15].....	25
FIGURE 9 : PANNEAU DE BASE.....	38
FIGURE 10 : HMI DE BASE	39
FIGURE 11 : HMI SUE PC.	39
FIGURE 12 : EXEMPLES DE COFFRETS DES ARMOIRES.....	41
FIGURE 13 : LES DIFFERENTES TAILLES DES COFFRETS DE CABLAGE. [18]	42
FIGURE 14 : TYPES DE PLATINES. [20]	44
FIGURE 15 : DIFFERENTS TYPES DE PROFILES. [20]	44
FIGURE 16 : LES GOULOTTES DE CABLAGE. [20]	45
FIGURE 17 : ESPACE ENTRE LES GOULOTTES ET L'APPAREILLAGE [21]	45
FIGURE 18 : SYNOPTIQUE DU SYSTEME DE DISTRIBUTION D'EAU.....	45
FIGURE 19 : REPRESENTE UN SCHEMA UNIFILAIRE PRELIMINAIRE	49
FIGURE 20 : SCHEMA DE COMMANDE DE FORAGE	45
FIGURE 21 : PROGRAMME FBD DE COMMANDE DE FORAGE	45
FIGURE 22 : SCHEMA DE CABLAGE API D'UNITE CENTRALE	45
FIGURE 23 : PROGRAMME FBD DE UNITE CENTRALE	45
FIGURE 24 : SCHEMA DE LA MACRO ' SELECT P1 /P2	46
FIGURE 25 : SCHEMA DE LA MACRO DE DEMARRAGE AUTOMATIQUE	46
FIGURE 26 : PARAMETRES DE TEMPORISATEURS.	46

Introduction générale

Le monde automatisé dans le domaine industriel est une réalité en constante évolution. L'automatisation industrielle se caractérise par l'utilisation de systèmes et de technologies automatisés qui permettent une mise en œuvre efficace des tâches de production et de gestion. Un système automatisé de production est un ensemble de composants et de technologies qui permettent de contrôler les processus de production. Parmi les composants essentiels de ces systèmes figurent les armoires de commande, qui jouent un rôle crucial dans la gestion de l'exécution des processus automatisés.

Les armoires de commande est le cœur du système automatisé de production car elles englobent tous les signaux industriels arrivants des éléments de mesure et de détection et ceux allant vers les organes de commande et d'affichage, adaptent ces signaux au niveau des interfaces d'entrée/sortie et faire ses traitement logique ou analogique selon le cas. Ces armoires contiennent tous qui nécessaire du côté matériel et logiciel afin d'accomplir la tâche de commande du processus industriel.

La conception d'armoires de commande est une tâche complexe qui nécessite un savoir-faire très élevé, cela implique de comprendre les principes de fonctionnement de l'installation, les techniques de fonctionnement des appareils électriques et l'intégration des techniques d'intelligence artificielle pour suivre le rythme des derniers développements de l'automatisation industrielle moderne.

En raison de notre présence dans un pôle industriel avec distinction représenté dans les industries pétrolières (Hassi Messaoud), agricoles et minières (Touggourt) et d'autres industries locales. De plus, il n'existe pas d'institution similaire au niveau régional, nous avons eu l'idée de créer une start-up pour concevoir des armoires de commande, ainsi que notre passion pour fournir des solutions innovantes adaptées aux industries locales.

La conception d'une armoire électrique fait référence au processus de création et de planification d'armoires comprenant les composants électriques, électroniques et de contrôle nécessaire au fonctionnement des systèmes automatisés. Il comprend plusieurs étapes, telles que l'analyse des besoins du système, la sélection des composants appropriés, l'assemblage des câbles et des composants, le choix de l'armoire physique et la production des documents de conception pour le client (liste de matériel, schéma de puissance et de commande et schéma globale de l'armoire).

Cette entreprise est basée sur un processus qui a été développé pour la conception des armoires de commande en utilisant les outils Office **Excel** et le logiciel **AutoCAD**. Ce processus comprend une série d'étapes successives pour analyser les spécifications du cahier des charges et aboutir à la production des documents à fournir au client.

Pour l'explication de notre travail, ce mémoire est structuré en trois chapitres comme suivant :

Le premier chapitre fournit des informations générales sur les systèmes automatisés de production et leur relation avec les armoires de commande.

Le deuxième chapitre explique le processus de conception des armoires de commande par la présentation des démarches de création de la base de données Excel et AutoCAD utilisé en suite pour concevoir l'armoire quel que soit les spécifications du cahier de charge.

Le troisième chapitre C'est juste un exemple d'application de notre base de données sur un cahier de charge d'une station de stockage et distribution d'eau (Hassi Messaoud).

Pour conclure notre projet, nous présenterons une synthèse générale des résultats et des observations que nous avons obtenus tout au long de notre étude.

Chapitre I

*Systeme automatisé de
production et armoire
de commande*

I. Introduction :

Chaque industrie est considérée comme un système automatisé de production dont les armoires de commande jouent un rôle essentiel. Ces armoires de commande ayant tous les parties matériels et logiciels nécessaire pour automatiser le système de production.

II. Définition d'un système automatisée de production SAP :

Un système automatisé de production (SAP) est un ensemble des machines qui réalise des actions de manière autonome. Le rôle principal de cet ensemble d'éléments en interaction, organisé dans but précis, est d'assurer l'acquisition des informations fournies par les capteurs et d'en faire le traitement pour élaborer la commande des actionneurs et effecteurs par un ensemble d'opérations sans l'intervention d'une personne ou intervention limitée. [1]

III. Structure d'un système automatisé de production :

Le système automatisé de production se compose de deux parties essentielles, partie opérative et partie commande. La partie opérative est responsable de l'exécution des actions physiques sur la matière d'ouvre ou les produits finis. Elle est en interaction directe avec l'environnement de production. La partie commande, quant à-il, assure le contrôle et la gestion du process de production. Il reçoit des commandes et des informations provenant de l'extérieur ou d'autres parties du système, puis les traite et les transmet à la partie opérative pour coordonner les actions nécessaires.

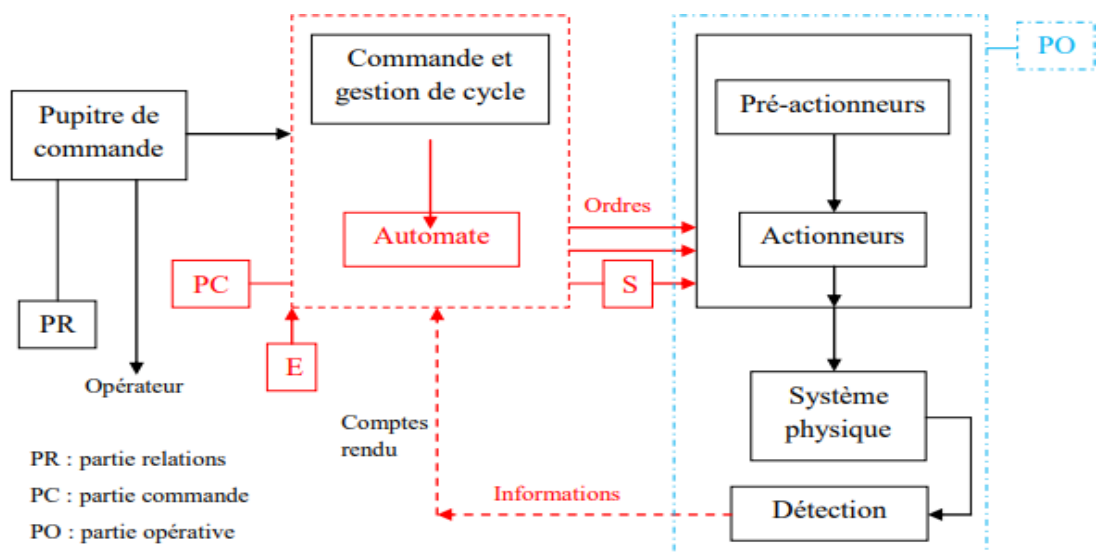


Figure 1 : Structure fonctionnelle d'un système automatisé de production.

III.1 La partie opérative :

La Partie Opérative (PO) désigne le composant physique qui représente et met en pratique un procédé industriel spécifique. Son rôle est de recevoir et d'exécuter les instructions provenant de la partie commande, Ces instructions sont utilisées par les opérateurs pour influencer les actionneurs et les pré-actionneurs du procédé, ce qui entraîne des modifications de son état et de son fonctionnement. [2]

III.1.1 Les équipements :

Les équipements dans un système automatisé de production sont divers et nombreux. Ils sont souvent conçus de manière spécifique pour s'adapter aux opérations requises sur la matière d'œuvre. On distingue généralement deux types d'équipements : les équipements dynamiques qui comprennent des éléments en mouvement tels que les pompes, les ventilateurs, les compresseurs, et les équipements statiques, qui sont des éléments fixes tels que les réservoirs, les séparateurs, les moteurs, les tuyaux, etc.

III.1.2 Les instruments :

Un système automatisé de production peut utiliser une variété d'instruments pour contrôler et superviser les processus de production telles que les capteurs (transmetteurs) et les actionneurs (préactionneurs). Ces instruments permettent d'automatisés le système de production.

III.1.2.1 Les capteurs (les transmetteurs) :

Les capteurs sont des composants d'automatisme qui ont pour but de récolter une information sur la partie opérative et de la retransmettre à la partie commande qui pourra ainsi la traiter. [3]

Les capteurs peuvent être classés en fonction de différents critères, notamment l'alimentation, le type de signal et le nombre de fils utilisés. Voici une description de chaque catégorie, Le choix du type de capteur et du nombre de fils dépendra des exigences de l'application et des contraintes de câblage.

Selon le type de signal, il y a deux types de capteurs :

- ***Capteur Logique TOR (0 ou1) :***

Ces capteurs génèrent une information électrique de type binaire (Vrai ou faux) qui caractérise le phénomène à détecter ou capter, par exemple : pressostat, thermostat, détecteur de niveau. [3]

- **Capteur analogique :**

Un capteur analogique est un dispositif qui mesure une grandeur physique et fournit une sortie sous la forme d'un signal continu, dont la valeur est proportionnelle à la grandeur mesurée. La sortie analogique peut prendre une gamme infinie de valeurs continues, Le signal des capteurs analogiques peut être du type : [3]

Tableau 1 : Classification des capteurs analogique.

<i>Types</i>	<i>Signal</i>	<i>Exemple</i>
<i>Signal de tension</i>	0-50 mV	Thermocouple
	0-10 V	Transmetteur de pression et Thermistance
	0-5 V	Sonde RTD
<i>Signal de courant</i>	0-20 mA	Transmetteur de pression différentielle
	4-20 mA	Sonde PT100 et Capteur de position

Et selon le besoin d'alimentation électrique, il existe deux types des capteurs, les capteurs passifs qui fonctionne avec une alimentation extérieure comme les thermistances et les transmetteurs (débit, niveau, etc.), et les capteurs actifs qui n'ont pas besoin d'une source d'alimentation extérieur comme les thermocouples.

Et selon le nombre de fils, les capteurs peuvent être classés en trois types principaux :

- *Capteur à deux fils : thermocouple.*
- *Capteur à trois fils : Transmetteur de débit.*
- *Capteur à quatre fils : sonde RTD.*

Tableau 2 : les différents types des capteurs.

<i>Caractéristiques des Capteurs</i>	<i>Signal</i>	<i>Alimentation</i>	<i>Nombre de fils</i>
<i>Types</i>	Logique	Actif	2 fils
	Analogique	Passif	3 fils

III.1.2.2 Les actionneurs (pré actionneurs) :

Sont des dispositifs conçus pour convertir l'énergie électrique, pneumatique ou hydraulique en énergie mécanique. Ils sont utilisés pour fournir la force ou le mouvement nécessaires au bon fonctionnement d'une machine, en remplaçant ainsi l'effort physique humain. Ces actionneurs tirent leur énergie des sources d'alimentation disponibles dans l'équipement, telles que l'électricité, l'air comprimé ou l'huile hydraulique. [2]

Chaque actionneur à son pré actionneur, les types des pré-actionneurs peuvent varier en fonction des spécifications et des exigences du système, ainsi que des moteurs et des signaux utilisés. On distingue deux catégories des pré actionneurs selon le type du signal d'entrée :

Tableau 3 : les types des préactionneurs.

<i>Types</i>	<i>Signal</i>	<i>Exemples</i>
<i>Analogique</i>	0-20 mA	Convertisseur I/P
	4-20 mA	Variateur de vitesse
	0-5 V	Positionneur
	0-15 V	
<i>Logique</i>	/	Electrovanne Distributeur Contacteur

III.2 La partie commande (en abrégé P.C) :

C'est elle qui émet des ordres vers la partie opérative et reçoit les signaux en retour, afin de coordonner ses actions. De plus en plus réalisée avec des technologies de traitement programmables. Il joue un rôle essentiel dans le contrôle et la supervision du procédé industriel. [4]

La partie commande contient deux types de traitement des signaux, traitement logique concerne la manipulation des signaux binaires (0 et 1) pour effectuer des opérations de logique booléenne, la temporisation, le comptage, les fonctions logiques de base tels que l'ET, le OU et le NON sont appliquées aux signaux d'entrée pour déterminer l'état des signaux de sortie.

Le traitement analogique dans un système automatisé de production concerne la manipulation de signaux continus qui varient en fonction du temps. Ces signaux représentent généralement des grandeurs physiques tels que la tension, le courant, la pression, la température, etc. Le traitement analogique est utilisé pour mesurer, contrôler et réguler ces grandeurs dans le système, le choix entre le traitement logique et analogique dans un système automatisé de production dépend du fonctionnement du système.

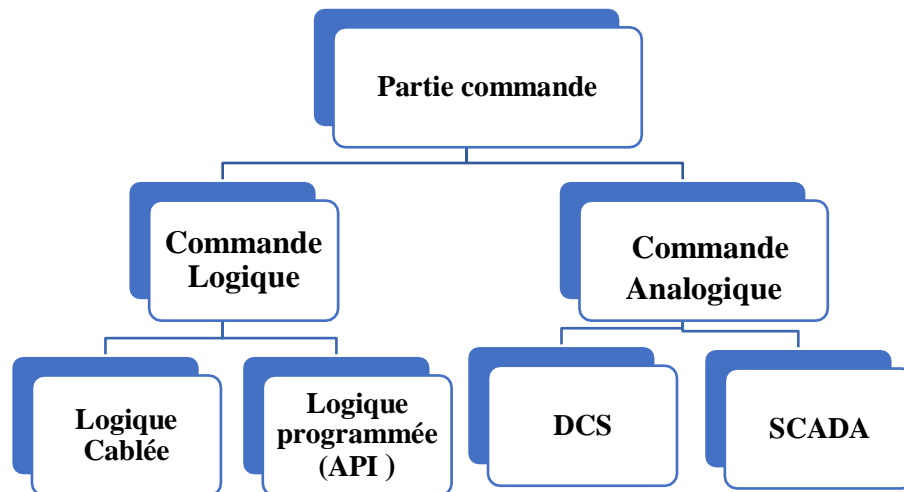


Figure 2: La structure de la partie commande.

III.2.1 Commande logique :

- **Logique câblée :**

L'élément principal s'appelle module séquenceur et l'association de modules constitue un ensemble appelé séquenceur. La détection est pneumatique, le pilotage des distributeurs se fait par une action de l'air comprimé sur un piston qui fait déplacer le tiroir du distributeur à droite ou à gauche. L'ensemble, appelé tout pneumatique, est homogène et fiable. [5]

- **Logique programmée (API) :**

L'élément principal s'appelle l'Automate Programmable Industriel ou l'API. La détection est électrique. Le pilotage des actionneurs se fait par l'intermédiaire de relais ou de distributeurs. Il existe sur le marché de nombreuses marques d'automates : Télémécanique, Siemens, Omron, Allen Bradley, etc. [5]

Tableau 4 : la comparaison entre la logique câblée et la logique programmée.

Caractéristiques	Système à base de logique câblée	Système à base de logique programmée
Volume	Encombrant, occupe plus d'espace	Moins d'espace
Rendement	Moins de précision, rentabilité inférieure	Très rentable et très précis
Cout	Pas cher	Plus cher (investissement)
Maintenance	Complicé, demande plus de temps	Facile à entretenir (demande certaines compétences spécifique)
Flexibilité	Application figée pour une tâche déterminé	Peut servir à plusieurs tâches et même à la fois

III.2.2 Commande Analogique :

Le DCS et le SCADA sont deux exemples couramment utilisés dans les systèmes de commande analogique :

- **DCS :**

Un système de contrôle distribué est un système utilisé dans les environnements industriels pour surveiller, contrôler et gérer les processus industriels. Conçu spécifiquement pour répondre aux besoins de l'automatisation industrielle, un DCS permet une surveillance en temps réel, un contrôle précis et une gestion efficace des procédés industriels. [6]

- **SCADA :**

SCADA est un acronyme qui signifie "Supervisory Control And Data Acquisition" (Contrôle et Supervision par l'Acquisition de Données). Le système SCADA permet de collecter des données provenant de différents appareils au sein d'une installation quelconque, puis de les transmettre à un ordinateur central, qu'il soit proche ou distant. Cet ordinateur central assure ensuite le contrôle et la supervision de l'installation, et est subordonné à d'autres postes d'opérateurs. [7]

III.3 La Partie Relation (PR) :

La partie relation (PR) d'un système automatisé regroupe les différentes commandes nécessaires pour assurer son bon fonctionnement. Sa complexité et sa taille dépendent de l'importance et de la sophistication du système. Ces commandes incluent généralement les fonctionnalités suivantes : Marche/Arrêt, Arrêt d'urgence, Marche automatique...etc. [8]

IV. Les armoires de commande :

La partie commande est généralement matérialisée sous la forme d'une ou plusieurs armoires de commande.

IV.1 Définition :

Les armoires de commande sont des boîtiers constitués d'appareils électriques et de dispositifs de contrôle. Leur conception, leur production et leur installation sont soumises à différentes normes et réglementations en raison des divers composants utilisés. La conformité à ces normes est essentielle pour assurer la sécurité et les performances des armoires, qu'ils soient de petite ou de grande envergure, et sont largement utilisés dans divers secteurs et applications industrielles. [9]

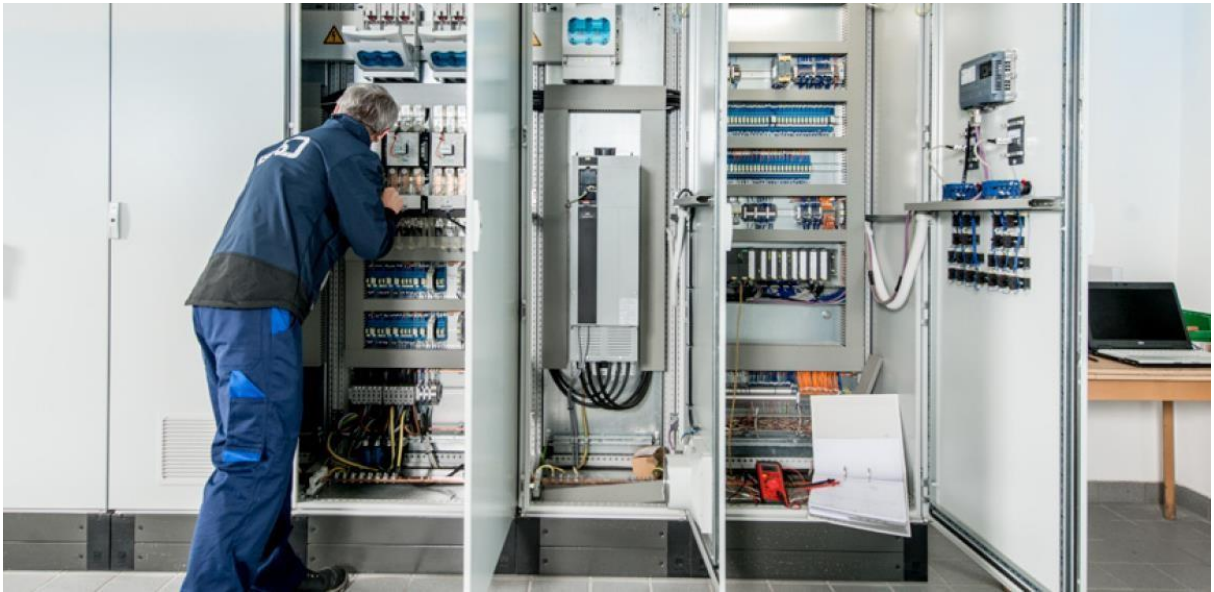


Figure 3 : Exemple d'une armoire de commande.

IV.2 Les éléments dans un armoires de commande :

La composition exacte d'une armoire de commande peut varier en fonction des besoins spécifiques de l'application et des équipements qu'elle contrôle.

- ***Disjoncteur principal :***

C'est comme la déconnexion du panneau électrique principal menant à une maison ou un bureau. Les disjoncteurs miniatures gèrent entre 120 V et 480 V dans la plupart des applications industrielles qui établissent un contrôle sur les composants du circuit. [10]

- ***Le transformateur :***

En fonction de la tension entrante, les transformateurs peuvent réduire la tension à 120 V pour divers composants ou abaisser la tension à 24 V dans les cas où la puissance entrante est de 120 V. [10]

- ***Sectionneur :***

Un sectionneur est un dispositif mécanique qui permet d'ouvrir ou de fermer un circuit électrique lorsque le courant est nul ou proche de zéro. Il est souvent équipé de fusibles de protection pour prévenir les surintensités et protéger les équipements contre les dommages. [11]

- ***Fusible :***

Ce sont des organes électriques qui ont pour but d'ouvrir le circuit lorsque l'intensité du courant électrique atteint une valeur dangereuse pendant un temps déterminé. [11]

- **Contrôleur logique programmable (PLC) :**

Il s'agit essentiellement d'un processeur contenu à l'intérieur du panneau de commande. Cette unité est le cerveau du panneau de commande, assurant la surveillance et le contrôle des différents processus mécaniques. Cela comprendra diverses entrées et sorties vers et depuis les fonctions mécanisées de l'équipement de production. [10]

- **Relais et contacteurs :**

Ces interrupteurs marche/arrêt contrôlent les fonctions mécanisées en fonction des commandes de l'automate. Des relais contrôlent les plus petites fonctions telles que les lumières et les ventilateurs. Des relais plus grands, appelés contacteurs, contrôlent des fonctions plus avancées comme les contrôleurs de moteur. [10]

- **Borniers :**

Ces blocs aident à organiser et à distribuer le réseau de fils provenant de diverses sources vers différents appareils électriques. [10]

- **Les jeux de barres :**

Ce sont des conducteurs d'aluminium ou de cuivre qui permettent le transport de l'énergie électrique entre différents éléments, par exemple entre le transfo et le tableau général de basse tension. [11]

- **Le système de ventilation :**

Plusieurs appareils électromécaniques dégagent des chaleurs par l'effet joule, pour éviter la dégradation du matériel, il est nécessaire d'installer un système de ventilation pour évacuer la chaleur vers l'extérieur. [11]

- **Les bouton poussoirs :**

Ils permettent d'ouvrir ou de fermer un circuit électrique et reviennent à leur position de départ lorsqu'ils sont relâchés. [11]

- **Les voyants :**

Sont des dispositifs lumineux utilisés pour transmettre des informations dans les installations électriques. Ils sont souvent présents dans les armoires électriques et servent à indiquer différentes conditions ou états. [11]

Ces éléments peuvent varier en fonction des spécifications de l'installation et des exigences du système à contrôler. Il est important de noter que les éléments ci-dessus est indicative et qu'il peut y avoir d'autres composants spécifiques en fonction du domaine d'application de l'armoire de commande.

IV.3 Les types des armoires de commande :

Les armoires de commande peuvent être classées en différents types en fonction de leur utilisation spécifique. Nous choisissons ces deux types principaux en fonction de leur configuration physique :

- **Armoires de commande murales :**

Elles sont fixées au mur et sont utilisées lorsque l'espace est limité. Elles sont généralement de petite à moyenne taille et contiennent des composants de commande de base.



Armoire à porte transparent



Armoire à porte doublée



Armoire à porte simple

Figure 4: les armoires à fixation murale.

- **Armoires de commande sur pied :**

Elles reposent sur le sol et sont plus grandes que les armoires murales. Elles peuvent accueillir une plus grande quantité de composants et offrir plus d'espace pour le câblage et l'installation des équipements.



Figure 5: les armoires de commande sur pied.

La conception des armoires de commande repose sur l'instrumentation et le fonctionnement du procédé de la partie opérative, qui sont définis par ce que l'on appelle le cahier des charges. Le cahier des charges décrit le fonctionnement du procédé et les instruments

associés, sur lesquels se fonde la conception de la partie commande, c'est-à-dire les armoires de commande.

IV.4 Définition d'un cahier de charge :

Le cahier des charges d'un système d'automatisation est un document qui décrit le comportement attendu du système en fonction de son environnement. Il est représenté aussi sous forme d'un P&ID, PFD, etc. Il analyse en détail les aspects suivants :

- La relation entre la partie commande (PC) et la partie opérative (PO).
- Le conditionnement d'utilisation et le fonctionnement de l'automate. [8]

IV.5 Conclusion :

En résumé de ce qui précède, les armoires de commande jouent un rôle central dans toute installation industrielle. Ces armoires sont conçues en fonction des spécifications d'un cahier des charges détaillant le fonctionnement de l'installation et les caractéristiques des dispositifs associés. La question qui se pose est donc la suivante : comment faire la conception de ces armoires en adéquation avec ce cahier des charges ? Comment déterminer leur taille, leur type, leur contenu logiciel et matériel, ainsi que leur interconnexion ?

