

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud MAMMERRI Tizi-Ouzou



Faculté de Génie Electrique et d'Informatique
Département d'Automatique

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

En vue de l'obtention du diplôme de master professionnel en Automatique et informatique industrielle

Thème

Développement d'une solution de conduite programmable d'une station de pompage à démarrage progressif M.T.I.(2).

Dirigé par : Mr. CHARIF.

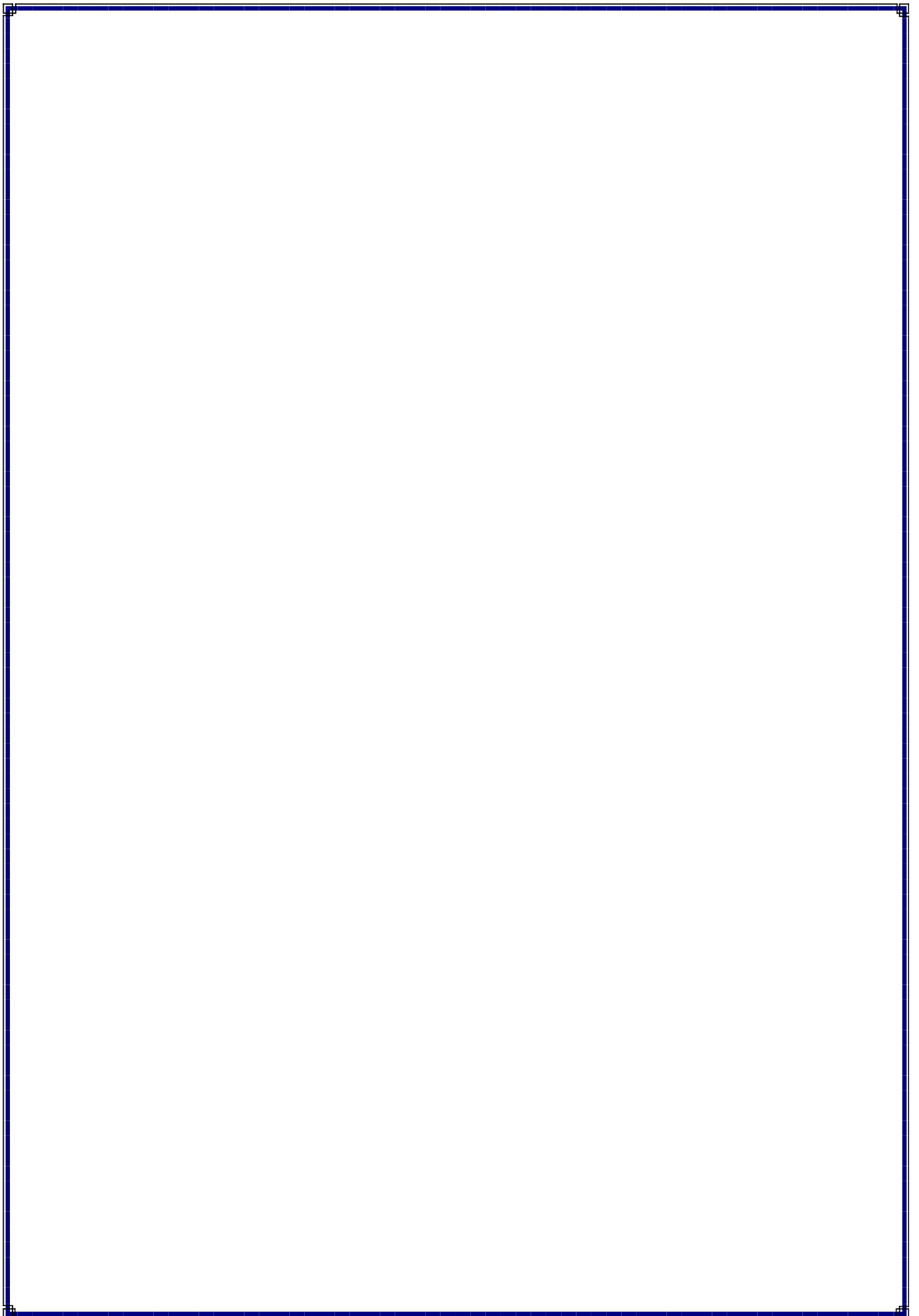
Encadratrice : Mme. S.Labraoui.

Présenter par :

- Mr. YAKER Karim.

- Mr. FRAHI Salem.

Année : 2012/2013.



DEDICACE

*Nous dédions ce modeste travail à toutes
personnes qui nous est chères au monde :*

A la mémoire de nos chers parents.

*A nos chères sœurs et frères qui sont
toujours à nos côtés à qui nous souhaitons le
bonheur et la réussite dans leurs vie.*

*A tous nos amis (es) et camarades de
l'université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou.*

Remerciement

Nous adressons en premier lieu notre reconnaissance à notre DIEU tout puissant, de nous avoir permis d'en arriver là, car sans lui rien n'est possible.

Nous adressons notre reconnaissance, et notre gratitude à Nos professeurs de nous avoir fait bénéficier de leurs compétences, leurs qualités humaines et de leur disponibilité non seulement pour la réalisation de ce mémoire mais aussi durant tout le parcours de notre formation.

Sans oublier tout le personnel de la faculté de génie électrique et de l'entreprise (MCR) qui a sans doute été d'une aide considérable pour la réalisation de notre travail.

nous exprimons nos sincères remerciements à l'encontre de nos parents qui nous ont enseigné la patience, la politesse, le sacrifice et qui ont toujours été là pour nous.

Que le bon DIEU les bénisse d'avantage.

Nous n'oublions pas de dire un grand merci à toutes les personnes, tous les professionnels qui ont contribuées de près et de loin à l'enrichissement de notre travail et à notre épanouissement intellectuel.

SOMMAIRE

✚ Chapitre I : Présentation de la station de pompage M.T.I

-	Introduction.....	1
I.	Historique de la station	2
I.	1. La source d'alimentation.....	3
I.	2. Transformateurs de puissance	3
I.	3. Réservoir de stockage.....	4
I.	4. Accumulateur de charge anti-bélier (CHARLATTE)	6
I.	5. Groupe électropompe	7
	1. Pompe centrifuge multicellulaire à axe horizontale	8
	2. Moteur asynchrone triphasé.....	9
I.	6. Présentation des techniques de démarrages classique.....	14
I.	7. Présentation de l'armoire de puissance	26
I.	8. Présentation des techniques de démarrages moderne	28
I.	9. Présentation du pupitre de commande	46
I.	10. Avantage des démarreurs progressifs.....	50
-	Conclusion.....	51

✚ Chapitre II : Modélisation de la procédure de démarrage

-	Introduction.....	52
II.	L'outil graphique.....	53
II.1.	Les éléments graphiques.....	53
II.2.	Règle de syntaxe.....	55
II.3.	Les règles d'évolution.....	55

II.4.	Mise en équation d'un grafcet.....	57
II.5.	Description du cahier de charge du mode opératoire.....	58
II.6.	Implantation du grafcet (Manu – Auto).....	63
-	Conclusion.....	64

Chapitre III : Développement de la solution programmable de conduite

-	Introduction.....	65
III.	Choix de l'API.....	66
III.1.	Automate programmable.....	66
III.2.	Type d'automate utilisé.....	67
III.3.	Fonctions spéciales.....	70
	1. Sortie état de l'automate.....	70
	2. Entrée à mémorisation d'état.....	71
	3. Comptage rapide (FC).....	71
	4. Compteurs rapides (VFC).....	71
III.4.	Logiciel TwidoSoft.....	72
	1- Langages Twido.....	72
	2- Introduction aux schémas à contacts.....	73
	3- Introduction aux schémas langage liste d'instructions.....	74
	4- Réversibilité schéma à contacts / liste.....	77
III.5.	Conception du programme Twido.....	78
	1. Paramètres de programmation.....	79
	2. Simulateur Twido.....	81
III.6.	L'environnement électrique.....	85
-	Conclusion.....	86

Chapitre IV : Conception du schéma de conduite à panel décentralisé

-	Introduction.....	87
IV- 1	Constitution d'un système de supervision.....	88
IV- 2	Apport de la supervision.....	88
IV- 3	Logiciel de supervision.....	90
IV- 4	Présentation du logiciel WinCC flexible 2008.....	90
IV- 5	Procédure de programmation.....	93
IV- 6	Intégration dans SIMATIC STEP 7.....	94
IV- 7	Plateforme de supervision de la station de pompage d'eau potable M.T.I (2).....	96
-	Conclusion.....	99
-	Conclusion générale	100

- Introduction générale

Depuis temps les plus reculés, l'homme a souffert du manque d'eau. Sa sédentarisation autour des puits et sources d'eau ne l'a pas ménagé pour autant des problèmes de puisage et du transport de ce liquide .

L'intervention de la pompe refoulante en Angleterre, vers le milieu du XVI^{ème} siècle étendit fortement les possibilités de développements des systèmes d'alimentation en eau .C'est ainsi qu'on a créé les station de pompages d'eau qui se préoccupaient essentiellement de satisfaire la demande des populations en eau potable et en assurant le plus grand débit possible .

Depuis plusieurs décennies , on assiste à une évolution technologique des matériels , notamment au niveau des équipements électromécaniques ,des systèmes de télétransmissions et des capteurs, qui permettent d'augmenter la fiabilité et la sécurité de la distribution de l'eau .

Cette évolution technique ,autorise aussi bien dans les zones fortement urbanisées que dans la zones rurales ,la création de réseaux de distribution étendus et complexes ,nécessitant le contrôle du fonctionnement simultané de nombreux points vitaux .L'évènement de l'automatisation s'est généralisé à l'ensemble des activités de production ,tant dans l'industrie ,que dans les activités de service quel que soit son domaine d'application et les technique auxquelles elle fait appel, l'automatisation s'est constamment développé dans l'unique but de réduire la pénibilité du travail humain et d'améliorer la productivité .

Les automates programmables constituent le volet le plus industriel et le plus simple à mettre en œuvre pour la résolution des problèmes de commande. L'autorisation des stations de pompage devient impérative, en considération des nouvelles conceptions basées sur la rigueur dans la gestion des richesses .

Notre travail consiste a développé une solution de conduite programmable a démarreur progressif de la station **M.T.I.(2)** et cela en insérant un nouveau type de démarrage moderne et performant commandé par un automate programmable de la gamme Schneider qui est le **TWIDO** .

Notre mémoire est structuré de la manière suivante :

Le premier chapitre est porté sur la présentation de la station **M.T.I.(2)** et ces différents composants .Le deuxième chapitre est consacré à la modélisation de la procédure de démarrage par grafcet .Le troisième chapitre consiste a développé la solution programmable de conduite sous l'API **TWIDO** .Le quatrième chapitre est porté sur la conception du schéma de conduite à panel décentralisé et on termine par une conclusion générale.

- Introduction

L'eau est une substance indispensable à la vie. La ressource essentielle d'eau sur terre est la pluie.

L'entreprise nationale **A.D.E** << ALGERIENNE DES EAUX, zone de TIZI OUZOU>> qui gère les ressources d'eau essaie selon ses moyens d'exploiter tout le potentiel que possède la région.

La zone de Tizi Ouzou contient dans sa partie basse une nappe importante d'eau potable, ces potentialités hydriques sont fournies par une forte pluviométrie ainsi que de la fonte des neiges du massif du DJURDJURA, qui alimente le barrage de TAKSEBT.

Le barrage de TAKSEBT qui s'étend sur une surface de 550 ha, se trouve à 10 km à l'est de la ville de Tizi-Ouzou il a nécessité un investissement de 540 millions d'euros et a été officiellement mis en service le 5 juillet 2007.

Il comprend une station de traitement, une station de pompage, des tunnels dont une canalisation de 95 km pour permettre le transfert de 150 millions de m³ par an.

Situé dans une région à forte pluviométrie, ce barrage est une aubaine pour des millions de gens. Le barrage est doté d'une capacité de stockage de 175 millions de m³ et il alimente la wilaya de Tizi Ouzou à raison de 20 000 m³/jour, ce barrage alimente également les wilaya d'Alger, Blida et Boumerdès. Plusieurs stations de pompage d'eau potable à partir du barrage ont été réalisées dans différents sites autour de la ville de Tizi Ouzou , comme celle de **M.T.I** ((1) Makouda , (2)Tigzirt ,(3) Iflissen) .

I. Historique de la station

Vu les problèmes de hauteur qui se posent dans la grande majorité des villages de la zone de Kabylie et la richesse de cette région en eau, le pompage d'eau s'impose comme la solution la plus optimale.

La station de pompage d'eau de MTI 2 (Attouche) a été construite dans les années 1980, puis inaugurées en juillet 1987. Elle se situe à la sortie ouest de Tizi Ouzou, sur la route de Attouche [1].

La station **M.T.I (2)** Attouche qui s'étend sur $5000 m^2$, et contient différents éléments tels que les moteurs, les pompes, la logique programmable (API) les transformateurs, ainsi que des dispositifs de sectionnement et de sécurité ...etc.

La station **M.T.I (2)** est capable d'alimenter grâce à des pompes centrifuges multicellulaires d'une puissance de $315 KW$, des villages qui se situent à des altitudes supérieures à $300 m$.

Le volume journalier maximal qui est de $800 m^3$ /jour lui permet de satisfaire les besoins des villages aux alentours en eau potable.

Le réseau d'alimentation en énergie électrique est constitué d'une arrivée de $30 KV$ qui est connectée à un jeu de barres grâce auquel la SONELGAZ fait le choix de la ligne à utiliser en parallèle, les deux transformateurs de potentiel sélectionnés en redondance la ligne à utiliser pour une alimentation multi source.

Pour pouvoir intervenir et couper l'alimentation en cas d'accident, la SONELGAZ a mis au point un dispositif de sécurité constitué d'un disjoncteur et d'un sectionneur placé en série avec un sectionneur générale qui sert à isoler la station en cas d'intervention.

I.1. La source d'alimentation

La source d'alimentation qui alimente la station **M.T.I (2)** vient du centre d'interconnexions de la ville de Draa Ben Khedda de type MT 30000 V.

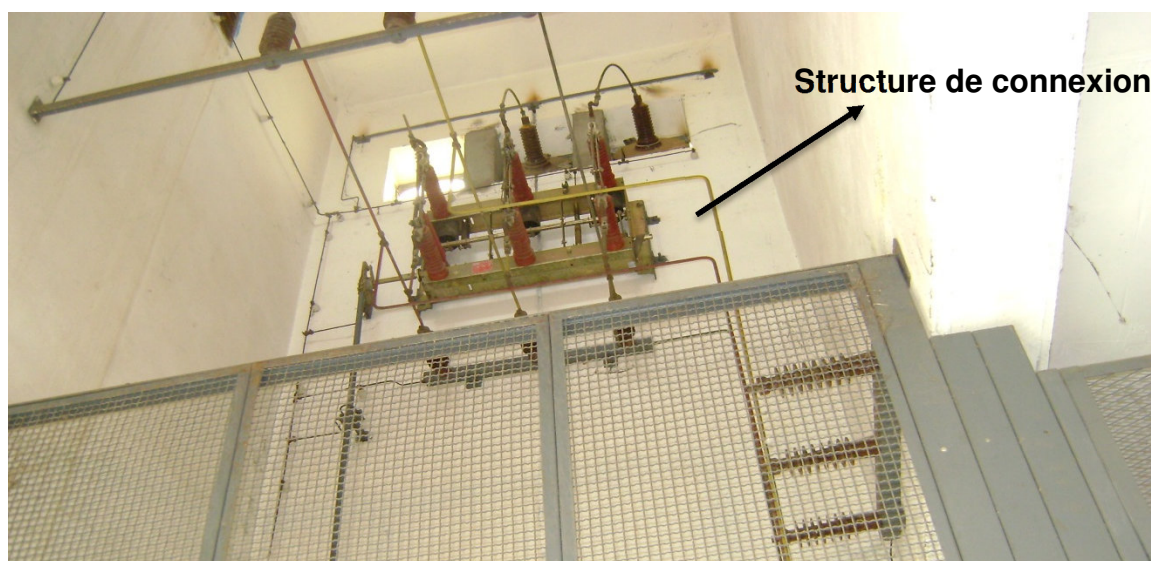


Figure I.1 : Source d'alimentation de la station M.T.I (2).

I.2. Transformateurs de puissance

La station est munie de deux transformateurs de tension de type TCE fabriqués en 1984. Le poids totale de chaque transformateur est de 2880 KG. Ces principales caractéristiques sont les suivantes :

Haute Volt	Intensité AMP	Basse Volt	Intensité AMP	P continue Normal	Fréquence Hz	Phase
30000 V	19.25	400 V	1443.4	1000 KVA	50 HZ	3

I.3. Réservoir de stockage

La station de pompage M.T.I (2) est constituée de deux réservoirs de stockage, le premier est d'une capacité de $1000 m^3$, Il se situe à Bourdim commune de Sidi Nahman à une hauteur de 150 m par rapport à la station M.T.I (2), il alimente par effet gravitationnel le deuxième réservoir de $1500 m^3$ qui se trouve à proximité du centre de pompage a une hauteur de 5 m du sol, ce dernier alimente la station en eau et assure l'amorçage des pompes. Le centre de pompage est muni d'un système de protection anti-acout utilisant un accumulateur de charge.

La figure (I.2) présente un schéma illustratif de la station de pompage M.T.I (2) .

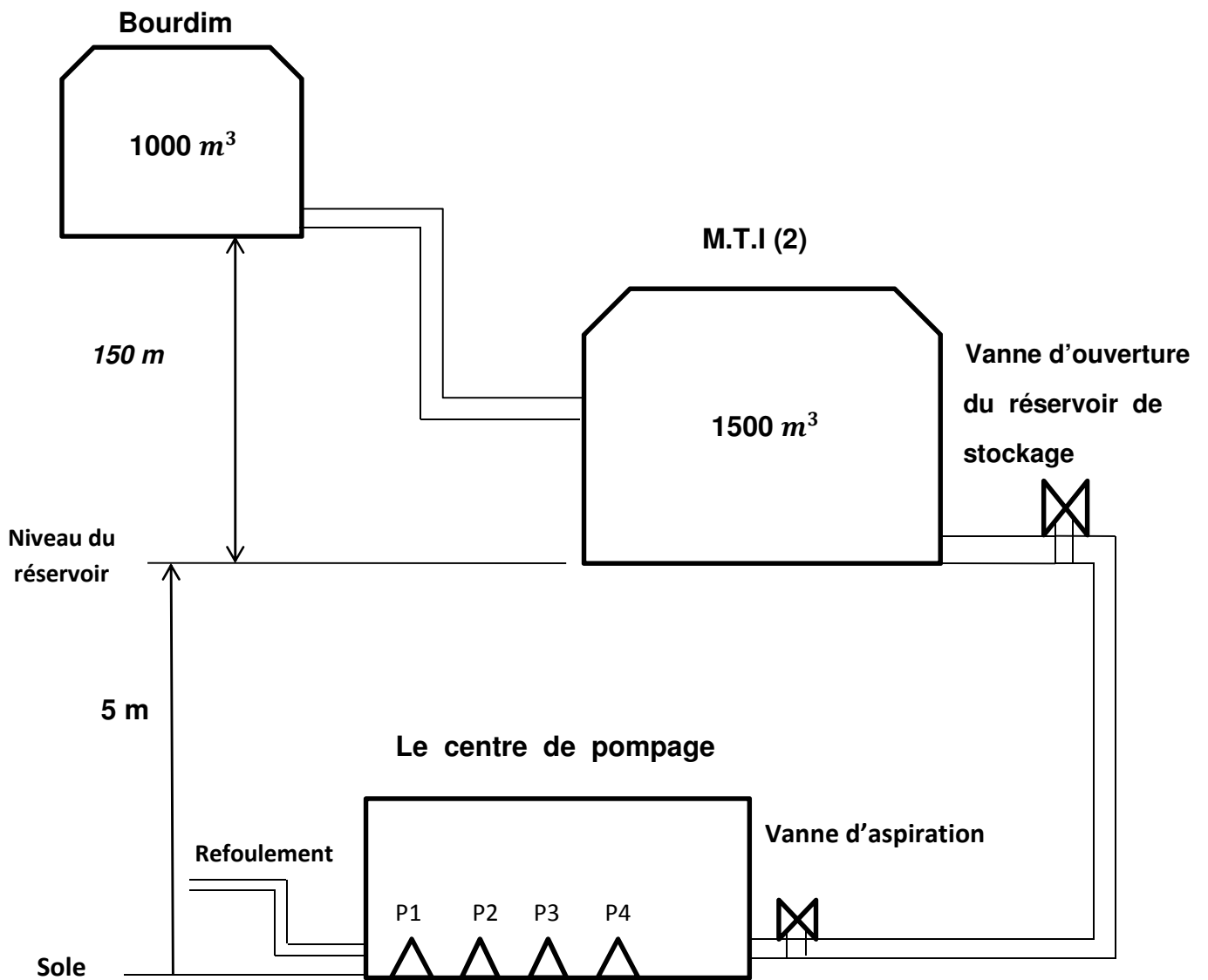


Figure I.2 : Schéma illustratif de la station M.T.I.2.