Chapitre II

*Conception des
armoires de commande*

I. Introduction

Dans cette section, nous décrivons le processus de conception d'une armoire de commande basée sur les spécifications d'une installation industrielle. Nous commençons par comprendre le fonctionnement de cette installation. En nous basant sur le cahier des charges, nous déterminons avec précision le nombre et le type d'entrées et de sorties en fonction du type de signal, de l'alimentation et du nombre de fils. De plus, nous définissons les caractéristiques des moteurs, telles que le type de démarrage et la puissance. En fonction du nombre et du type d'entrées et de sorties, nous déterminons le type de logique à utiliser (logique programmable, logique câblée, etc.).

Dans un deuxième temps, nous calculons les dimensions et les sections des différents câbles nécessaires pour permettre le passage du courant. Nous effectuons également des calculs des courants de court-circuit potentiels dans l'armoire de commande afin de choisir les meilleures stratégies pour protéger les personnes et les composants. Cela comprend la sélection de dispositifs de protection tels que des disjoncteurs, des connecteurs appropriés, etc.

Enfin, nous expliquons comment réaliser le câblage de l'armoire, en mettant en œuvre les choix d'appareils et d'accessoires préalablement déterminés. Nous mettons l'accent sur le respect des règles nécessaires à la réussite de l'installation, notamment en ce qui concerne le bon fonctionnement, la protection et la facilité de maintenance de l'ensemble du système.

Note : Grâce à l'utilisation d'Excel, les différents types d'éléments d'entrées/sorties ont été classifiés afin de faciliter l'analyse et le traitement des cahiers des charges. Excel offre également la possibilité d'effectuer des calculs en utilisant les lois et tarifs en vigueur pour une application immédiate. Cette utilisation permet également d'organiser les informations de manière efficace, ce qui facilite grandement la compréhension et la gestion des cahiers des charges, contribuant ainsi à une amélioration globale de la gestion de projet.

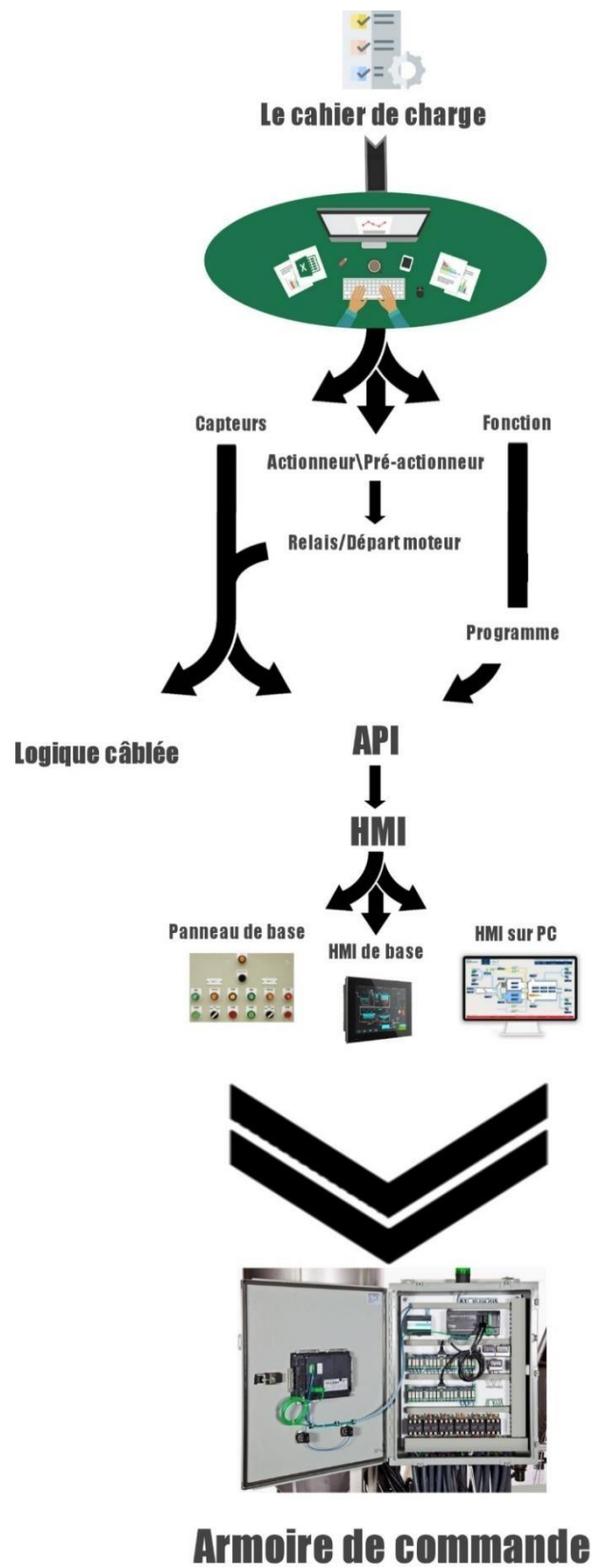


Figure 6 : Logigramme de process de conception des armoires.

II. Collecte des informations :

En procédant à une étude approfondie et à l'analyse du cahier des charges la collecte d'informations commence par l'observation des plaques signalétiques des moteurs, puis la nature des signaux des périphériques d'entrée...etc.

II.1 Les éléments d'entrée/sortie :

En procédant à une étude et à une analyse approfondie du cahier des charges, il est possible de déterminer de manière précise les éléments d'entrée nécessaires, tels que les capteurs, les interrupteurs et les transmetteurs, ainsi que les éléments de sortie, tels que les pré-actionneurs qui déterminent les actionneurs appropriés. De plus, cette analyse permet également de spécifier le type de signal de sortie en fonction des entrées, ainsi que le signal d'entrée par rapport aux sorties.

Il est également crucial de prendre en compte le nombre de fils requis pour les connexions électriques et de définir le type d'alimentation nécessaire pour les éléments d'entrée et de sortie. Cette approche méthodique basée sur l'étude détaillée du cahier des charges garantit la conformité aux exigences spécifiques du projet et contribue à la conception optimale de l'armoire de contrôle, assurant ainsi un système de contrôle efficace et fiable dans le contexte industriel.

II.1.1 Les éléments d'entrée :

Les éléments d'entrée d'une armoire de contrôle industrielle comprennent une variété de dispositifs tels que des capteurs, des Switch et des transmetteurs.

Tableau 5 : : Liste des entrées.

Liste des instruments							
	Type	Paramètre	Tension	I	Signale	Nombre de fil	la Quantité
Transmetteurs	Analogique	Pression	24 V		4-20 mA	2	0
					0-20 mA	2	0
					0-5 V	3	0
					0-10 V	3	0
		Débit			4-20 mA	2	0
						3	0
					0-20 mA	2	0
		Niveau				0	0
					4-20 mA	2	0
					0-10 V	3	0
			0				
RTD	Analogique	Température	24 V		4-20 mA	2	0
			220 V		3	0	
				4	0		
				0-5V	3	0	

Thermocouple			/		0-50 mV	2	0	
					0-10 V		0	
Thermostat	Logique	Température	230 V	10A		2	0	
380 V			4A	0				
Presostat		Pression	24 V	2A			2	0
			230 V	10A				0
Interrupteurs logiaue			24 V	2,5A	4-20 mA	3	0	
			220 V	1,5 A			0	
			110V	2,5A			0	
Boutton poussoire	Logique		24 V	15mA		2	0	
			48 V	25m A			0	
			110VAC	20 mA			0	
			120 VAC	25mA			0	
			230 VAC	25mA			0	
			380 VAC	10A			0	
Interrupteurs maneul			230 V	3A			0	
			380 V	8A			0	
			380 V	10A			0	

II.1.2 Les éléments de sortie :

Les pré-actionneurs et les actionneurs jouent un rôle essentiel dans les systèmes de contrôle et d'automatisation. Les déclencheurs sont des dispositifs qui convertissent un signal de commande en une action mécanique. Les contacteurs et les relais, quant à eux, sont des pré-actionneurs qui fournissent une commutation électrique contrôlée. Ensemble, les actionneurs et les pré-actionneurs permettent un contrôle précis et réactif des systèmes électriques, améliorant leur efficacité, leur précision et leur sécurité.

II.1.2.1 Les vannes et vérins :

Le positionneur, l'électrovanne, le convertisseur I/P et les distributeurs jouent tous un rôle essentiel dans le contrôle et l'actionnement des vannes et des vérins. Ils sont regroupés en tant que pré-actionneurs, responsables de réguler la position et le mouvement des vannes et des vérins en réponse à un signal de commande.

Tableau 6 : les pré-actionneurs.

Pré-actionneur					
	Type	Tension	Courrant	Signal	Nombre
Positionneur	Analogique	24 V		0-20 mA	
				4-20 mA	
				0-5 V	
				0-15 V	
Convertiseur I/P		24 V		0-20 mA	
				4-20 mA	
Électrovanne		24 V	/	/	
		220 VAC			
Distributeur	Logique	12V	/	/	
		24V			
		48V			

Dans le cas des pré-actionneurs logiques tels que les électrovannes ou les distributeurs, il est courant d'utiliser des relais de commande. Les relais de commande sont des dispositifs électromécaniques qui permettent de contrôler les circuits électriques en utilisant des signaux

de faible puissance. Ils agissent comme des interrupteurs pour activer ou désactiver les pré-actionneurs en fonction des signaux de commande reçus.

Tableau 7 : les relais de commande.

relais de commandes			
	<i>Tension</i>	<i>Consommation</i>	<i>La Quantité</i>
<i>Relais de commandes</i>	<i>24 V</i>	5A	
		6A	
		8A	
		10A	
		16A	
	<i>12V</i>	6A	
	<i>24Vac</i>	6A	
	<i>48Vac</i>	6A	

II.1.2.2 Les moteurs :

Lors de l'analyse du cahier des charges d'un moteur électrique, il est essentiel d'identifier plusieurs caractéristiques clés pour évaluer ses performances. Parmi ces caractéristiques, on retrouve la puissance nominale, le courant nominal, le rendement électrique et le facteur de puissance. Le cahier des charges peut également spécifier le type de démarrage du moteur, tel que le démarrage direct, le démarrage étoile-triangle ou un autre type spécifique. Si le type de démarrage n'est pas mentionné, il peut être estimé en fonction de la puissance nominale du moteur. Toutefois, il est important de se référer aux spécifications fournies par le fabricant pour obtenir des valeurs précises et fiables concernant ces paramètres.

Tableau 8 : Caractéristiques du moteur.

Caractéristique de Moteur			Moteur 1
<i>Alimentation (V)</i>	<i>U</i>		0
<i>Puissance (kw)</i>	<i>P</i>		0
<i>Courant (A)</i>	<i>I</i>		0
<i>Rendement</i>	<i>r</i>		0
<i>Facteur de puissance</i>	<i>Cos φ</i>		0
Type de démarrage			
<i>Démarrage Direct</i>	<i>DD</i>		DD
<i>Démarrage étoile triangl</i>	<i>DET</i>		DET
<i>Démarrage à résistance</i>	<i>DR</i>		DR

III. Les moteurs :

III.1 Choix des types de démarrage du moteur :

À la mise sous tension le moteur doit délivrer un couple supérieur à celui opposé par la machine entraînée, ce qui se traduit par un fort appel de courant engendrant des chutes de tensions supplémentaires dans les lignes ainsi que des contraintes thermiques sur le moteur. Pour ces raisons, il faut parfois choisir un type de démarrage adéquat pour amener le courant pendant le démarrage à une valeur admissible et adapté au besoin du fonctionnement.

De nombreux modes de démarrages peuvent être appliqués aux moteurs asynchrones à savoir :

- Le démarrage direct.
- Le démarrage étoile-triangle.
- Le démarrage par autotransformateur.
- Le démarrage par élimination des résistances statorique ou rotorique.
- Le démarrage par variateur de fréquence.

Le choix d'un démarreur sera lié :

- Au type d'utilisation : souplesse au démarrage ;
- La nature de la charge à entraîner ;
- Au type du moteur asynchrone ;
- À la puissance de la machine ;
- À la puissance de la ligne électrique ;
- À la gamme de vitesse requise pour l'application. [12]

En fonction du type de démarrage du moteur, il peut être spécifié le nombre de contacteurs requis. Le démarrage d'un moteur peut impliquer plusieurs étapes distinctes, nécessitant ainsi l'utilisation de différents contacteurs pour chaque étape du processus de démarrage.

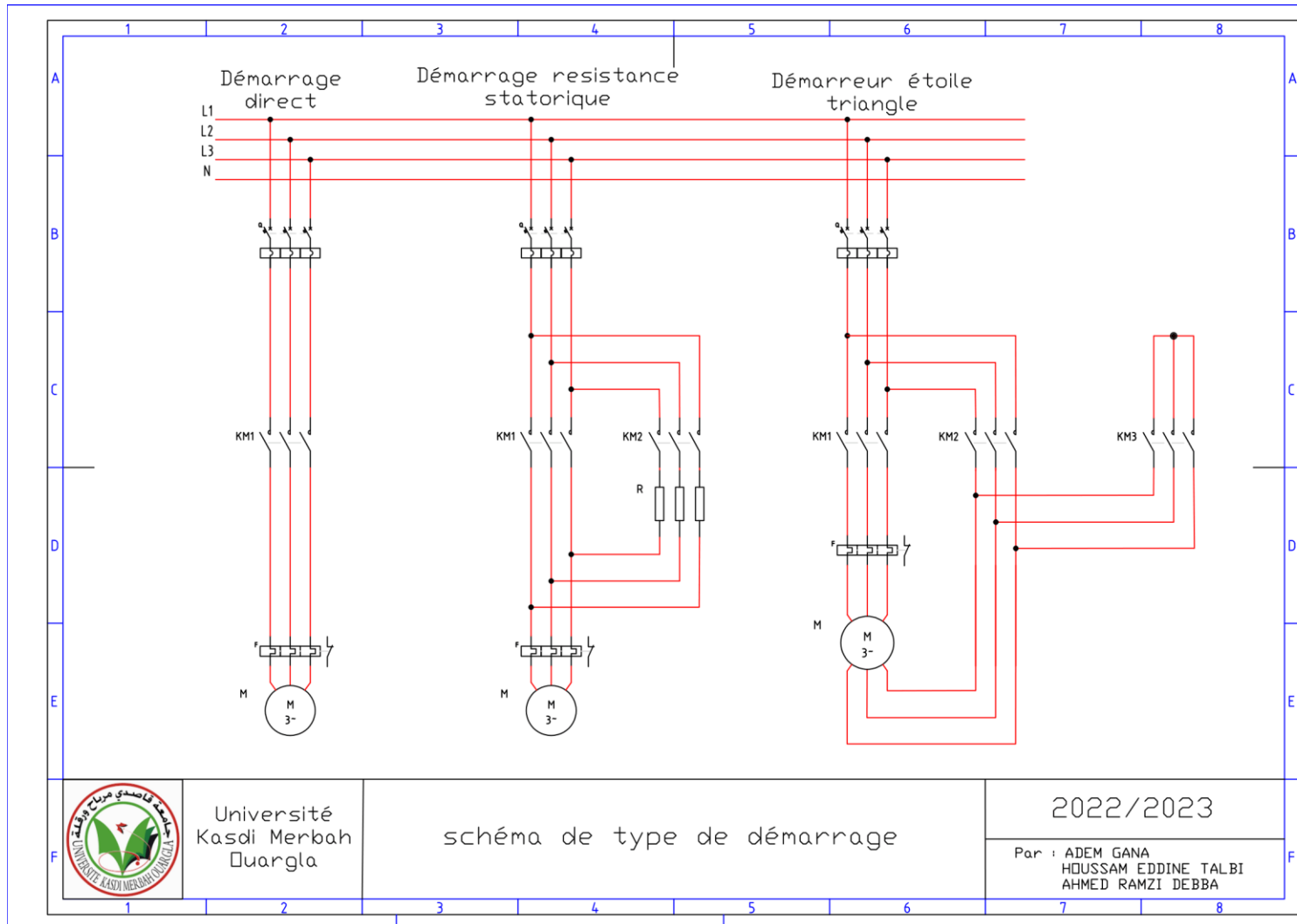


Figure 7 : Schéma de type de démarrage.

Tableau 9 : Caractéristiques des contacteurs.

Contacteurs				
	<i>Tension</i>	<i>Nombre de pole</i>	<i>Consommation</i>	<i>La Quantité</i>
Contacteurs	24V	3	6A	
			9A	
			12A	
			18A	
			25A	
			38A	
	48Vcc	4	20A	
			40A	
			50A	
			20A	

III.2 Puissance des moteurs :

La puissance des moteurs est un élément essentiel dans de nombreux domaines industriels et mécaniques. Elle représente la capacité d'un moteur à fournir une certaine quantité de travail par unité de temps.

III.2.1 Bilan de puissance :

L'équilibrage de puissance est une opération qui consiste à équilibrer le courant en évaluant la consommation de chaque appareil électrique au niveau de sa source, la puissance électrique d'un équipement est liée au travail qu'il peut produire à un instant donné.

III.2.1.1 La méthode de réalisation du bilan de puissance :

Plusieurs paramètres doivent être pris en compte pour réaliser un bilan énergétique, la procédure la plus simple est la suivante :

- Réaliser un schéma de l'installation électrique (d'identifier le plan du circuit, schéma unifilaire synoptique).
- Calculer la puissance apparente, active et réactive de chaque charge de circuits, et notes les sur le schème -unifilaire.
- Intégration les coefficients de correction.
- Sommer les puissances de tous les circuits dans le même tableau.
- Additionner la puissance des tableaux aval du même tableau amont.
- Pour obtenir la puissance du tableau, multiplier la somme obtenue par Ks par le nombre de départs.

• Continuer de la même manière jusqu'à l'installation en amont (compteur général basse tension), la puissance finalement obtenue est multipliée par le coefficient de dilatation pour obtenir la puissance du transformateur. [13]

III.2.1.2 Les différents types de la puissance :

➤ **La puissance nominale :**

C'est la puissance maximale reçue par un appareil quand il fonctionne dans des conditions normales, elle est indiquée sur la plaque signalétique de composante.

➤ **La puissance apparente :**

C'est la puissance nécessaire pour faire fonctionner un récepteur, cette puissance est utilisée par les fournisseurs d'électricité pour déterminer, dimensionner et protéger correctement les installations électriques.[13]

➤ **La puissance active :**

La puissance active (réelle) consommée par le récepteur se compose de la puissance "utile" et "perte joule" : c'est celle qui est effectivement développée par les appareils électriques.

$$P_n = \frac{\rho \cdot g \cdot q \cdot H \cdot m \cdot t}{\eta} \quad (1)$$

$$P = \frac{P_n}{r} \quad (2)$$

$$S = \frac{P}{F_P} \quad (3)$$

Avec :

P_n : puissance nominale

S : puissance apparente

P : Puissance active

F_P : $\cos(\phi)$: La facteur de puissance

Q : Puissance réactive

r : Le rendement électrique

III.3 La méthode de dimensionnement de conducteurs et du choix des dispositifs de protection :

Pour la conception d'une armoire électrique, on doit dimensionner les sections des conducteurs et les protections des installations qui sont à l'intérieure ou à l'extérieure de l'armoire électrique comme (les moteurs, l'alimentation stabilisée (AC/DC), les entrées, sorties de automates programmables, le circuit de commande ...Etc.).

La protection des installations industrielles est d'une extrême importance du point de vue maintenance, économique et productivité de l'entreprise, c'est pour cette raison que les organes de protection ont été développés pour répondre à toutes les exigences de l'industrie moderne.

Pour la réalisation de l'armoire on aura besoin de dimensionner les sections des canalisations et les dispositifs de protection dans le but de protéger le personnel contre les contacts directs et indirects, ainsi que les circuits de puissance (moteurs, ventilateur, prise de courant, néon), et circuits de commande contre les courts circuits, les surcharges et les chutes de tension.

En conformité avec les recommandations de la norme NF C 15-100, le choix de la section des canalisations et des dispositifs de protection doit satisfaire plusieurs conditions nécessaires à la sécurité de l'installation.

Le logigramme de la figure suivante résume le principe de la méthode de dimensionnement des sections des conducteurs et des dispositifs de protection. **[14]**

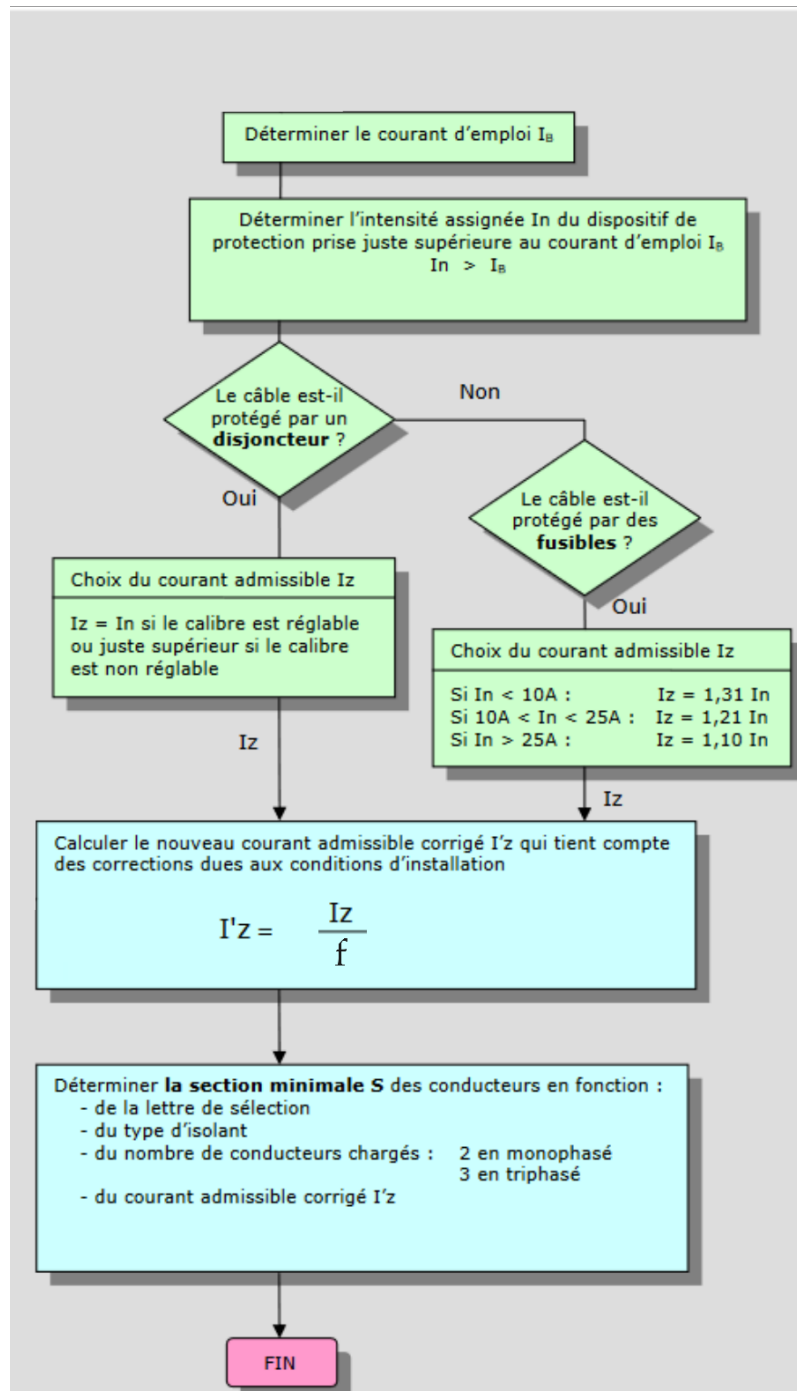


Figure 8 : Logigramme du choix de la section des conducteurs et du dispositif de protection. [15]

III.3.1 Détermination des sections des conducteurs :

Sur la base du schéma logique de sélection de la section du conducteur et du dispositif de protection de la figure précédente, nous procéderons à la sélection de la section des conducteurs des canalisations en fonction des forces ou courants de fonctionnement maximaux. Le courant nominal du dispositif de protection I_r est soustrait du courant de fonctionnement maximal I_b , puis des modifications sont apportées en fonction de paramètres tels que le type de protection, la procédure d'installation et d'éventuelles influences externes. Pour calculer les

sections des conducteurs, nous obtiendrons le courant admis dans chaque tube, I_z' , et le rapporterons au type d'isolant et au type de matériau conducteur.

III.3.1.1 Calcul du courant d'emploi I_B :

Le courant maximal d'emploi (I_B) est défini selon la nature de l'installation alimentée par la canalisation. En tenant compte des facteurs d'utilisation et de simultanéité de l'installation, deux cas se présentent :

Pour une alimentation individuelle d'un appareil, le courant I_B sera égal au courant assigné de l'appareil alimenté. - Pour une alimentation de plusieurs appareils, le courant I_B sera égal à la somme des courants absorbés. L'intensité nominale absorbée du courant alternatif triphasé I est donnée par la formule : [12]

$$I = \frac{S}{U\sqrt{3}} \quad (4)$$

I : Intensité nominale absorbée (en A).

S : Puissance apparente absorbée (VA) $S = \frac{P_u}{r \cos \varphi}$

U : Tension entre phases.

$$I_B = I \times b \times c \times d \times e \quad (5)$$

Premièrement, on commence par la détermination des différents facteurs de correction

- **Facteur d'utilisation des appareils k_u : b**

Ce facteur concerne les installations industrielles et plus particulièrement les moteurs

Fonctionnant en régime variables. On suppose que les récepteurs ne seront jamais utilisés en pleine puissance. On introduit alors un facteur d'utilisation qui varie entre 0.3 et 1.

En absence d'indications plus précises, on adopte :

$k_u = 0.75$: pour les moteurs.

$k_u = 1$: pour les appareils d'éclairage et de chauffage

- **Facteur de simultanéité K_s : c**

Ce facteur est lié aux conditions d'exploitation. Dans une installation industrielle, les récepteurs alimentés par une même canalisation ne fonctionnent pas au même temps dans tous

les cas. Pour tenir compte de ce phénomène on applique le facteur K_s à la somme des puissances des récepteurs.

Dans le cas où on n'a pas d'indications précises résultant d'exploitation d'installation type, les tableaux ci-dessus peuvent être utilisés pour déterminer ce facteur :

Tableau 10 : facteur de simultanéité pour armoires de distribution industrielle.

<i>Nombre de circuits de courants nominaux voisins</i>	<i>Facteur de simultanéité</i>
1	1
2 et 3	0.9
4 et 5	0.8
5 à 9	0.7
10 et plus	0.6

- **Facteur d'extension K_e : d**

La valeur du facteur d'extension (K_e) doit être estimée suivant les conditions prévisibles d'évolution de l'installation ; il est au moins égal à **1**.

A défaut de précision, la valeur 1.2 est souvent utilisée [14]

- **Facteur conversion de la puissance en intensité k_c : e**

Le facteur de conversion de la puissance en intensité est le courant absorbé par un récepteur. Il est en fonction de la tension et du type de réseau. [14]

Ces valeurs seront calculées par les relations suivantes :

Pour un récepteur de $P = 1 \text{ kW}$ et de $\cos \varphi = 1$

$$K_c = \frac{1}{u} \quad \text{En monophasé et } K_c = \frac{1}{\sqrt{3} \times u} \quad \text{En triphasé}$$

III.3.1.2 Détermination du courant assigné ou nominal du dispositif de protection (I_n) :

Le courant assigné d'emploi (I_r) ou (I_n) est la valeur maximale du courant interrompu que peut supporter un disjoncteur à une température ambiante précise en respectant les limites d'échauffement prescrites.

Nous l'assimilons souvent au courant thermique noté I_{th} : [14]

Les disjoncteurs industriels sont équipés de déclencheurs amovibles généralement réglables pour l'adaptation aux caractéristiques du circuit et éviter le surdimensionnement des câbles, le courant de réglage (I_n) est le courant maximal que peut supporter le disjoncteur sans

déclenchement, c'est ce réglage qui permet d'assurer la protection contre les surcharges, son le choix doit satisfaire deux règles.

- **La règle des courants :**

Il faut que le dispositif de protection ne déclenche pas pour les courants d'intensité normale, mais détecter les courants d'ordre supérieur, il doit donc avoir un courant assigné (calibre ou réglage) tel que :

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad (6)$$

- **Par fusible**

La valeur du courant admissible est obtenue par la multiplication du courant de réglage par des coefficients standards, déterminés selon I_r comme suit :

$$I_z = K * I_n \quad (7)$$

$K = 1.3$ si $I_n < 10A$

$K = 1.21$ si $10A < I_n < 25A$

$K = 1.1$ si $I_n > 25 A$

- **Par disjoncteur**

Dans ce cas le coefficient standard est égal à 1. [14]

$$I_z = I_n \quad (8)$$

Tableau 11 : Détermination du courant admissible I_z .

Dimensionnement			
Puissance apparente absorbée (VA)	S		#DIV/0!
Tension entre phases	U		0
Intensité nominale absorbée (en A)	I		#DIV/0!
Facteur d'utilisation des appareils	K_u		0,75
Facteur d'extension	K_e		1,2
Facteur de simultanéité	K_s		0
Facteur conversion de la puissance	K_c		#DIV/0!
Courant maximal d'emploi du circuit	I_b		#DIV/0!
Courant nominal du dispositif de protection	I_n		0
Courant admissible cas disjoncteur	I_z		0
Courant admissible cas fusible 1 $I_n < 10A$	I_z		0
Courant admissible cas fusible 2 $10A < I_n < 25A$	I_z		FALSE
Courant admissible cas fusible 3 $I_n < 25A$	I_z		FALSE

III.3.1.3 Déterminer le facteur global de correction f :

Le facteur global de correction (f) est utilisé pour prendre en compte les différentes conditions d'installation qui peuvent influencer les performances des conducteurs électriques. Ces conditions comprennent le mode de pose, la température ambiante et d'autres paramètres spécifiques.

Pour déterminer le facteur global de correction (f) selon les conditions d'installation, vous pouvez suivre les étapes suivantes :

- Définir le mode de pose, son numéro et sa lettre de sélection associés
- A partir des conditions d'installation et d'ambiance, déterminer les valeurs des facteurs de correction qui doivent être appliquées, Le facteur f_0 correspond au mode de pose les facteurs f_1 à f_{10} sont explicités ci-après
 - f_1 : Facteurs de correction pour des températures ambiantes différentes de 30 °C (canalisations non enterrées).
 - f_2 : Facteurs de correction pour des températures du sol différentes de 20 °C (canalisations enterrées).
 - f_3 : Facteurs de correction pour les canalisations enterrées, en fonction de la résistivité thermique du sol.
 - f_4 : Câbles multiconducteurs ou groupes de câbles mono conducteurs jointifs.
 - f_5 : Câbles multiconducteurs ou groupes de câbles mono conducteurs disposés en plusieurs couches.
 - f_6 : Facteurs de correction en fonction du nombre de conduits dans l'air et de leur disposition.
 - f_7 : Facteurs de correction en fonction du nombre de conduits enterrés ou noyés dans le béton et de leur disposition.
 - f_8 : Facteurs de correction pour conduits enterrés non jointifs disposés horizontalement ou verticalement à raison d'un câble ou d'un groupement de trois câbles mon conducteurs par conduit.
 - f_9 : Facteurs de correction dans le cas de plusieurs circuits ou câbles dans un même conduit enterré.
 - f_{10} : Facteurs de correction pour groupement de plusieurs câbles posés directement dans le sol câbles mon conducteurs ou multiconducteurs disposés horizontalement ou verticalement. [14]

Note : Les valeurs de ces facteurs sont déterminées dans le tableau contenu dans l'annex.

- Calculer le facteur de correction global f égal au produit des facteurs de correction.

Tableau 12 : Calculer le facteur de correction global f .

<i>N°</i>			
<i>Lettre de Sélection</i>			
<i>facteurs de correction</i>			
<i>f0</i>	<i>f0</i>		
<i>f</i>	<i>f</i>		
<i>f</i>	<i>f</i>		
<i>f</i>	<i>f</i>		
<i>f</i>	<i>f</i>		
<i>f</i>	<i>f totale</i>		<i>0</i>
<i>Iz</i>	<i>Iz</i>		<i>0</i>
<i>Iz'</i>	<i>Iz'</i>		<i>#DIV/0!</i>
<i>Section</i>	<i>S</i>		
<i>Longueur</i>	<i>L</i>		

III.3.1.4 Choix des sections adéquates des conducteurs chargés :

Pour chaque canalisation, le courant admissible I_z est :

$$I_z = I_n \quad (9)$$

Le courant équivalent que le câble doit pouvoir véhiculer dans les conditions standards d'installation est :

$$I'_z = \frac{I_n}{f} = \frac{I}{f} \quad (10)$$

Les valeurs du courant maximal I_0 et de la Section S admissible par la canalisation dans les conditions standards sont extraites des tableaux (2.19) et (2.20) (lettre de sélection correspondante, isolant, métal). [14]

Tableau 13 : courants admissibles (en ampère) par les canalisations dans les conditions standards d'installation (f_0 à $f_{10}=1$) pour les lettres de sélection B, C, E, F. [4]

Lettre de sélection	Isolant et nombre de conducteurs chargés							
	PVC3	PVC2		PR3	PR3	PR2		
B								
C		PVC3		PVC2	PR3		PR2	
E			PVC3		PVC2	PR3		PR2
F				PVC3		PVC2	PR3	PR2
Section (mm ²)								
Cuivre								
1,5	15,5	17,5	18,5	19,5	22	23	24	26
2,5	21	24	25	27	30	31	33	36
4	28	32	34	36	40	42	45	49
6	36	41	43	48	51	54	58	63
10	50	57	60	63	70	75	80	86
16	68	76	80	85	94	100	107	115
25	89	96	101	112	119	127	138	149
35	110	119	126	138	147	158	169	185
50	134	144	153	168	179	192	207	225
70	171	184	196	213	229	246	268	289
95	207	223	238	258	278	298	328	352
120	239	259	276	299	322	346	382	410
150	-	299	319	344	371	395	441	473
185	-	341	364	392	424	450	506	542
240	-	403	430	461	500	538	599	641
300	-	464	497	530	576	621	693	741
400	-	-	-	-	656	754	825	-
500	-	-	-	-	749	868	946	-
630	-	-	-	-	855	1005	1088	-
Section (mm ²)								
Aluminium								
2,5	16,5	18,5	19,5	21	23	24	26	28
4	22	25	26	28	31	32	35	38
6	28	32	33	36	39	42	45	49
10	39	44	46	49	54	58	62	67
16	53	59	61	66	73	77	84	91
25	70	73	78	83	90	97	101	108
35	86	90	96	103	112	120	126	135
50	104	110	117	125	136	146	154	164
70	133	140	150	160	174	187	198	211
95	161	170	183	195	211	227	241	257
120	186	197	212	226	245	263	280	300
150	-	227	245	261	283	304	324	346
185	-	259	280	298	323	347	371	397
240	-	305	330	352	382	409	439	470
300	-	351	381	406	440	471	508	543
400	-	-	-	-	526	600	663	-
500	-	-	-	-	610	694	770	-
630	-	-	-	-	711	808	899	-

Tableau 14 : Courants admissibles (en ampère) par les canalisations dans les conditions standards d'installation (f_0 à $f_{10}=1$) pour la lettre de sélection D.

Lettre de sélection	Isolant et nombre de conducteurs chargés			
	PVC3	PVC2	PR3	PR2
Section (mm ²)				
Cuivre				
1,5	26	32	31	37
2,5	34	42	41	48
4	44	54	53	63
6	56	67	66	80
10	74	90	87	104
16	96	116	113	136
25	123	148	144	173
35	147	178	174	208
50	174	211	206	247
70	216	261	254	304
95	256	308	301	360
120	290	351	343	410
150	328	397	387	463
185	367	445	434	518
240	424	514	501	598
300	480	581	565	677
Section (mm ²)				
Aluminium				
10	57	68	67	80
16	74	88	87	104
25	94	114	111	133
35	114	137	134	160
50	134	161	160	188
70	167	200	197	233
95	197	237	234	275
120	224	270	266	314
150	254	304	300	359
185	285	343	337	398
240	328	396	388	458
300	371	447	440	520

III.3.1.5 Section des câbles de commande :

La section des câbles de commande fait référence à la partie d'un système électrique ou électronique qui gère la transmission des signaux de commande entre différents composants. Ces câbles sont utilisés pour transmettre des instructions ou des ordres de contrôle, tels que des signaux de démarrage, d'arrêt, de régulation ou de surveillance.

Le tableau qui montre les sections des câbles de commande est existé dans l'annex.

III.3.2 Choix et dimensionnement des protections :

Toutes machines ou installations électriques en cours son fonctionnement sont exposées à avoir des dysfonctionnements à tout instant. Ces défauts se présentent comme étant une augmentation une diminution anormale des grandeurs nominales dans un circuit électrique contenant une perturbation. Ce sont le plus souvent les variations anormales de la tension, de l'intensité et de la fréquence qui sont à l'origine de ces perturbations.

III.3.2.1 Les incidents les plus courants :





- **Les surcharges :** augmentation de l'intensité entraînant des échauffements lent et progressif des parties actives, des masses métalliques et des isolants.
- **Les courts circuits :** élévation brutale de l'intensité du courant qui peut atteindre des niveaux de structures pour le récepteur.
- **Les surtensions :** augmentation soudaine et importante de la tension qui peut induire au calquage des isolants avec pour conséquence des courts circuits éventuels.

III.3.2.2 Vérification des chutes de tension :

La chute de tension dans une canalisation est calculée par la formule :

$$\Delta V = \rho \frac{L}{S} (\cos(\varphi) + \lambda L \sin(\varphi)) \times I_B \quad (11)$$

Tableau 15 : Les valeurs de la réactance linéique.

Câbles			λ (en Ω/m)
Pour les câbles tripolaires			0.08×10^{-3}
Pour les câbles unipolaires serrés en nappe		Ou en triangle 	0.09×10^{-3}
Pour les câbles unipolaires espacés r d = 8r			0.15×10^{-3}

$\frac{\Delta V}{U_n}$: Pour les circuits monophasés ou triphasés alimentés entre phase et neutre.

$\frac{\Delta V}{V_n}$: pour les circuits triphasés alimentés entre phase (dans ce cas, ΔV représente une chute de tension entre phases).

V_n : Tension simple nominale

U_n : Tension composée nominale.

Pour calculer la chute de tension, il convient de remplacer le courant d'emploi I_B par le courant de démarrage I_d . Si aucune indication précise n'est donnée, il est courant de prendre I_d égal à 6 fois le courant nominal (**6 In**).

De plus, il est important de veiller à ce que la chute de tension, en prenant en compte tous les moteurs pouvant démarrer simultanément, ne dépasse pas **15 %**. [14]

Tableau 16 : Vérification de chute tension

chutes de tension			
Coefficient	b		
Résistivité du conducteur en service normal ($\Omega \text{ mm}^2/\text{m}$)	ρl		
Longueur de la canalisation (m)	L		
Section des conducteurs (mm^2)	S		0
Facteur de puissance	$\sin \phi$		0,6
Facteur de puissance	$\cos \phi$		0,8
Réactance linéique des conducteurs (Ω/m)	λ		
Courant maximal d'emploi (A)	I_b		#DIV/0!
Chute de tension	ΔV		#REF!

III.3.2.3 Sections des conducteurs de protection des masses basse tension :

Les sections des conducteurs de protection des masses en basse tension sont déterminées en fonction de leur rôle essentiel, qui est d'assurer l'interconnexion des masses d'utilisation et de permettre l'écoulement des courants de défaut d'isolement vers la terre.

Dans le cas d'un schéma de liaison à la terre (**TT**), les sections minimales recommandées pour les conducteurs de protection sont les suivantes :

- **25 mm²** pour les conducteurs en cuivre.
- **35 mm²** pour les conducteurs en aluminium. [14]

Ces sections minimales sont établies afin de garantir une dissipation adéquate des courants de défaut et de maintenir les niveaux de sécurité nécessaires dans l'installation basse tension.

III.4 Départ moteur :

Un départ moteur désigne un ensemble d'appareils qui sont utilisés pour commander et protéger un moteur, ainsi que pour assurer la sécurité du départ lui-même. Le départ moteur est responsable de la gestion des circuits électriques, de la protection contre les surcharges, les courts-circuits et les surtensions, ainsi que du contrôle de la vitesse, de la direction et d'autres paramètres opérationnels du moteur. Il joue un rôle essentiel dans la fiabilité et la sécurité des systèmes motorisés.

III.4.1 Protection de base :

III.4.1.1 Protection contre les courants de court-circuit

Détection et coupure, la plus rapide possible, des courants élevés de court-circuit pour éviter la détérioration de l'installation. Cette fonction est réalisée par un disjoncteur magnétique ou magnétothermique.

III.4.1.2 Protection contre les surcharges

Détection des courants de surcharges et arrêt du moteur, avant que l'élévation de température du moteur et des conducteurs n'entraîne la détérioration des isolants. Cette fonction peut être réalisée par un disjoncteur magnétothermique ou un relais thermique séparé.

III.4.2 Solutions départ moteur :

Selon la norme IEC 60947, il existe trois types d'associations d'appareils permettant de réaliser la protection des départs moteurs :

1. Solution à 3 appareils :

- Disjoncteur à protection magnétique + contacteur + relais thermique.
- Disjoncteur à protection magnétique + contacteur + variateur de vitesse.
- Sectionneur porte visible + contacteur + variateur de vitesse

2. Solution à 2 appareils :

- Disjoncteur à protection magnétique et thermique + contacteur.

3. Solution à 1 appareil :

- Disjoncteur à protection magnétique et thermique et contacteur en une solution intégrée. [16]

III.4.3 Choix du matériel :

La protection du moteur est réalisée par la sélection de départ moteurs, qui peuvent être constitués d'un ou plusieurs dispositifs pour assurer une ou plusieurs fonctions.

III.4.3.1 Par disjoncteur :

Lors du choix des disjoncteurs, contacteurs et relais thermiques, voici les étapes à suivre pour une sélection adéquate :

1- Déterminez le courant nominal de réglage (I_n) ou calibre (I_z) : Consultez les spécifications de votre équipement électrique pour connaître le courant nominal requis. Vous pouvez également vous référer à la puissance du moteur pour guider votre choix de disjoncteurs.

2- Consultez le catalogue du fabricant ou du fournisseur : Recherchez la section dédiée aux disjoncteurs, contacteurs et relais thermiques dans le catalogue. Vous y trouverez des informations détaillées sur les différents modèles disponibles, y compris leurs caractéristiques techniques.

3- Vérifiez la compatibilité des découpes (pour les contacteurs et relais thermiques) : Dans le même catalogue, recherchez des contacteurs et des relais thermiques compatibles avec les disjoncteurs choisis. Assurez-vous que les dimensions et les configurations des découpes sont compatibles avec votre installation.

III.4.3.2 Par fusible :

Voici les étapes détaillées pour choisir les composants électriques : (Annex)

1- Déterminez le courant nominal de réglage (I_n) en vous référant aux spécifications du moteur ou de l'appareil.

2- Choisissez un relais thermique avec une plage de réglage appropriée en fonction du courant nominal de réglage (I_n). Consultez le catalogue ou le tableau fourni pour trouver les références correspondantes. Vérifiez si le relais thermique doit être installé sous un contacteur spécifique et identifiez les fusibles requis et leur spécification.

3- Sélectionnez les fusibles en fonction des spécifications du relais thermique et vérifiez les dimensions requises (diamètre et longueur).

4- Choisissez un porte-fusible capable d'accueillir les fusibles spécifiés en termes de taille et de capacité de courant. Assurez-vous de la compatibilité avec les références des fusibles en consultant le catalogue ou les spécifications du porte-fusible.

5- Sélectionnez un contacteur correspondant en fonction des références trouvées dans le tableau ou la documentation du relais thermique. Vérifiez que le contacteur peut gérer le courant nominal du moteur et est compatible avec les références du relais thermique. Consultez le catalogue ou les spécifications du contacteur pour trouver le modèle approprié.

III.4.4 Courants de court-circuit à l'origine du circuit :

Le courant de court-circuit à l'origine du circuit (ou courant de court-circuit triphasé au secondaire d'un transformateur MT/BT) peut être calculé suivant la formule suivante : [17]

$$I_{CC} = \frac{P \times 10^3}{U_{20} \sqrt{3}} \times \frac{100}{U_{cc}} \quad (12)$$

I_{CC} : Intensité du courant de court-circuit (en ampères).

P : Puissance du transformateur (en kVA).

U_{20} : Tension phase-phase secondaire à vide (en volts).

U_{cc} : Tension de court-circuit (en %).

Tableau 17 : courant de court-circuit.

Intensité du courant de court-circuit			
Puissance du transformateur (en kVA)	P		0,00
Tension phase-phase secondaire à vide (en volts)	U_{20}		0,00
Tension de court-circuit (en %)	U_{cc}		4,00
courant de court-circuit (A)	I_{cc}		#DIV/0!

IV. Le choix de type de logique (logique programmée API ou logique câblée) :

Le choix entre une API (Automate Programmable Industriel) et la logique câblée dépend de plusieurs facteurs tels que les exigences de la tâche à accomplir, le budget, le niveau d'expertise technique disponible, les besoins en matière de maintenance et de dépannage, entre autres :

- **Nombre et le type d'entrée / sorties :**

Après avoir effectué une sélection rigoureuse des éléments d'entrée/sortie (E/S) nécessaires en termes de quantité et de type, pour les signaux analogiques et logiques, il devient possible de prendre une décision quant au choix du type de logique à utiliser, qu'il s'agisse de logique matérielle (dure) ou de logique programmée. Dans le cas de systèmes utilisant une logique programmable, il est essentiel de choisir la carte d'E/S appropriée, en accordant une

attention particulière aux interfaces de programmation (API). Ces considérations sont étayées par des données fournies dans le tableau (6) et obtenues à partir du tableau (7), que vous pouvez nous fournir pour une meilleure compréhension et analyse.

Tableau 18 : le nombre total d'entrée / sortie.

	Type	Tension	Signale	N _{fils}	la Quantité		
Entrées	Analogique	24 V	4-20 mA	2	0		
				3	0		
				4	0		
			0-20 mV	2	0		
				0-5 V	3	0	
					2	0	
				0-10V	3	0	
	2	0					
	Logique	24 V	4-20mA		2	0	
					3	0	
					48V	0	
110V					0		
230V					0		
380V	0						
Sorties	Analogique	24V			0		
					0-20mA	0	
					4-20mA	0	
					0-5V	0	
	Logique	12V				0	
						24V	0
						48V	0
						24AC	0
						48Vcc	0
							0

IV.1 Critère de choix d'un automate

➤ Alimentation :

Avant de choisir un PLC, la première chose+ qui nous vient à l'esprit est l'alimentation électrique du PLC. Le PLC peut fonctionner sur 24 VDC, 24 VAC ou 230 VAC en fonction des types de modèles. Maintenant, l'alimentation électrique du PLC est l'un des facteurs les plus importants. Presque toujours, les instruments de terrain nécessitent une alimentation électrique de 24 VDC.

• L'unité centrale (CPU) :

Il serait préférable que vous preniez ceci en considération. Il est important de considérer cela lors de la sélection des critères de sélection du PLC. Vous devez prendre en compte la vitesse du CPU et la rapidité avec laquelle vous souhaitez que votre PLC traite les informations ou fournisse des sorties.

Il existe différents types de PLC en ce qui concerne la taille et la vitesse du CPU, vous devez également savoir qu'il existe divers PLC en ce qui concerne la capacité de mémoire. La capacité de mémoire est quelque chose que vous devriez considérer comme nécessaire lorsque vous examinez les critères de sélection d'un PLC.

- **Cout :**

C'est la chose la plus importante à considérer lors du choix des critères de sélection d'un PLC. Il serait préférable de réfléchir au coût du PLC que vous souhaitez obtenir pour vous-même. S'il y a une chose qui est évidente à propos des PLC, c'est qu'ils sont disponibles à des prix différents. En ce qui concerne les critères de sélection du PLC, le coût du PLC est la première chose ou mesure qui devrait figurer sur votre liste.

IV.2 Interface homme machine technologiques :

HMI (Interface Homme-Machine) désigne la technologie et les dispositifs utilisés pour permettre la communication et l'interaction entre les êtres humains et les machines ou systèmes. L'interface HMI permet aux utilisateurs de surveiller et de contrôler divers processus, opérations et équipements dans les industries, les systèmes d'automatisation et d'autres applications.

IV.2.1 Les types des HMI :

Il y a trois type de HMI :

- **Panneau de base :**

Ce type de HMI se caractérise par une interface simple qui utilise principalement des lampes ou des indicateurs pour fournir des retours visuels. Il se compose généralement d'un panneau avec plusieurs lampes ou LEDs qui s'allument pour indiquer l'état de différents composants ou systèmes. Les utilisateurs peuvent rapidement identifier l'état de fonctionnement des machines ou équipements en fonction des schémas d'éclairage des lampes. Cependant, ce type de HMI n'a pas d'écran et ne possède pas d'éléments interactifs.



Figure 9 : Panneau de base.

- **HMI de base :**

HMI de base fait référence à un type d'interface plus avancé qui intègre des éléments interactifs et des affichages graphiques. Il se compose généralement d'un écran, souvent un écran tactile, à travers lequel les utilisateurs peuvent accéder et contrôler divers paramètres et fonctions. Les HMI de base offrent une représentation visuelle du système ou du processus en cours de surveillance, permettant aux utilisateurs de recevoir des informations en temps réel, de définir des paramètres et d'exécuter des commandes. Ces interfaces peuvent inclure des boutons, des curseurs, des pavés numériques et d'autres éléments interactifs pour faciliter la saisie et le contrôle par l'utilisateur.



Figure 10 : HMI de base

- **HMI sur PC :**

HMI sur PC désigne l'intégration d'un système HMI dans un ordinateur personnel (PC) ou une plateforme informatique. Dans cette configuration, le logiciel HMI est installé sur un PC, qui sert de dispositif d'interface. L'écran du PC devient l'interface graphique, fournissant une plateforme plus complète et flexible pour surveiller et contrôler des processus ou systèmes. Les HMI sur PC incluent souvent des fonctionnalités supplémentaires telles que l'enregistrement des données, l'analyse des tendances, l'accès à distance et la connectivité à d'autres appareils en réseau.

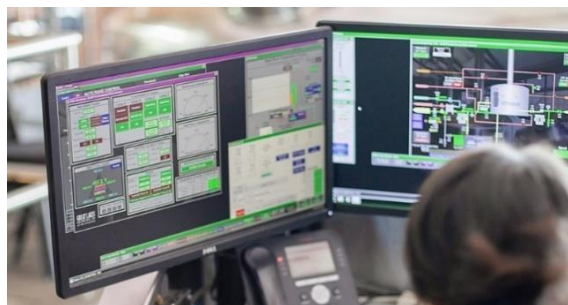


Figure 11 : HMI sur PC.

V. Réalisation du schéma de câblage électrique de l'armoire :

Une fois que les dimensions des conducteurs, les protections et autres éléments de l'armoire électrique ont été étudiés, on passe à la réalisation du schéma de l'armoire en suivant les normes internationales de traçage. Le schéma doit inclure :

- Circuit de puissance.
- Circuit de commande.