I.4. Accumulateur de charge anti-bélier (CHARLATTE)

L'accumulateur de charge est un système utilisé en hydraulique .

C'est un dispositif destiné à amortir l'onde de choc provoquée par la fermeture rapide d'une vanne ou dans notre cas d'un arrêt immédiat du pompage [2] .

Cette onde de choc est appelée coup de bélier. L'accumulateur de charge est constitué d'un bocal étanche, connecté d'un côté au réseau, là où l'on doit amortir les ondes de chocs.

À l'intérieur de cette chambre se trouve une membrane en caoutchouc séparant d'un côté le liquide et de l'autre côté, un gaz ou de l'air sous pression. Lorsqu'un coup de bélier s'enclenche, la surpression engendrée vient faire rentrer le liquide dans l'anti-bélier, déformant la membrane.

De ce fait, le coup de bélier se trouve atténué sur le réseau se trouvant après l'anti-bélier.

La figure I.3 représente une description de l'accumulateur de charge anti-bélier à vessie.

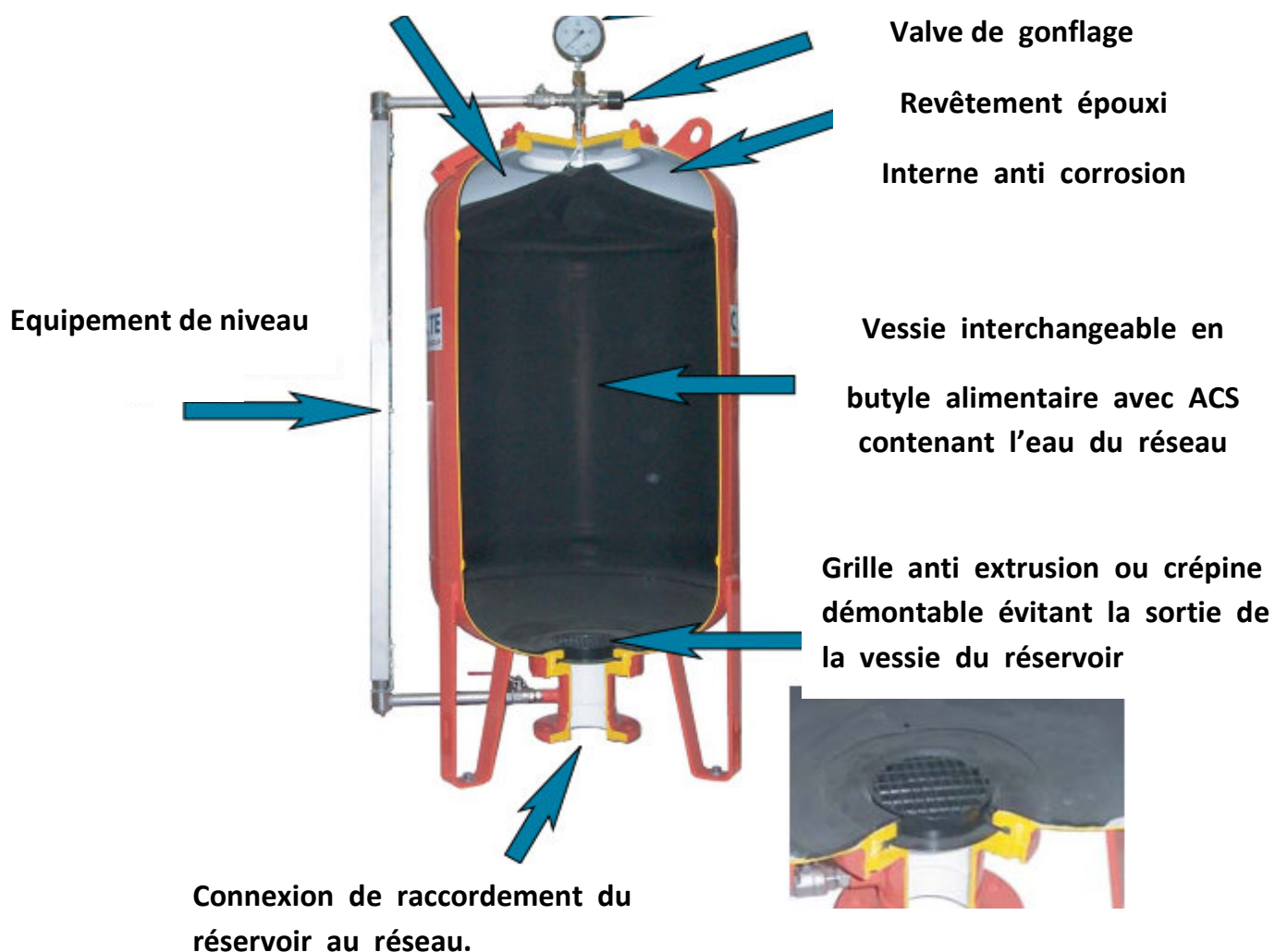


Figure I.3 : Accumulateur anti-bélier à vessies.

I.5. Groupe électropompe

Le groupe électropompe est une machine destinée à usage industriel, au réseau de pompage et distribution de fluide (pompage d'eau potable dans notre cas).

Il se compose essentiellement d'une pompe centrifuge multicellulaire accouplée à un moteur asynchrone triphasé.

1. Pompe centrifuge multicellulaire à axe horizontale

Une pompe est un système transformant une énergie mécanique (couple et vitesse de rotation de l'arbre) en énergie hydraulique (débit et pression).

La pompe centrifuge multicellulaire est un dispositif utilisé pour aspirer, refouler des liquides [3].

La pompe est choisie selon son débit d'aspiration (Q) et la hauteur manométrique totale (HMT) qui est la distance entre le centre de pompage et le trop plein du réservoir .

Dans le domaine du pompage d'eau, la pompe multicellulaire à axe horizontale utilisé est une pompe de puissance 315 KW, munie d'une aspiration frontale $Q = 257 \text{ m}^3/h$, et d'un refoulement radial vers le haut $HMT = 300m$.

Elle est composée essentiellement :

- Un corps de refoulement, orifice orienté vers le haut.
- Un arbre en acier inoxydable entièrement protégé du liquide pompé.
- Etanchéité sur l'arbre par presse - étoupe réglable à faible coefficient de frottement.
- Dispositif d'équilibrage de la pression à douille de laminage.
- Roulements à billes (lubrifiés à graisse) largement dimensionnés, capables de supporter des charges.

La pompe centrifuge est la plus utilisée car elle ne comporte aucun organe délicat et s'accouple directement avec le moteur sans dispositif de transmission compliqué, de ce fait elle se révèle comme étant une machine d'entretien, à la fois facile et économique. En plus de cela l'élément sécurité se trouve considérablement accru, puisque la fermeture accidentelle de la vanne de débit n'entraîne aucun risque.

2. Moteur asynchrone triphasé

Les moteurs asynchrones triphasés représentent plus de 80 % du parc moteur électrique. Ils sont utilisés pour transformer l'énergie électrique en énergie mécanique grâce à des phénomènes électromagnétiques.

C'est une machine robuste, est économique à l'achat et ne nécessitant que peu de maintenance. De plus, la vitesse de rotation est presque constante sur une large plage de puissance [4].

a) - Constitution

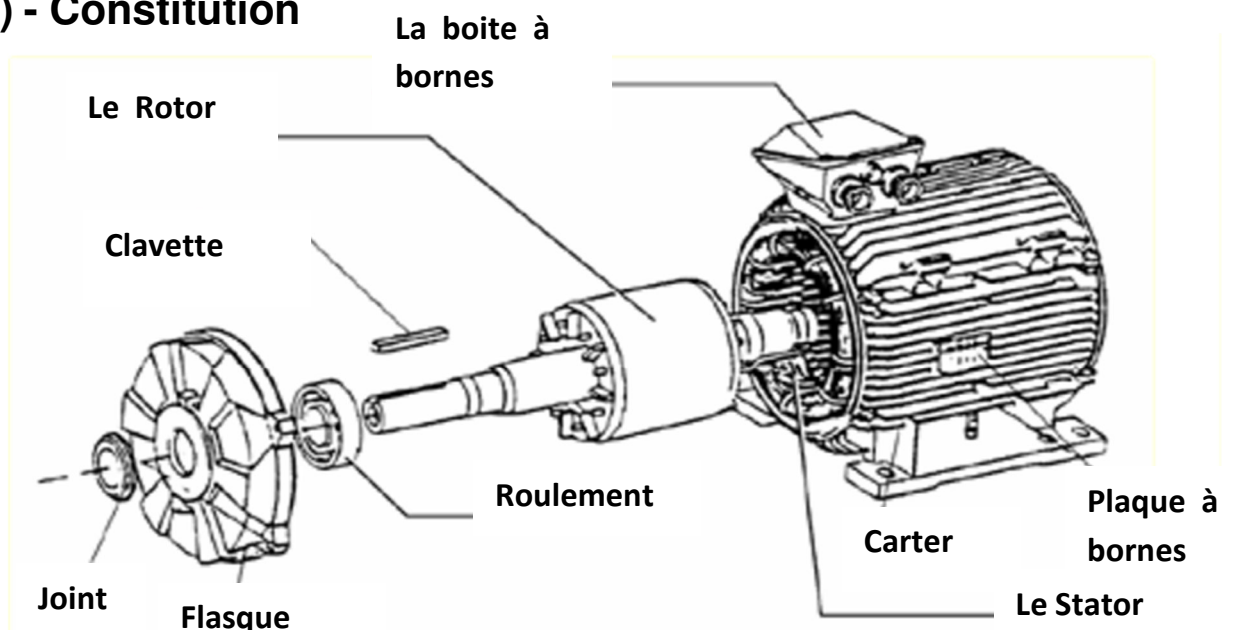


Figure I.4 : Moteur asynchrone.

1. Le stator

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

- De la carcasse.
- Des paliers.
- Des flasques de palier.

- Du ventilateur refroidissant le moteur.
- Le capot protégeant le ventilateur.

L'intérieur du stator comprend essentiellement :

- un noyau en fer feuilleté de manière à canaliser le flux magnétique,
- les enroulements (ou bobinage en cuivre) des trois phases logés dans les encoches du noyau.

2. Le rotor

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

Il se compose essentiellement :

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

3. Glissement

Comme on l'a vu au niveau du principe de fonctionnement d'un moteur asynchrone, la vitesse de rotation de l'arbre du moteur est différente de la vitesse de synchronisme (vitesse du champ tournant).

Le glissement représente la différence de vitesse de rotation entre l'arbre du moteur et le champ tournant du stator; il s'exprime par la relation suivante :

$$V_{\text{moteur Asy}} = V_s - g$$

Avec,

- V_s = vitesse du champ tournant.
- g = glissement.

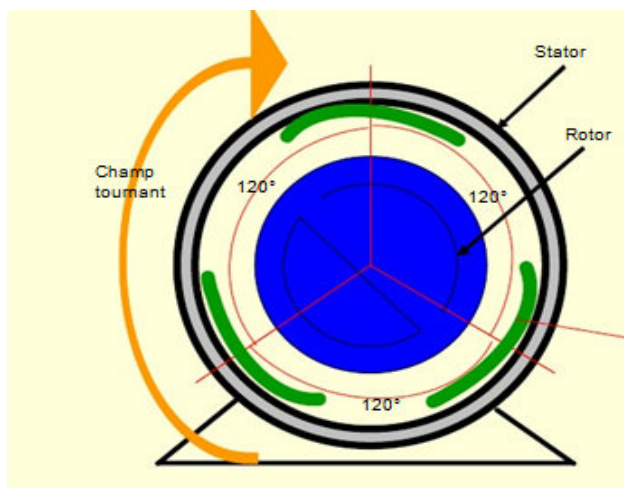
V_r = vitesse réel du rotor.

$$g = \frac{V_s - V_r}{V_s}$$

$$V_s = \frac{f}{\text{nombre de pair de pôles}}$$

b) - Principe de fonctionnement

Le stator supporte trois enroulements, décalés de 120° , alimentés par une tension alternative triphasée. Ces trois bobines produisent un champ magnétique variable qui a la particularité de tourner autour de l'axe du stator suivant la fréquence de la tension d'alimentation, ce champ magnétique est appelé champ tournant.



Champ tournant (statorique) vient induire des courants dans le rotor.

Leur interaction entraîne la rotation du rotor à une fréquence légèrement inférieure à celle du champs tournant.

Figure I.5 : Principe de fonctionnement.

c) - Couplage

Le couplage des enroulements statorique permet de faire fonctionner les moteurs asynchrones sous deux tensions. Il est fonction de la tension du réseau et de la tension que peuvent supporter les enroulements.

Le couplage est réalisé par une connexion, à l'aide de barrettes, sur la plaque à bornes.

1) - Méthodologie de couplage

Repérer la plaque signalétique sur laquelle le constructeur a indiqué les caractéristiques du moteur.

Extraire les indications se reportant au tension admissible par le moteur asynchrone ainsi que les couplages possibles.

Pour déterminer le couplage des trois enroulements d'un moteur asynchrone, il faut:

- Connaître la tension sous laquelle il sera alimenté.
- Retrouver sur la plaque signalétique cette tension.
- Lire le couplage qui lui est associé.

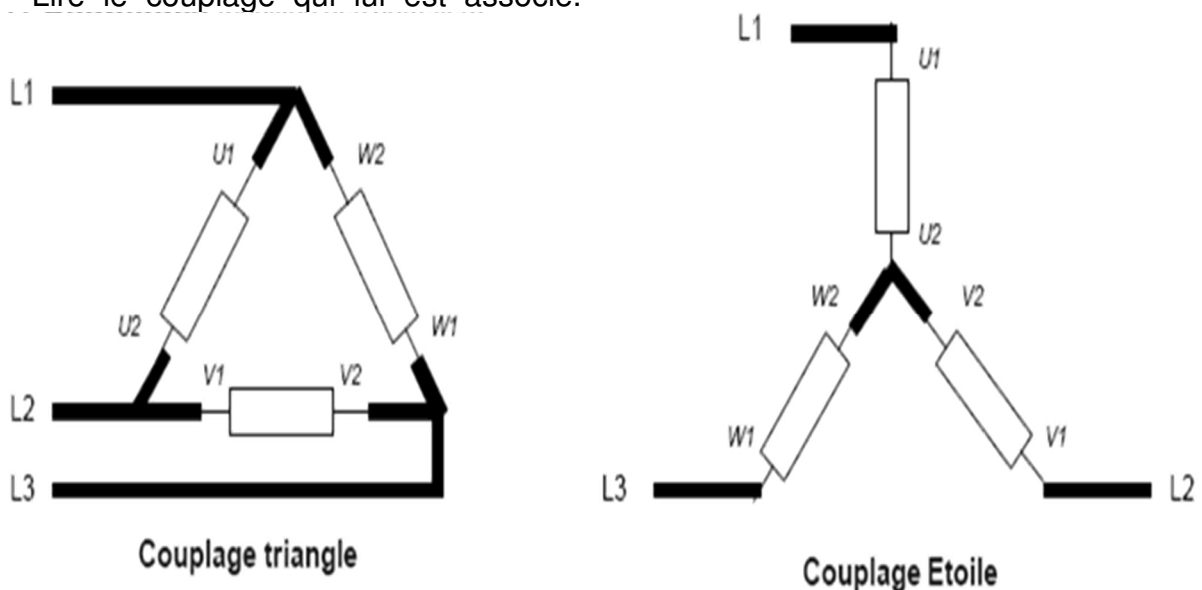


Figure I.6 : Couplage du moteur asynchrone.

d) - Caractéristique d'un moteur asynchrone triphasé

Les principales caractéristiques d'un moteur asynchrone triphasé sont : [4]

- Le moment du couple nominal (M_N) en Newton Mètre (Nm).
- La fréquence de rotation (N) en Tour par minutes (Tr/min ou min^{-1}).
- L'intensité absorbée (I) en ampères (A).

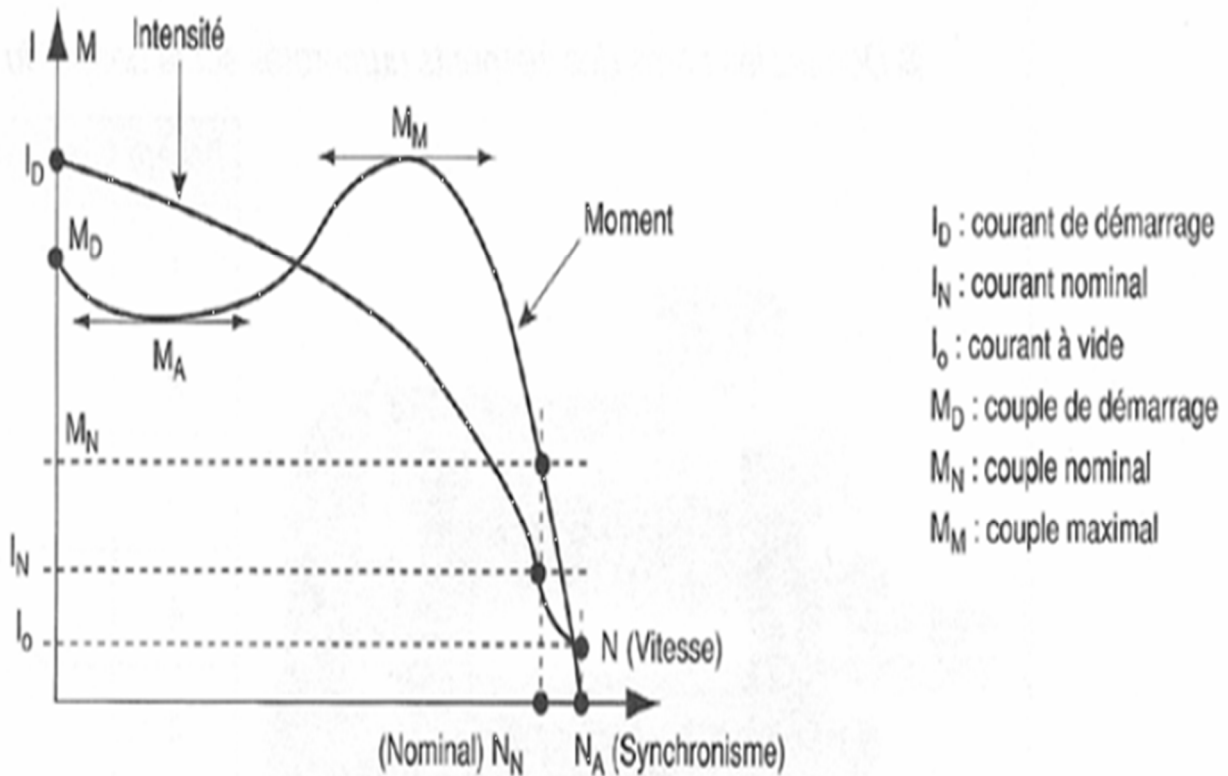


Figure I.7 : Caractéristique de fonctionnement du moteur.

L'ensemble de ces caractéristiques et le moment du couple résistant définissent le point de fonctionnement du moteur.

En fonctionnement établi, pour que le système entraîné par le moteur fonctionne correctement, il faut que le couple moteur M_m soit égale au couple résistant M_r .

Au démarrage, lorsque M_m est supérieur à M_r , le moteur accélère.



Figure I.8 : Groupe électropompe à axe horizontal.

I.6. Présentation des techniques de démarrages classique

1. Démarrage direct

C'est le mode de démarrage le plus simple. Le moteur démarre sur ses caractéristiques "naturelles". Au démarrage, le moteur se comporte comme un transformateur dont le secondaire (rotor) est presque en court-circuit, d'où la pointe de courant au démarrage. Ce type de démarrage est réservé aux moteurs de faible puissance devant celle du réseau, ne nécessitant pas une mise en vitesse progressive. Le couple est énergique, l'appel de courant est important (5 à 8 fois le courant nominal).

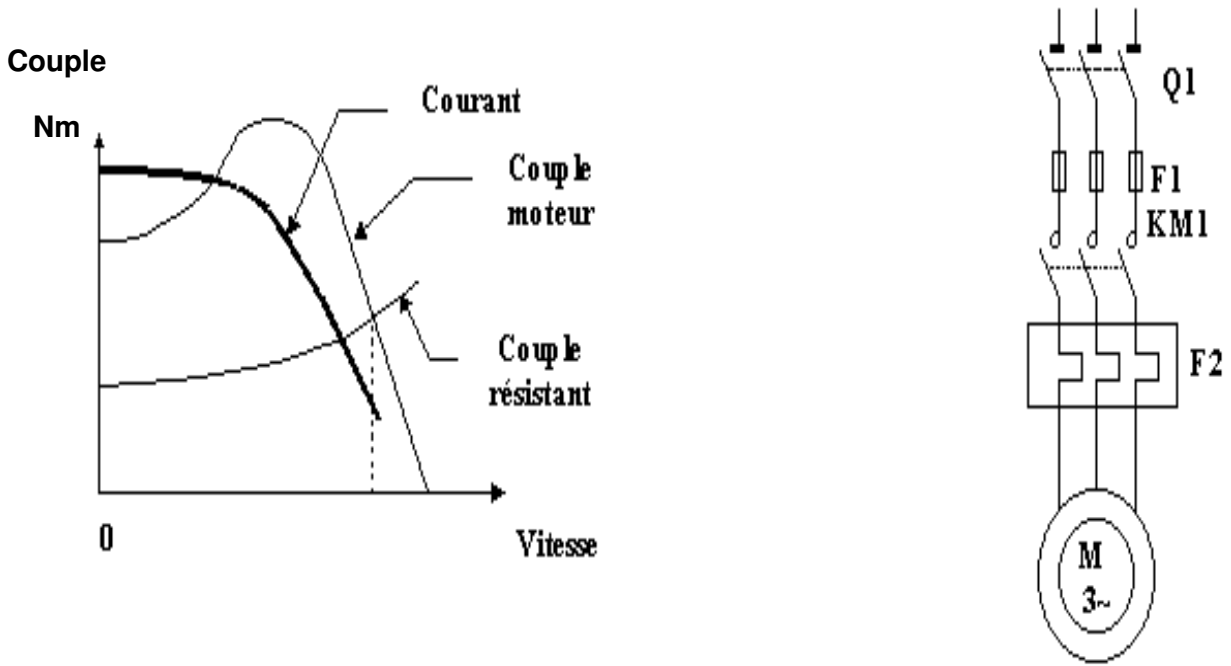


Figure I.9 : Schéma de puissance du démarrage direct d'un moteur asynchrone.

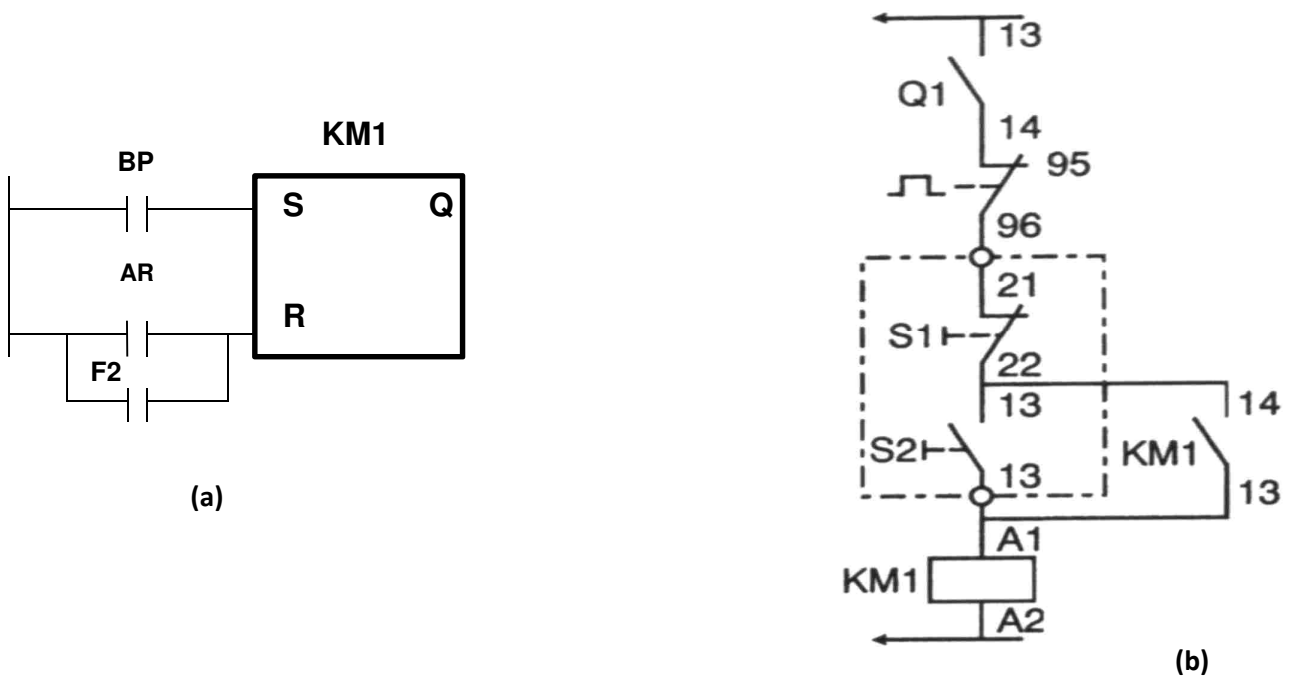


Figure I.10 : Solution en logique programmable (a) et en logique câblée (b) du démarrage direct.

Malgré les avantages qu'il présente (simplicité de l'appareillage, démarrage rapide, coût faible), le démarrage direct convient dans les cas où :

- La puissance du moteur est faible par rapport à la puissance du réseau (Dimension du câble).
- La machine à entraîner ne nécessite pas de mise en rotation progressive et peut accepter une mise en rotation rapide.
- Le couple de démarrage doit être élevé.

Ce démarrage ne convient pas si :

- Le réseau ne peut accepter de chute de tension
- La machine entraînée ne peut accepter les à-coups mécaniques brutaux.
- Le confort et la sécurité des usagers sont mis en cause (escalier mécanique).

2. Démarrage étoile triangle

Le mode de démarrage étoile triangle n'est utilisable que si les deux extrémités de chaque enroulement du moteur sont accessibles. De plus, il faut que le moteur soit compatible avec un couplage final triangle.

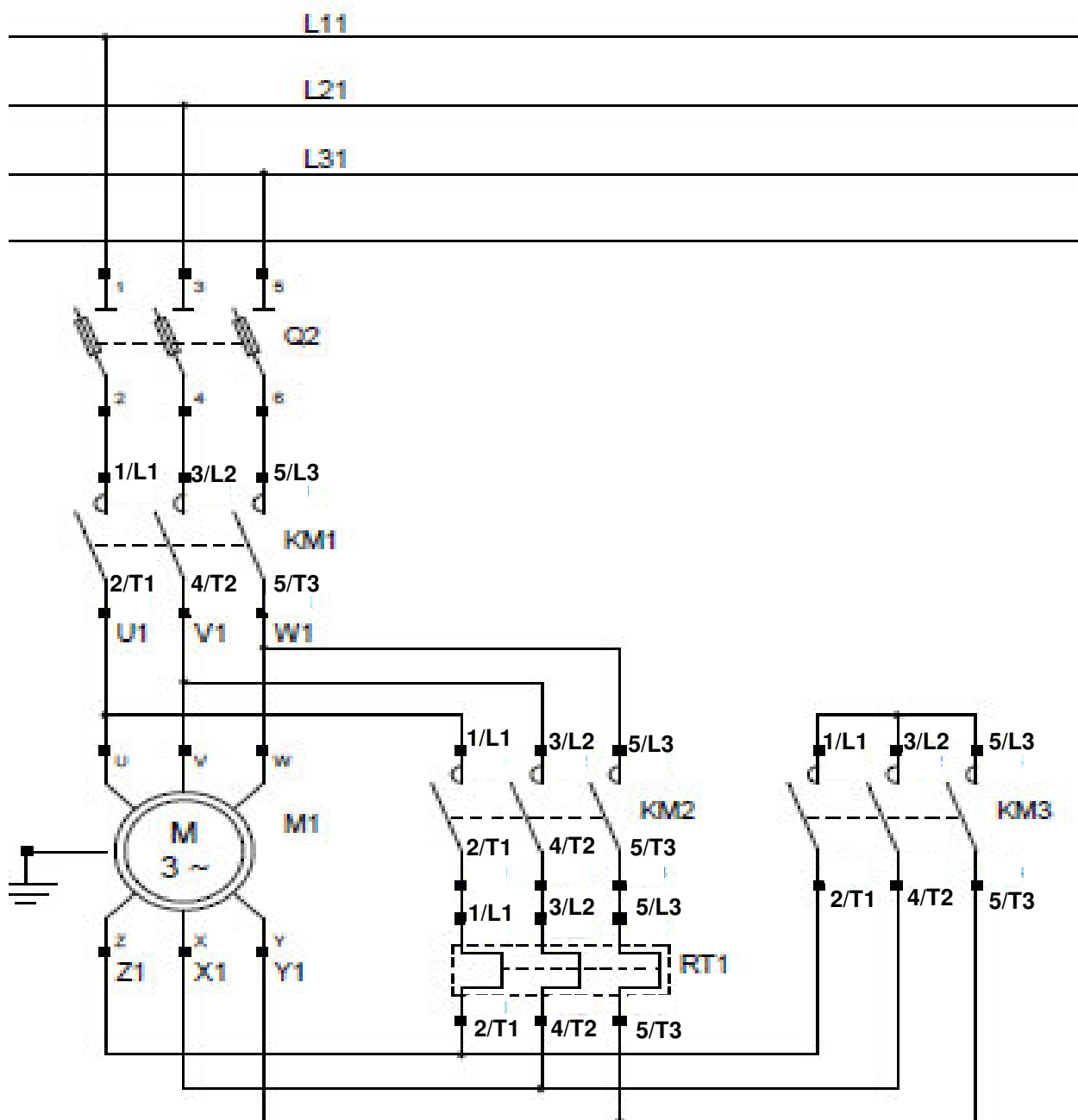


Figure I.11 : Schéma de puissance du démarrage étoile triangle.

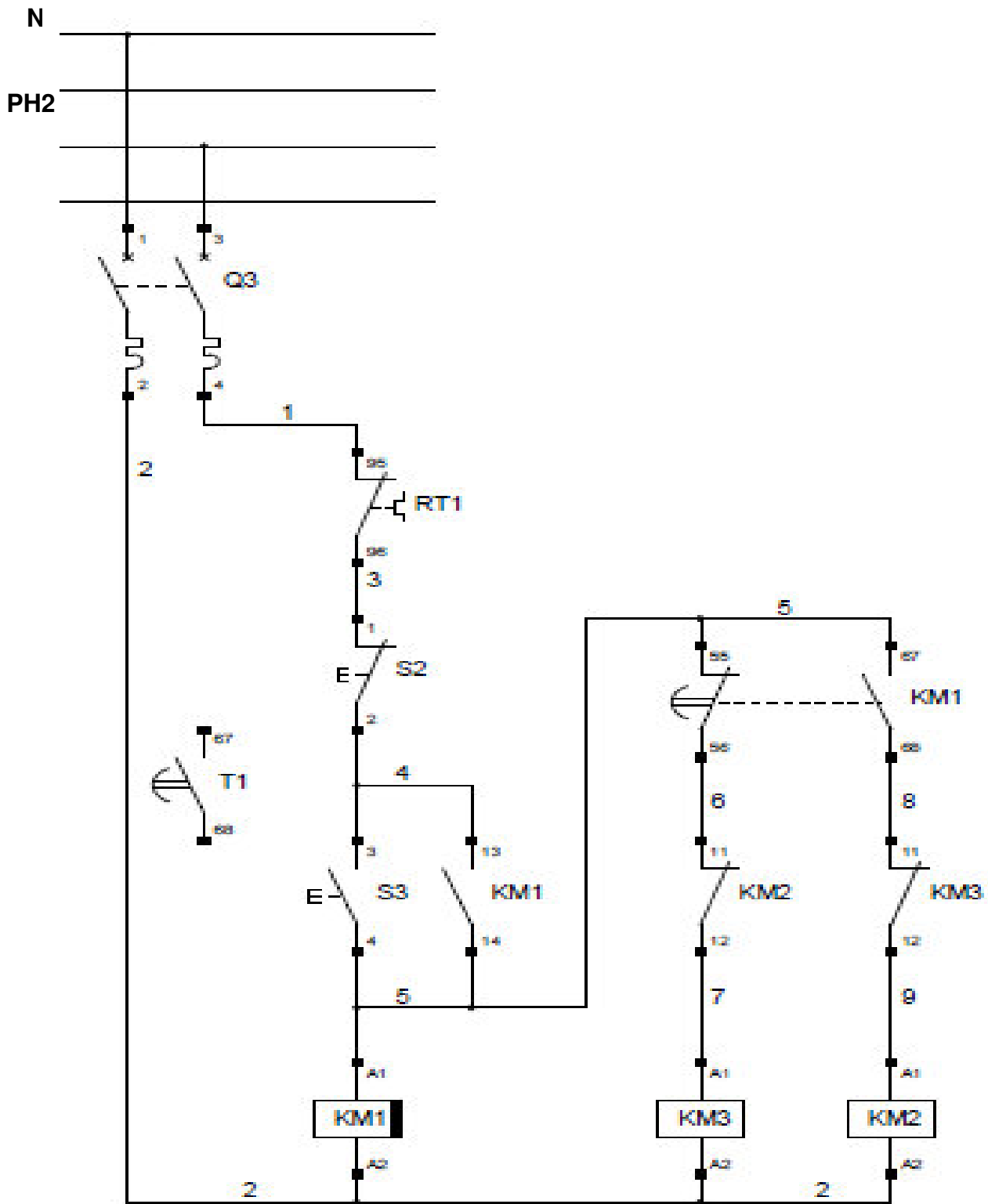


Figure I.12 : Solution en logique câblée du démarrage étoile triangle.

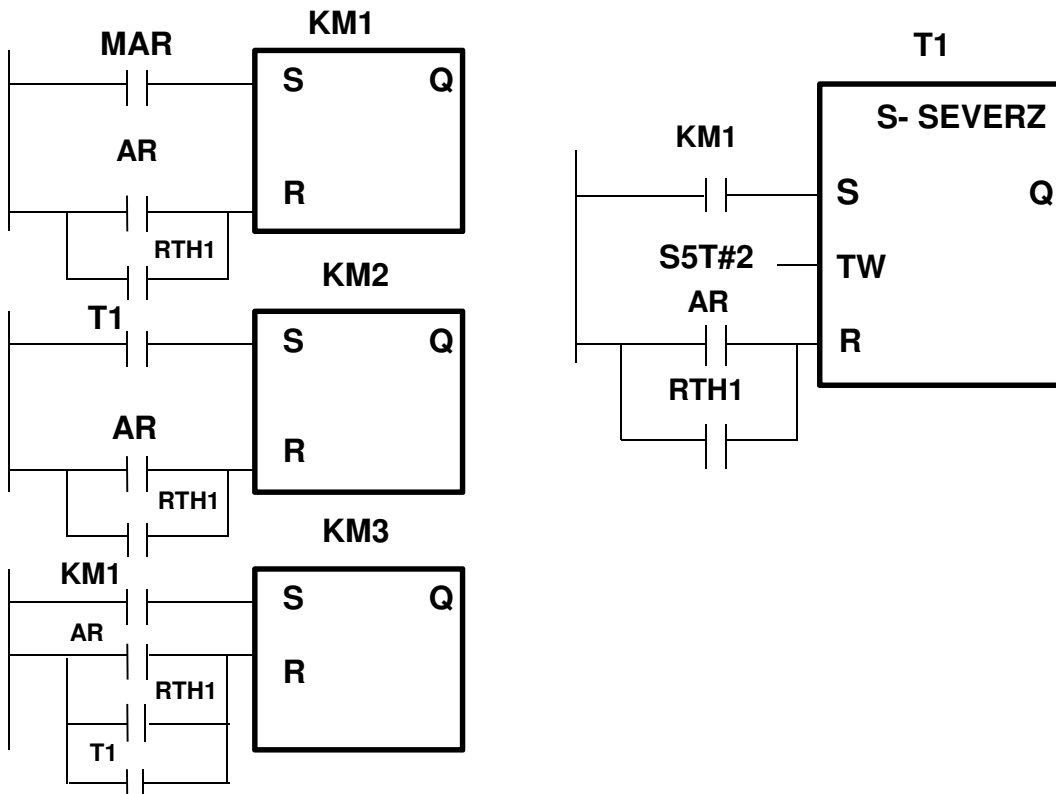


Figure I.13 : Solution en logique programmable du démarrage étoile triangle.

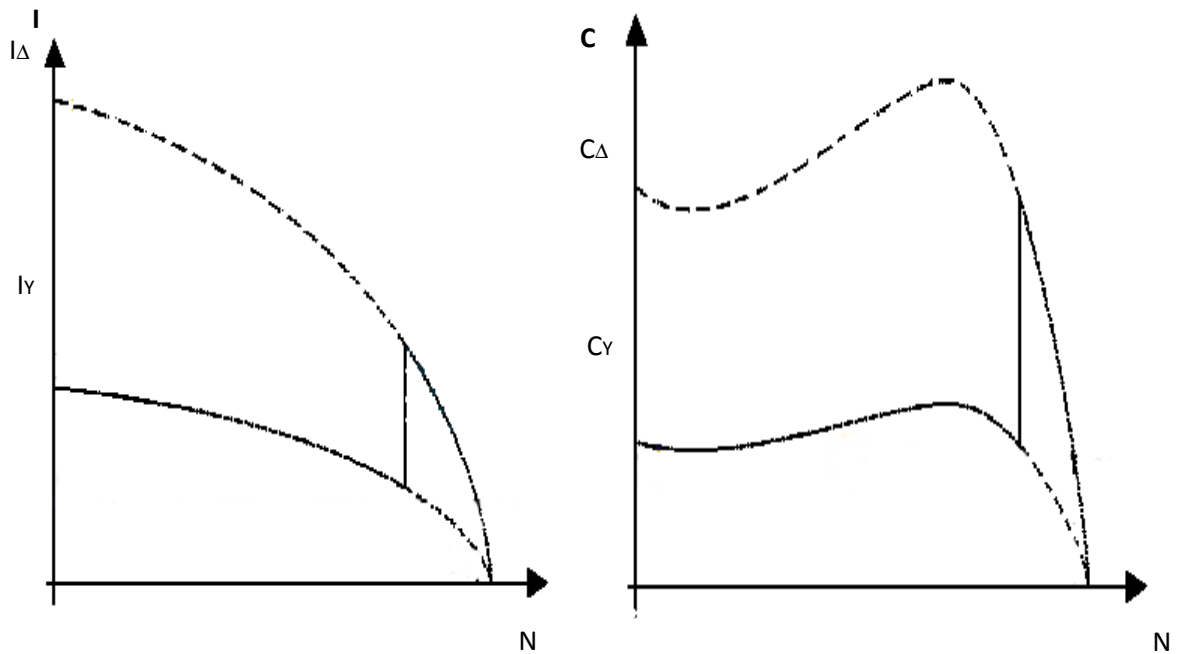


Figure I.14 : Caractéristique du démarrage étoile triangle.

Lors du couplage étoile, chaque enroulement est alimenté sous une tension 3 fois plus faible, de ce fait, le courant et le couple sont divisés par 3. Lorsque les caractéristiques courant ou couple sont admissibles, on passe au couplage triangle. Le passage du couplage étoile au couplage triangle n'étant pas instantané, le courant est coupé pendant 30 à 50 ms environ. Cette coupure du courant provoque une démagnétisation du circuit magnétique. Lors de la fermeture du contacteur triangle, une pointe de courant réapparaît brève mais importante (magnétisation du moteur).

3. Démarrage statorique

Le principe consiste à faire démarrer le moteur sous une tension réduite en insérant des résistances en série avec les enroulements. Dès que la vitesse du moteur est atteinte les résistances sont éliminées et le moteur est couplé directement au réseau, ce procédé est contrôlé par une temporisation. La valeur de la résistance est calculée par rapport à la pointe de courant à ne pas franchir au démarrage, ou par rapport au couple de démarrage. Ce type de démarrage a des caractéristiques comparables au démarrage étoile triangle. Il n'y a pas de coupure de l'alimentation du moteur entre les deux temps de démarrage.