Il y a trois règles importantes à respecter lors de la réalisation d'une armoire électrique:

- Respecter la couleur des fils et leurs sections pour identifier la nature de la tension qui circule, que ce soit en courant alternatif, continu, à 24V, 230V, 400V, etc.

- Respecter le repérage des fils et des appareils électriques pour faciliter la localisation sur le schéma électrique.

- Respecter l'implantation des appareils électriques dans l'armoire, en séparant la partie commande à droite de la partie puissance à gauche.

Ces règles garantissent un câblage électrique précis et cohérent, conformément aux normes et aux pratiques acceptées dans le domaine.

Le respect de ces trois règles permet de faciliter la maintenance de l'armoire en cas de problème et permet une meilleure compréhension de l'installation.

Le schéma du câblage électrique de l'armoire est illustré dans (**annexe**).

V.1 Le choix du coffret de l'armoire :

Le choix de la taille de l'armoire commence par un examen approfondi du schéma électrique afin de connaître le nombre précis d'appareils électriques qui doivent y être installés et leurs dimensions afin de passer à une disposition appropriée de ces derniers.

L'armoire est choisie en fonction de "Hauteur * Longueur * Largeur" et du volume du vide, qui doit être d'au moins 30%. Les tailles suivantes s'appliquent aux armoires les plus populaires :

- 500*400*250
- 700*500*250
- 800*700*300
- 2000*1200*600
- 1600*800*300
- 1200*800*300

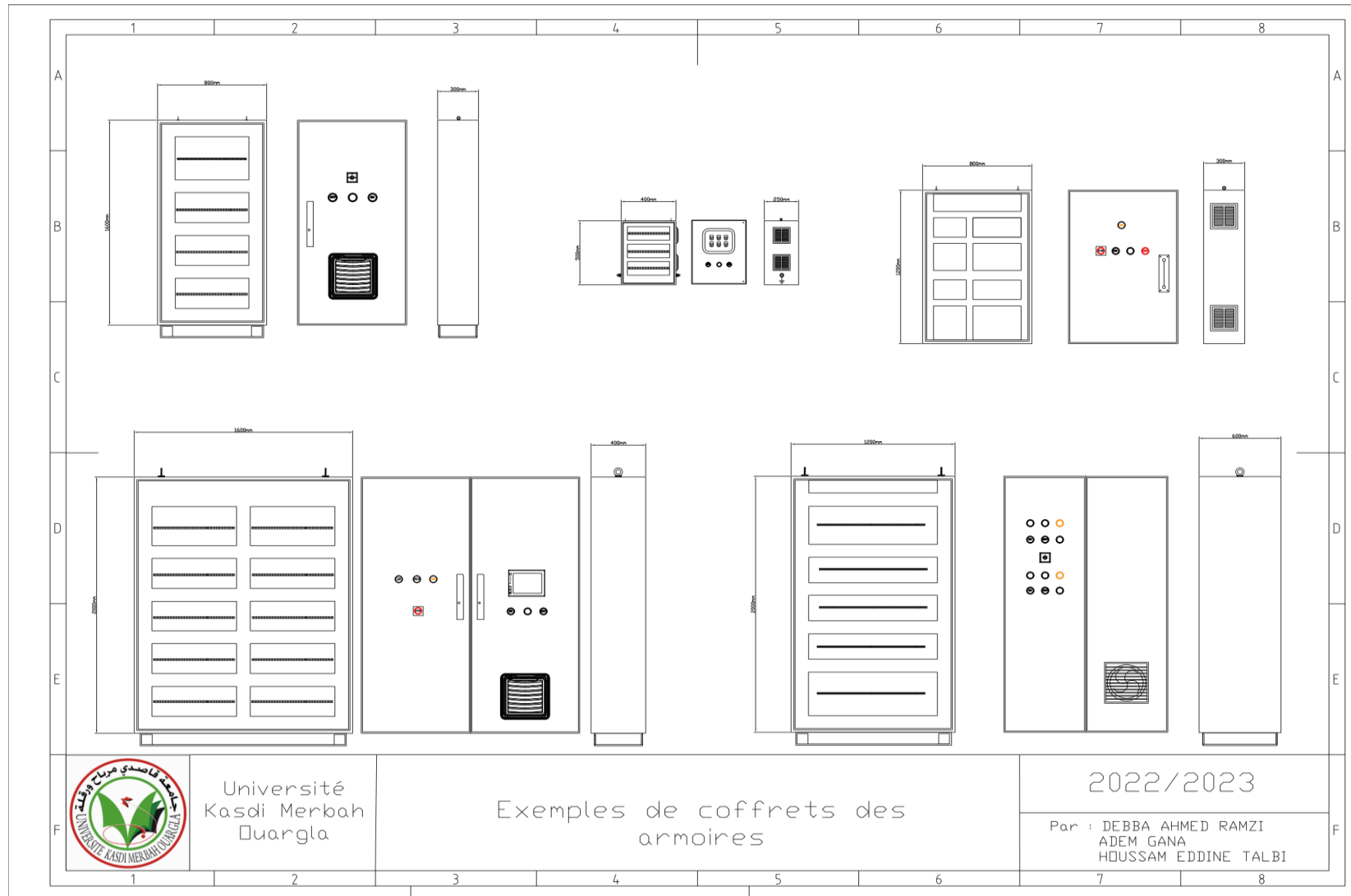


Figure 12 : Exemples de coffrets des armoires.



Figure 13 : Les différentes tailles des coffrets de câblage. [18]

V.2 Le choix de ventilation :

L'appareil électrique positionné dans les enceintes disperse les pertes de chaleur dans l'atmosphère environnante. Si cette perte de chaleur est très importante, la température à l'intérieur de l'armoire augmente et peut dépasser la température maximale acceptable pour les composants, en particulier électriques et électroniques. Des problèmes potentiels en résultent. Des ventilateurs sont utilisés pour le refroidissement afin de prévenir ces effets.

Le calcul du débit d'air nécessaire pour déplacer la chaleur à l'extérieur détermine la meilleure ventilation à utiliser. [18]

Ce débit se calcule par la formule suivante :

$$D = 3.1 \left(\frac{P}{\Delta t} - K \times S \right) \quad (13)$$

Avec :

D: débit d'aire nécessaire en $\left(\frac{m^3}{h}\right)$

P: puissance dissipée dans l'enveloppe en (W).

Δt : différence de température entre l'intérieur et l'extérieur de l'armoire en ($^{\circ}C$).

S : surface extérieure de l'armoire en (m^2).

K : coefficient de tôle ($K=5.5 \text{ w} / m^2 / ^{\circ}C$).

Tableau 19 : le choix de ventilation.

Le choix de ventilation			
Puissance dissipée dans l'air (w)	<i>P</i>		0
L'écart de température	Δt		0
surface extérieure de l'armoire	<i>S</i>		0
coefficient de tôle peinte	<i>K</i>		0
débit d'air nécessaire (m^3/h)	<i>D</i>		#DIV/0!

V.3 Le choix de l'alimentation stabilisée AC/DC :

Cette alimentation est utilisée pour alimenter les capteurs ainsi que les différents organes de commande, le choix de cette alimentation est basé sur : [1]

- *La nature de la tension d'entrée.*
- *La puissance délivrée à sa sortie.*
- *Le courant et la tension de sortie.*

Le courant total consommé par les différents organes de commande est :

$$I_{\text{totale}}$$

Le courant que doit fournir l'alimentation stabilisée est :

$$I_{\text{source}} = I_{\text{totale}} \times K_e \quad (15)$$

Avec : K_e : facteur d'extension ($K_e = 1.2$)

Tableau 20 : Le choix de l'alimentation stabilisée

Le choix d'alimentation AC/DC (Transferrateur)		Armoire 01
Le courant total consommé	<i>I_{total}</i>	0
facteur d'extension	<i>K_e</i>	1,2
Courant d'alimentation	<i>I_{source}</i>	0

V.4 Matériels de fixation des appareils :

V.4.1 Les platines

Les platines permettent le montage de tout appareil ainsi que la fixation des goulottes de câblages. Les platines sont utilisés en coffrets et armoire. Il existe deux types de platines.

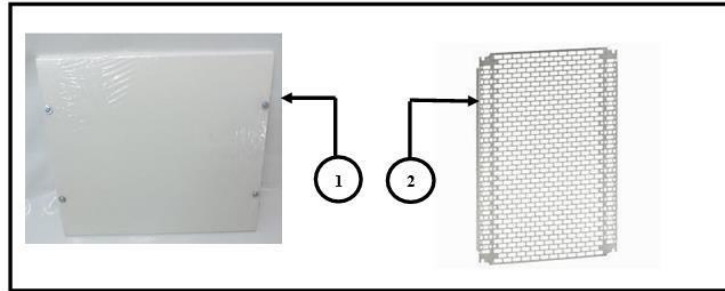
[19]

➤ **Platines plaines**

D'épaisseur de 2 à 3 mm dans lesquels il faut percer des trous pour la fixation des matériels.

➤ **Platines perforés**

Ne nécessite pas de percer des trous, les appareils sont fixés pas des écrous-clips.



(1)

Platines plaines

(2) Platines perforés

Figure 14 : Types de platines. [20]

V.4.2 Les profilés :

Ce sont les rails où les matériels sont encliquetés ou vissés. Il existe trois types de profilés [19]:

- **Les profilés chapeaux :** fixation par encliquetage.
- **Les profilés asymétriques :** fixation par vissage.
- **Les profilés combinés :** fixation par encliquetage et par vissage.



Figure 15 : Différents types de profilés. [20]

V.4.3 Les goulottes :

Elles sont utilisées pour organiser les passages des fils à l'intérieur de l'armoire, ils sont choisis en fonction du nombre et de types de conducteurs utilisés. Les goulottes peuvent être fixées avec deux méthodes [5].

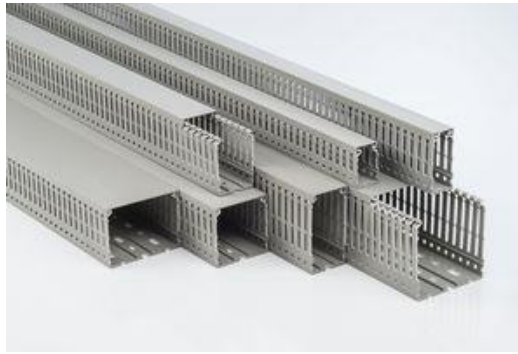


Figure 16 : Les goulottes de câblage. [20]

V.5 La réalisation du câblage de l'armoire :

Tout d'abord, on commence par la détermination de nombre exact des appareils électriques sur platine soit par une colle ou bien par des vis. L'espace entre les goulottes et l'appareillage doit être suffisant pour permettre la bonne lecture et des repères. Il faut laisser 25 à 30mm. [21]

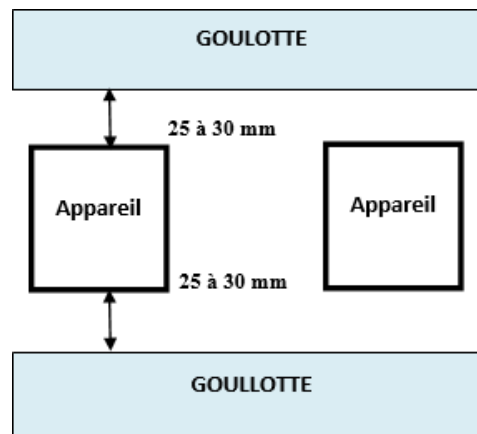


Figure 17 : Espace entre les goulottes et l'appareillage [21].

Le rail est ensuite fixé au plateau conformément au schéma de l'armoire. Après cela, il faut configurer tous les équipements de l'armoire. Une fois tous les appareils et composants installés, le câblage des composants est réalisé en respectant les règles de câblage préalablement spécifiées (respect de la couleur et de la section des fils, emplacement des appareils, etc.). Une fois le câblage terminé, nous procédons à la finition de l'armoire, qui consiste à installer les couvercles de goulotte, les tresses de masse, à ventiler la partie puissance, et à signaler par une colonne lumineuse et par voyant sur l'armoire.

VI. Conclusion :

La conception d'armoires de commande est un processus essentiel dans le domaine de l'automatisation industrielle. Ces armoires sont essentielles pour gérer et contrôler les machines et systèmes industriels. Nous avons compilé toutes les procédures nécessaires pour créer le panneau de commande sous forme de fichier Excel sur la base des recherches que nous avons effectuées dans ce chapitre, y compris le circuit de commande et le circuit de puissance à l'aide de l'application AUTOCAD. En utilisant notre base de données Excel et la bibliothèque AutoCAD, nous pouvons simplifier et automatiser de nombreuses tâches de conception. Cela comprend le dimensionnement des connecteurs d'alimentation en fonction des exigences actuelles, la sélection des composants appropriés en fonction des spécifications et la création de la documentation technique nécessaire.

En bref, l'utilisation d'une base de données Excel et d'une bibliothèque AutoCAD facilite le processus de conception d'armoires en simplifiant les calculs, en accélérant la sélection des composants et en fournissant des outils prêts à l'emploi pour le dessin et la disposition. Cela améliore l'efficacité et la précision de la conception de l'armoire, quelles que soient les spécifications requises.

Chapitre III

*Application sur un
cahier de charge réel*

I. Introduction :

La réalisation de l'étude électrique ciblée nécessite une compréhension globale des conditions environnementales du procédé. Ce chapitre vise à concevoir une armoire de commande pour la production et la distribution d'eau potable en fournissant une description précise des procédures opérationnelles de l'installation telles que documents dans le cahier d'état. En suivant les étapes décrites dans le chapitre précédent, l'objectif est de déterminer la Puissance électrique nécessaire pour répondre aux Exigences Hydrauliques, Déterminer les Dimensions Appropriées du Conducteur Capable de Transmettre ces forces et de sélectionner les composants de Protection et de commande composant de démarreur du moteur (tels que les disjoncteurs, les relais thermiques, les contacteurs, etc.).

II. Présentation du système « Système de gestion de l'eau » :

Le système de gestion de l'eau est conçu pour collecter, stocker et distribuer de l'eau potable à partir de six forages d'eau. Il est composé des éléments suivants :

II.1 Vue globale :

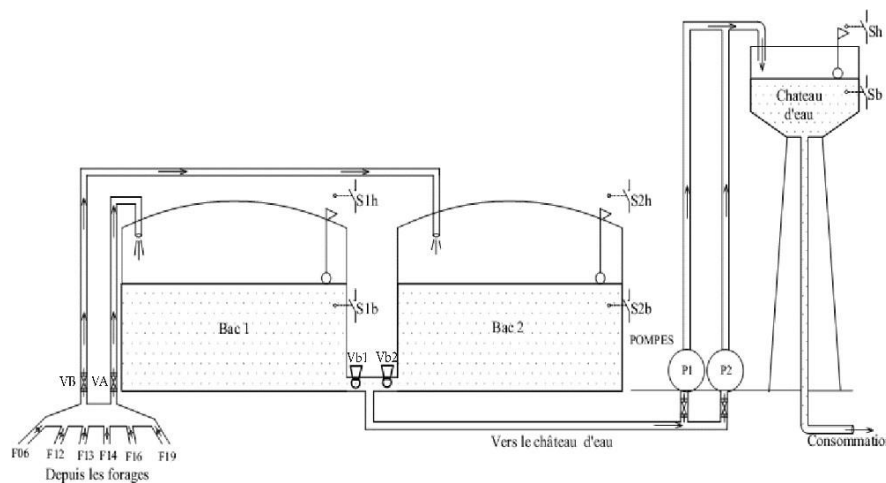


Figure 18 : Synoptique du système de distribution d'eau.

- Les Niveaux bas du château d'eau, du bac1 et du bac2 sont représentés respectivement par Sb, S1b et S2b.
- Les niveaux haut du château d'eau, du bac1 et du bac2 sont représentés respectivement par Sh, S1h et S2h.

II.1.1 Partie opérative :

- Six forages d'eau, chacun équipé d'une pompe triphasée et d'une armoire de confinement avec un A.P.I.
- Une unité centrale de collecte, de stockage et de distribution d'eau comprenant :

- Deux vannes "tout ou rien" pour le remplissage des bacs.
- Deux pompes triphasées 380V.
- Deux bacs à eau, chacun équipé de deux détecteurs de niveau et de deux vannes "tout ou rien".
- Un château d'eau avec deux détecteurs de niveau de niveau "tout ou rien".

II.2 Principe de fonctionnement :

Avant d'atteindre les consommateurs, l'eau potable passe par différentes étapes. Les pompes des forages extraient l'eau qui est ensuite stockée dans les bacs. Ensuite, l'eau est pompée par la pompe P1 ou P2 pour remplir le château d'eau avant d'être distribuée en gravité pour une utilisation publique.

III. Mode de fonctionnement envisagé :

Le fonctionnement du système repose sur les niveaux d'eau dans les réservoirs (bacs et château d'eau). Voici le mode de fonctionnement prévu pour le remplissage du château d'eau :

➤ Remplissage du château d'eau :

1. Au moment où le château d'eau est plein ($Sh=1$ et $Sb=1$) :
 - Les vannes Vb1 (pour le bac1) ou Vb2 (pour le bac2) sont fermées.
 - La pompe (P1 ou P2) est arrêtée.
2. Au moment où le château d'eau est vide ($Sh=0$ et $Sb=0$) :
 - Les vannes Vb1 ou Vb2 sont ouvertes.
 - La pompe (P1 ou P2) est activée.
3. Au moment où le château d'eau est à moitié vide ou à moitié plein ($Sh=0$ et $Sb=1$) :
 - La pompe conserve son état actuel :
 - Si la pompe (P1 ou P2) est en marche (en phase de remplissage), elle continue à fonctionner jusqu'à ce que Sh devienne 1, puis elle s'arrête.
 - Si la pompe (P1 ou P2) est arrêtée, elle attend que Sb devienne 0 pour redémarrer.

Une seule pompe fonctionne à la fois, en fonction de la sélection effectuée par un commutateur :

- Si P1 est activée, alors P1 fonctionne.
- Si P2 est activée, alors P2 fonctionne.

- Si ni P1 ni P2 ne sont activées, la décision revient à l'automate pour choisir la pompe appropriée.

➤ **Remplissage des bacs :**

Le même principe de commutation sera appliqué pour le remplissage des bacs, mais cette fois-ci, les groupes G1 et G2 seront utilisés au lieu des pompes P1 et P2. Voici le fonctionnement prévu :

- G1 regroupe les forages F06, F12 et F13.
 - G2 regroupe les forages F14, F16 et F19
1. Au moment où les bacs sont pleins ($S1h=1$ ou $S2h=1$) et ($S1b=1$ ou $S2b=1$) :
 - Les vannes de remplissage des bacs (VA pour le bac1, VB pour le bac2) sont fermées.
 - Aucun forage ne pompe d'eau, ni G1 ni G2.
 2. Au moment où les bacs deviennent vides ($S1h=0$ ou $S2h=0$) et ($S1b=0$ ou $S2b=0$) :
 - Les vannes de remplissage des bacs (VA ou VB) sont ouvertes.
 - Les pompes des forages sélectionnés sont démarrées.
 3. Au moment où les bacs sont à moitié vides ou à moitié pleins ($S1h=0$ ou $S2h=0$) et ($S1b=1$ ou $S2b=1$) :

Le fonctionnement garde son état :

- Si le groupe (G1 ou G2) est en marche (en phase de remplissage), il continue de fonctionner jusqu'à ce que S1h ou S2h devienne 1, puis il s'arrête.
- Si le groupe (G1 ou G2) est arrêté, il attend que S1b ou S2b devienne 1 pour redémarrer.
- Un seul groupe fonctionne à la fois, soit G1 soit G2. La sélection est effectuée à l'aide d'une temporisation programmée périodique, avec quatre séquences par jour d'une durée de six heures chacune.

VII. Les Caractéristiques des moteurs :

Les valeurs numériques des puissances des moteurs sont résumées dans le tableau :

Tableau 21 : Caractéristique des moteurs.

<i>Forage</i>	<i>Type</i>	<i>Nombre</i>	<i>R</i>	<i>F_p</i>	<i>P_n (kW)</i>
<i>F06</i>	<i>Immergée</i>	1	0,8	0,8	22,00
<i>F12</i>	<i>Immergée</i>	1	0,8	0,8	45,00
<i>F13</i>	<i>Immergée</i>	1	0,8	0,8	45,00
<i>F14</i>	<i>Immergée</i>	1	0,8	0,8	37,00
<i>F16</i>	<i>Immergée</i>	1	0,8	0,8	5,00
	<i>Horizontales</i>	2	0,9	0,9	110,00
<i>F19</i>	<i>Immergée</i>	1	0,8	0,8	22,00

IV. Sources d'énergie :

L'alimentation des forages est assurée par des lignes triphasées issues du réseau public (SONELGAZ). Pour chaque forage, un transformateur de 30kV/380V est installé dont les caractéristiques techniques sont résumées dans le tableau suivant :

Tableau 22 : Les sources d'énergie.

<i>Forage</i>	<i>Puissances (kVA)</i>	<i>U_{cc}%</i>	<i>Type</i>
<i>F06</i>	100	4	<i>Immergé dans l'huile</i>
<i>F12</i>	100	4	
<i>F13</i>	100	4	
<i>F14</i>	100	4	
<i>F16</i>	400	4	
<i>F19</i>	250	4	

Pour les transformateurs immergés ayant les puissances ≤ 630 kVA, $U_{cc} = 4\%$. [3]

V. Structure des réseaux de puissance :

À partir des données et des éléments identifiés précédemment, il est possible de créer les premières représentations simplifiées des réseaux de puissance, illustrées dans la figure

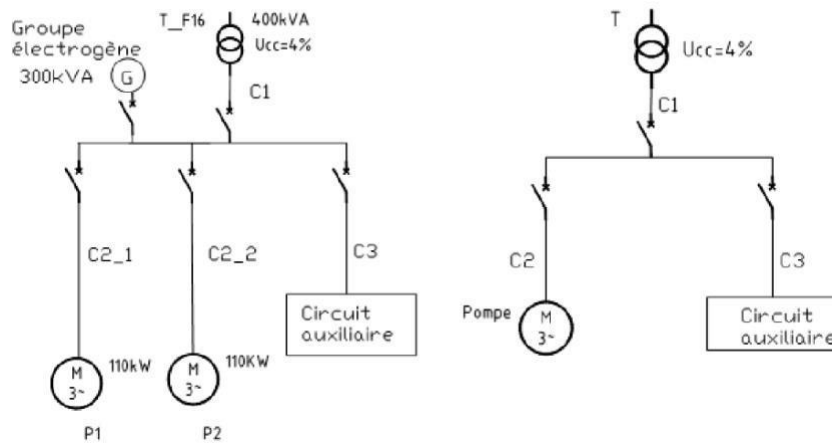


Figure 19 : représente un schéma unifilaire préliminaire.

- **T** : Transformateur de tension de 30 000 volts à 380 volts.
- **C1** : Canalisations reliant le transformateur à l'armoire de distribution.
- **C2** : Canalisations alimentant la pompe immergée.
- **C3** : Canalisations alimentant le circuit auxiliaire.
- **C2_1** : Canalisations alimentant la pompe horizontale **P1**.
- **C2_2** : Canalisations alimentant la pompe horizontale **P2**.

VI. Longueurs des canalisations :

La connaissance des distances séparant les différents éléments électriques est de telle importance que, sans laquelle, on ne peut pas faire une étude complète (le dimensionnement des câbles, le calcul de la chute de tension...). Le tableau (1.1) résume toutes les distances horizontales et verticales (la distance est la longueur des canalisations électriques)

Tableau 23 : Longueurs de canalisations

		<i>Distances-en (m)</i>			
<i>Forage</i>	<i>Pompe</i>	<i>Transformateur- armoire</i>	<i>Armoire- moteur</i>		
			<i>Horizontale</i>	<i>Verticale (Niveau Dynamique du puits+1.5)</i>	<i>Total</i>
F06	<i>Immergée</i>	10	3	45,00	49,50
F12	<i>Immergée</i>	10	3	67,00	71,50
F13	<i>Immergée</i>	10	3	45,00	49,50
F14	<i>Immergée</i>	10	3	61,00	65,50
F16	<i>Immergée</i>	45	20	54,50	76,00
	<i>Horizontale</i>		12	0,00	12,00

	<i>Horizontale</i>		<i>12</i>	<i>0,00</i>	<i>12,00</i>
F19	<i>Immergée</i>	<i>10</i>	<i>3</i>	<i>65,50</i>	<i>70,00</i>

VII. Les armoires de systèmes :

VII.1 Démarrage des moteurs :

Le mode de démarrage le plus approprié pour les moteurs entraînant des pompes est le « **Démarrage statorique à résistance** », qui présente une efficacité optimale dans cette application spécifique.

La sélection du "Démarrage statorique à résistance" est justifiée par les raisons suivantes :

- Ce mode de démarrage est particulièrement adapté aux machines présentant une caractéristique de couple résistant croissant avec la vitesse, telles que les pompes centrifuges ou les ventilateurs.

- En outre, il offre l'avantage d'un coût relativement abordable.

Les valeurs de résistances insérées en série avec les enroulements seront calculées suivant la formule : [16]

$$R = 0.055 \frac{U}{I_n} \quad (16)$$

Avec :

R : Valeur ohmique de la résistance par phase en ohms.

U : Tension du réseau en volts.

I_n: Courant nominal du moteur en ampères.

<i>Forage</i>	<i>Courant nominal (A)</i>	<i>Résistance (Ω)</i>
F06	52.23	0.4
F12	106.83	0.2
F13	106.83	0.2
F14	87.84	0.23
F16	106.83	0.2
	412.66	0.05
F19	52.23	0.4

VII.2 Armoire de forages :

Pour tous les forages, la même armoire sera élaborée, comprenant à la fois une partie automatique.