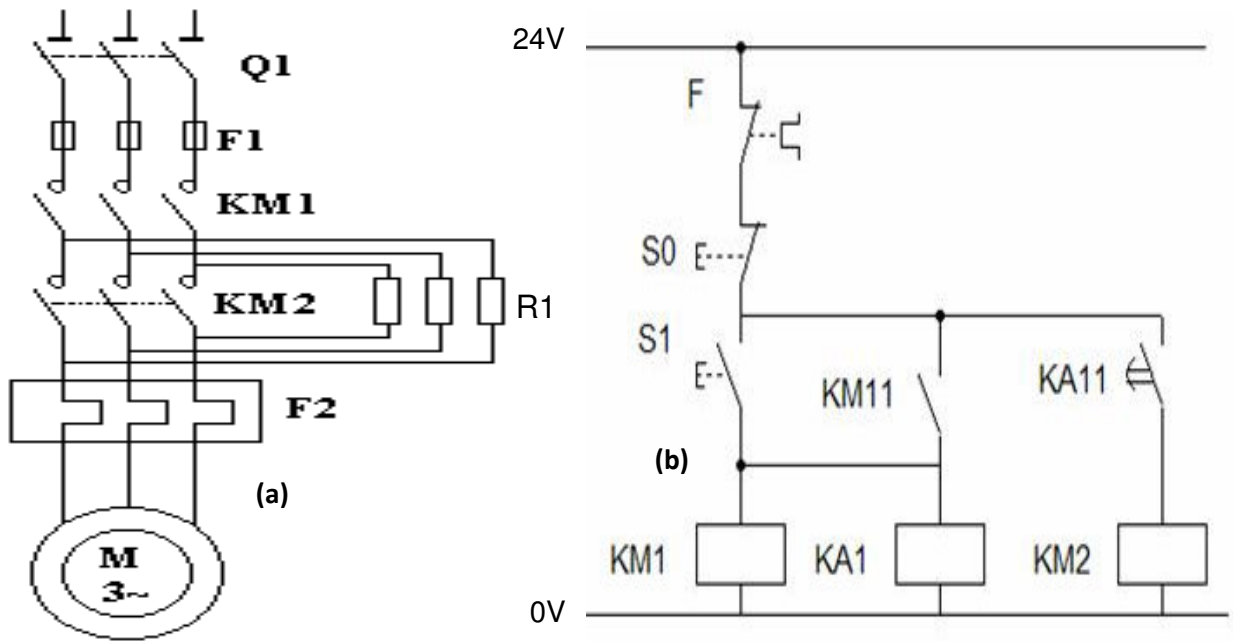


Figure I.15 : Schéma de puissance (a) et circuit de commande (b) du démarrage statorique.

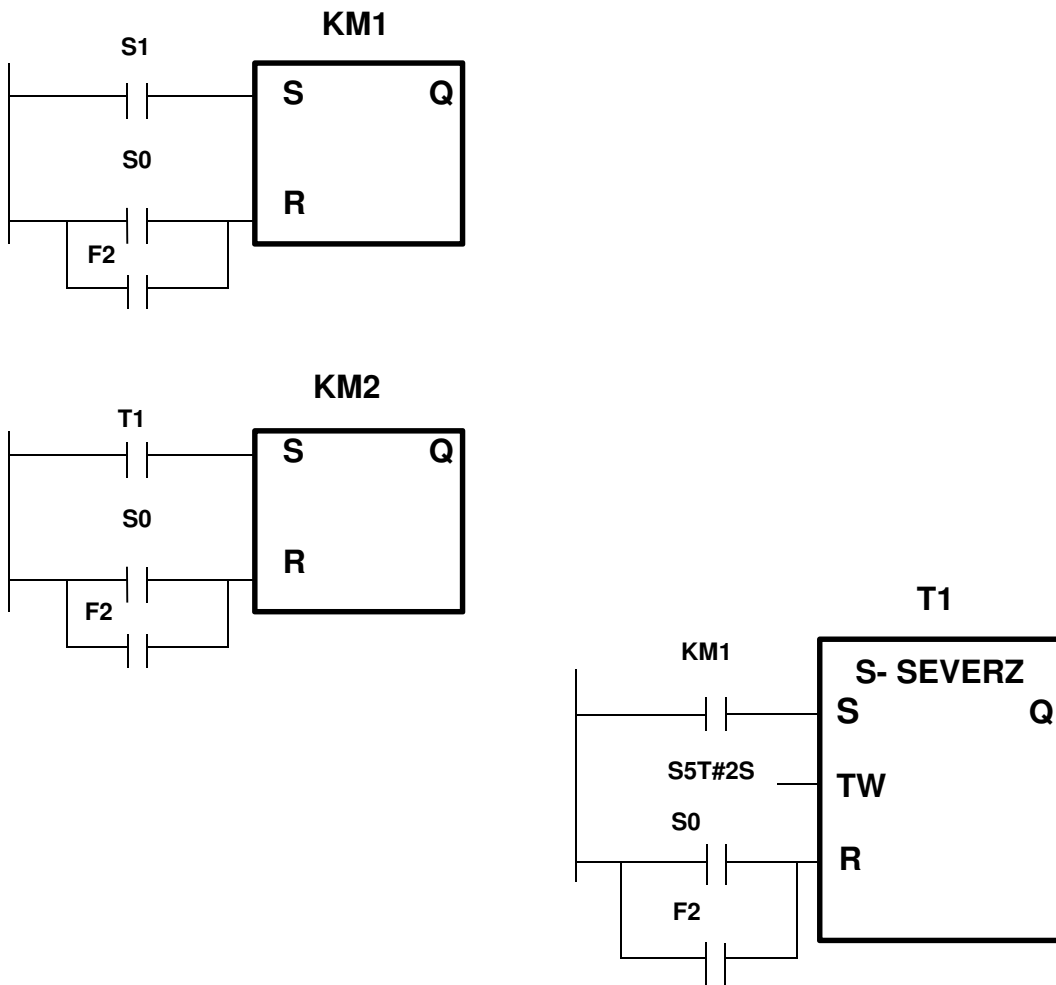


Figure I.16 : Solution en logique programmable du démarrage statorique.

4. Démarrage par auto - transformateur

Dans le démarrage par autotransformateur, on effectue le même type que le démarrage étoile triangle (on a en plus le choix du rapport des tensions en choisissant le rapport de transformation) mais les phénomènes transitoires du démarrage étoile triangle (pointe de courant au passage triangle, ne vont plus exister car le courant n'est jamais coupé).

Dans un premier temps, on démarre le moteur sur un autotransformateur couplé en étoile. De ce fait, le moteur est alimenté sous une tension réduite réglable. Avant de passer en pleine tension, on ouvre le couplage étoile de l'autotransformateur, ce qui met en place des inductances sur chaque ligne limitant un peu la pointe et presque aussitôt, on court-circuite ces inductances pour coupler le moteur directement au réseau.

$$I_d = 1,7 \text{ à } 4 I_n$$

$$C_d = 0,5 \text{ à } 0,85 C_n$$

Ce mode de démarrage est surtout utilisé pour les fortes puissances (> 100 kW) et conduit à coût de l'installation relativement élevé, surtout pour la conception de l'autotransformateur.

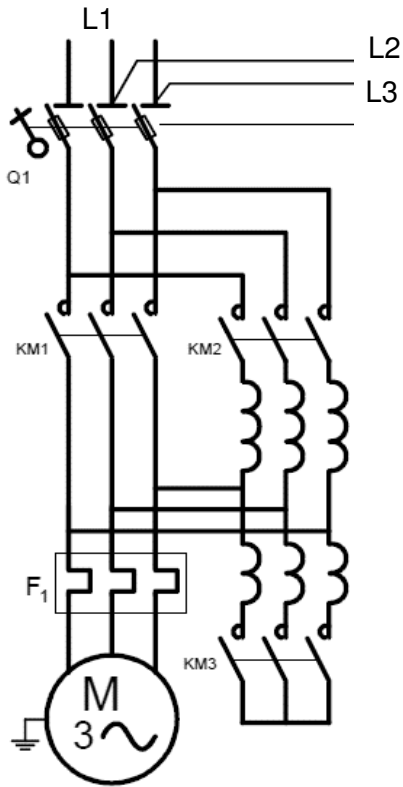


Figure I.17 : Schéma de puissance du démarrage par auto-transformateur

0V 24V

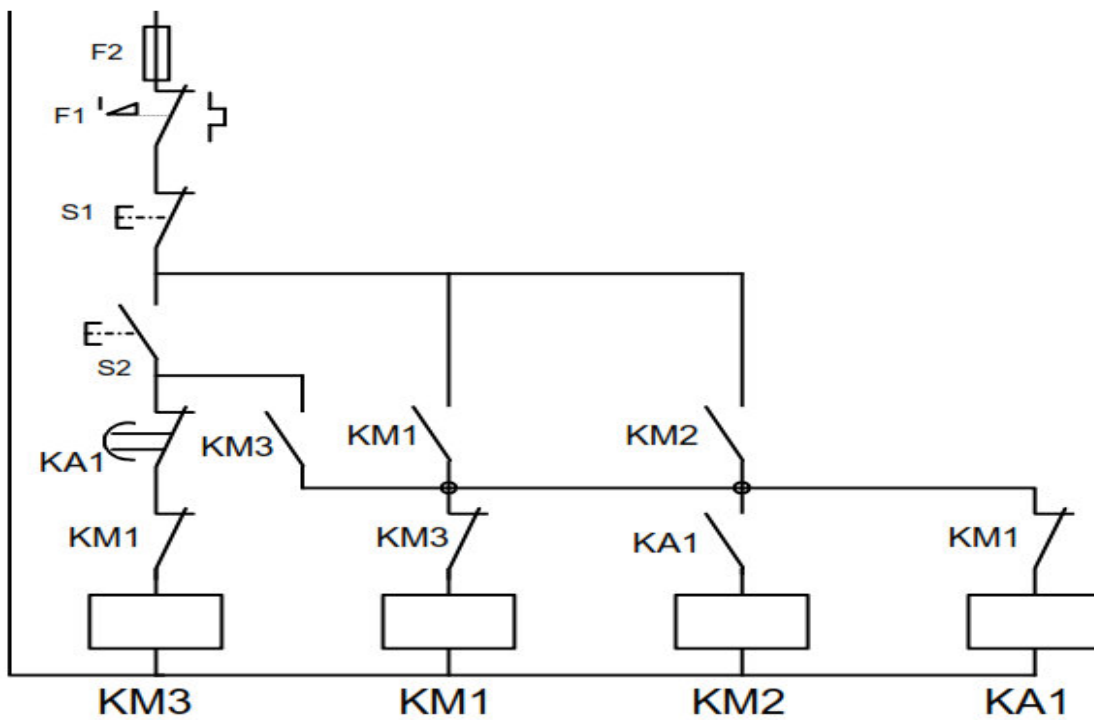


Figure I.18 : Solution en logique câblée du démarrage par auto-transformateur.

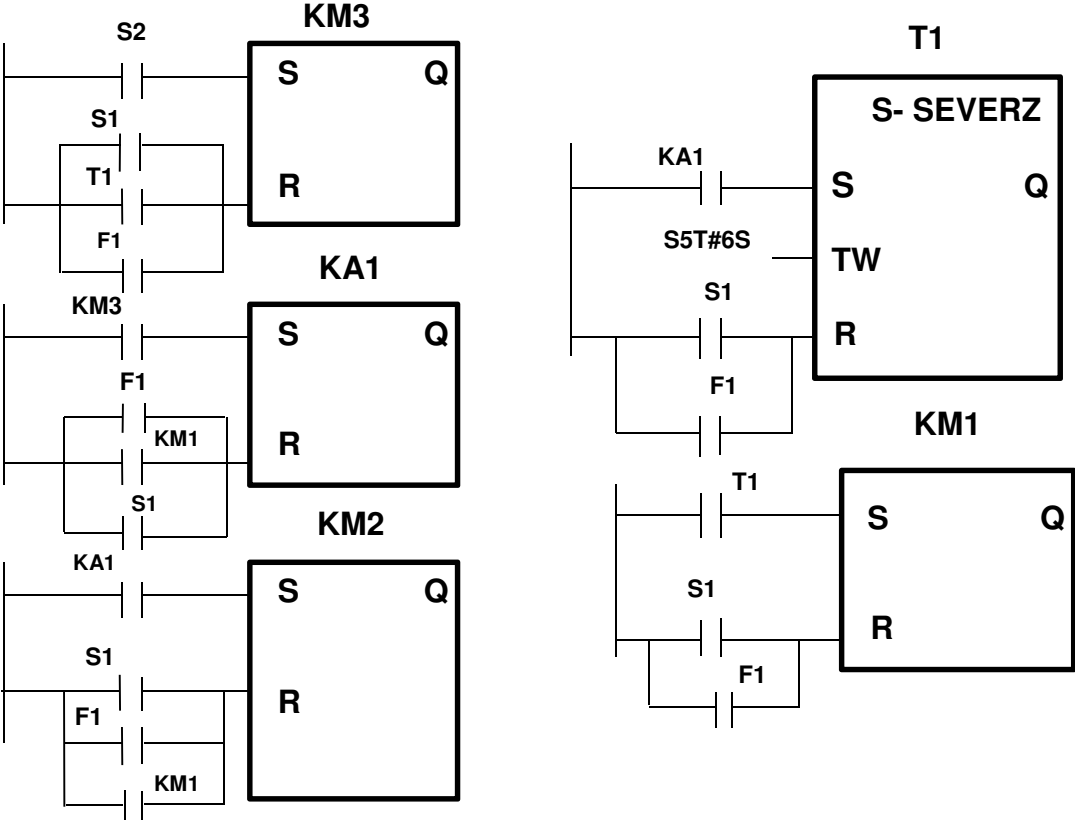


Figure I.19 : Solution en logique programmable du démarrage par auto-transformateur.

5. Tableau récapitulatif

	Démarrage direct	Démarrage étoile triangle	Démarrage statorique	Démarrage par auto transformateur	Démarrage rotorique
Courant de démarrage	100%	33%	50%	40/65/80%	70%
Surcharge en ligne	4 à 8 In	1.3 à 1.6 In	4.5 In	1.7 à 4 In	<2.5 In
Couple en % de Cd	100%	33%	50%	40/65/80%	
Couple initiale au démarrage	0.6 à 1.5 Cn	0.2 à 0.5 Cn	0.6 à 0.85 Cn	0.4 à 0.85 Cn	0.4 à 0.85 Cn
Avantages	- démarrage simple et économique -couple au démarrage important	-économiques -bon rapport couple/ Courant.	-possibilités de réglages des valeurs au démarrage	-bon rapport couple/courant - possibilités de réglages des valeurs au démarrage	-très bon rapport couple/ Courant. -possibilité de réglage des valeurs au démarrage
Inconvénients	-pointe de courant très importante -démarrage brutal	-couple de démarrage faible -coupure d'alimentation au changement de couplage -moteur 6 bornes	-faible réduction de la pointe de courant au démarrage -nécessite des résistances volumineuses	-nécessite une auto transformatrice onéreuse -présente des risques de réseau perturbé	-moteur à bague plus onéreux

La Station de pompage M.T.I.2 est équipée d'une armoire de puissance est d'un pupitre de commande qui permet de commander le démarrage des pompes.

I.7 Présentation de l'armoire de puissance

L'armoire de puissance de la station M.T.I.2 est composée de 6 portes, on distingue sur la partie supérieur 2 disjoncteurs compacts de 1600 A principale, le premier à gauche et le deuxième à droite sur la partie supérieure, ces derniers sont suivis de 4 disjoncteurs compacts de 630 A , à travers un jeux de barre en cuivre qui alimente les démarreurs ATS 22. On distingue aussi des disjoncteurs bipolaire et des borniers de raccordements qui relie l'armoire de puissance à l'armoire de commande.

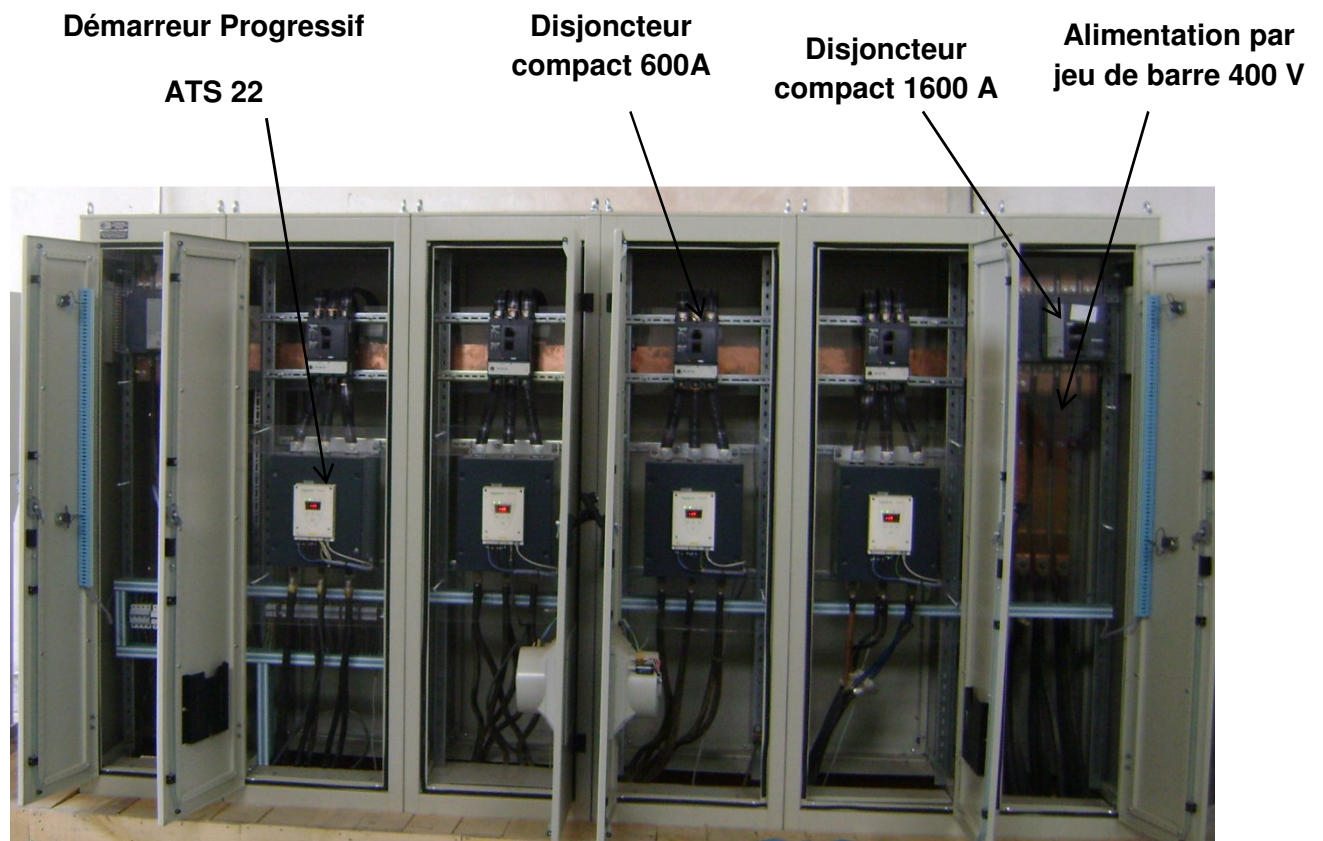


Figure I.20 : Armoire de puissance.

- Le disjoncteur

- Définition :

Le disjoncteur est un appareil électromagnétique capable d'établir, de supporter et d'interrompre des courants dans des conditions normales, mais surtout dans celles dites "anormales", c'est-à-dire :

- Surcharge,
- Court-circuit.

Il s'ouvre alors automatiquement. Après élimination du défaut, il suffit de le réarmer par une action manuelle sur la manette.

Le rôle principal assigné à un disjoncteur est de protéger l'installation

électrique, et les conducteurs situés en aval, contre les conditions anormales

de fonctionnement : les surcharges et les court-circuit.

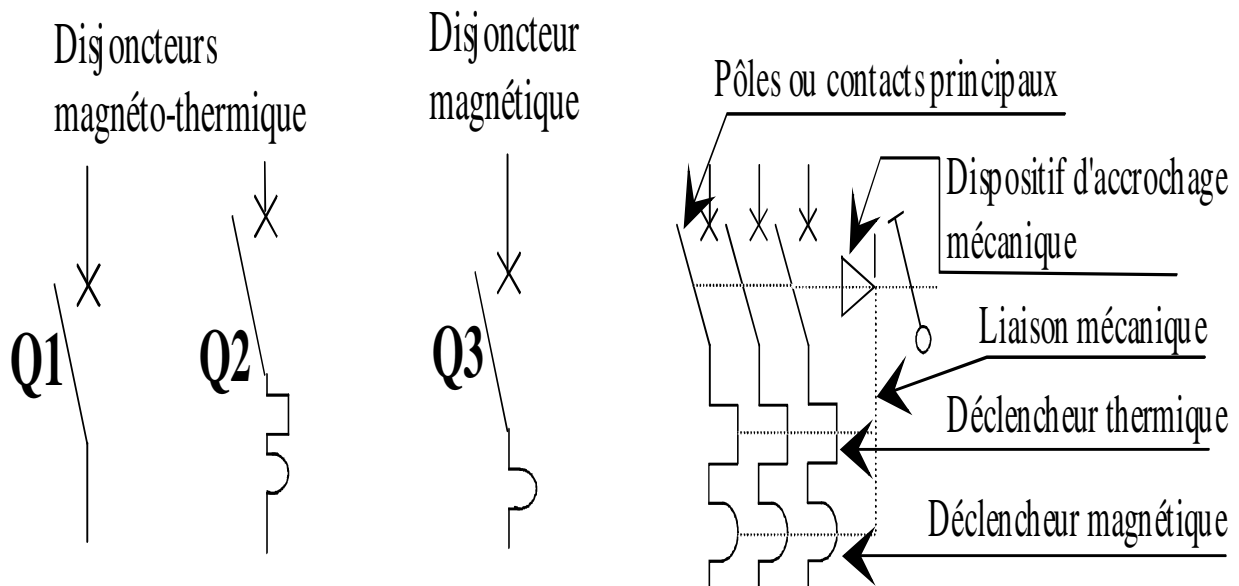


Figure I.21 : Symbole du disjoncteur.