VII.2.1 Principe de Commande :

- Sur le pupitre de commande on dispose d'un sélecteur à 2 positions, (Locale/Remote).
- Démarrage du moteur par appui sur un bouton-poussoir S0.
- KM1 se ferme, alimentation à travers les résistances, et après la temporisation.
- KM2 se ferme, alimentation directe.
- Si un arrêt d'urgence S, un arrêt S1 ou un défaut moteur (déclenchement thermique F) se produit, le moteur doit s'arrêter.
- Un voyant vert L1 indique que le démarrage est terminé, un voyant rouge L2 indique l'arrêt, des voyants orange L3 indique un défaut thermique.
- Le redémarrage après un défaut n'est possible qu'après avoir appuyé sur le bouton de réarmement S2.

Tableau 24 : d'affectation des entrées /sorties.

<i>Entrées</i>		<i>Sorties</i>		
<i>Contact</i>	<i>Désignation</i>	<i>Sortie</i>	<i>Fonction</i>	<i>Désignation</i>
<i>S</i>	<i>Arrêt d'urgence</i>	<i>KM1</i>	<i>Bobine</i>	<i>Contacteur Alimentation indirecte</i>
<i>S0</i>	<i>Démarrage</i>	<i>KM2</i>	<i>Bobine</i>	<i>Contacteur Alimentation directe</i>
<i>S1</i>	<i>Arrêt du moteur</i>	<i>L1</i>	<i>Lampe</i>	<i>Voyant vert : marche</i>
<i>S2</i>	<i>Réarmement</i>	<i>L2</i>	<i>Lampe</i>	<i>Voyant rouge : arrêt</i>
<i>S3</i>	<i>Sélection locale/Remote</i>	<i>L3</i>	<i>Lampe</i>	<i>Voyant orange : défaut</i>
<i>F</i>	<i>Défaut thermique</i>			

VII.3 Armoire de Unité centrale :

L'unité centrale de collecte, de stockage et de distribution d'eau comprend une armoire de confinement équipée d'un A.P.I.

VII.3.1 Principe de Commande :

• Sur le pupitre de commande du complexe, un sélecteur à 3 positions est disponible. Une position permet de forcer l'activation de la pompe P1, une autre permet d'activer la pompe P2, tandis que la position du milieu du commutateur laisse le choix de l'activation de la pompe au programme qui effectue le basculement toutes les quinzaines.

- Démarrer manuellement la pompe activée.
- L'appui sur le BP arrêt d'urgence ou arrêt intentionnel arrête le fonctionnement.
- Suite à un défaut (thermique), le redémarrage ne peut se faire qu'après le réarmement.
- Par mesure de sécurité, le démarrage après un arrêt défaut ou arrêt manuel ne peut se faire que manuellement, même si le capteur du niveau bas envoie l'ordre de démarrer au moteur.

Tableau 25 : d'affectation des entrées /sorties.

<i>Entrées</i>		<i>Sorties</i>		
<i>Contact</i>	<i>Désignation</i>	<i>Sortie</i>	<i>Fonction</i>	<i>Désignation</i>
<i>S</i>	Arrêt d'urgence	<i>KM11</i>	Bobine	Contacteur Alimentation indirecte P1
<i>S01</i>	Démarrage P1	<i>KM21</i>	Bobine	Contacteur Alimentation directe P1
<i>S11</i>	Arrêt du moteur P1	<i>L11</i>	Lampe	Voyant vert: Marche P1
<i>S21</i>	Réarmement P1	<i>L21</i>	Lampe	Voyant rouge: arrêt P1
<i>S31</i>	Activation P1	<i>L31</i>	Lampe	Voyant orange: défaut P1
<i>F1</i>	Défaut thermique P1	<i>KM12</i>	Bobine	Contacteur Alimentation indirecte P1
<i>S02</i>	Démarrage P2	<i>KM22</i>	Bobine	Contacteur Alimentation directe P1
<i>S12</i>	Arrêt P2	<i>L12</i>	Lampe	Voyant vert: Marche P2
<i>S22</i>	Réarmement P2	<i>L22</i>	Lampe	Voyant rouge: arrêt P2
<i>S32</i>	Activation P2	<i>L32</i>	Lampe	Voyant orange: défaut P2
<i>F2</i>	Défaut thermique P2	<i>VA</i>	Bobine	Vanne de Remplissage bac 1
<i>Sb</i>	Niveau Bas château	<i>VB</i>	Bobine	Vanne de Remplissage bac2
<i>Sh</i>	Niveau Haut château	<i>Vbac1</i>	Bobine	Vanne de Décharge bac1
<i>S1b</i>	Niveau Bas Bac1	<i>Vbac2</i>	Bobine	Vanne de Décharge bac2
<i>S1h</i>	Niveau Haut Bac1			
<i>S2b</i>	Niveau Bas Bac2			
<i>S2h</i>	Niveau Haut Bac2			

VIII. Dimensionnement des sections des conducteurs et des protections :

VIII.1 Détermination du courant maximal d'emploi :

VIII.1.1 Calcul des courants nominaux absorbés :

En fonction des puissances appelées par les récepteurs terminaux, l'intensité nominale absorbée I est calculée et donnée par les tableaux suivants :

Tableau 26 : Calcul de courant nominaux absorbés par les récepteurs.

Forage	Récepteurs		P (kW)	S (kVA)	Courant nominal (A)
F06	Pompe immergée	C2	27.50	34.38	52,23
	Commande, éclairage...	C3	4.80	6.00	9.12
F12	Pompe immergée	C2	56.25	70.31	106.83
	Commande, éclairage...	C3	4.80	6.00	9.12
F13	Pompe immergée	C2	56.25	70.31	106.83
	Commande, éclairage...	C3	4.80	6.00	9.12
F14	Pompe immergée	C2	46.25	57.81	87.84
	Commande, éclairage...	C3	4.80	6.00	9.12
F16	Pompe immergée	C2	56.25	70.31	106.83
	Commande, éclairage...	C3	4.80	6.00	9.12
	Pompe horizontals	C2_1	122.22	135.80	206.33
	Pompe horizontals	C2_2	122.22	135.80	206.33
	Commande, éclairage...	C3	4.80	6.00	9.12
F19	Pompe immergée	C2	27.50	34.38	52.23
	Commande, éclairage...	C3	4.80	6.00	9.23

Pour chaque forage, et en plus des puissances appelées par les moteurs des pompes, le tableau principal basse tension (BT) possède un autre départ délivrant une puissance assurant l'alimentant des autres récepteurs comme l'éclairage, les prises de courant, Les normes exigent que les puissances retenues ne puissent être inférieures à 3kVA. [22]

Pour certains équipements particuliers, (éventuels travaux de maintenance, soudure...), la valeur 3kVA doit être augmentée à 6kVA pour les forages F6, F12, F13, F14 et F19.

VIII.1.2 Calcul de courants maximaux d'emploi :

Le tableau suivant, donnent les valeurs des courants maximaux d'emploi pour les départs terminaux et principaux :

Tableau 27 : Courants maximaux d'emploi pour les départs terminaux et principaux.

Forage		Courant nominal absorbé I(A)	b	c	D	E	Courant maximal d'emploi IB (A)			
							Départs terminaux	Canalisations principales		
									c	
F06	C2	52.23	0.75	1	1.2	0.0015	47.06	C1	0.9	52.07
	C3	9.12	1	1	1.2	0.0015	10.80			
F12	C2	106.83	0.75	1	1.2	0.0015	96.26	C1	0.9	96.35
	C3	9.12	1	1	1.2	0.0015	10.80			
F13	C2	106.83	0.75	1	1.2	0.0015	96.26	C1	0.9	96.35
	C3	9.12	1	1	1.2	0.0015	10.80			
F14	C2	87.84	0.75	1	1.2	0.0015	79.15	C1	0.9	80.95
	C3	9.12	1	1	1.2	0.0015	10.80			
F16	C2	106.83	0.75	1	1.2	0.0015	96.26	C1	0.9	96.35
	C3	9.12	1	1	1.2	0.0015	10.80			
	C2_1	206.33	0.75	1	1.2	0.0015	185.92	C1	0.8	305.30
	C2_2	206.33	0.75	1	1.2	0.0015	185.92			
	C3	9.12	1	0.9	1.2	0.0015	9.72			
F19	C2	52.23	0.75	1	1.2	0.0015	47.06	C1	0.9	52.07
	C3	9.12	1	1	1.2	0.0015	10.80			

Pour une canalisation C1, le courant maximal d'emploi sera égal à la somme des courants terminaux en tenant compte des facteurs c d'utilisation et de simultanéité de l'installation.

VIII.1.3 Déterminé le courant de réglage I_n :

Pour un disjoncteur réglable, il est nécessaire que le courant de réglage respecte la condition ($I_n \geq IB$).

Tableau 28 : Courants maximaux d'emploi pour les départs terminaux et principaux.

Forage		Départs terminaux			Canalisations principales			
		I_B	I_n	I_z		I_B	I_n	I_z
F06	C2	47.06	50	50	C1	52.07	63	63
	C3	10.80	16	16				
F12	C2	96.26	100	100	C1	96.35	100	100
	C3	10.80	16	16				
F13	C2	96.26	100	100	C1	96.35	100	100
	C3	10.80	16	16				
F14	C2	79.15	100	100	C1	80.95	100	100
	C3	10.80	16	16				
F16	C2	96.26	100	100	C1	96.35	100	100
	C3	10.80	16	16				
	C2_1	185.92	220	220	C1	305.30	400	400
	C2_2	185.92	220	220				
	C3	9.72	16	16				
F19	C2	47.06	50	50	C1	52.07	63	63
	C3	10.80	16	16				

VIII.1.4 Calcul de sections adéquates des conducteurs :

L'intensité admissible dans chaque canalisation est égale à l'intensité nominale, soit

$$I_z = I_n$$

$$I'_z = \frac{I_z}{f} \quad (17)$$

Forage	Canalisation	I_z	F	$I'_z(A)$	$I_0(A)$	$S(mm^2)$
F06	C2	50	0.71	70.86	74	10
F12	C2	100	0.71	141.72	147	35
F13	C2	100	0.71	141.72	147	35
F14	C2	100	0.71	141.72	147	35
F16	C2	100	0.71	141.72	147	35

	<i>C2_1</i>	220	0.57	383.28	392	185
	<i>C2_2</i>	220	0.57	383.28	392	185
<i>F19</i>	<i>C2</i>	50	0.71	70.86	74	10

VIII.1.5 Vérification des chute tension :

La formule (11) est utilisée pour calculer la chute de tension sur une canalisation :

En consommant :

$$b=1$$

$$\rho_1=0,0225 \text{ (}\Omega\cdot\text{mm}^2/\text{m)}$$

$$\lambda=0.08\times 10^{-3}$$

Pour le circuit moteur et I_B est remplacé par $6 \times I_n$

Forage	Canalisation	$S \text{ (mm}^2\text{)}$	$6 \times I_n \text{ (A)}$	$\lambda \text{ (}\Omega/\text{m)}$	$L \text{ (m)}$	$\Delta V \text{ (V)}$	$\frac{\Delta V \text{ (V)}}{U} \%$
<i>F06</i>	<i>C2</i>	10	300	0.08×10^{-3}	49.5	27.44	7.22
<i>F12</i>	<i>C2</i>	35	600		71.5	24.12	6.35
<i>F13</i>	<i>C2</i>	35	600		49.5	16.70	4.39
<i>F14</i>	<i>C2</i>	35	600		65.5	22.10	5.82
<i>F16</i>	<i>C2</i>	35	600		76	25.64	6.75
	<i>C2_1</i>	185	1320		13.5	2.57	0.68
	<i>C2_2</i>	185	1320		13.5	2.57	0.68
<i>F19</i>	<i>C2</i>	10	300		70	38.81	10.21

Toutes ces chutes de tension sont considérées comme normales. (Pour les moteurs, il ne dépasse pas 15 %.)

IX. Le Choix du Départs moteurs :

IX.1 Solution à 3 appareils :

- Disjoncteur à protection magnétique + contacteur + relais thermique.

IX.2 Calcul des courants de court-circuit :

Le courant de court-circuit l'origine dans le circuit (ou le courant de court-circuit triphasé au secondaire d'un transformateur MT/BT) peut être déterminé en utilisant l'équation (12) comme indiqué ci-dessous.

<i>Forage</i>	<i>Type de transformateur</i>	<i>Puissances (kVA)</i>	<i>$U_{cc}(\%)$</i>	<i>I_{cc}</i>
<i>F06</i>	<i>Immergé</i>	100	4	3.80
<i>F12</i>	<i>Immergé</i>	100	4	3.80
<i>F13</i>	<i>Immergé</i>	100	4	3.80
<i>F14</i>	<i>Immergé</i>	100	4	3.80
<i>F16</i>	<i>Immergé</i>	400	4	15.19
<i>F19</i>	<i>Immergé</i>	250	4	9.50

IX.3 Choix du matériel :

Lorsqu'il s'agit de choisir les matériels des armoires et les départs moteurs, la gamme SCHNEIDER ELECTRIC s'impose comme un choix privilégié. Cette entreprise renommée a été sélectionnée pour plusieurs raisons importantes, qui garantissent à la fois la qualité, la disponibilité et l'efficacité des solutions de départs moteurs.

- **Canalisations principales C1 :**

Dans le cadre de la protection contre les courts-circuits, les défauts différentiels et le sectionnement des circuits, il est essentiel d'installer un disjoncteur principal en amont de l'armoire électrique. Pour répondre à ces exigences, la gamme de disjoncteurs NSX***F de **SCHNEIDER ELECTRIC**, équipés des déclencheurs TM**D (**Micrologic 2.3 pour F16**) et dotés de relais différentiels, offre une variété de choix adaptés à notre installation. Ces disjoncteurs assurent une protection efficace contre les courts-circuits, les défauts différentiels, et permettent le sectionnement des circuits, garantissant ainsi la sécurité et la fiabilité de notre installation électrique.

Tableau 29 : Choix de disjoncteurs en tête de l'armoire électrique.

<i>Forage</i>		<i>Disjoncteurs</i>				
		<i>Type</i>	<i>Déclencheur</i>	<i>Calibre(A)</i>	<i>PVC</i>	<i>Références</i>
<i>F06</i>	<i>C1</i>	<i>NSX100F</i>	<i>TM63D</i>	63	36 kA	<i>LV429952</i>
<i>F12</i>	<i>C1</i>	<i>NSX160F</i>	<i>TM100D</i>	100		<i>LV430952</i>
<i>F13</i>	<i>C1</i>	<i>NSX160F</i>	<i>TM100D</i>	100		<i>LV430952</i>
<i>F14</i>	<i>C1</i>	<i>NSX160F</i>	<i>TM100D</i>	100		<i>LV430952</i>
<i>F16</i>	<i>C1</i>	<i>NSX160F</i>	<i>TM100D</i>	100		<i>LV430952</i>
	<i>C1</i>	<i>NSX400F</i>	<i>Micrologic 2.3</i>	400		<i>LV432732</i>
<i>F19</i>	<i>C1</i>	<i>NSX100F</i>	<i>TM63D</i>	63		<i>LV429952</i>

- **Canalisations alimentant les moteurs C2 :**

Le choix des éléments de départs moteurs repose sur la coordination efficace entre les différents dispositifs qui les composent. Cela garantit une protection appropriée et une performance optimale de l'ensemble du système.

Pour faciliter ce processus, il est essentiel de se référer à un catalogue incontournable qui présente une gamme complète de produits et d'options. Un catalogue fiable, tel que celui proposé par SCHNEIDER ELECTRIC, offre une sélection détaillée des composants de départs moteurs, y compris les contacteurs, les relais de surcharge, les disjoncteurs, les modules de protection, etc.

En utilisant ce catalogue comme référence, il est possible de choisir les dispositifs appropriés et de coordonner leur fonctionnement pour assurer une protection cohérente et une performance optimale du système de départs moteurs.

Tableau 30 : Choix des départs moteurs et que leurs réglages.

Forage		Disjoncteurs			Contacteurs	Relais thermique	
		Type	Calibre(A)	Références	Type	Type	I _{rt}
F06	C2	NSX100-MA	50	LV429741	LC1-D80	LRD-33 57	37/50
F12	C2	NSX100-MA	100	LV429740	LC1-D115	LR9-D53 67	60/100
F13	C2	NSX100-MA	100	LV429740	LC1-D115	LR9-D53 67	60/100
F14	C2	NSX100-MA	100	LV429740	LC1-D80	LRD-33 63	63/80
F16	C2	NSX100-MA	100	LV429740	LC1-D115	LR9-D53 67	60/100
	C2_1	NSX250-MA	220	LV431748	LC1-F225	LR9-F53 71	132/220
	C2_2	NSX250-MA	220	LV431748	LC1-F225	LR9-F53 71	132/220
F19	C2	NSX100-MA	50	LV429741	LC1-D80	LRD-33 57	37/50

- **Canalisation alimentant le circuit auxiliaire C3 :**

Les circuits auxiliaires sont généralement utilisés pour alimenter des équipements ou des systèmes qui ne font pas partie du circuit principal, tels que des transformateurs, des fans de climatisation, des éclairages intérieure et extérieurs, des prises de courant supplémentaires, etc.

<i>Forages</i>		<i>S</i> (mm ²)	<i>In</i>	<i>Type</i> <i>protection</i>	<i>Model</i>	<i>Références</i>	
<i>F06, F12, F13, F14, F16, F19</i>	<i>C3</i>	<i>Éclairage</i>	1.5	2	Disjoncteur	Acti9iDT40T	A9P22610
		<i>Ventilation</i>	1.5	2	Disjoncteur	Acti9iDT40T	A9P22602
		<i>Prise</i>	2.5	16	Disjoncteur	Acti9 iC60H	A9F89616
		<i>Transformateur 220vac/24vdc</i>	2.5	25	Sectionneur	Acti9fuse- disconnector STI	A9N15646

X. Le choix des équipements de contrôle automatique (API) :

Pour son coût relativement réduit et ses caractéristiques techniques qui répondent bien aux exigences de notre système, le choix des équipements de contrôle (les automates) s'oriente vers les Modules « Zelio Logic » modulaires.

X.1 Présentation du Modules « Zelio Logic » :

Les modules Zelio Logic sont destinés à la réalisation de petits équipements d'automatisme. Ils sont utilisés dans les secteurs d'activité de l'industrie et du tertiaire.

- **Pour l'industrie :**

- Automatismes de petites machines de finition, de confection, d'assemblage ou d'emballage,
- Automatismes décentralisés sur les annexes de grosses et moyennes machines (domaines du textile, du plastique, de la transformation de matériaux...),
- Automatismes pour machines agricoles (irrigation, pompage, serre,).

- **Programmation :**

La programmation peut être effectuée :

- De façon autonome en utilisant le clavier du module logique (langage à contacts),
- Sur PC avec le logiciel "Zelio Soft", la programmation peut être réalisée soit en langage à contacts (LADDER), soit en langage blocs fonctions (FBD). [23]

X.2 Choix de modules/extension :

Parmi les différents modules Zelio Logic disponibles sur le marché, nous avons opté pour un module logique modulaire spécifique : le **SR3B261BD**, ainsi que le module d'extension d'entrée/sortie **SR3XT141BD**.

Tableau 31 : Caractéristiques techniques du module et de l'extension E/S.

<i>Armoire</i>	<i>Unité centrale</i>		<i>Forages</i>
<i>Modules</i>	<i>Module logique</i>	<i>Module d'extension</i>	<i>Module logique</i>
<i>Nombre d'entrées</i>	16	8	16
<i>Nombre de sorties</i>	10 (relais)	6 (relais)	10 (relais)
<i>Alimentation</i>	24 VDC	24 VDC	24 VDC
<i>Référence</i>	SR3B261BD	SR3XT141BD	SR3B261BD

X.3 Interface de communication :

L'offre "communication" de la gamme Zelio Logic se compose :

- D'une interface de communication connectée entre un module logique et un modem,
- De modems analogiques ou GSM,
- Du logiciel "Zelio Soft Com".

Cette offre est dédiée à la surveillance ou à la télécommande à distance de machines ou d'installations fonctionnant sans personnel.

L'interface de communication, alimentée en 12/24 V, permet de stocker les messages, les numéros de téléphone et les conditions d'appel.

XI. Réalisation du schéma de câblage électrique de l'armoire :

XI.1 Le choix du coffret de l'armoire :

- *Pour l'armoire de forage :*

Après avoir estimé la taille occupée par les différents composants et évalué les espaces entre les blocs de l'armoire, nous avons opté pour un coffret de dimensions (Hauteur * Longueur * Largeur) de **(1200x 800 x300) mmt.**

- *Pour l'armoire d'unité centrale :*

Nous avons sélectionné une armoire aux dimensions (Hauteur * Longueur * Largeur) de **(2000 x 1200 x 600) mm³** pour notre armoire après avoir estimé la taille occupée par les différents composants et évalué les espaces entre les blocs de l'armoire.

XI.2 Le choix de ventilation :

- *Pour l'armoire de forage :*

Le débit est calculé à partir de l'équation (13) :

- $\Delta t = 7 \text{ }^\circ\text{C}$
- $S = 3.12 \text{ m}^2$
- $K = 5.5 \text{ w/m}^2/\text{ }^\circ\text{C}$
- $P = 2008 \text{ W}$

$$D = 836.06 \text{ m}^3/\text{h}$$

Après avoir calculé D, nous allons choisir un ventilateur de **838 m³/h**.

- *Pour l'armoire d'unité centrale :*

- $\Delta t = 7 \text{ }^\circ\text{C}$
- $S = 8.64 \text{ m}^2$
- $K = 5.5 \text{ w/m}^2/\text{ }^\circ\text{C}$
- $P = 2259.16 \text{ W}$

$$D = 1000.48 \text{ m}^3/\text{h}$$

Après avoir calculé D, nous allons choisir un ventilateur de **1100 m³/h**.

XI.3 Le choix de l'alimentation stabilisée AC/DC :

- *Armoire de forage :*

Le courant total consommé par les différents organes de commande est :

$$I_{\text{totale}} = 8,2 \text{ A}$$

Le courant que doit fournir l'alimentation stabilisée est :

$$I_{\text{source}} = 9,8 \text{ A}$$

Nous avons opté pour une alimentation stabilisée (220VAC / 24 VDC) capable de fournir un courant de **10 A**.

- *Armoire d'unité centrale :*

$$I_{\text{totale}} = 13,5 \text{ A}$$

Le courant que doit fournir l'alimentation stabilisée est :

$$I_{\text{source}} = 16,2 \text{ A}$$

Nous avons opté pour une alimentation stabilisée (220 VAC / 24 VDC) capable de fournir un courant de **18 A**.

XI.4 List de matériel :

<i>Liste des Materiales</i>				
	<i>Model</i>	<i>Type</i>	<i>Références</i>	<i>Quantité</i>
<i>disjoncteurs</i>	<i>schneidre</i>	<i>NSX100F</i>	<i>LV429952</i>	<i>2</i>
		<i>NSX160F</i>	<i>LV430951</i>	<i>4</i>
		<i>NSX400F</i>	<i>LV432732</i>	<i>1</i>
		<i>NSX250-MA</i>	<i>LV431748</i>	<i>2</i>
		<i>NSX100-MA</i>	<i>LV429740</i>	<i>4</i>
		<i>NSX100-MA</i>	<i>LV429741</i>	<i>2</i>
	<i>schneidre</i>	<i>Acti9iDT40T</i>	<i>A9P22610</i>	<i>7</i>
			<i>A9P22602</i>	<i>7</i>
		<i>Acti9 iC60H</i>	<i>A9F89616</i>	<i>7</i>
<i>Contacteur</i>	<i>schneidre</i>	<i>LC1-D80</i>	<i>LC1-D80</i>	<i>3</i>
	<i>schneidre</i>	<i>LC1-F225</i>	<i>LC1-F225</i>	<i>2</i>
	<i>schneidre</i>	<i>LC1-D115</i>	<i>LC1-D115</i>	<i>3</i>
<i>Fusible</i>	<i>schneidre</i>		<i>DF2CA20</i>	<i>1</i>
			<i>DF2CN10</i>	<i>6</i>
<i>Séctionneur</i>			<i>A9N15646</i>	<i>7</i>
<i>relais thermique</i>	<i>schneidre</i>	<i>LRD-33 57</i>	<i>LRD-33 57</i>	<i>2</i>
	<i>schneidre</i>	<i>LR9-D53 67</i>	<i>LR9-D53 67</i>	<i>3</i>
	<i>schneidre</i>	<i>LRD-33 63</i>	<i>LRD-33 63</i>	<i>1</i>
	<i>schneidre</i>	<i>LR9-F53 71</i>	<i>LR9-F53 71</i>	<i>2</i>

<i>Boutton poussoire</i>	<i>schneider</i>		<i>XB4BA31</i>	<i>9</i>
<i>interrupteur à 3 position</i>			<i>XB4BD33</i>	<i>7</i>
<i>interrupteur à 2 position</i>			<i>XB4BJ21</i>	<i>6</i>
<i>Boutton arret urgence</i>			<i>XB4BS8445</i>	<i>7</i>
<i>Interface de communication</i>	<i>schneider</i>	<i>GSM</i>		<i>1</i>
<i>API</i>	<i>Zelio Logic</i>		<i>SR3B261BD</i>	<i>2</i>
	<i>Zelio Logic</i>		<i>SR3XT141BD</i>	<i>1</i>
<i>L'armoire</i>	<i>schneider</i>		<i>NSYS3D12840P</i>	<i>1</i>
	<i>ABB</i>		<i>ES2026K</i>	
<i>La ventilation</i>	<i>SOLIFLEX</i>		<i>FL 6995A</i>	<i>1</i>
	<i>Sunon</i>		<i>VEN_254R_1444</i>	<i>1</i>
<i>Les goulottes</i>	<i>schneider</i>		<i>NSYCD2M2525</i>	<i>9m</i>
<i>Les profilés</i>	<i>schneider</i>		<i>NSYCUT30</i>	<i>6m</i>
<i>transformateur</i>	<i>EREA</i>		<i>224TC630</i>	<i>6</i>
			<i>224TC1000</i>	<i>1</i>
<i>Thermostat</i>	<i>schneider</i>		<i>NSYCCOTho</i>	<i>8</i>
<i>Lamps vert</i>	<i>schneider</i>		<i>XB7EV03BP</i>	<i>8</i>
<i>Lamps rouge</i>			<i>XB7EV04BP</i>	<i>8</i>
<i>Lamps Orange</i>			<i>XB7EV08BP</i>	<i>8</i>

Tableau 32 : List de matériels.