A l'intérieur de l'armoire que nous avons conçu ; nous avons opté pour des disjoncteurs compacts sur châssis métalliques :

- 2 disjoncteurs compact NS 1600 A sur châssis métalliques, destinés à de très grosses intensités (1600 A).
- 4 disjoncteurs compact NSX 630 A sur châssis métalliques, destinés à de très grosses intensités (630 A).

I.8. Présentation des techniques de démarrages moderne

- Démarreurs progressif :

Notre étude, s'est basée particulièrement sur le démarrage des moteurs asynchrones triphasés constituant le dispositif de commande. On a constaté que le type de démarrage utilisé par l'ADE, est le démarrage classique par auto-transformateur, d'après les chapitres étudiés précédemment, ce mode de démarrage présente plusieurs inconvénients.

Notre contribution sera l'insertion d'un démarreur électronique << démarreur progressif **ATS 22C59Q** Schneider >> qui présente plusieurs avantages :

- Contacteur By-pass intégré.
- Réduction du temps de câblage.
- Meilleure aération de l'armoire.
- Facilité de manipulation.

Ce mode de démarrage va apporter d'énormes bénéfices à << L'algérienne des eaux >> qui sont principalement :

- L'augmentation de la durée de vie des GEP.
- Diminuer le cout de l'énergie électrique, fournie par agence nationale la Sonelgaz.

- Diminuer le cout de la maintenance.
- Assurer la continuité de service.

Pour démarrer les moteurs électriques et contrôler leurs vitesses, plusieurs procédés ont été utilisés (démarrage étoile triangle, démarrage par élimination de résistances ...ect.

Les démarreurs électroniques (progressifs) se sont imposés dans l'industrie comme la solution moderne, fiable économique et sans entretien.

1). Définition

Les démarreurs progressifs sont des appareils de commande électroniques conçus pour le démarrage progressif des machines asynchrones à courant triphasé.

Par le biais d'une commande en angle de phase, les trois phases du moteur sont influencées par des thyristors de telle sorte que les intensités puissent augmenter constamment. Le couple du moteur se comporte de la même manière au cours de l'accélération. Ceci permet au moteur de démarrer sans secousses. On évite aussi la détérioration d'éléments de commande en supprimant le couple au démarrage qui se manifeste brutalement dans le cas d'un enclenchement direct.

La fonction d'arrêt progressifs a pour but de prolonger la durée naturelle de décélération des moteurs et d'éviter ainsi leur arrêt brutal.

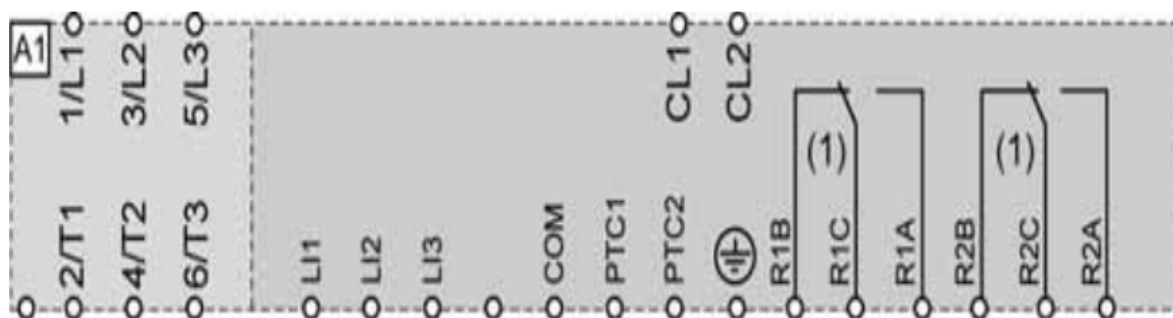
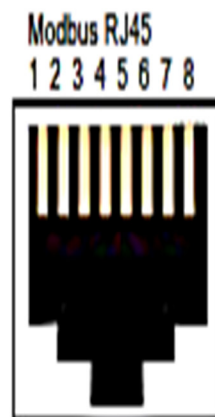


Figure I.22 : Schéma représentatif du démarreur ATS 22 .

2). Caractéristique de l'Altistart 22

Les caractéristiques électriques du démarreur ATS 22 Schneider sont données par le tableau suivant

Borne	Fonction	Spécifications
CL1	Alimentation puissance de l'ATS22	230 V CA, +10 %
CL2		220 V CA, -15 %
R1B	Relais 1 normalement fermé	Capacité de commutation maximale : 5 A – 250 V CA ou 30 V CC sur charge résistive (p.f. = 1) 2 A – 250 V CA ou 30 V CC sur charge inductive (p.f. = 0,4) Capacité de commutation minimale : 100 mA, 12 V CC
R1C	Relais 1, commun	
R1A	Relais 1 normalement ouvert	
R2B	Relais 2 normalement fermé	
R2C	Relais 2, commun	
R2A	Relais 2 normalement ouvert	
LI1	Entree logique 1	3 entrees logiques 24 V avec impédance de 4,3 k Ω U _{max} = 30 V, I _{max} = 8 mA État 1 : U > 11 V - I > 5 mA État 0 : U < 5 V - I < 2 mA L'alimentation 24 V est limitée à 42 mA (pour utilisation interne et externe). Précision 24 V CC : 24 V, ± 6 V CC Délai d'activation/de désactivation : • Matériel : < 15 ms • Logiciel : < 70-85 ms (anti-rebond)
LI2	Entree logique 2	
LI3	Entree logique 3	
+24 V CC	24 V CC flottant (+) (1)	
COM	24 V CC flottant (-)	
PTC1	PTC (+)	Connexion des sondes PTC : Résistance totale du circuit de sondes : 750 Ω à 25 °C (77 °F).
PTC2	PTC (-)	
(⊕)	Terre (blindage)	
RJ45 broche 1	Non raccordée	Connecteur Modbus RJ45 pour : • Terminal déporté • Logiciel SoMove • Bus de communication
RJ45 broche 2	Non raccordée	
RJ45 broche 3	Commun	
RJ45 broche 4	D1	
RJ45 broche 5	D0	
RJ45 broche 6	Non raccordée	
RJ45 broche 7	12 \pm 0,5 V CC (2)	
RJ45 broche 8	Commun	
RJ45 blindé	Mise à la terre du signal (SNG)	



- **Structure des menus**

L'accès au menu réglage des paramètres de l'ATS 22 se fait suivant deux niveaux qui sont proposés sur le schéma suivant :

a. Niveau « Démarrage simple » (réglage usine)

Ce niveau permet d'accéder aux paramètres de base définissant les caractéristiques de l'application (rampe d'accélération, niveau du Boost).

b. Niveau « Démarrage Avancé »

Ce niveau permet d'accéder à des paramètres dédiés définissant les caractéristiques de communication, de l'interface, de la protection moteur, etc.

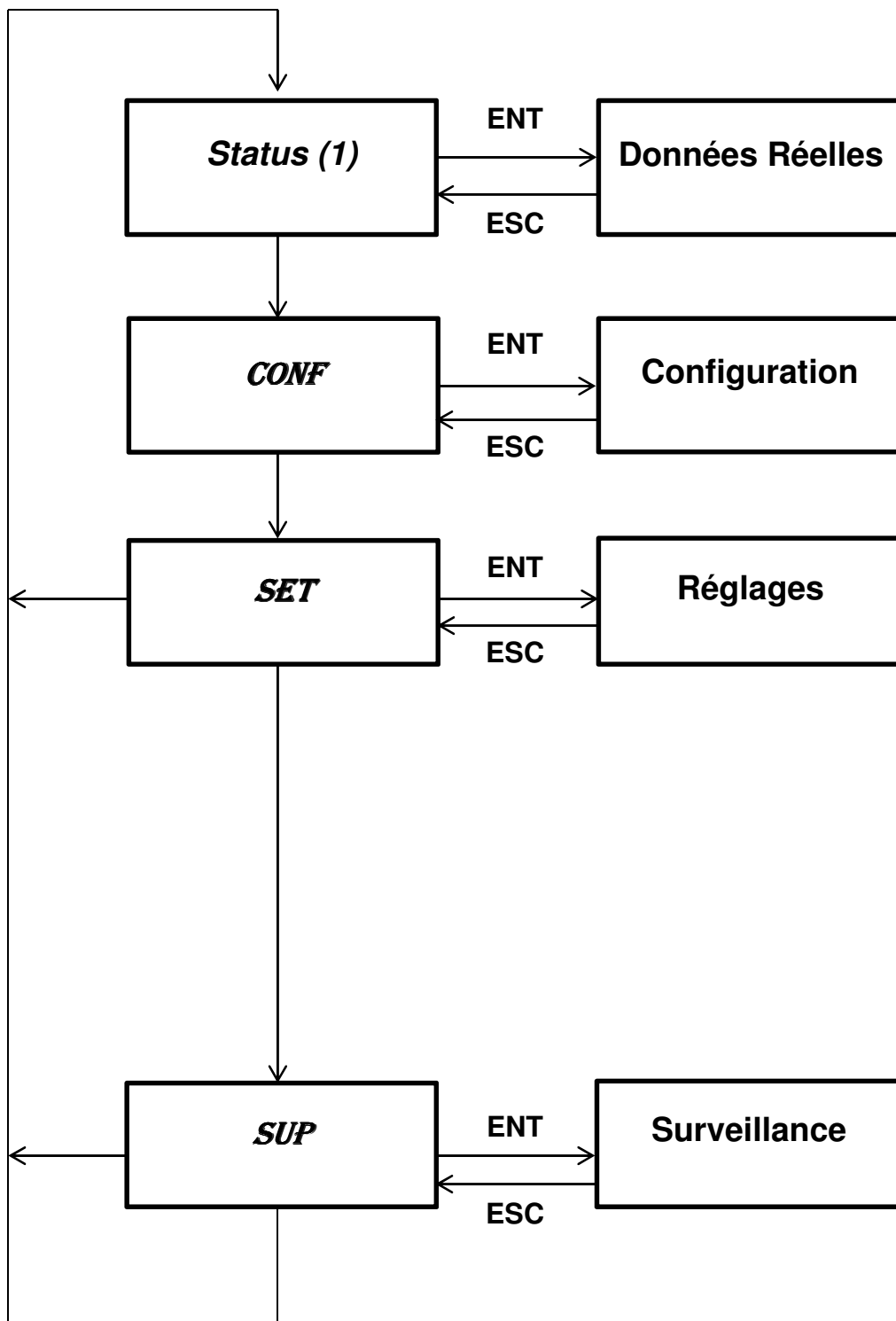
Niveau démarrage simple

Figure I.23 : Structure générale du niveau du démarrage simple.

Niveau Avancé

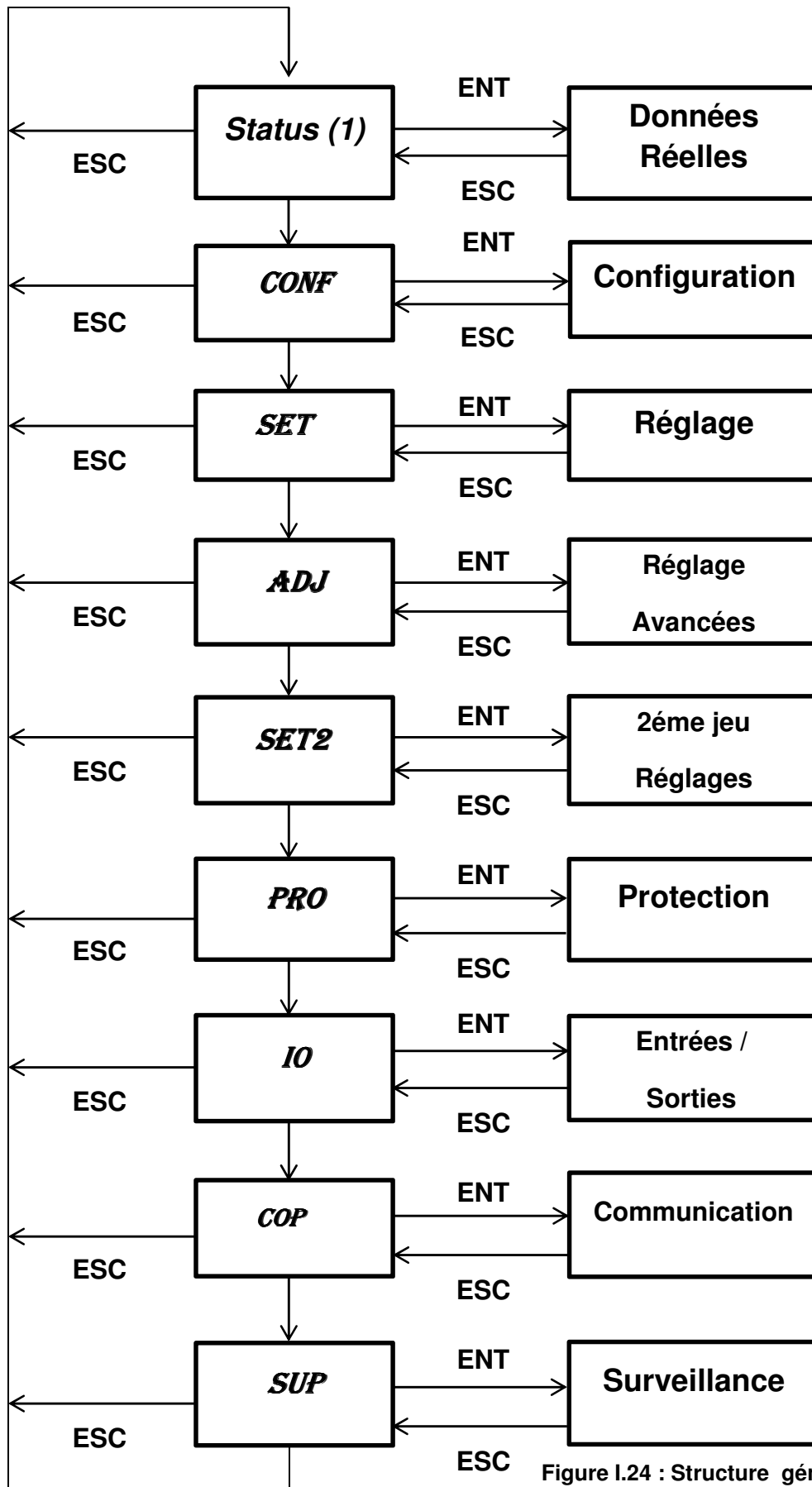


Figure I.24 : Structure générale du niveau du démarrage avancé.

3). Constitution

Les démarreurs sont composés de 2 modules généralement regroupés dans une même enveloppe.

- Un module de contrôle qui gère le fonctionnement de l'appareil.
- Un module de puissance qui alimente le moteur en énergie électrique.

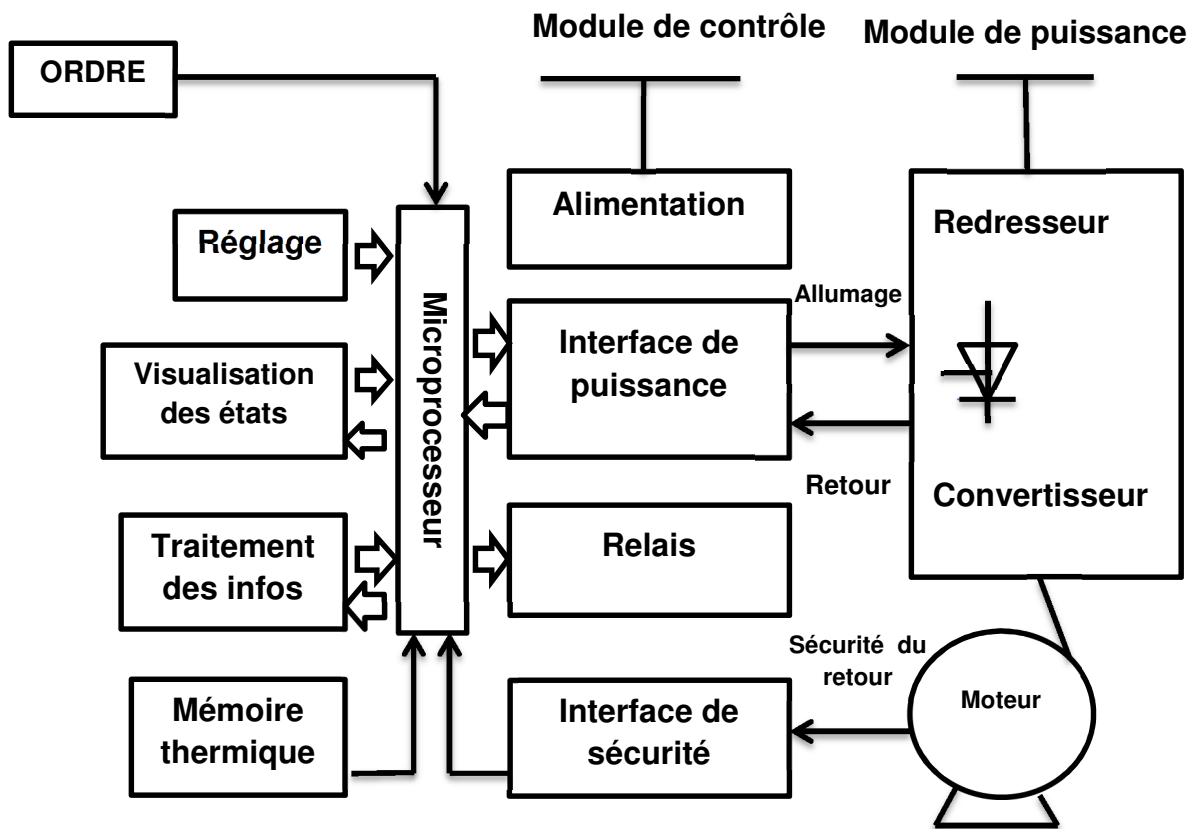


Figure I.25 : Structure générale d'un démarreur progressif.

a. Le module de contrôle

Le démarreur ATS 22 Schneider possède un microprocesseur qui commande toute les fonctions, et exploite toute les règles, les ordres transmis par un opérateur ou par unité de traitement et les résultats de mesures comme la vitesse, le courant ...etc., à partir de ces Informations le microprocesseur gère :

- L'allumage des composants de puissance.
- Les rampes d'accélération et de décélération.
- La limitation en courant.
- Les protections.

b. Le module de puissance

Le module puissance est principalement constitué de :

- Composants de puissance.
- Interface de tension et ou de courant.
- Sur les gros calibres, un ensemble de ventilation

Les composants de puissance sont des semi-conducteurs fonctionnant en tout ou rien, donc comparable à des interrupteurs statiques pouvant prendre les deux états, passant ou bloqué.

4). Principe de fonctionnement

Le gradateur de tension constitue un excellent démarreur dans tous les cas où un couple de démarrage élevé n'est pas nécessaire (le couple est proportionnel au carré de la tension ($C = KU^2$)).

Le démarreur réalise la mise en vitesse et le ralentissement progressif des moteurs asynchrones sans à coup et sans pointes de courant ni chute de tension excessives même en cas de fortes inerties.

Son circuit de puissance comporte, par phase, deux thyristors montés en tête bêche la variation de la tension est obtenue en faisant varier le temps de conduction de ces thyristors au cours de chaque demi période. Plus l'instant de l'amorçage est retardé, plus la valeur de la tension résultante n'est faible. L'amorçage des thyristors est géré par un microprocesseur qui assure également les fonctions suivantes :

- contrôle des rampes d'accélération et de décélération réglables.
- Limitation de courant réglable.
- Sur couple ou décollage.
- Commande de freinage par injection de courant continu
- Protection du démarreur contre les surcharges.
- Protection du moteur contre les échauffements dus aux surcharges ou au démarrage trop fréquent.
- Détection de déséquilibre ou d'absence de phase, défaut de thyristors
- Les sursensions et les chutes de tensions
- Les courts circuits entre phases et entre phase et terre.