XII. Elaboration du schéma de commande :

La réalisation d'un automatisme repose sur l'élaboration de 3 schémas qui s'imbriquent :

- *Le schéma de puissance* : qui correspond aux câblages des dispositifs du départ moteur.
- *Le schéma de commande* : qui correspond au câblage de la partie commande, la logique câblée et raccordement aux E/S d'automates.
- *Le schéma de câblage* : qui correspond au câblage de composants d'armoire.

XII.1 Les Schéma des forages :

Un schéma identique sera conçu pour tous les processus de forage.

XII.1.1 Schéma de commande et de puissance :

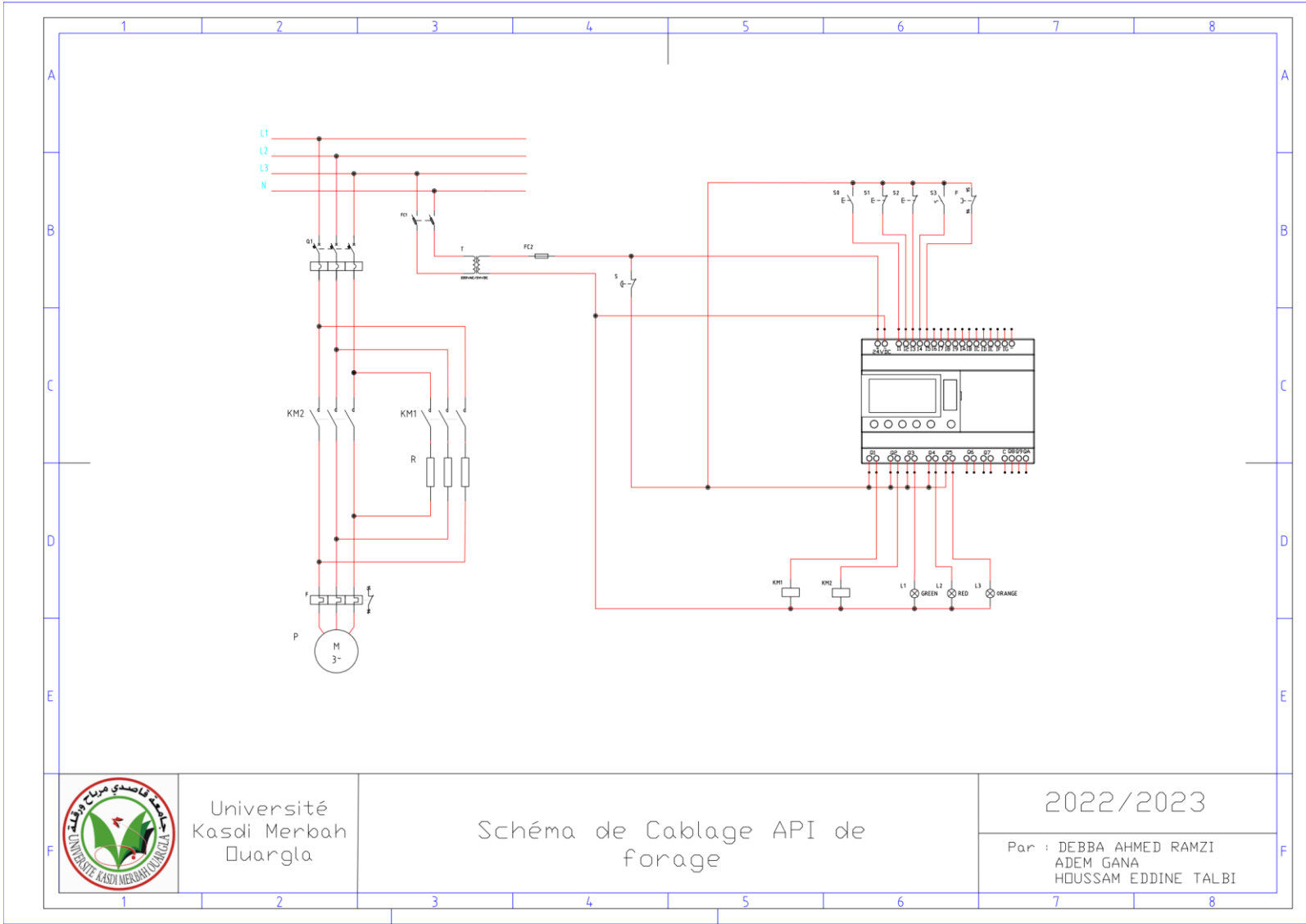


Figure 20 : schéma de commande de forage.

XII.1.2 Schéma de logique programmée :

La programmation sur PC à l'aide du logiciel "Zelio Soft 2" est effectuée en utilisant le langage de blocs fonctionnels (FBD).

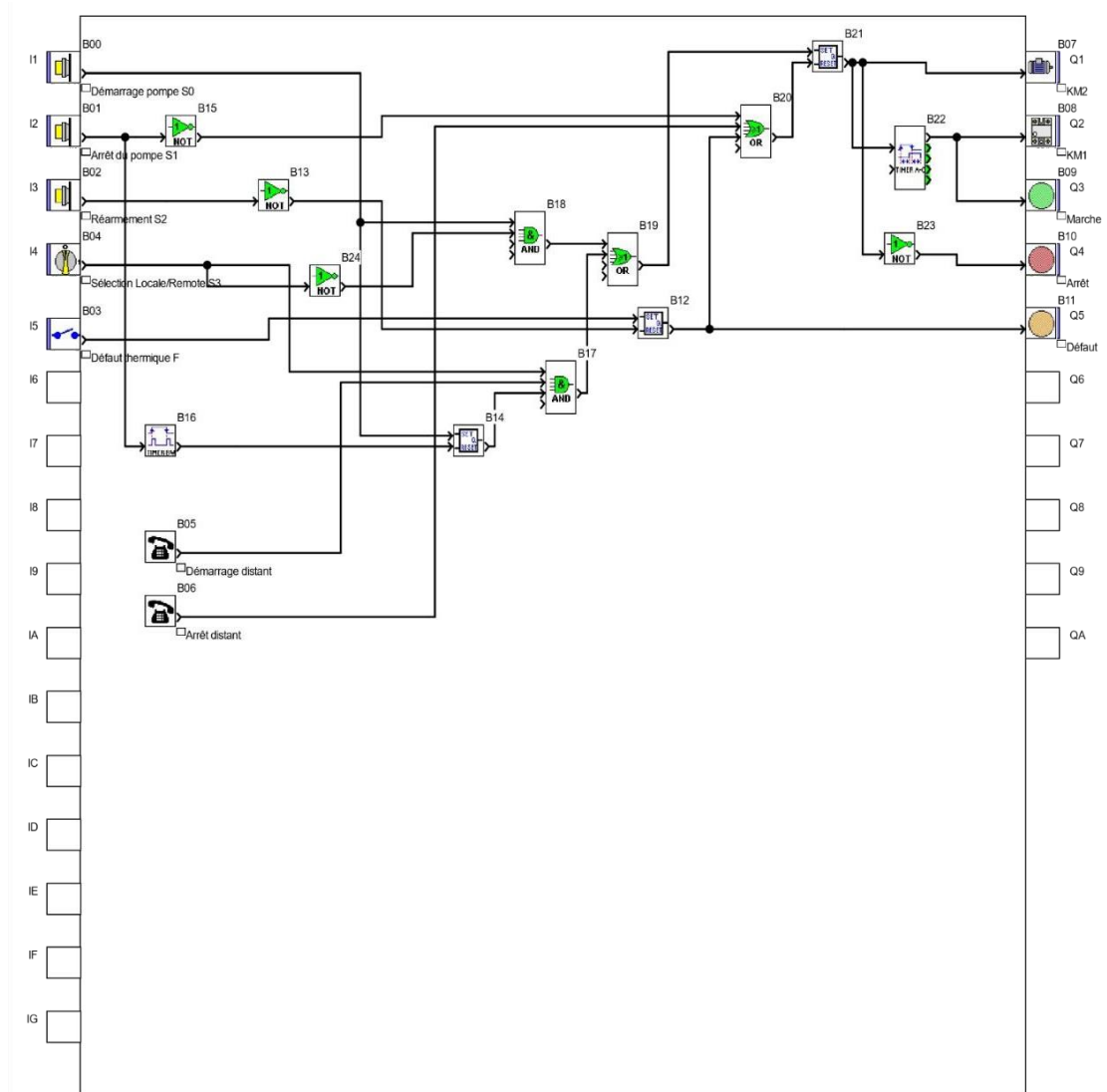
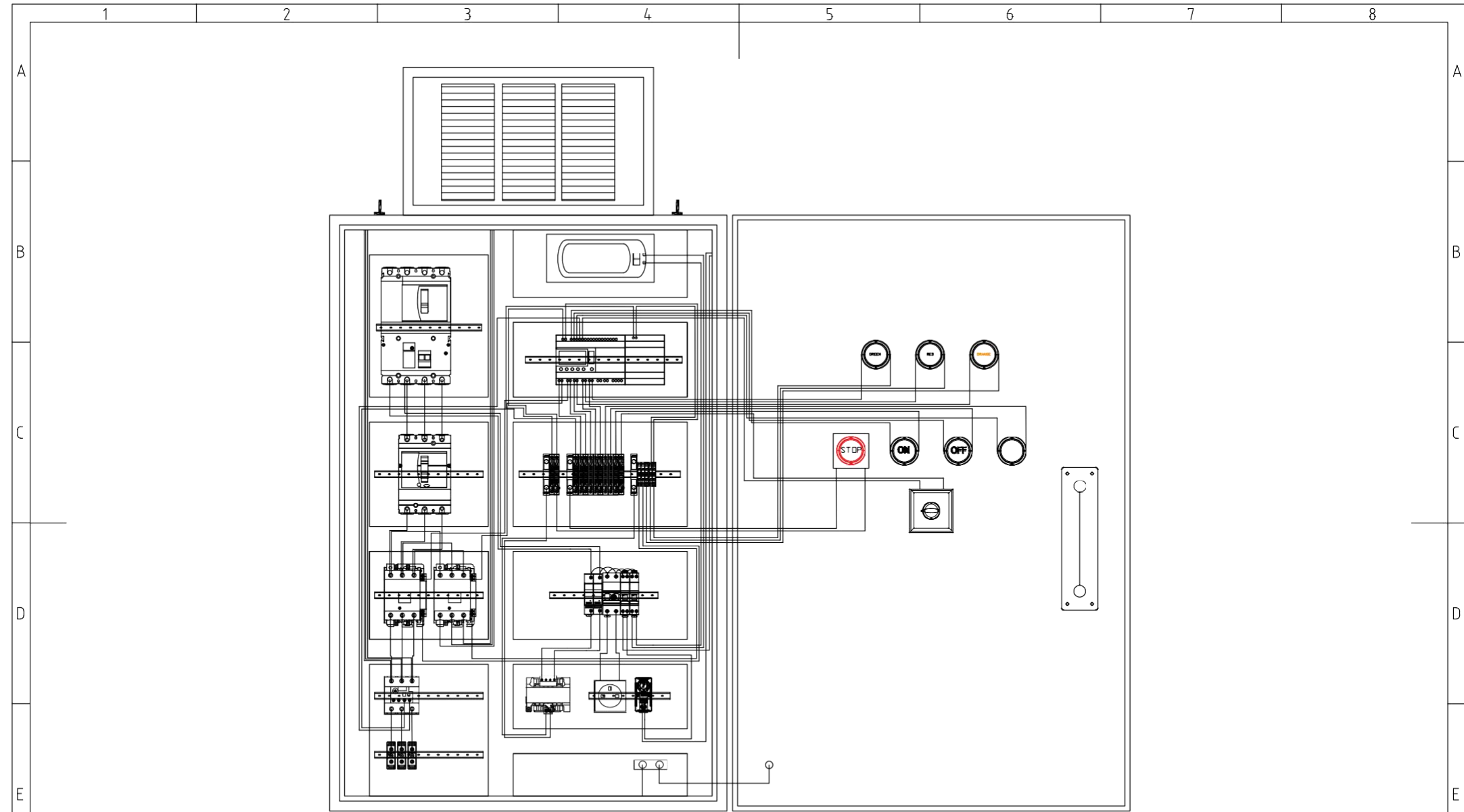


Figure 21 : Programme FBD de commande de forage.

XII.1.1 Schéma de câblage d'armoire :



Université
Kasdi Merbah
Ouargla

Cablage de armoire de forage

2022/2023

Par : DEBBA AHMED RAMZI
ADEM GANA
HOUSSAM EDDINE TALBI

XII.2 Les schémas d'unité centrale :*XII.2.1 Schéma de commande et de puissance :*

Le schéma de l'installation comprend la partie puissance des deux moteurs et la partie commande. Le câblage du module Zelio Logic et le module d'extension E/S est réalisé de la manière suivante:

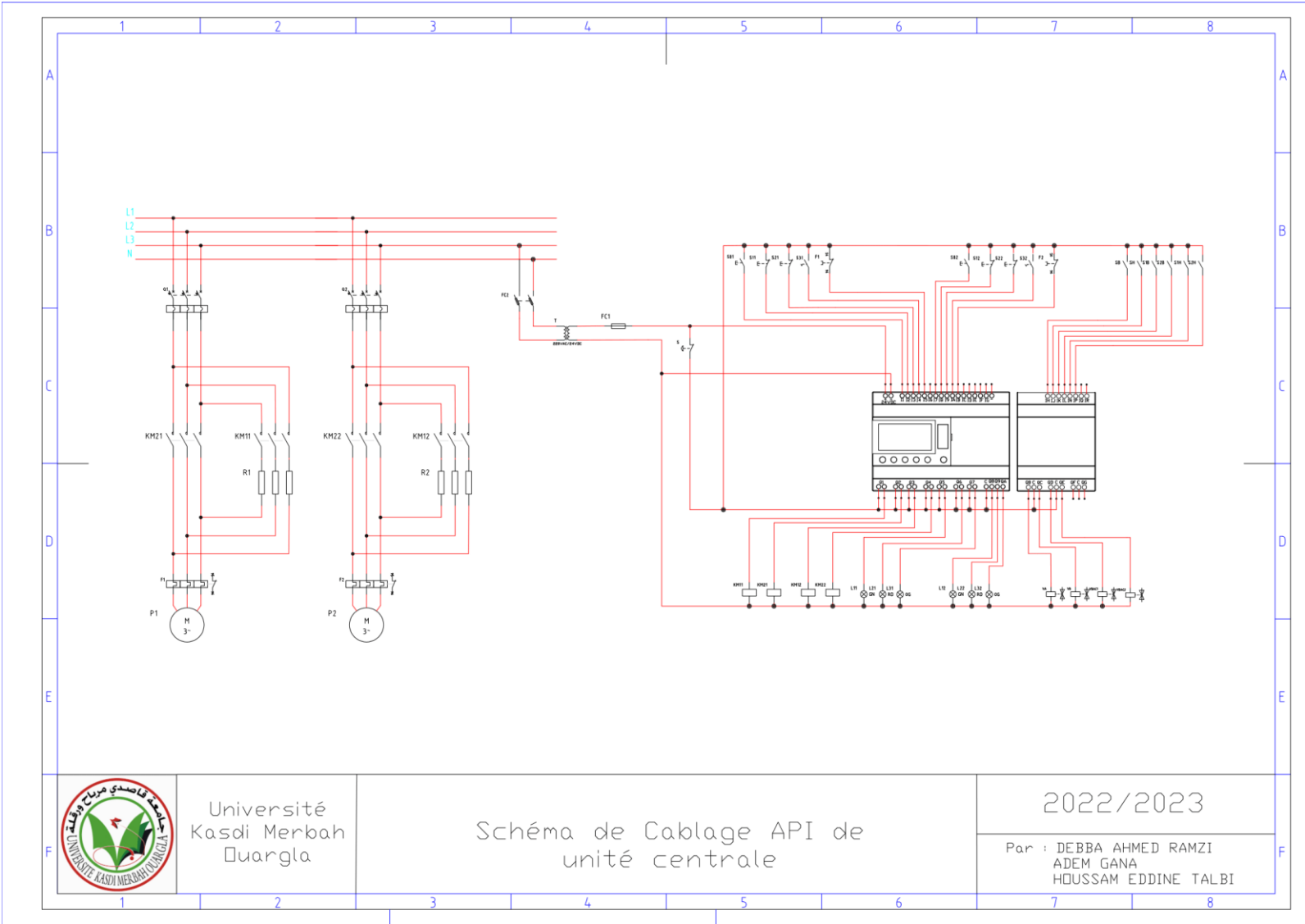


Figure 22 : schéma de câblage API d'unité centrale.

XII.2.2 Schéma de logique programmée :

Utilisant le logiciel "Zelio Soft 2", un programme est élaboré pour gérer l'ensemble du système, y compris la séquence de fonctionnement des deux pompes horizontales et des six forages.

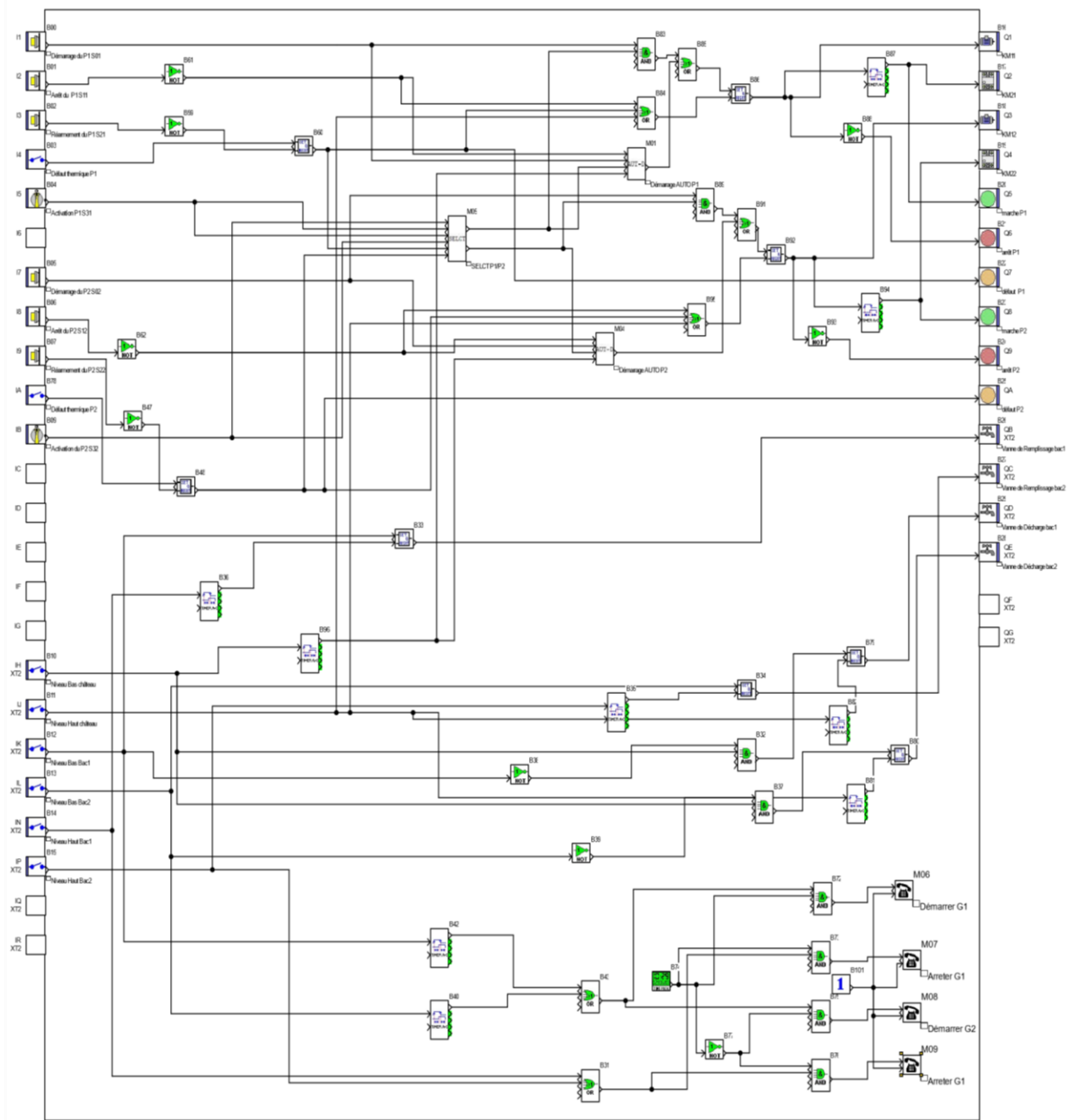


Figure 23 : Programme FBD d'unité centrale.

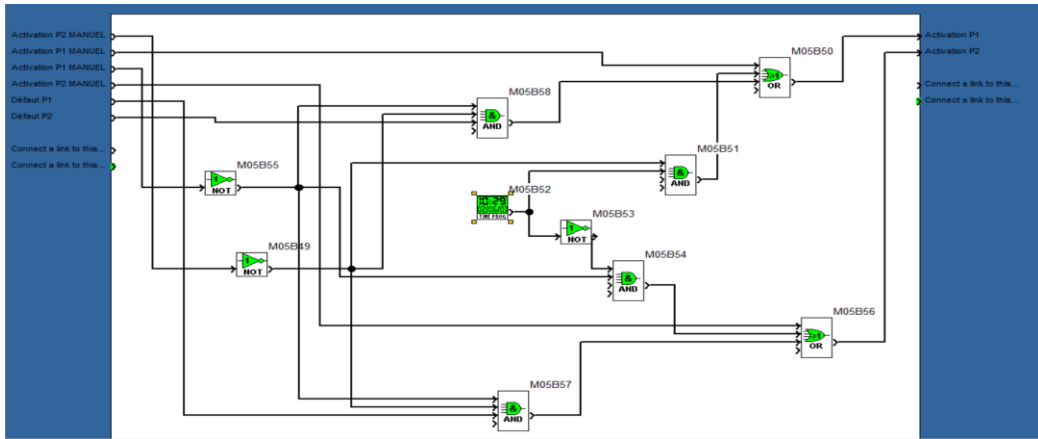


Figure 24 : schéma de la macro 'select P1 /P2

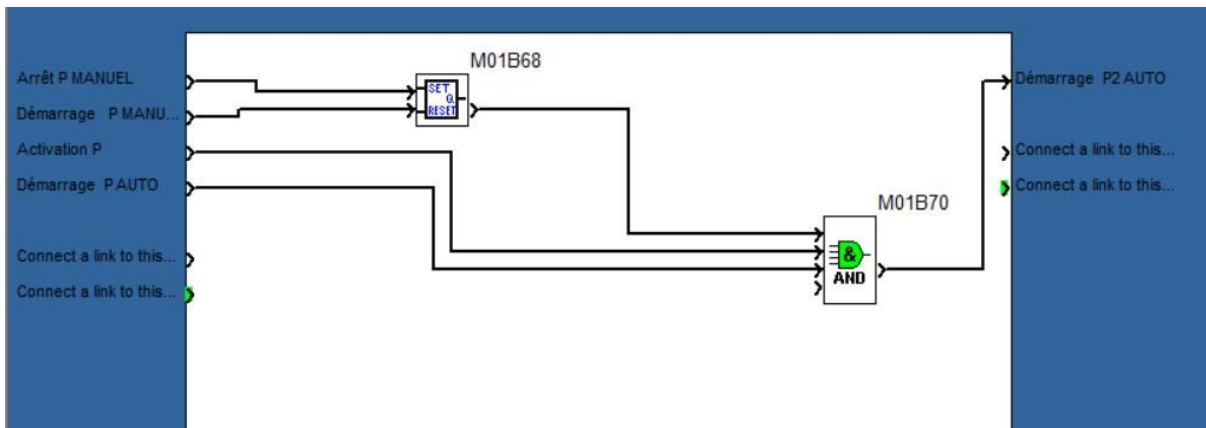
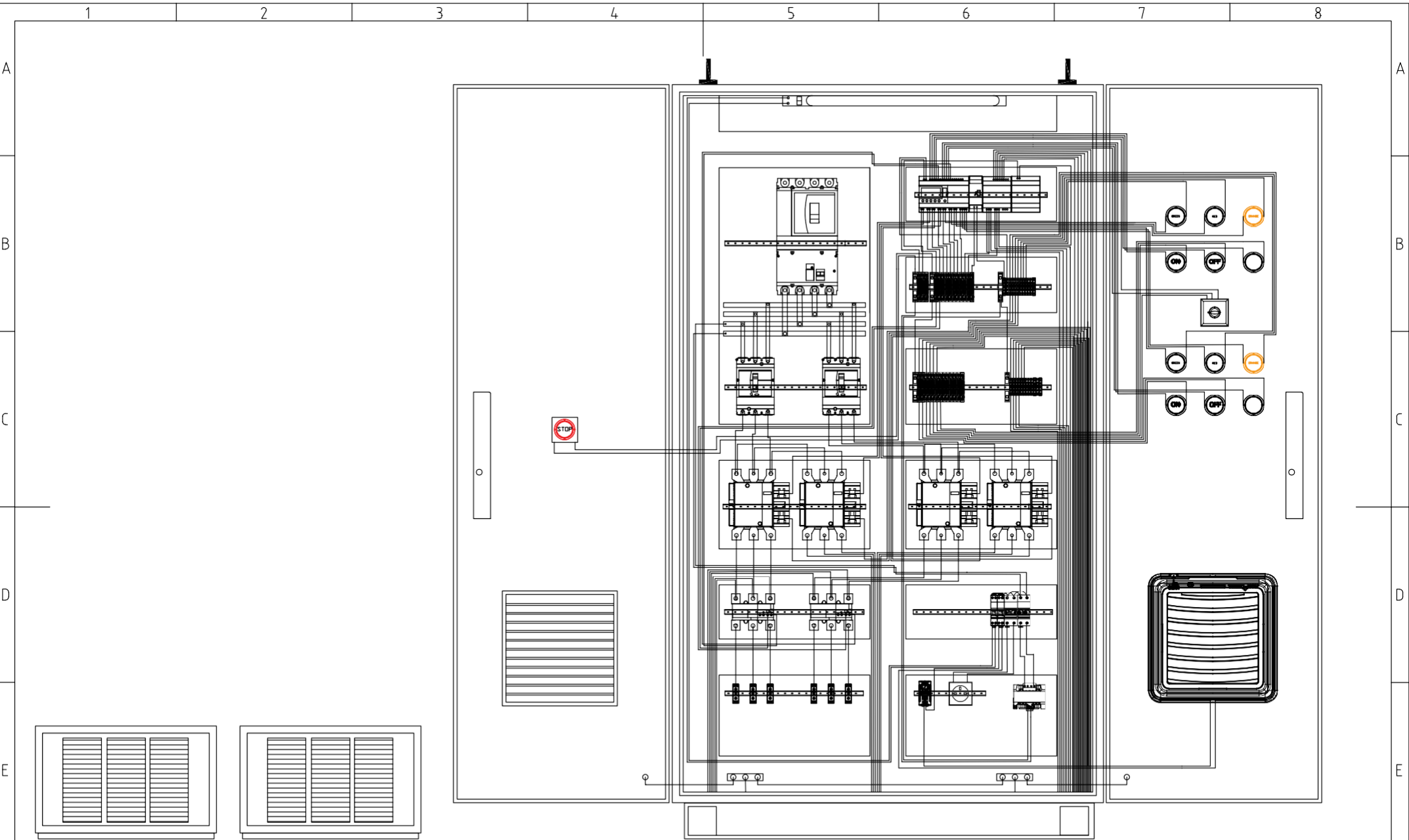


Figure 25 : schéma de la macro de démarrage automatique.