5) . Gradateur de tension

a. Généralité

Les gradateurs sont utilisés dans le cas du réglage d'éclairage, de chauffage industriel, de démarrage des moteurs à courant alternatif. [5]

b. Symbole du gradateur

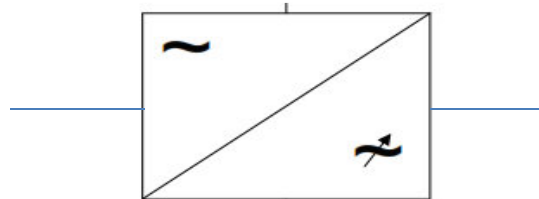


Figure I.26 : Symbole du gradateur.

c. Gradateur à commande par angle de phase

Le gradateur est un convertisseur qui permet de transformer une source de tension sinusoïdale alternative de valeur efficace fixe en une tension alternative de valeur efficace variable de même fréquence.

d. Principe de fonctionnement du gradateur

Le gradateur se comporte comme un interrupteur .il permet d'établir ou d'interrompre la liaison entre la source de tension et le récepteur. La tension au bornes du récepteur évolue en fonction de la commande de l'interrupteur. Le réglage de l'intensité du courant débité par la source permet de moduler l'énergie absorbée par le récepteur.

e. Constitution

L'interrupteur qui constitue le gradateur est composé de 2 thyristors montés en tête bèches ou d'un triac.

Cet étage de puissance est associé à une << électronique >> de commande permettant de faire varier l'angle d'amorçage α des thyristors.

La figure ci-dessous nous montre l'allure que prend la tension de sortie en fonction du temps.

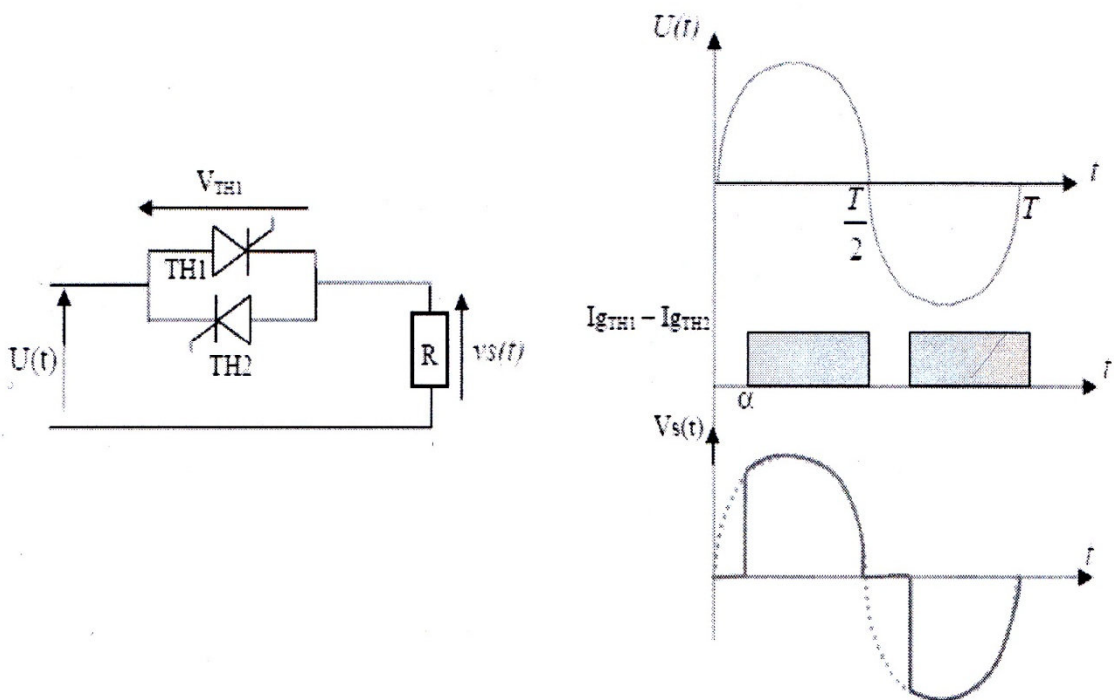


Figure I.27 : Allure de la tension en fonction du temps.

6) . Schéma de puissance d'un démarrage progressif

Le circuit de puissance du démarreur progressif ATS 22 comporte, par phase un contacteur by-pass, deux thyristors en tête bêche la variation de la tension est obtenue en faisant varier le temps de conduction de ces thyristors au cours de chaque demi période.

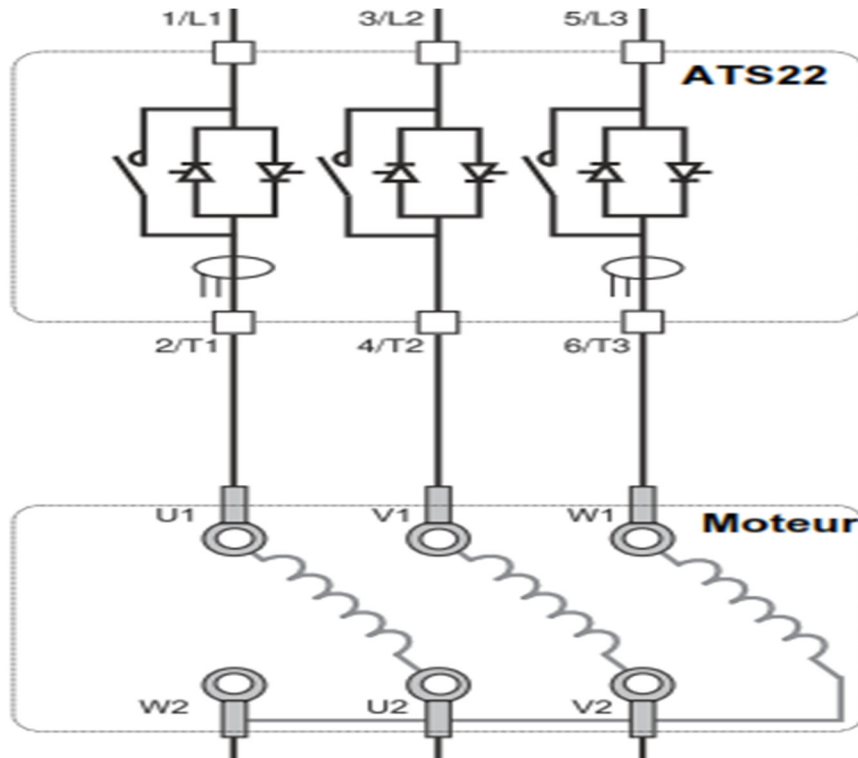


Figure I. 28 : Gradateur triphasé.

Ces thyristors sont commandés par un système numérique qui génère un train d'ondes sur leurs gâchettes pendant le temps de démarrage ou de freinage.

En fonction de l'instant et de l'angle d'amorçage des thyristors, le gradateur permet de délivrer une tension qui augmente progressivement à fréquence fixe.

7) . Différentes caractéristique du démarreur électronique

a)- Caractéristique du courant de démarrage en fonction de la vitesse

La figure ci-dessous montre l'évolution du couple en fonction du courant de démarrage .La limitation du courant de démarrage I_d à une valeur prédétermine I_{d1} , provoque une réduction du couple de démarrage C_{d1} pratiquement égale au rapport du carré des courants I_d et I_{d1} .

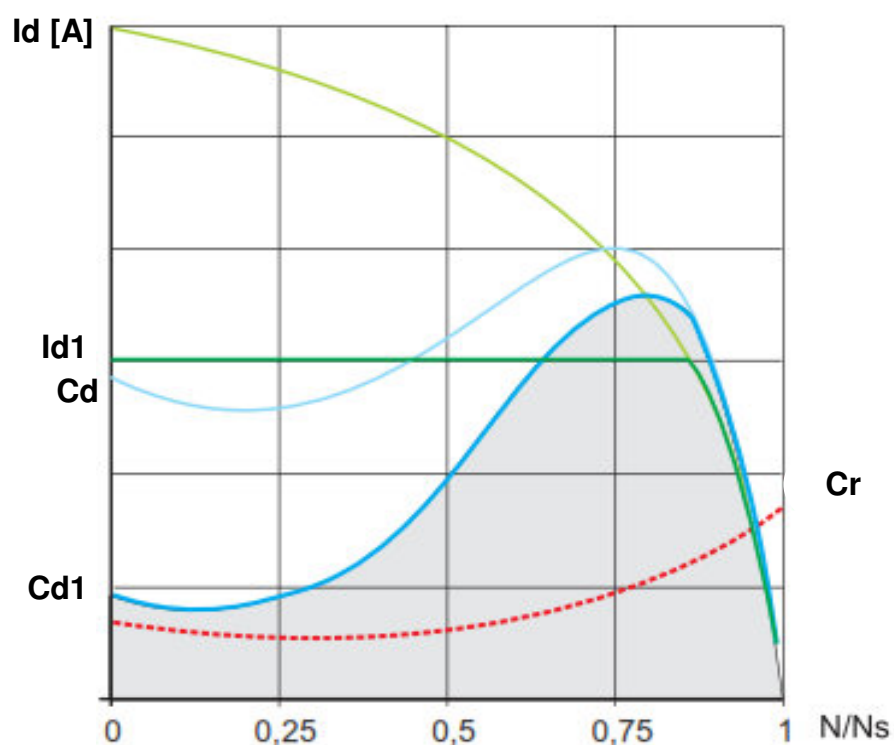


Figure I. 29 : Courant de démarrage en fonction de la vitesse de rotation .

b) - Caractéristique du couple en fonction de la vitesse

La figure (I.30) ci-dessous montre la caractéristique couple / vitesse d'un moteur

asynchrone en fonction de la tension d'alimentation .Le couple varie comme le carré de la tension à fréquence fixe .La montée progressive de la tension supprime la pointe de courant instantanée à la mise sous tension.

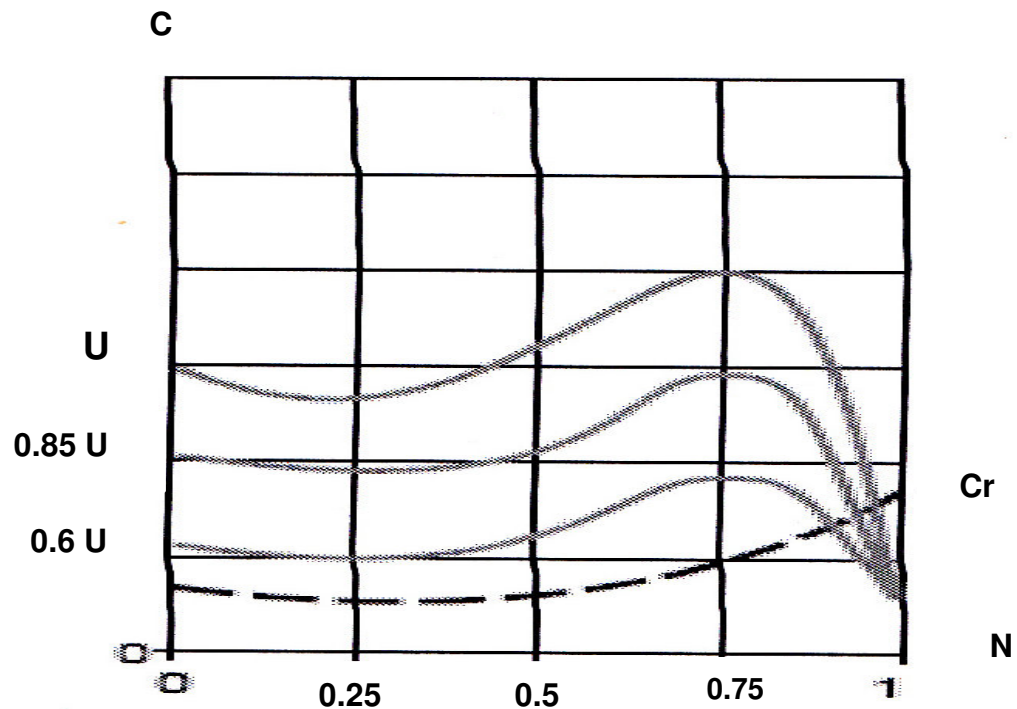


Figure I.30 : Couple en fonction de la vitesse.

8) . Les principales fonctions des démarreurs progressifs

a. Accélération contrôlée (ACC)

La mise en vitesse du moteur est contrôlée par une rampe d'accélération linéaire. Cette rampe est généralement réglable et permet par conséquent de choisir le temps de mise en vitesse approprié à l'application voir figure(1.31).

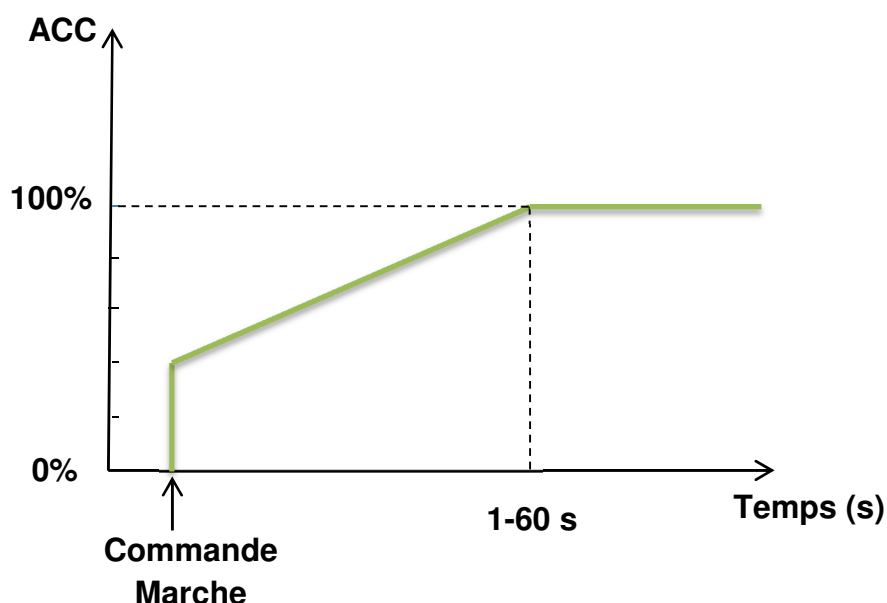


Figure I.31 : Rampe d'accélération du démarreur.

b. Décélération contrôlée (DEC)

Quand un moteur est mis hors tension, sa décélération est due uniquement au couple résistant et la machine (décélération naturelle).

Les démarreurs électroniques permettent de contrôler la décélération au moyen d'une rampe linéaire, généralement identique à la rampe d'accélération voir figure (1.32).

Cette rampe peut être réglée de manière à obtenir un temps de passage de la vitesse en régime établi à une vitesse intermédiaire jusqu'à ce qu'elle soit nulle.

Si la décélération désirée est plus rapide que la décélération que la décélération naturelle, le moteur doit développer un couple résistant qui vient s'ajouter au couple résistant de la machine, on parle alors de freinage électrique qui peut s'effectuer soit par renvoi d'énergie au réseau d'alimentation.

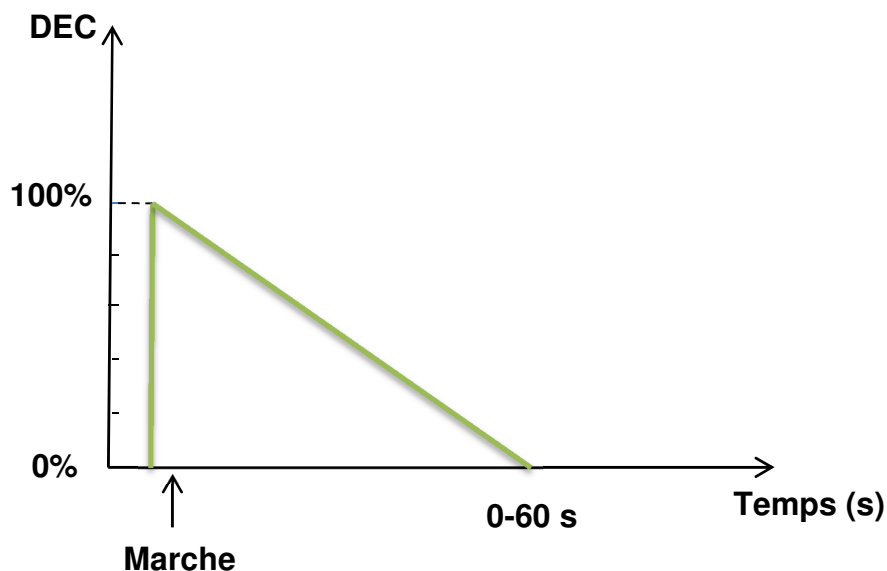


Figure I. 32 : Rampe de décélération du démarreur.

C. Inversion de sens de marche :

La majorité des démarreurs actuels permettent cette fonction en standard. L'inversion de l'ordre de phase d'alimentation du moteur est réalisée automatiquement soit par inversion de la consigne à l'entrée, soit par un ordre logique sur une borne, soit par une information transmise par une connexion réseau.

10) . Branchement et câblage

1. Tension d'alimentation

La mise en tension du démarreur en 220 V, s'effectue sous 2 borne :

CL1 & CL2.

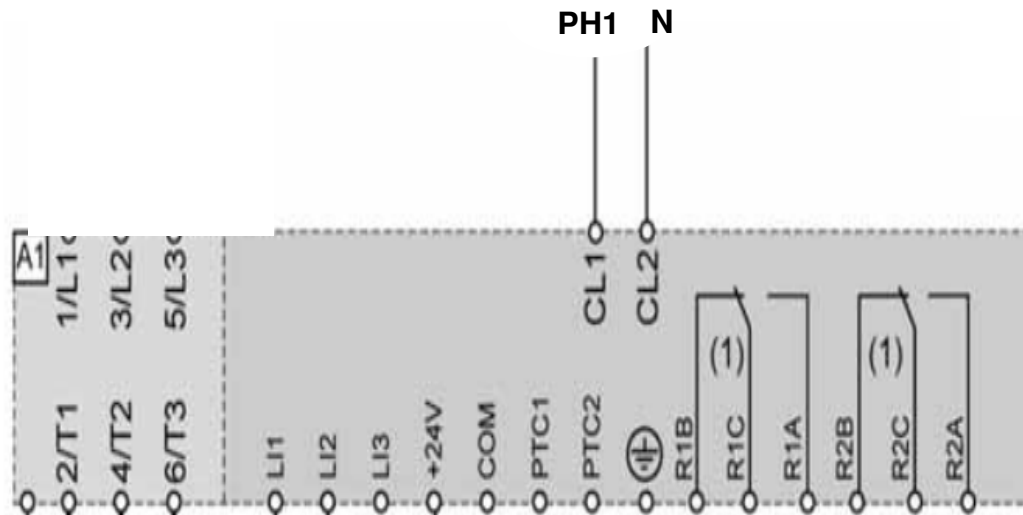


Figure I.33 : Alimentation du démarreur progressif.

2. Signaux de commande d'entrée

2. a. Commande marche 2 fils

La mise en marche et l'arrêt sont commandés par l'état 1 (marche) au 0 (arrêt) qui sont pris sur les entrées RUN et STOP en même temps. Lors d'une mise sous tension ou d'une mise à 0 de défaut manuelle le moteur redémarre si l'ordre RUN est présent.

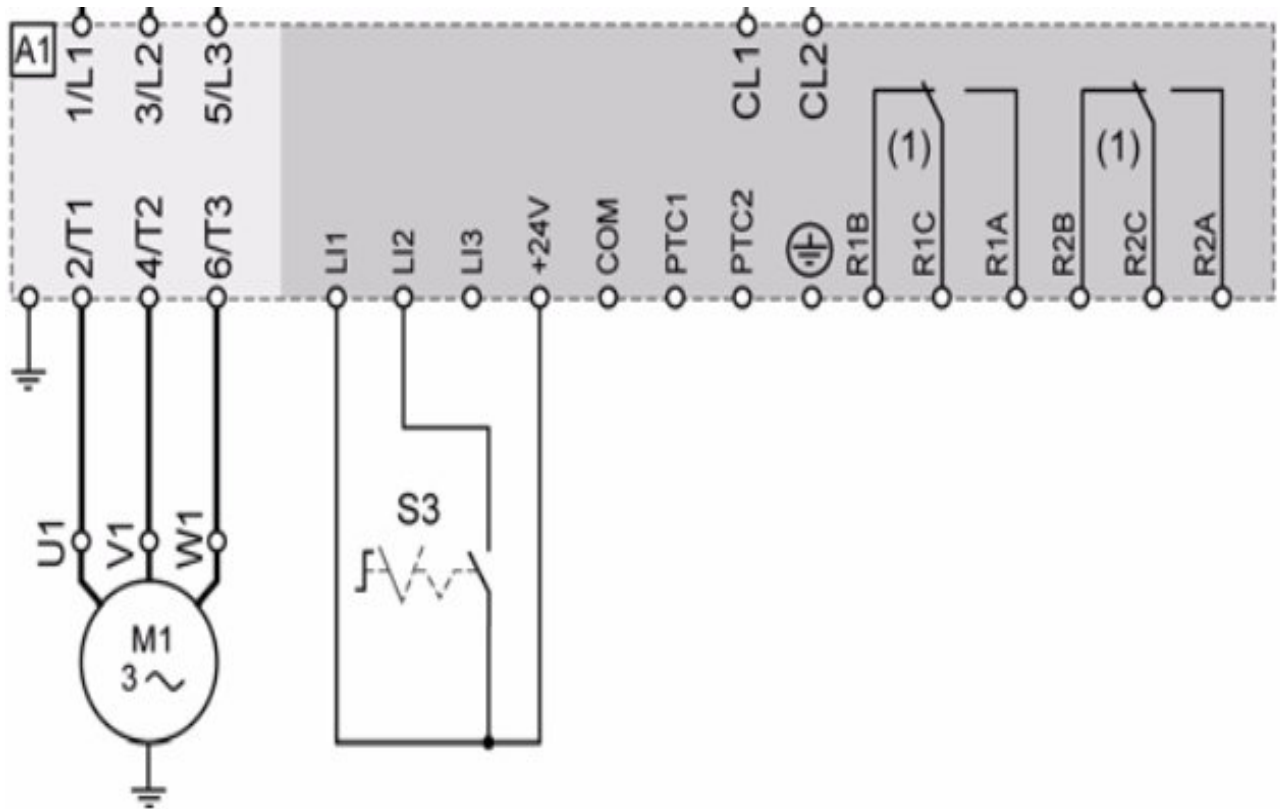


Figure I.34 : Commande marche 2 fils.

2. b. Commande marche 3 fils

La mise en marche et l'arrêt sont commandés par 2 entrées logique différente. L'arrêt est obtenu à l'ouverture (état 0) de l'entrée STOP, l'impulsion sur l'entrée RUN est mémorisé jusqu'à l'ouverture de l'entrée STOP. Lors d'une mise sous tension ou d'une remise à 0 de défaut manuelle, le moteur ne peut-être alimenté qu'après une ouverture préalable (état 0) puis une nouvelle impulsion (état 1) de l'entrée RUN.

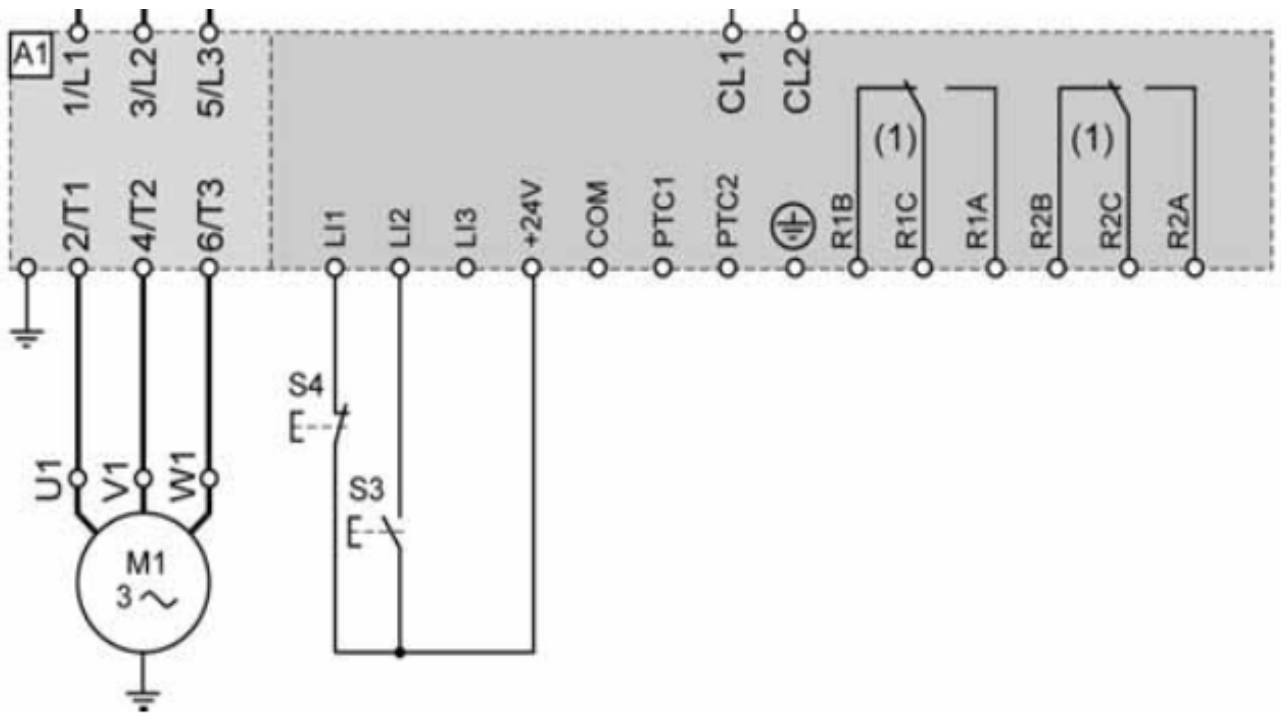


Figure I.35 : Commande marche 3 fils.

I.9 . Présentation du pupitre de commande

L'armoire de commande de la station M.T.I 2 se distingue par un pupitre qui se sépare en deux parties :

- Partie basse.
- Partie haute.

a. Partie basse de l'armoire de commande

Le pupitre de commande de la station de pompage M.T.I est équipé d'un API **TWIDO**, ainsi que des relais miniature 24 V et de 4 disjoncteurs bipolaires qui alimentent et protègent la commande des démarreurs en 220 V, on distingue en outre un relai de niveau TOR et des borniers de raccordements (pupitre, armoire).

1. Relai de niveau

Le relai de niveau permet de contrôler des niveaux de remplissage de liquides conducteurs. il permet la mise en marche des pompes.

le relai de niveau est adapté également pour la protection contre la marche à vide des pompes et la protection de « trop plein>> de cuves.

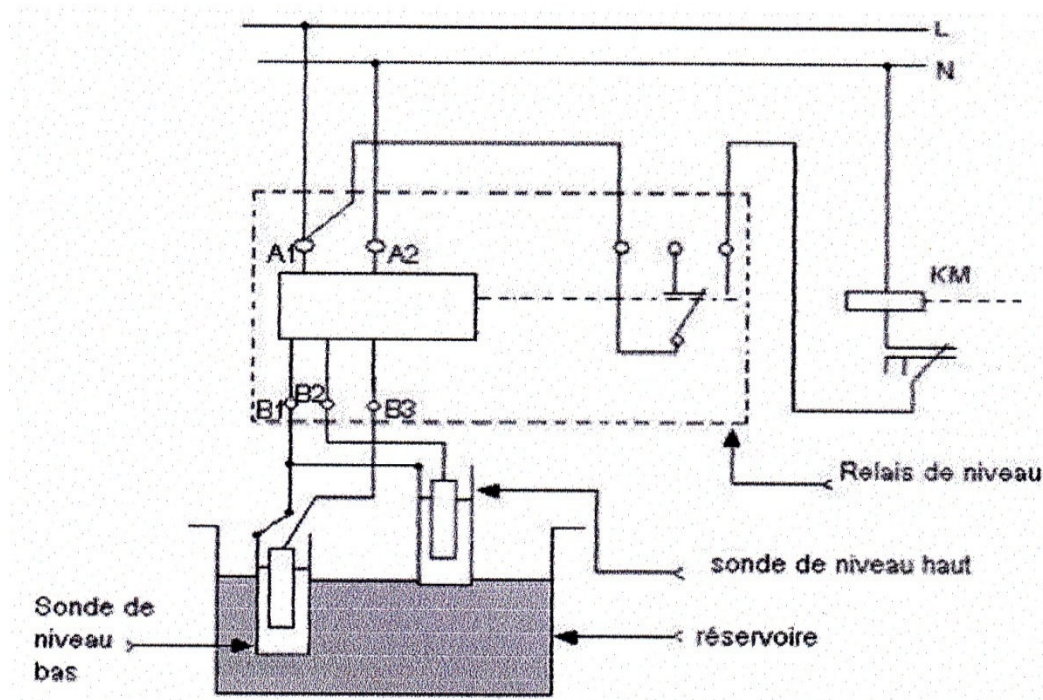


Figure I.36 : Schéma électrique du relai de niveau

2. Sondes de niveau

Elles ne conviennent que pour les produits conducteurs (liquides, pâtes, granuleux, eaux...), ne sont pas sujettes à l'usure et permettent la détection d'un niveau haut, bas ou intermédiaire. Ces sondes sont dotées d'une ou plusieurs électrodes selon les modèles.

Chaque électrode est installée dans un passage étanche de telle sorte que leur extrémité inférieure se situe au niveau à détecter .

Elle doit être isolée électriquement de la masse du réservoir quand il est métallique .dès que le liquide touche une électrode ,il met à la masse un circuit alternatif basse tension.

La masse est constituée soit par le réservoir métallique ,soit par une deuxième électrode quand le réservoir n'est pas métallique .Le faible courant parcourant l'électrode est d'amplitude proportionnelle à la longueur d'électrode immergée et suffit à actionner un relais. On utilise une basse tension alternative afin d'éliminer tout risque d'électrolyse du liquide.



Figure I.37 : Sonde de niveau

3. Relais miniature :

Un relais électromécanique est un organe électrotechnique permettant la commutation de liaisons électriques. Le plus important est que le relais est un conducteur magnétique . Il est chargé de transmettre un ordre de la partie commande à la partie puissance d'un appareil électrique et permet, entre autres une isolation galvanique entre les deux parties.

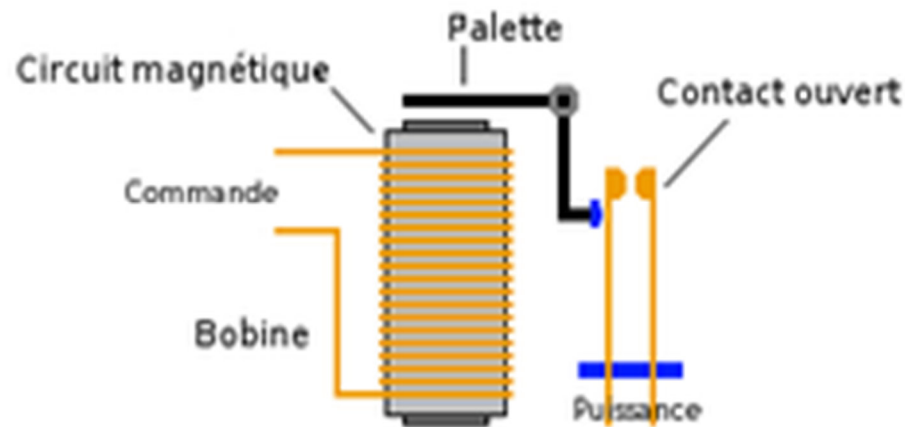


Figure I.38 : Schéma d'un relais électromécanique.

b. Partie haute de l'armoire de commande

Le pupitre de la station M.T.I. 2 se distingue sur sa partie haute par 4 ampèremètres, un voltmètre, 4 compteurs horaires, 4 déportés, et des voyants * d'allumages (Niveau bas - Stabilisation réseau - ACC (accélération) - DEC (décélération)), et des boutons poussoirs (marche - arrêt) ainsi que 4 commutateurs 2 positions (réserve – marche) et un commutateur (manu – auto) et un arrêt d'urgence, un commutateur volt métrique 7 positions.

I.10. Avantage des démarreurs progressifs

Le démarreur progressifs ATS 22 Schneider possède plusieurs avantages qui sont les suivants :

- **Augmentation de la productivité et de la fiabilité :**

Ce type de démarreur augmente la durée de vie des parties mécaniques ,car le démarrage et l'arrêt se font progressivement et cela diminue les effets des avaries provoquées par le coup de bélier.

- **Amélioration des caractéristiques d'accélération et de décélération :**

L'accélération est adaptée aux caractéristiques de la charge due à l'utilisation d'une rampe de tension ou en alimentant le courant.

Le freinage peut se faire par la coupure simple du courant.

- **Protection du moteur :**

Le démarreur progressif protège le moteur de la surcharge et d'autres irrégularités de fonctionnements.

- **Technologie digitale :**

Le système offre une grande précision , afin d'éviter les dérèglement communs aux circuits analogiques ainsi on obtient une bonne précision.

- **Haut niveau d'isolation :**

Pour éviter tous phénomènes parasite, les signaux de contrôle ont été isolé et plusieurs niveau de contrôle ont été adaptés pour immuniser les équipements contre les perturbations.

- **Mise en marche aisée :**

La mise en marche , les réglages sont très facile à faire de plus ils offrent des options pour satisfaire les différents applications.

- **Entretien facile grâce à un contrôle total :**

Le code de signalisation utilisant quatre LED'S ou l'affichage alpha numérique permet de connaître les conditions de fonctionnement de l'appareil et donne un diagnostic rapide.

- **Softstop :**

Cette fonction standard empêche les coups de bélier lors du contrôle des pompes en diminuant la vitesse du moteur en fonction des paramètres internes et de la tension de sortie dans un circuit de réglage fermé.

- ***Conclusion :***

Ce chapitre nous a permis de comprendre le système de fonctionnement d'une station de pompage à grande capacité de transfert hydrique, ainsi que la disposition de différents équipements hydromécanique, électromécanique et électronique de puissance qui permettent une bonne exploitation de l'eau.

Cette étude nous permettra par la suite de développer le modèle de conduite qui prendra en charge toutes les contraintes possibles de fonctionnement.

- Introduction

C'est en 1975 qu'une idée apparaît, devant la complexité croissante des automatismes logiques, de créer un outil qui permet la représentation du cahier des charges d'un système, palliant ainsi les inconvénients des différentes méthodes existantes (principalement la lourdeur).

Cette réflexion est conduite au sein de l'AF CET (**A**ssociation **F**rançaise pour la **C**ybernétique **E**conomique et **T**echnique) entre universitaires et industriels, et en 1977 un premier rapport sur l'outil **GRAF CET** paraît.

GRAF CET : **G**raphe **F**onctionnel de **C**ommande **E**tape **T**ransition . L'écriture en majuscule **GRAF CET** correspond au modèle **GRAF CET**, et l'écriture en minuscule **grafcet** correspond au résultat graphique d'une étude du comportement d'un système.

Depuis le modèle **GRAF CET** a été normalisé (norme internationale), complété afin d'être implanté directement dans la partie commande d'un système (**grafcet** programmé), à l'aide de divers langages propres aux automates programmables. Lors de la conduite d'un projet, différents **grafcets** seront élaborés, plus ou moins détaillés, en fonction de l'avancement de l'étude. Ils permettront la description selon différents points de vue, une vision globale du système automatisé, la description du fonctionnement du système d'un point de vue partie opérative, ou encore la description du fonctionnement attendue d'une partie commande identifiée.

II. L'outil graphique

Le modèle GRAFCET : il s'agit d'un ensemble constitué d'éléments graphiques , d'une interprétation, et de règles d'évolution.

II.1. Les éléments graphiques

- Etape :

Situation dans laquelle le comportement de la partie commande est invariant vis - à- vis de ses entrées et de ses sorties. Une étape est représentée par un carré, numérotée. Une étape est **ACTIVE** ou **INACTIVE**.

Un point à l'intérieur du carré est parfois utilisé pour l'étude du comportement dynamique du système, lorsque l'étape est active.

A une étape i , on peut associer une variable binaire x_i dont les états "0" et "1" associés respectivement à l'inactivité et à l'activité de l'étape i .

L'étape correspondant à l'initialisation du système est appelée **étape initiale**.

Elle est représentée par un double carré. Il peut y avoir plusieurs étapes initiales dans un même grafcet.

- Transition :

Une transition Indique la possibilité d'évolution d'une situation à une autre situation. Le passage d'une situation à la suivante s'accomplit par le franchissement d'une transition, du haut vers le bas.

L'évolution peut se faire entre deux ou plusieurs étapes. Une transition est représentée par une barre perpendiculaire à la liaison.

Pour faciliter la lecture, une transition peut être repérée par un identificateur, ou désignée par les étapes qu'elle sépare (l'identificateur sera placé à gauche).

- **Action :**

Associée à une étape, une action n'est commandée que lorsque l'étape est active. On parle d'assignation sur état (en mode continu), ou d'affectation sur événement (en mode mémorisé).

- **Réceptivité :**

Équation booléenne logique associée à une transition. C'est une fonction logique des entrées, de variables auxiliaires et / ou de l'activité d'étapes.

Elle permet de distinguer parmi toutes les variables du système, celles qui sont susceptibles de faire évoluer la partie commande par franchissement d'une transition.

- **Liaisons :**

Les liaisons relient les étapes et les transitions, elles sont orientées. Le sens général est de haut en bas, s'il n'est pas indiqué. Des flèches doivent être utilisées dans le cas contraire, ou lorsque cela facilite la lecture.

II.2. Règle de syntaxe

L'alternance étape – transition et transition - étape doit toujours être respectée quelle que soit la séquence parcourue :

- Deux étapes ne doivent jamais être reliées directement, elles doivent être séparées par une transition.
- Deux transitions ne doivent jamais être reliées directement, elles doivent être séparées par une étape.

II.3. Les règles d'évolution

Le grafcet possède des règles d'évolution qui sont au nombre de cinq, elles définissent le comportement dynamique de la partie commande.

- Règle N°1 : Situation initiale

La situation initiale du grafcet caractérise le comportement initial de la partie commande vis-à-vis de sa partie opérative. Elle correspond aux étapes actives au début du fonctionnement, soit à la mise en énergie de la partie commande.

- Règle N°2 : Evolution entre situations

Une transition est soit VALIDÉE, soit NON VALIDÉE. Elle sera validée lorsque toutes les actions immédiatement précédentes reliées à cette transition sont actives.

L'évolution de la situation du grafcet correspondant au franchissement d'une transition ne peut se produire que lorsque :

La transition est VALIDEE, et la réceptivité associée à cette transition est vraie. Lorsque ces deux conditions sont réunies, la transition devient franchissable, elle est alors obligatoirement franchie.

- **Règle N°3 : Evolution des étapes actives**

Le franchissement d'une transition entraîne simultanément l'activation de toutes les étapes immédiatement suivantes et la désactivation de toutes les étapes immédiatement précédentes.

- **Règle N°4 : Evolutions simultanées**

Plusieurs transitions simultanément franchissables sont simultanément franchies.

- **Règle N°5 : Activation et désactivation simultanée**

Si au cours du fonctionnement de l'automatisme, une même étape doit être simultanément activée et désactivée, elle reste ACTIVE.

Cette règle peut être illustrée par l'exemple ci-après, mais elle reste en pratique peu utilisée.

Lorsque la réceptivité (a.b) devient vraie, l'étape (1) étant active, la transition (1/2) est franchie.

L'évolution implique l'activation de l'étape (2), et la désactivation de l'étape (1).

Mais dans le même temps, la liaison de droite impose l'activation de l'étape (1).

⇒ Celle-ci reste **ACTIVE**.

De même, si b reste vraie, un nouveau front montant de a entraîné l'évolution entre (2) et (3), rendant ACTIVE l'étape (3) tout en laissant ACTIVE l'étape (2)...

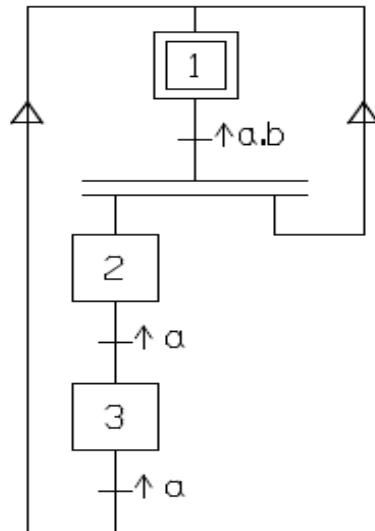


Figure II.1 : Activation et désactivation simultanée d'une étape

II.4 Mise en équation d'un grafcet

- Règle générale

Pour qu'une étape soit activée il faut que :

- L'étape immédiatement précédente soit activée.
- La réceptivité immédiatement précédente soit vraie
- L'étape immédiatement suivante soit non active.
- Après activation l'étape mémorise son état.