B74		Daily, weekly and yearly programmer			
Number	Change to	Daily	Day(s)	Week(s)	
00	ON	00:00	MON,TUE,WEDS,THURS,FRI,SAT,SUN	1,2,3,4,5	
01	OFF	06:00	MON,TUE,WEDS,THURS,FRI,SAT,SUN	1,2,3,4,5	
02	ON	12:00	MON,TUE,WEDS,THURS,FRI,SAT,SUN	1,2,3,4,5	
03	OFF	18:00	MON,TUE,WEDS,THURS,FRI,SAT,SUN	1,2,3,4,5	
M05B52		Daily, weekly and yearly programmer			
Number	Change to	Daily	Day(s)	Week(s)	
01	ON	09:00	Every month 1	-	
02	OFF	09:00	Every month 16	-	

Figure 26 : paramètres de temporisateurs.

XII.2.1 Schéma de câblage :

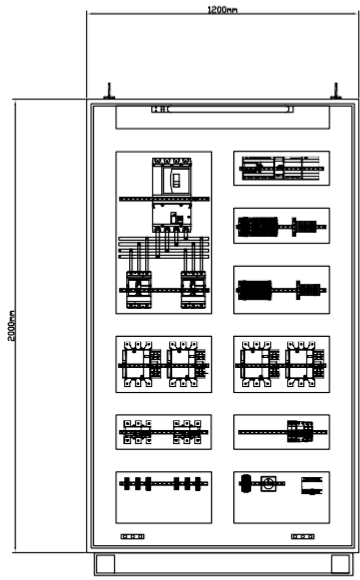


Université
Kasdi Merbah
Ouargla

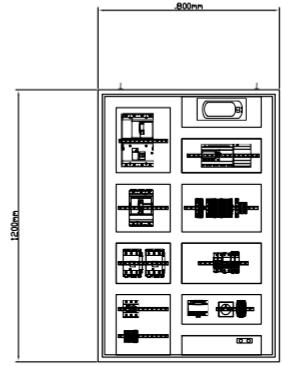
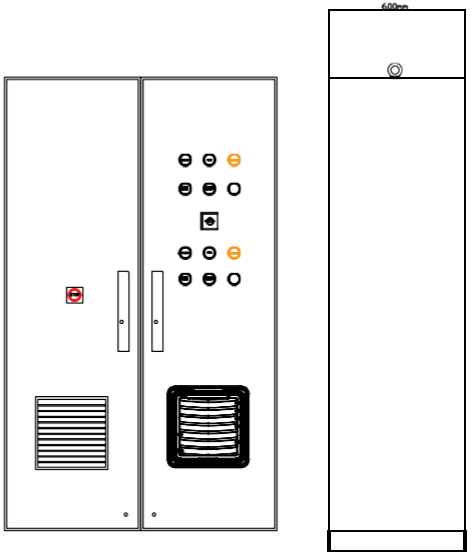
Cablage de armoire de unité
centrale

2022/2023

Par : DEBBA AHMED RAMZI
ADEM GANA
HOUSSAM EDDINE TALBI



Armoire de unité centrale



Armoire de forage



Université
Kasdi Merbah
Ouargla

Dimensions des armoires de
système

2022/2023

Par : DEBBA AHMED RAMZI
ADEM GANA
HOUSSAM EDDINE TALBI

XIII. Conclusion

Durant le troisième chapitre, nous avons implémenté avec succès une solution automatisée reposant sur un système de contrôle-commande en accord avec les exigences et recommandations hydrauliques. Grâce à notre base de données, le processus de conception a été simplifié et facilité. Le système est composé de sept contrôleurs logiques (PLC), dont un principal installé au niveau du collecteur, et six secondaires situés dans des caissons, soutenus par une solide logique API intégrée au module "Zelio Logic".

L'utilisation du logiciel "Zelio Soft2" permet de programmer le système en utilisant le langage FBD, en respectant les adresses des connexions d'entrées/sorties (I/O). Le langage FBD s'est révélé utile en raison de sa simplicité, de sa flexibilité et de la richesse de sa bibliothèque.

Les résultats de la simulation ont été satisfaisants en termes de fonctionnement manuel et automatique, de détection de dysfonctionnements et de réinitialisations.

Conclusion générale

Le processus de conception des armoires de commande est devenu facile par rapport à ce que nous attendions auparavant. Comme nous avons établi une start-up utilisant la base de données Excel et AutoCAD, l'armoire de commande peut être conçue pour n'importe quelle installation dans les plus brefs délais sur la base d'un cahier de charge qui comprend les spécifications de cette installation, et qui nécessite une connaissance du principe de fonctionnement des installations, de l'instrumentation et des systèmes industriels avant de poursuivre le processus de conception.

Les installations industrielles utilisent des systèmes logiques (API, logique câblée) ou analogiques (DCS, SCADA, etc.) pour leur fonctionnement. Les systèmes logiques offrent précision et réactivité, tandis que les systèmes analogiques conviennent aux mesures continues et à la surveillance en temps réel. Les avancées technologiques récentes ont permis la combinaison des composants logiques et analogiques dans de nombreux systèmes industriels, Le choix entre le système logique et analogique dépendra des besoins spécifiques de l'installation industrielle et des objectifs du processus de production.

L'établissement de notre entreprise nécessite un grand soutien en terme de lieu de travail, qui garantit la pratique de notre activité à titre officiel, et l'équipement de ce siège avec des ordinateurs équipés de programmes de conception, en plus d'imprimantes de tailles appropriées et d'autres meubles nécessaires pour le bon fonctionnement de l'activité de l'établissement.

Nous avons rencontré quelques obstacles, car nous n'avons pas obtenu les matériaux nécessaires pour concevoir les armoires de commande, même pour des installations simples, en plus du fait que les programmes de conception sont chers et non disponibles en Algérie, notamment Solide Works et SEE ELECTRICAL.

Mais malgré cela, nous aspirons à l'avenir de passer à l'étape de la réalisation des armoires de commande, étape que nous espérons inclure dans notre mémoire, mais ces obstacles ne pas permis de le faire.

Bibliography




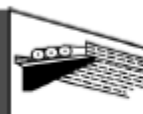


- [1] Andjouh Iyes et r. Touati, «Mémoire fin d'étude"Automatisation et supervision de la fosse de lavage de la raffinerie d'huile au niveau du complexe agroalimentaire Cevital », Université de Béjaïa, promotion 2013,» Université de Béjaïa, promotion 2013, 2013.
 - [2] J.Perrin, B. F. , D. J. et T. J.P, «Automatique et Informatique industrielle : Bases théoriques, méthodologiques et techniques”,,,» Nathan Technique, novembre 2004.
 - [3] D. BOUTEILLE, «les automatismes programmables »,,,» capades éditions.
 - [4] A. Nouredine et R. FRAHTIA, «automatisation d'une petite unité De production par la résolution GRAFCET,» université de M'sila , M'sila , 2008..
 - [5] L. BERGOUGNOUX, «api-automatique.,» POLYTECH' Marseille Département de Mécanique Energétique, 2004–2005..
 - [6] K. Z. Sarhani, «Mémoire de fin d'études « Configuration, Interfaçage et Surveillance de DCS et RTU Schneider Saitel DP(SCADA) Utilisant Logiciel Easergy Builder,» Université de Mohamed Khider de Biskra,, 2020..
 - [7] I. Boualem, «contribution à l'étude de supervision industrielle automatique dans un environnement SCADA,» mémoire magistère université M'HAMED BOUGARA de BOUMERDES , 2009. .
 - [8] I. ZEDJIGA et S. GADA , «Mémoire de fin d'études « Etude et Automatisation de la chaîne de production de portes de réfrigérateur par un API S7-300 »,,,» 2007-2008.
 - [9] A. Armenta, Artist, *ntroduction to Industrial Control Panel Design*. [Art]. 2022..
 - [10] «PANNEAU DE COMMANDE ÉLECTRIQUE DE : QUOI S'AGIT-IL ET POURQUOI EN AVEZ-VOUS BESOIN | PANNEAUX DE CONTRÔLE INDUSTRIELS,» [En ligne].
 - [11] «Schneider électrique, catalogue distribution électrique .,» 2012. [En ligne].
 - [12] A. AIGOUN et Y. HOCINE, «Etude et réalisation d'une armoire de commande d'une centrale de neutralisation des eaux usées par un API,» Université de Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, soutenu le 29 septembre 2014, 29 septembre 2014.
 - [13] *NF C 15-100, Installations électriques à basse tension*. [Art]. L'association française de normalisation (afnor), Décembre 2002.
 - [14] C. PREVE et R. JEANNOT, «Schneider Electric : Guide de conception des réseaux électriques industriels.N° 6883427/A.,» Février 1997.. [En ligne].
 - [15] «choix de la section d'un conducteur,» 4 avril 2004. [En ligne].
 - [16] «Guide des soultion d'automatisme,» 2008. [En ligne].
 - [17] «Guide de l'installation électrique 2010, Normes internationales CEI et nationales françaises NF,» Schneider Electric, 2010. [En ligne].
-

- [18] E. T. e. H. DJIOUA et D. Hakim , «Mémoire de fin d'études : « Etude et dimensionnement d'une armoire électrique en vue de l'automatisation d'une station de traitement des eaux,» Université de Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, soutenu , le 25 septembre 2017.
- [19] «Détermination des sections des conducteurs,» 23 avril 2016. [En ligne].
- [20] «<https://www.google.com>».
- [21] É. G. :. «. I. e. a. », « : « Installation et appareillage »,» publié le 05 juillet2013..
- [22] «Norme Française NFC15-100,» Décembre 2002. [En ligne].
- [23] «Compléments techniques distribution électrique BT et HTA,» Schneider Electric, 2012. [En ligne].
-




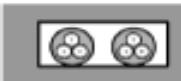


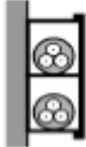

Annexes


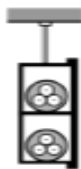


Le facteur f_0 correspond au mode de pose ; les facteurs f_1 à f_{10} :

➤ *Mode de pose :*

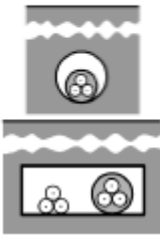
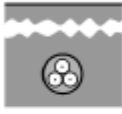

Exemple	Description	N°	Lettre de sélection		f_0	Facteurs de correction à appliquer		
						f_1	f_4	f_5
	- fixés sur un mur	11	C		1	f_1	f_4	f_5
		- fixés à un plafond	11A	C		0.95	f_1	f_4
	- sur des chemins de câbles ou tablettes non perforés	12	C		1	f_1	f_4	f_5
	câbles							
			Multi-conducteur	Mono-conducteur				
	- sur des chemins de câbles ou tablettes perforés en parcours horizontal ou vertical	13	E	F	1	f_1	f_4	f_5
	- sur des corbeaux	14	E	F	1	f_1	f_4	f_5
	- sur des échelles à câbles	14	E	F	1	f_1	f_4	f_5

Annexes

Exemple	Description	N°	Lettre de sélection	Facteurs de correction à appliquer				
				f_0	f_1	f_4	f_5	f_6
	Câbles mono ou multiconducteurs dans des vides de construction	21	B	0.95	f_1	f_4	f_5	—
	Câbles mono ou multiconducteurs dans des conduits dans des vides de construction	22A	B	0.865	f_1	f_4	f_5	f_6
	Câbles mono ou multiconducteurs dans des conduits profilés dans des vides de construction	23A	B	0.865	f_1	f_4	f_5	f_6
	Câbles mono ou multiconducteurs dans des conduits profilés noyés dans la construction	24A	B	0.865	f_1	f_4	f_5	f_7
	Câbles mono ou multiconducteurs : - dans des faux-plafonds	25	B	0.95	f_1	f_4	f_5	—
	- dans des plafonds Suspendus.							
	Câbles mono ou multiconducteurs dans des goulottes fixées aux parois : - en parcours horizontal	31A	B	0.9	f_1	f_4	f_5	—
	- en parcours vertical	32A	B	0.9	f_1	f_4	f_5	—

Exemple	Description	N°	Lettre de sélection	Facteurs de correction à appliquer				
				f_0	f_1	f_4	f_5	f_6
	Câbles mono ou multiconducteurs dans des goulottes encastrées dans des planchers.	33A	B	0.9	f_1	f_4	f_5	—
	Câble mono ou multiconducteurs dans des goulottes suspendues.	34A	B	0.9	f_1	f_4	f_5	—
	Câbles multiconducteurs dans des caniveaux fermés, en parcours horizontal ou vertical.	41	B	0.95	f_1	f_4	f_5	—
	Câbles mono ou multiconducteurs dans des caniveaux ouverts ou ventilés.	43	B	1	f_1	f_4	f_5	—

Annexes

Modes de pose	Description	N°	Lettre de sélection	Facteurs de correction à appliquer				
				f_0	f_2	f_3	f_8	f_0
	Câbles mono ou multiconducteurs dans des conduits ou dans des conduits profilés enterrés	61	D	0.8	f_2	f_3	f_8	f_0
	Câbles mono ou multiconducteurs enterrés sans protection mécanique complémentaire	62	D	1	f_2	f_3	f_{10}	--
	Câbles mono ou multiconducteurs enterrés avec protection mécanique complémentaire	63	D	1	f_2	f_3	f_{10}	--

➤ *facteurs de correction pour des températures ambiantes différentes de 30 °C : f_1*

Températures ambiantes θ_0	Isolation		
	Elastomères (caoutchouc) $\theta_p = 60\text{ °C}$	PVC $\theta_p = 70\text{ °C}$	PR ou EPR $\theta_p = 90\text{ °C}$
10	1,29	1,22	1,15
15	1,22	1,17	1,12
20	1,15	1,12	1,08
25	1,08	1,06	1,04
35	0,91	0,94	0,96
40	0,82	0,87	0,91
45	0,71	0,79	0,87
50	0,58	0,71	0,82
55	0,41	0,61	0,76
60	0,00	0,50	0,71
65	--	0,35	0,65
70	--	0,00	0,58
75	--	--	0,50
80	--	--	0,41
85	--	--	0,29

➤ *facteurs de correction pour des températures du sol différentes de 20 °C : f_2*

Températures du sol $\theta_0\text{ °C}$	Isolation	
	PVC $\theta_p = 70\text{ °C}$	PR et EPR $\theta_p = 90\text{ °C}$
10	1,10	1,07
15	1,05	1,04
25	0,95	0,96
30	0,89	0,93
35	0,84	0,89
40	0,77	0,85
45	0,71	0,80
50	0,63	0,76
55	0,55	0,71
60	0,45	0,65
65	-	0,60
70	-	0,53
75	-	0,46
80	-	0,38

➤ *Facteurs de correction pour les canalisations enterrées, en fonction de la résistivité thermique du sol : f_3*

Annexes

Résistivité thermique du terrain K.m/W	Facteur de correction	Observations			
		Humidité		Nature du terrain	
0.4	1.25	pose immergée terrain très humide	marécages sable		
0.5	1.21				
0.7	1.13	terrain humide		Argile et calcaire	
0.85	1.05	terrain dit normal			
1.00	1.00	terrain sec			Cendres et mâchefer
1.20	0.94				
1.50	0.86	terrain très sec			
2.00	0.76				
2.50	0.70				
3.00	0.65				

- Câbles multiconducteurs ou groupes de câbles mono-conducteurs jointifs : f_4

N° des modes De pose	Nombre de câbles multiconducteurs ou groupes de câbles monoconducteurs jointifs											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20
21, 22A, 23A, 24A, 25, 31, 31A, 32, 32A, 33A, 34A, 41, 43	1.00	0.80	0.70	0.65	0.60	0,55	0,55	0,50	0,50	0,45	0,40	0,40
11, 12	1.00	0.85	0.79	0.75	0.73	0.72	0.72	0.71	0.70	Pas de facteur de réduction Pour plus de 9 câbles		
11A	1.00	0.85	0.76	0.72	0.69	0.67	0.66	0.65	0.64			
13	1.00	0.88	0.82	0.77	0.75	0.73	0.73	0.72	0.72			
14, 16	1.00	0.88	0.82	0.80	0.80	0.79	0.79	0.78	0.78			

- Câbles multiconducteurs ou groupes de câbles mono-conducteurs disposés en plusieurs couches : f_5

Nombre de couches	2	3	4 ou 5	6 à 8	9 et plus
Facteurs de correction f_5	0.80	0.73	0.70	0.68	0.66

- Facteurs de correction en fonction du nombre de conduits dans l'air et de leur disposition voir tableau : f_6

Nombre de conduits disposés verticalement	Nombre de conduits disposés horizontalement					
	1	2	3	4	5	6
1	1	0.94	0.91	0.88	0.87	0.86
2	0.92	0.87	0.84	0.81	0.80	0.79
3	0.85	0.81	0.78	0.76	0.75	0.74
4	0.82	0.78	0.74	0.73	0.72	0.72
5	0.80	0.76	0.72	0.71	0.70	0.70
6	0.79	0.75	0.71	0.70	0.69	0.68

- Facteurs de correction en fonction du nombre de conduits enterrés ou noyés dans le béton et de leur disposition, voir tableau : f_7

Nombre de conduits disposés verticalement	Nombre de conduits disposés horizontalement					
	1	2	3	4	5	6
1	1	0.87	0.77	0.72	0.68	0.65
2	0.87	0.71	0.62	0.57	0.53	0.50
3	0.77	0.62	0.53	0.48	0.45	0.42
4	0.72	0.57	0.48	0.44	0.40	0.38
5	0.68	0.53	0.45	0.40	0.37	0.35
6	0.65	0.50	0.42	0.38	0.35	0.32

Annexes

- *Facteurs de correction pour conduits enterrés non jointifs disposés horizontalement ou verticalement à raison d'un câble ou d'un groupement de trois câbles mono-conducteurs par conduit : f₈*

Nombre de conduits	Distance entre conduits (a)		
	0,25 m	0,5 m	1,0 m
2	0.93	0.95	0.97
3	0.87	0.91	0.95
4	0.84	0.89	0.94
5	0.81	0.87	0.93
6	0.79	0.86	0.93

- *Facteurs de correction dans le cas de plusieurs circuits ou câbles dans un même conduit enterré, voir tableau : f₉*

Disposition de circuits ou de câbles jointifs	Facteurs de correction											
	Nombre de circuits ou de câbles multiconducteurs											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20
Posés dans un conduit enterré	1	0.71	0.58	0.50	0.45	0.41	0.38	0.35	0.33	0.29	0.25	0.22

- *Facteurs de correction pour groupement de plusieurs câbles posés directement dans le sol - câbles mono -conducteurs ou multiconducteurs disposés horizontalement ou verticalement, voir tableau : f₁₀*

Nombre de câbles ou de circuits	Distance entre câbles ou groupements de 3 câbles monoconducteurs (a)				
	Nulle (câbles jointifs)	Un diamètre de câble	0,25 m	0,5 m	1,0 m
2	0.76	0.79	0.84	0.88	0.92
3	0.64	0.67	0.74	0.79	0.85
4	0.57	0.61	0.69	0.75	0.82
5	0.52	0.56	0.65	0.71	0.80
6	0.49	0.53	0.60	0.69	0.78

- *Section de câble de transformateur AC/DC :*

Section de câble 24v : puissance max

Longueur A+R Section de câble	2 m	4 m	6 m	8 m	10 m	12 m	14 m	16 m	18 m	20m
0,75 mm ²	308,6	154,3	102,9	77,1	61,7	51,4	44,1	38,6	34,3	30,9
1 mm ²	411	206	137	103	82	69	59	51	46	41
1,5 mm ²	617,1	308,6	205,7	154,3	123,4	102,9	88,2	77,1	68,6	61,7
2,5 mm ²	1029	514	343	257	205,7	171	146,9	128,6	114,3	102,9
4 mm ²	1646	823	549	411	329	274	235	205,7	182,9	164,6
6 mm ²	2469	1234	823	617	494	411	353	308,6	274	246,9
10 mm ²	4114	2057	1371	1029	823	686	588	514	457	411
16 mm ²	6583	3291	2194	1646	1317	1097	940	823	731	658
25 mm ²	10286	5143	3429	2571	2057	1714	1469	1286	1143	1029
35 mm ²	14400	7200	4800	3600	2880	2400	2057	1800	1600	1440
50 mm ²	20571	10286	6857	5143	4114	3429	2939	2571	2286	2057

Calcul de section : $\frac{\rho \times L \times I}{U'}$

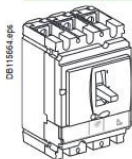
ρ = Résistivité cuivre : 0.021
L = Longueur câble Aller + Retour

I = Intensité en Ampères
U' = Chute de tension relative en Volts à 3%

- *Le choix de disjoncteurs :*

ComPact NSX100/160/250F

With magnetic trip unit MA



ComPact NSX100F (36 kA at 380/415 V)

Rating	3P 3d
MA2.5	LV429745
MA6.3	LV429744
MA12.5	LV429743
MA25	LV429742
MA50	LV429741
MA100	LV429740

ComPact NSX160F (36 kA at 380/415 V)

Rating	3P 3d
MA100	LV430831
MA150	LV430830

ComPact NSX250F (36 kA at 380/415 V)

Rating	3P 3d
MA150	LV431749
MA220	LV431748

With electronic trip unit MicroLogic 2.2 M (LS₀ motor protection)



ComPact NSX100F (36 kA at 380/415 V)

Rating	3P 3d
25 A	LV429828
50 A	LV429827
100 A	LV429825

ComPact NSX160F (36 kA at 380/415 V)

Rating	3P 3d
100 A	LV430986
150 A	LV430985

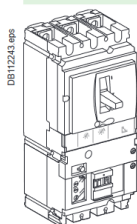
ComPact NSX250F (36 kA at 380/415 V)

Rating	3P 3d
150 A	LV431161
220 A	LV431160

With electronic trip unit MicroLogic 6.2 E-M (LSIG motor protection, energy meter)

To be ordered with 2 catalog numbers: 1 basic frame + 1 trip unit

ComPact NSX with normal trip unit



ComPact NSX100F Vigi add-on

Rating	4P 3d	4P 4d
TM40D	LV429944	LV429954
TM63D	LV429942	LV429952
TM80D	LV429941	LV429951
TM100D	LV429940	LV429950

ComPact NSX160F Vigi add-on

Rating	4P 3d	4P 4d
TM80D	LV430943	LV430953
TM100D	LV430942	LV430952
TM125D	LV430941	LV430951
TM160D	LV430940	LV430950

ComPact NSX250F Vigi add-on

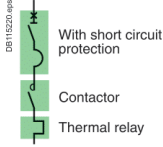
Rating	4P 3d	4P 4d
TM125D	LV431943	LV431953
TM160D	LV431942	LV431952
TM200D	LV431941	LV431951
TM250D	LV431940	LV431950

ComPact NSX400F Vigi add-on

Rating	4P 3d	4P 4d
MicroLogic 2.3	LV432732	LV432732

Complementary technical information

Type 2 coordination (IEC 60947-4-1) 380/400 V



Circuit breakers, contactors and thermal relays

Performance "Iq": Ue = 380/400 V

Circuit breakers	B	F	N	H	S	L
NSX100/160/250-MA	25 kA	36 kA	50 kA	70 kA	100 kA	130 kA
NSX400/630 Micrologic 1.3 M	25 kA	36 kA	50 kA	70 kA	100 kA	130 kA
NS800L/NS1000L Micrologic 5.0	-	-	-	-	-	130 kA

Starting⁽¹⁾: normal, LRD class 10 A, LR9 class 10.

Motors P (kW)	I (A) 380 V	I (A) 400 V	Ie max (A)	Circuit breakers Type	Rating (A)	Irm (A) ⁽³⁾	Contactors ⁽²⁾ Type	Thermal o/l relays Type	I _{rt} ⁽¹⁾
0.37	1.2	1.1	1.6	NSX100-MA	2.5	22.5	LC1 D09	LRD 06 ⁽⁴⁾	1/1.6
0.55	1.6	1.5	2.5	NSX100-MA	2.5	32.5	LC1 D09	LRD 07 ⁽⁴⁾	1.6/2.5
0.75	2	1.9	2.5	NSX100-MA	2.5	32.5	LC1 D09	LRD 07 ⁽⁴⁾	1.6/2.5
1.1	2.8	2.7	4	NSX100-MA	6.3	57	LC1 D32	LRD 08 ⁽⁴⁾	2.5/4
1.5	3.7	3.6	4	NSX100-MA	6.3	57	LC1 D32	LRD 08 ⁽⁴⁾	2.5/4
2.2	5.3	4.9	6	NSX100-MA	6.3	82	LC1 D32	LRD 10 ⁽⁴⁾	4/6
3	7	6.5	8	NSX100-MA	12.5	113	LC1 D80	LRD 3312 ⁽⁴⁾	5.5/8
4	9	8.5	10	NSX100-MA	12.5	138	LC1 D80	LRD 3314 ⁽⁴⁾	7/10
5.5	12	11.5	12.5	NSX100-MA	12.5	163	LC1 D80	LRD 3316 ⁽⁴⁾	9/13
7.5	16	15.5	18	NSX100-MA	25	250	LC1 D80	LRD 3321	12/18
10	21	20	25	NSX100-MA	25	325	LC1 D80	LRD 3322	17/25
11	23	22	25	NSX100-MA	25	325	LC1 D80	LRD 3322	17/25
15	30	29	32	NSX100-MA	50	450	LC1 D80	LRD 33 53	23/32
18.5	37	35	40	NSX100-MA	50	550	LC1 D80	LRD 33 55	30/40
22	43	41	50	NSX100-MA	50	650	LC1 D80	LRD 33 57	37/50
30	59	55	63	NSX100-MA	100	900	LC1 D80	LRD 33 59	48/65
37	70	66	80	NSX100-MA	100	1100	LC1 D80	LRD 33 63	63/80
45	85	80	100	NSX100-MA	100	1300	LC1 D115 LC1 F115	LR9 D53 67 LR9 F53 67	60/100
55	105	97	115	NSX160-MA	150	1500	LC1 D115 LC1 F115	LR9 D53 69 LR9 F53 69	90/150
75	140	132	150	NSX160-MA	150	1950	LC1 D150 LC1 F150	LR9 D53 69 LR9 F53 69	90/150
90	170	160	185	NSX250-MA	220	2420	LC1 F185	LR9 F53 71	132/220
110	205	195	220	NSX250-MA	220	2860	LC1 F225	LR9 F53 71	132/220
			265	NSX400 - Micrologic 1.3 M	320	3500	LC1 F265	LR9 F73 75	200/330
132	250	230	265	NSX400 - Micrologic 1.3 M	320	3500	LC1 F265	LR9 F73 75	200/330
160	300	280	320	NSX400 - Micrologic 1.3 M	320	4160	LC1 F330	LR9 F73 75	200/330
200	370	350	400	NSX630 - Micrologic 1.3 M	500	5700	LC1 F400 (70 kA) LC1 F500 (130 kA)	LR9 F73 79	300/500
220	408	380	500	NSX630 - Micrologic 1.3 M	500	6500	LC1 F500	LR9 F73 79	300/500
250	460	430	500	NSX630 - Micrologic 1.3 M	500	6500	LC1 F500	LR9 F73 79	300/500
300	565	500	630	NS800L - Micrologic 5.0 - LR off	800	8000	LC1 F630	LR9 F73 81	380/630
335	620	560	630	NS800L - Micrologic 5.0 - LR off	800	8000	LC1 F630	LR9 F73 81	380/630
375	670	620	780	NS1000L - Micrologic 5.0 - LR off	1000	10000	LC1 F780	TC800/1 + LRD 05	500/800
400	710	690	780	NS1000L - Micrologic 5.0 - LR off	1000	10000	LC1 F780	TC800/1 + LRD 05	500/800
450	800	750	780	NS1000L - Micrologic 5.0 - LR off	1000	10000	LC1 F780	TC800/1 + LRD 05	500/800

(1) Heavy starting (class 20), see thermal o/l chart of equivalence.

(2) Reversers: replace LC1 with LC2; start-delta starter: replace LC1 with LC3.

(3) I_l for Micrologic 5.0 control unit.

(4) I_q ≤ 50 kA.

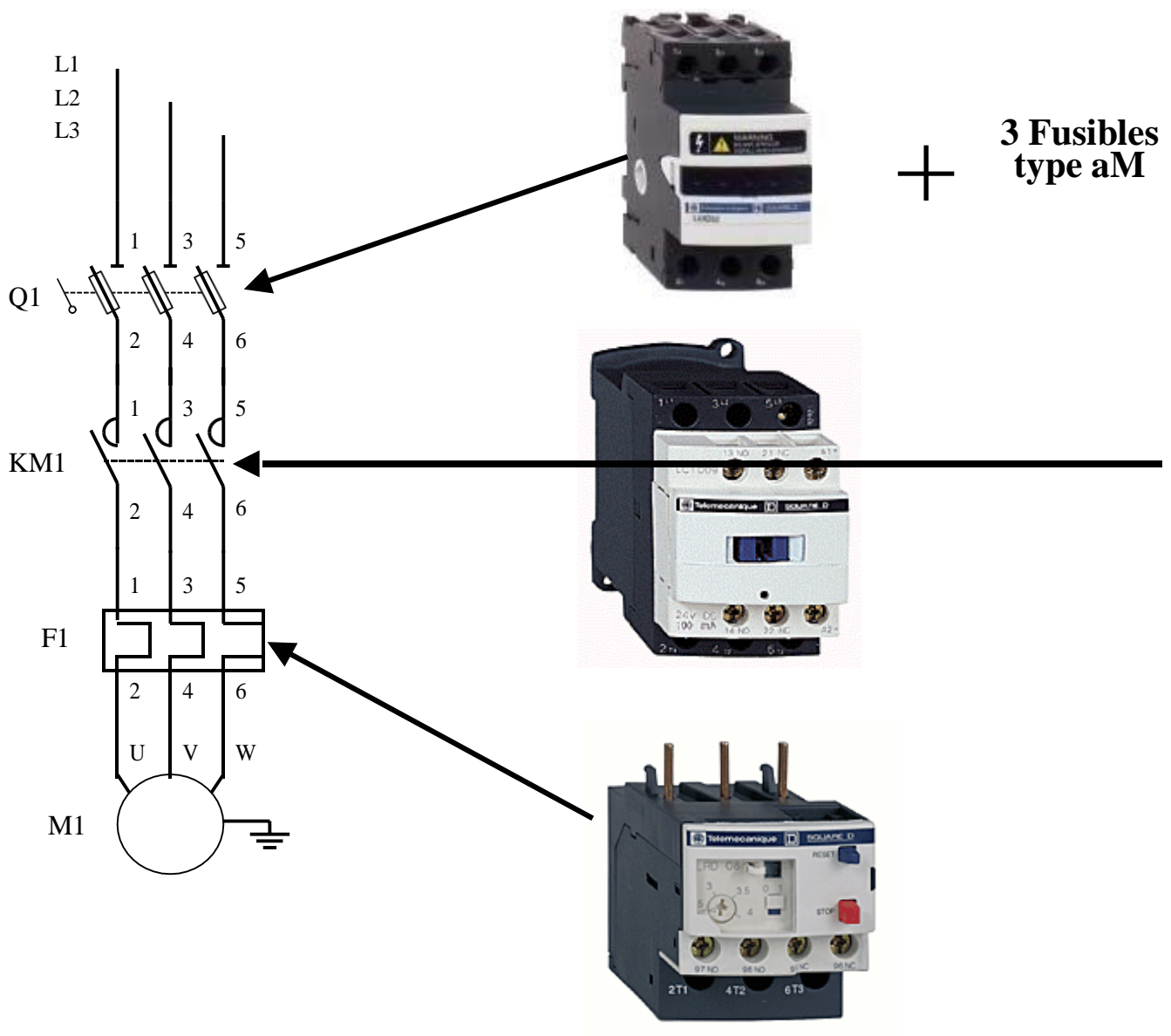
(5) Type 1 for thermal relay.

Choix des composants d'un départ moteur

Voici les solutions de départ moteur les plus courantes.

-Solution 4 produits :

- *Sectionneur porte-fusibles.
- *Fusibles type aM.
- *Contacteur.
- *Relais thermique.

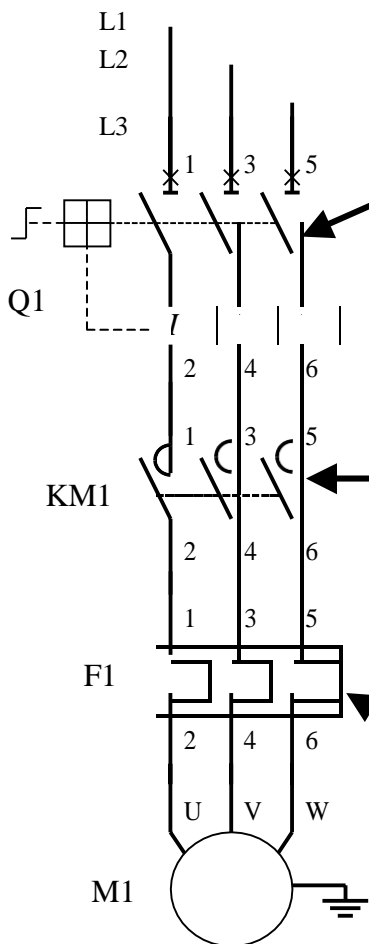


-Solution 3 produits.

*Disjoncteur moteur magnétique.

*Contacteur.

*Relais thermique.



OU

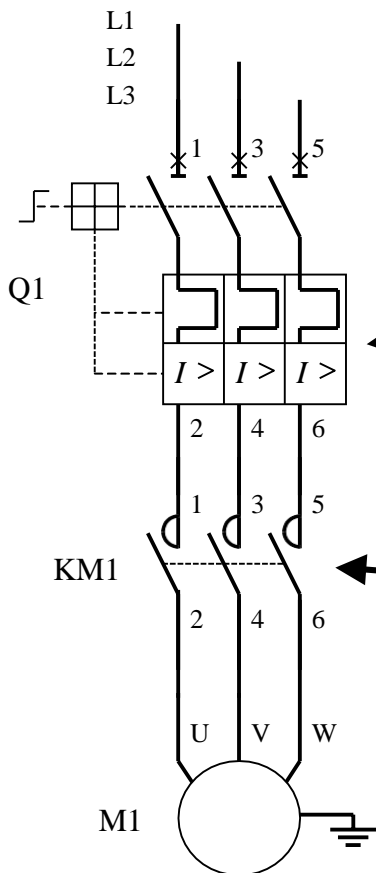


-Solution 2 produits.

- *Disjoncteur moteur magnéto-thermique.
- *Contacteur.

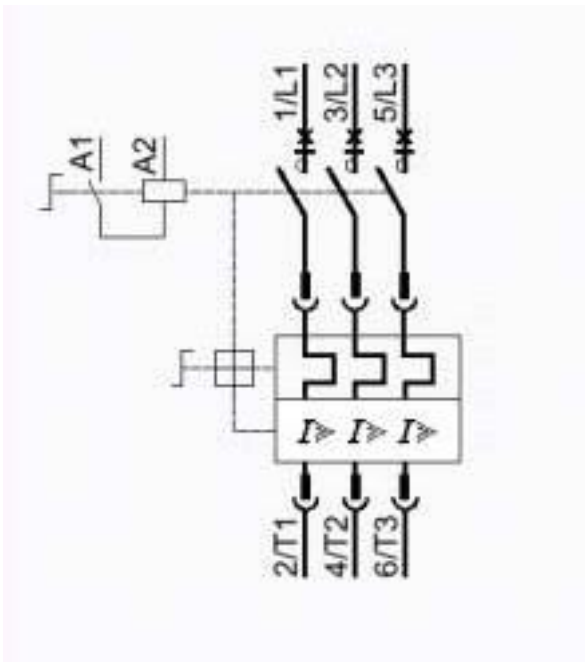
OU

OU



-Solution 1 produit.

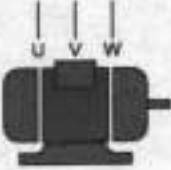
*Contacteur disjoncteur intégral



Exemple de choix de composants pour une solution 4 produits :

Pour effectuer le choix des composants, il faut connaître l'intensité nominale et la tension d'alimentation du moteur, ou la puissance. Si on ne connaît pas les caractéristiques du moteur, il faut regarder sur la plaque signalétique.

Prenons l'exemple d'un moteur asynchrone triphasé d'une puissance de **4 KW** sous une tension de **400V**.

Etape n°1 : déterminer l'intensité du moteur**Lecture du tableau des intensités**


Moteurs triphasés 4 pôles 50/60 Hz

puissance kW	HP	200V		230 V		380 V		400 V		415 V		480 V		500V		575 V		660 V		690 V		750 V		1000 V			
		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
0,37	0,5	2	1,6	2	1,03	0,98																				0,4	
0,55	0,75	3	2,75	2,8	1,8	1,5																					0,6
0,75	1	3,8	3,5	3,6	2	1,9	2																				0,75
1,1	1,5	5	4,4	5,2	2,5	2,5	2,5																				1
1,5	2	6,8	6,1	6,8	3,5	3,4	3,5																				1,3
2,2	3	9,6	8,7	9,6	5	4,8	5																				1,9
3		12,6	11,5		6,8	6,3	6,5																				2,5
4	5			15,2		8,1	8,4																				3
5,5	7,5	16,2	14,5		11,5	11	11																				3,3
7,5	10	22	20	22	15,8	14,8	14																				4,5
9		28,8	27	28	18,5	18,1	17																				6
11	15	36	32		22	21	21																				7
11	15	42	39	42	22	21	21																				9
15	20	57	52	54	30	28,5	28																				12
18,5	25	68	64	66	37	35	35																				14,5
22	30	84	78	80	44	42	40																				17
30	40	114	103	104	60	57	55																				23
37	50	138	126	130	72	68	66																				28
45	60	162	150	154	85	81	80																				33
55	75	200	182	182	105	100	100																				40
75	100	270	240	248	138	131	135																				53
90	125	330	295	312	170	162	165																				65
110	150	400	366	380	205	195	200																				78
132		480	425		245	233	240																				90
	200	520	472	480	275	260	260																				100
160		560	520		300	285	280																				115
	250			600																							138
200		680	626		370	352	340																				150
220	300	770	700	720	458	438	435																				160
250	350	850	800	840	490	457	425																				200
280					528																						220
315		1070	960		584	555	535																				230
	450			1080																							250
355			1150		635	605	580																				262
	500			1200																							273
400			1250		710	675	650																				288
450	600			1440																							320
500			1570		900	855	820																				350
560			1760		1000	950	920																				380
630			1980		1100	1045	1020																				425
710					1260	1208	1140																				480
800	1080				1450	1320	1250																				560
900	1220				1610		1470																				610

(1) Valeurs conformes au NEC (National Electrical Code).
Ces valeurs sont indicatives, elles varient suivant le type de moteur, sa polarité et le constructeur.


Si on lit l'intersection de la colonne tension 400V et la ligne puissance 4KW, on obtient l'intensité nominale du moteur qui est de **8,1 A**.

Etape n°1 : choisir le relais thermique

Pour choisir le relais thermique, il faut connaître l'intensité du moteur. Ce relais thermique est un composant que l'on doit régler à l'intensité nominale du moteur et donc il possède une plage de réglage.

Le choix se fera donc pour que la valeur de l'intensité à régler se situe si possible vers le milieu de la plage de réglage.

Lecture du tableau des relais thermiques



LRD 06

LRD 21

LRD 33ee

Relais de protection thermique différentiels tripolaires à associer à des fusibles

Relais compensés, à réarmement manuel ou automatique :
 ■ avec visualisation du déclenchement
 ■ pour courant alternatif ou continu.

zone de réglage du relais	fusibles à associer au relais choisi			pour association avec contacteur LC1	référence
	aM	gG	BS88		
A	A	A	A		
classe 10 A (1) avec raccordement par vis-écrous					
0,10...0,16	0,25	2		D09...D38	LRD 01 (2)
0,16...0,25	0,5	2		D09...D38	LRD 02 (2)
0,25...0,40	1	2		D09...D38	LRD 03 (2)
0,40...0,63	1	2		D09...D38	LRD 04 (2)
0,63...1	2	4		D09...D38	LRD 05 (2)
1...1,7	2	4	6	D09...D38	LRD 06 (2)
1,6...2,5	4	6	10	D09...D38	LRD 07 (2)
2,5...4	6	10	16	D09...D38	LRD 08 (2)
4...6	6	10	16	D09...D38	LRD 10 (2)
5,5...8	12	20	20	D09...D38	LRD 12 (2)
7...10	12	20	20	D09...D38	LRD 14 (2)
8...12	18	25	25	D18...D38	LRD 16 (2)
12...18	20	35	32	D18...D38	LRD 21 (2)
16...24	25	50	50	D25...D38	LRD 22 (2)
23...32	40	63	63	D25...D38	LRD 32 (2)
30...38	50	80	80	D32 et D38	LRD 35 (2)
17...25	25	50	50	D40...D95	LRD 3322
23...32	40	63	63	D40...D95	LRD 3353
30...40	40	100	80	D40...D95	LRD 3355
37...50	63	100	100	D40...D95	LRD 3357
48...65	63	100	100	D50...D95	LRD 3358

La plage la mieux adaptée est **de 710A** et on lit la référence du relais thermique directement à la fin de la ligne.

La référence est donc : **LRD 14**

Ce tableau nous donne une indication sur la valeur des fusibles à choisir .

Fusibles types aM 12A

Ce tableau nous indique également que notre relais thermique doit se monter sous un contacteur dont la référence comporte les indications suivantes : **D09 jusqu'à D38**

Etape n°2 : choisir les fusibles

Nous savons maintenant que les fusibles doivent avoir une dimension de **10 / 38**, que ce sont des fusibles accompagnement moteur **aM** et que leur calibre doit être de **12A**.

Lecture du tableau des fusibles

Cartouches fusibles

fusibles type	tension assignée maximale V	calibre A	quantité indivisible	sans percuteur référence unitaire	avec percuteur référence unitaire
cylindriques 8,5 x 31,5	~ 400	1	10	DF2 BA0100	
		2	10	DF2 BA0200	
		4	10	DF2 BA0400	
		6	10	DF2 BA0600	
		8	10	DF2 BA0800	
		10	10	DF2 BA1000	
cylindriques 10 x 38	~ 500	0,16	10	DF2 CA001	
		0,25	10	DF2 CA002	
		0,50	10	DF2 CA005	
		1	10	DF2 CA01	
		2	10	DF2 CA02	
		4	10	DF2 CA04	
		6	10	DF2 CA06	
		8	10	DF2 CA08	
		10	10	DF2 CA10	
		12	10	DF2 CA12	
cylindriques 14 x 51	~ 400	16	10	DF2 CA16	
	~ 500	20	10	DF2 CA20	
		25	10	DF2 CA25	
		0,25	10	DF2 EA002	
		0,50	10	DF2 EA005	
		1	10	DF2 EA01	
		2	10	DF2 EA02	DF3 EA02
		4	10	DF2 EA04	DF3 EA04
		6	10	DF2 EA06	DF3 EA06
		8	10	DF2 EA08	DF3 EA08
10		10	DF2 EA10	DF3 EA10	
12	10	DF2 EA12	DF3 EA12		
16	10	DF2 EA16	DF3 EA16		


On se situe tout d'abord à l'endroit des dimensions correspondantes et on lit la référence des fusibles.

La référence des fusibles est donc : **DF2 CA12**

Etape n°3: choisir le sectionneur porte-fusibles

Nota : nous choisirons un sectionneur porte-fusible **sans contact de pré coupure et sans dispositif contre la marche en monophasé.**

Lecture du tableau des sectionneurs porte-fusibles



Blocs nus tripolaires				
calibre	taille des cartouches fusibles	nombre de contacts de pré coupure (1)	dispositif contre la marche en monophasé (2)	référence
raccordement par boîtes à ressort				
25 A	10 x 38	(4)	sans	LS1 D323
raccordement par sa-étrier ou connecteur				
32 A	10 x 38	(4)	sans	LS1 D32
50 A	14 x 51	1	sans	GK1 EK (4)
		2	avec	GK1 EV (4)
125 A	22 x 58	1	sans	GK1 ES (4)
		2	avec	GK1 EW (4)
		1	sans	GK1 FK (4)
		2	avec	GK1 FV (4)
		1	sans	GK1 FS (4)
		2	avec	GK1 FW (4)

Blocs nus tétrapolaires				
calibre	taille des cartouches fusibles	nombre de contacts de pré coupure (1)	dispositif contre la marche en monophasé (2)	référence
32 A	10 x 38	(4)	sans	LS1 D32 (3) + LAB D324
50 A	14 x 51	1	sans	GK1 EM (5)
		2	avec	GK1 EY (5)
125 A	22 x 58	1	sans	GK1 ET (5)
		2	avec	GK1 EX (5)
		1	sans	GK1 FM (5)
		2	avec	GK1 FY (5)
		1	sans	GK1 FT (5)
		2	avec	GK1 FX (5)

-Nous savons que nous devons prendre des fusibles de 12 ampères aM d'une dimension 10/38.

(**rappel :** 10/38 veut dire que le corps du fusible a un diamètre de 10 mm et une longueur de 38mm).

- le sectionneur est conçu pour supporter une intensité maximum de **25A**, ce qui est largement suffisant pour notre moteur (8,1 A).

La référence est donc : **LS1 D323**

Etape n°4 : choisir le contacteur

Nous allons choisir maintenant le contacteur, pour cela il nous faut connaître la puissance, la tension d'alimentation du moteur ainsi que la tension d'alimentation de la bobine du contacteur qui se situe dans la partie commande.

Puissance = **4KW**.

Tension d'alimentation du moteur **400 V**.

Tension d'alimentation de la bobine = **24 V ~ 50/60 Hertz**.

Lecture du tableau des contacteurs

Contacteurs tripolaires avec raccordement par vis-étriers, connecteurs ou bornes à ressort
Circuit de commande en courant alternatif, continu ou basse consommation

puissances normalisées des moteurs triphasés 50/60 Hz en catégorie AC-3 (θ < 60 °C)		courant assigné d'emploi en AC-3		contacts auxiliaires instantanés		référence de base à compléter par le repère de la tension (1) fonction (2)		tensions usuelles						
220 V 380 V	400 V	415 V	440 V	500 V	550 V	660 V	1000 V	440 V jusqu'à	via	ressort				
kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	A			~	=	BC	(3)
2,2	4	4	4	5,5	5,5	9	9	9			LC1 D09			
3	5,5	5,5	5,5	7,5	7,5	12	12	12			LC1 D12			
4	7,5	9	9	10	10	18	18	18			LC1 D18			
5,5	11	11	11	15	15	25	25	25			LC1 D25			
7,5	15	15	15	18,5	18,5	32	32	32			LC1 D32			
9	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	38	38	38			LC1 D38			
11	18,5	22	22	22	22	40	40	40			LC1 D40			
15	22	25	30	30	30	50	50	50			LC1 D50			
18,5	30	37	37	37	37	65	65	65			LC1 D65			
22	37	45	45	55	45	80	80	80			LC1 D80			
28	45	45	45	55	45	95	95	95			LC1 D95			
30	55	59	59	75	80	115	115	115			LC1 D115			
40	75	80	80	90	100	150	150	150			LC1 D150			

(1) Tensions du circuit de commande préférentielles.							
Courant alternatif							
voies	24	48	115	230	400	440	300
LC1 D09...D150 (boîtes antiparasitaires d'origine)							
50/60 Hz	B7	F67	F67	P7	V7	R7	
LC1 D45...D115							
50 Hz	B5	F5	F5	P5	V5	R5	B5
60 Hz	B6	F6	F6	P6	V6	R6	
Courant continu							
voies	12	24	36	48	72	110	220
LC1 D09...D38 (boîtes antiparasitaires d'origine)							
U de 57...1,25 Uc	JD	BD	CD	ED	SD	FD	MD
LC1 D45...D95							
U de 5,95...1,1 Uc	JD	BD	CD	ED	SD	FD	MD
U de 5,75...1,2 Uc	JW	BW	CW	EW	SW	FW	MW
LC1 D115 et D150 (boîtes antiparasitaires d'origine)							
U de 5,75...1,2 Uc	BD	ED	SD	FD	MD		

Basse consommation

On cherche la colonne 400V et la ligne où il y a 4KW, ce qui nous donne une première référence incomplète qui est : **LC1 D09..** (Cela correspond à l'indication du tableau du relais thermique)

Les deux points à la fin de cette référence correspondent à la tension d'alimentation de la bobine qui dans notre exemple est de **24 V ~ 50/60 Hertz**.

A l'intersection de la colonne **24** et de la ligne **50/60 Hertz** on lit **B7**.

La référence du contacteur est donc : **LC1 D09B7**.