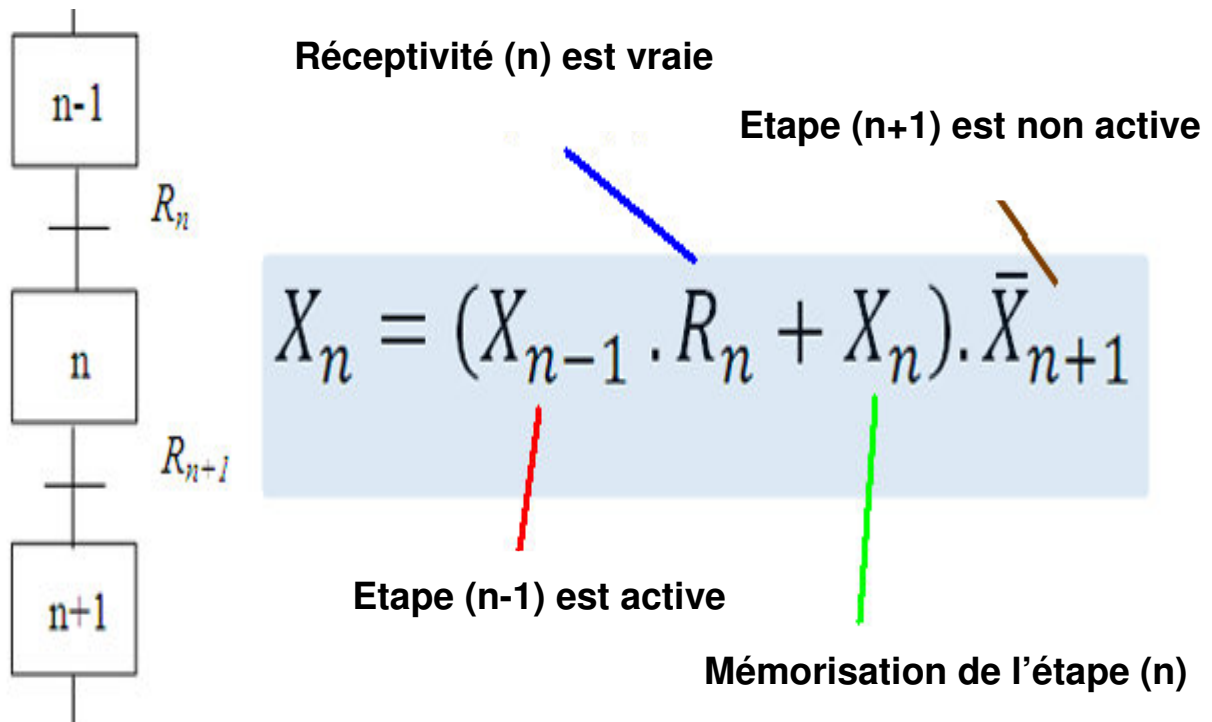


Figure II.2 : Mise en équation du grafcet.

Le développement du modèle grafcet de la station M.T.I passe par la rédaction d'un cahier de charge précis afin d'assurer le bon fonctionnement des pompes de la station et une meilleure utilisation du pupitre de commande.

II.5. Description du cahier de charge du mode opératoire

1- Conduite en mode manuel :

La solution programmable de la station doit être munie au départ d'une stabilisation réseau électrique, le voyant clignote pendant 3 min puis se fixe.

La sélection d'une pompe activable passe par le respect des conditions

de mise en réserve, préalablement imposé par l'opérateur d'exploitation.

Le pupitre est doté d'un relais de niveau qui permet de protéger les pompes contre les démarrages à vide.

Le démarreur est muni de plusieurs protections (ex : protection thermique, perte de phase, pente d'accélération, pente de décélération ...etc) qui sont signalées comme default.

La validation de l'opérateur de conduite du bouton poussoir d'activation MARCHE active le voyant du démarreur progressif Run / stop ce qui enclenche la fermeture du contact NO du relais R1 indiquant que le moteur est alimenté ; ce dernier active la phase d'accélération (ACC 8 secondes) finissant par la fermeture du contact By pass R2 suivi d'un blocage d'une durée de 4 min afin d'éviter un 2ème démarrage.

La validation de l'opérateur de conduite du bouton poussoir de désactivation Arrêt, entraîne la désactivation du voyant Run / Stop ce qui enclenche l'ouverture du contact By pass R2 ; qui actionne la phase de décélération (DEC 8 secondes).

La fin de la phase de décélération commande l'ouverture du contact relais R1 indiquant la mise hors tension du moteur.

La mise en activation initial des pompes passe par la détection du niveau haut du réservoir de stockage ainsi que des contacts de retour R1 et R2 du démarreur progressif **ATS 22 C59** qui doivent être initialement ouverts.

L'arrêt progressif des pompes est actionné soit par un bouton poussoir d'arrêt ou par la détection du niveau bas du réservoir de stockage .

L'arrêt brusque du système de pompage est actionné uniquement par l'arrêt d'urgence, d'une coupure subite de courant d'alimentation ou d'un default (protections du démarreur).

2- Conduite en mode automatique

La mise en activation du mode automatique implique un mode de fonctionnement unique ; la priorité d'activation passe par la pompe 1 suivie de la pompe 2, puis la pompe 3, la pompe 4 reste éteinte (secours).

Le mode automatique comprend plusieurs modes sélectifs de démarrages des pompes qui sont les suivants :

- Si l'opérateur de conduite n'actionne aucun commutateur de mise en réserve, la procédure d'activation commence par la pompe 1, suivie de la pompe 2, se terminant par la pompe 3 avec la pompe 4 qui est mise automatiquement en arrêt.

- Si l'opérateur actionne au départ du cycle de pompage le commutateur RES1, la procédure d'activation commence par le démarrage de la pompe 2, pompe 3, se terminant par l'activation de la pompe 4, alors que la pompe 1 est mise en réserve.

- Si l'opérateur actionne au départ du cycle de pompage le commutateur RES 2, la procédure d'activation commence par le démarrage de la pompe 1, suivie de la pompe 3, se terminant par l'activation de la pompe 4, avec la pompe 2 en mode réserve .

- Si l'opérateur actionne au départ du cycle de pompage le commutateur RES 3, la procédure d'activation commence par la pompe 1, pompe 2, se terminant par l'activation de la pompe 4, avec la pompe 3 en mode réserve.

- L'activation du commutateur RES1, pendant le mode de démarrage : pompe 1, pompe 2, pompe 3, le mode opératoire se transforme en ce qui suit :

Désactivation de la pompe 1, activation respective des pompes 2 et 3 ;
l'arrêt de la pompe 1 enclenche l'activation de la pompe 4.

- L'activation du commutateur RES 2, pendant le mode de démarrage : pompe 1, pompe 2, pompe 3, le mode opératoire se transforme en ce qui suit :

Désactivation de la pompe 2, activation respective des pompes 1 et 3 ;
l'arrêt de la pompe 2 enclenche l'activation de la pompe 4.

- L'activation du commutateur RES 3, pendant le mode de démarrage : pompe 1, pompe 2, pompe 3, le mode opératoire se transforme en ce qui suit :

Désactivation de la pompe 3, activation respective des pompes 1 et 2
l'arrêt de la pompe 3 enclenche l'activation de la pompe 4.

- L'activation du commutateur RES 1, pendant le mode de fonctionnement d'un cycle de pompage : pompe 1, pompe 2, pompe 4, et pompe 3 en réserve ; le mode opératoire se transforme en ce qui suit :

Désactivation de la pompe 1, pompe 2 et pompe 4 toujours actives.

- L'activation du commutateur RES 4, pendant le mode de fonctionnement d'un cycle de pompage : pompe 1, pompe 2, pompe 4, et pompe 3 en réserve le mode opératoire se transforme en ce qui suit :

Désactivation de la pompe 4, pompe 1 et pompe 2 toujours actives .

- Si l'opérateur désactive au cours de fonctionnement d'un cycle de pompage : pompe 1, pompe 3, pompe 4 et pompe 2 en réserve, le commutateur RES 2 l'ordre d'activation devient comme suit :

désactivation de la pompe 4, pompe 1 et pompe 3 toujours actives ;
l'arrêt de la pompe 4 enclenche l'activation de la pompe 2.

- Si l'opérateur désactive au cours de fonctionnement d'un cycle de pompage : pompe 2, pompe 3, pompe 4 et pompe 1 en réserve, le commutateur RES 1, l'ordre d'activation devient comme suit :

Désactivation de la pompe 4, pompe 2 et pompe 3 toujours actives ;
l'arrêt de la pompe 4 enclenche l'activation de la pompe 1.

- Si l'opérateur actionne au cours de fonctionnement d'un cycle de pompage : pompe 1, pompe 2, et pompe 3, pompe 4 en réserve, le commutateur RES 2 l'ordre d'activation devient comme suit :

Désactivation de la pompe 2, pompe 1 toujours actives.

- Si l'opérateur actionne au cours de fonctionnement d'un cycle de pompage : pompe 2, pompe 3, et pompe 1, pompe 4 en réserve, le commutateur RES 3 l'ordre d'activation devient comme suit :

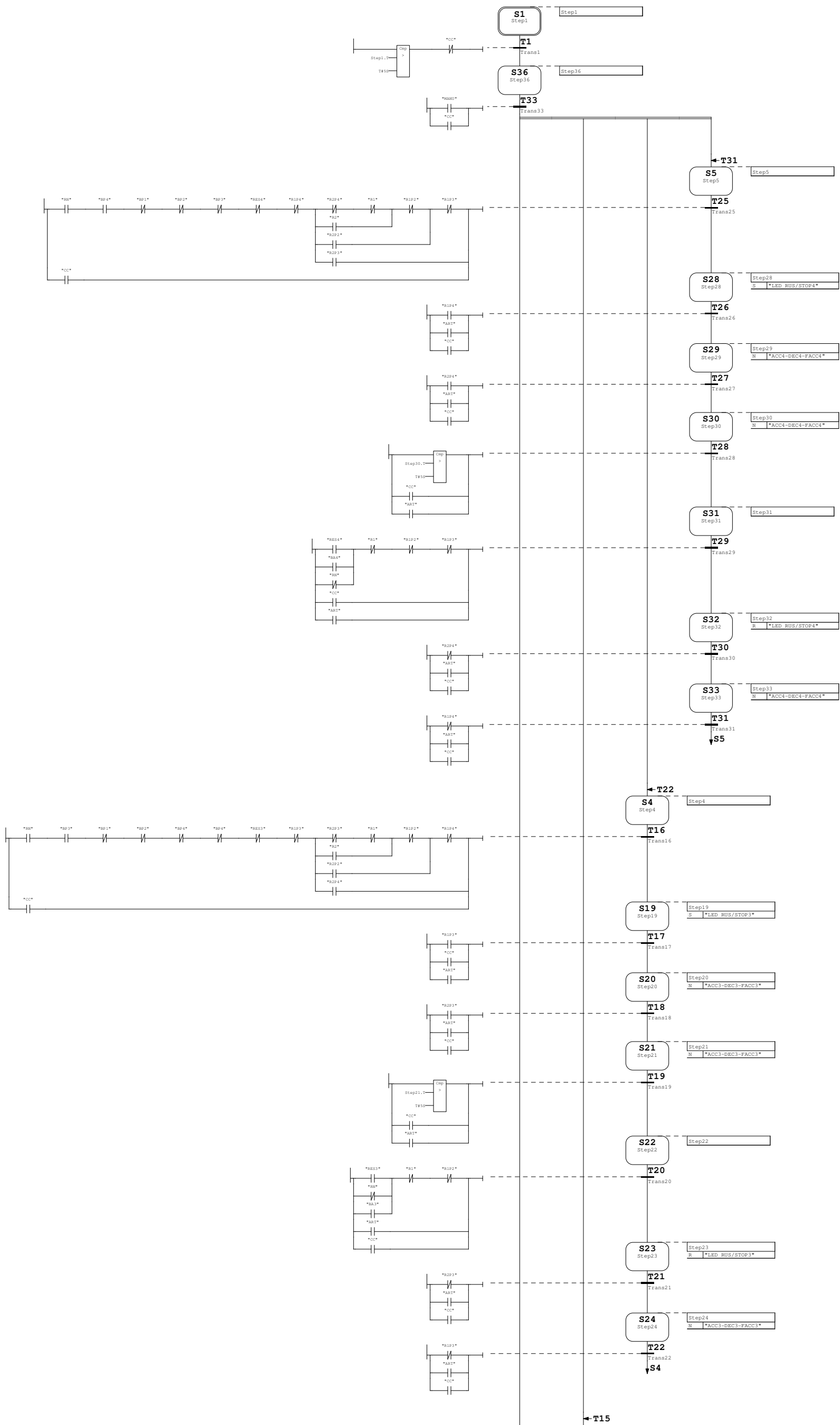
désactivation de la pompe 3, pompe 2 toujours actives.

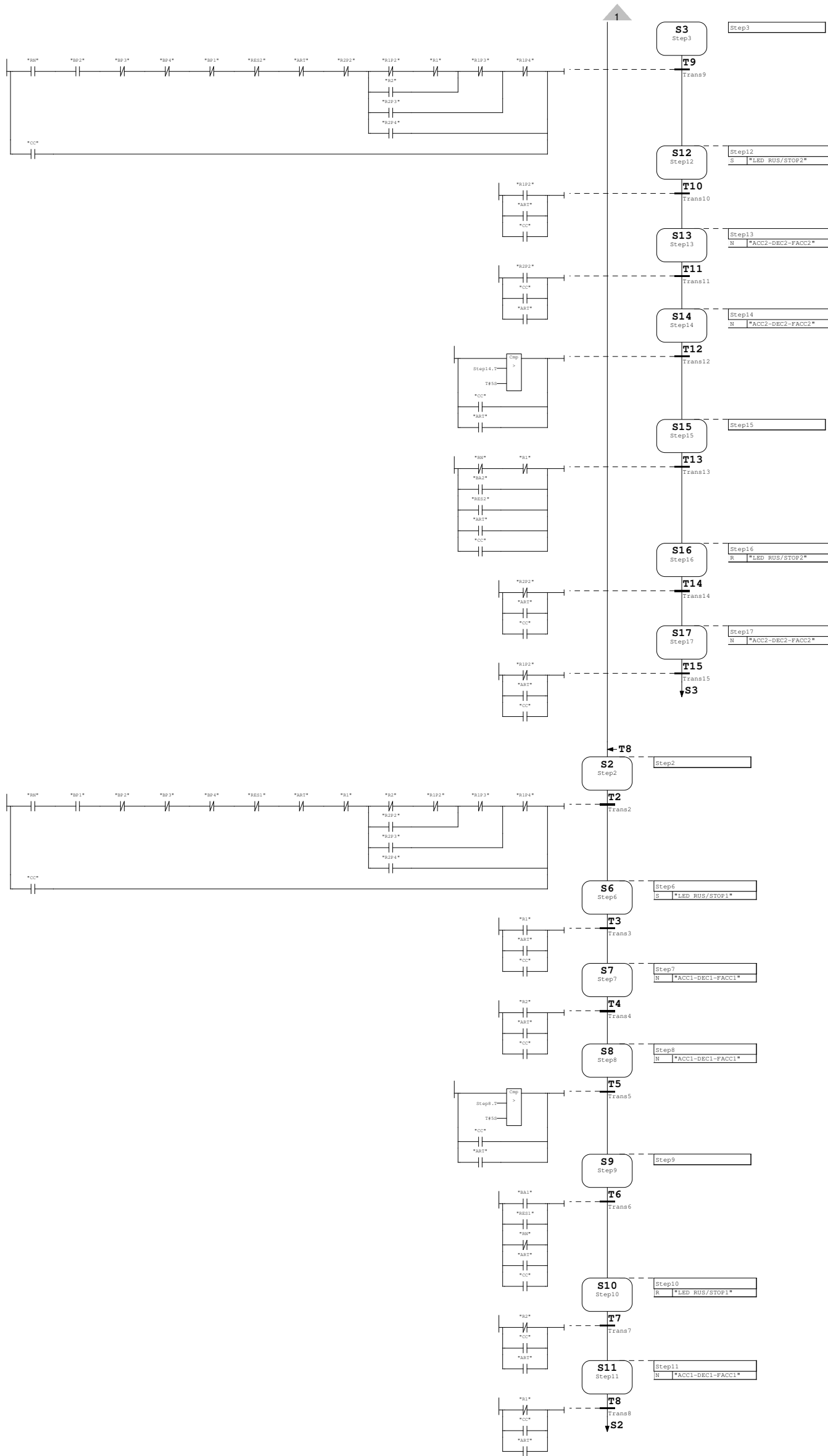
- Conclusion

Dans ce chapitre nous avons étudié un cahier de charge assez complexe qui nous a permis de développer le modèle grafcet qui commandera les cycles de démarrage, arrêt et protections des groupes électropompes de la station M.T.I(2).

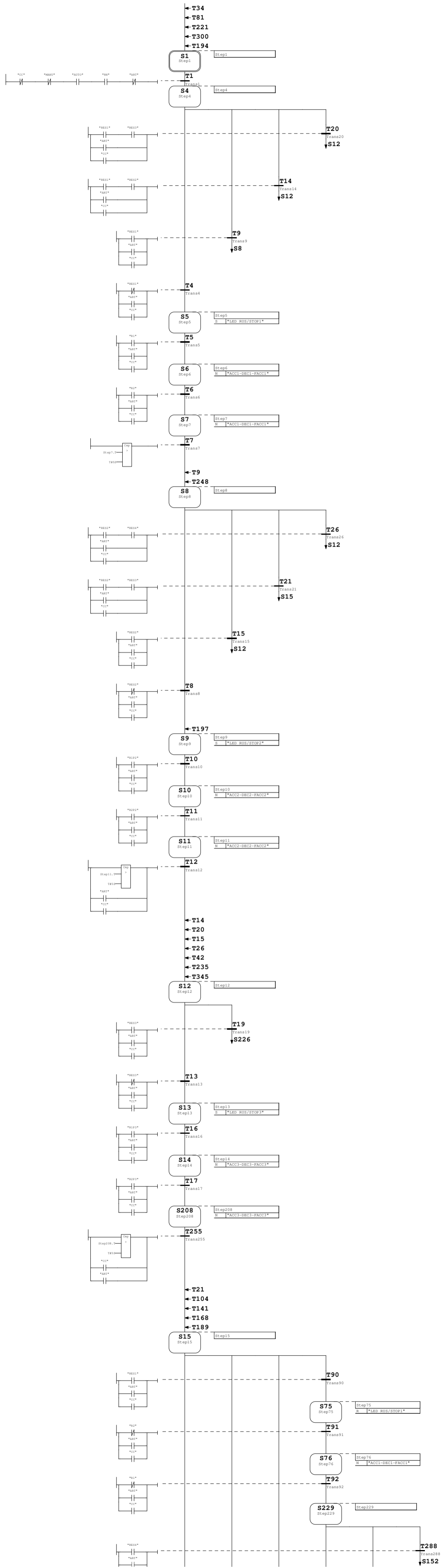
ce dernier nous servira pour concevoir la solution en logique programmable sous le logiciel TwidoSoft qui sera implanté dans l'automate TWIDO.

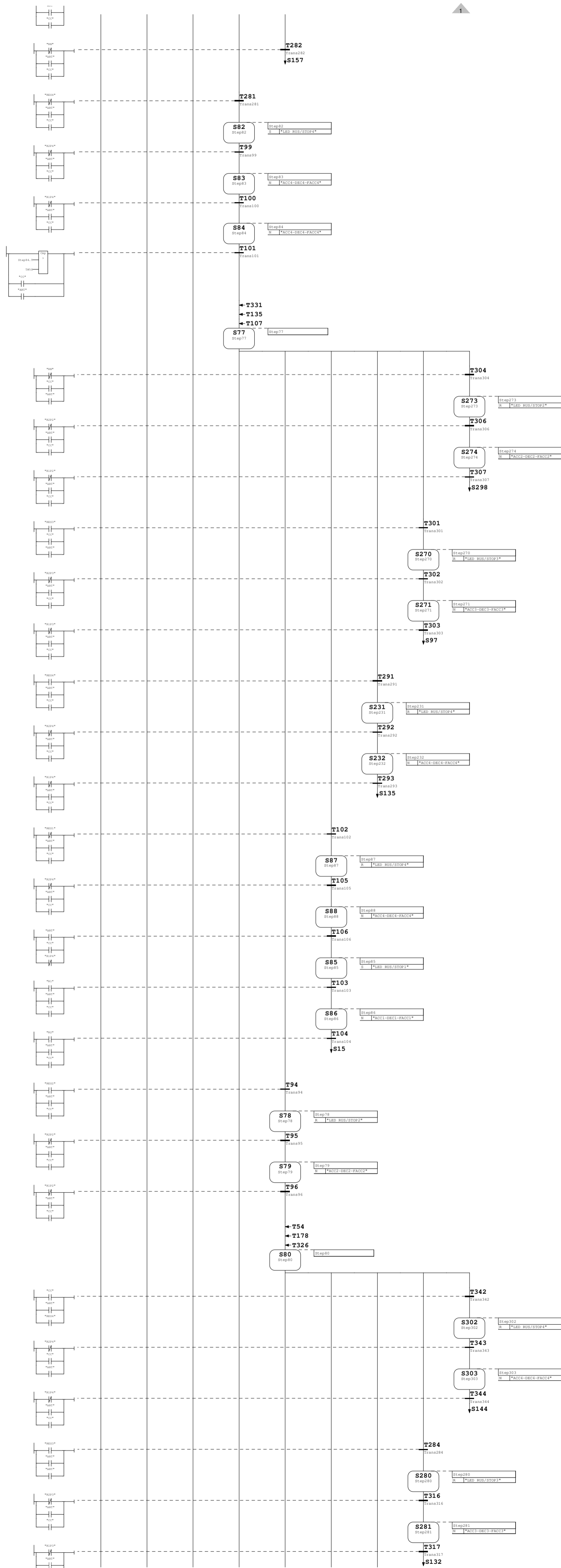
Commentaire de bloc

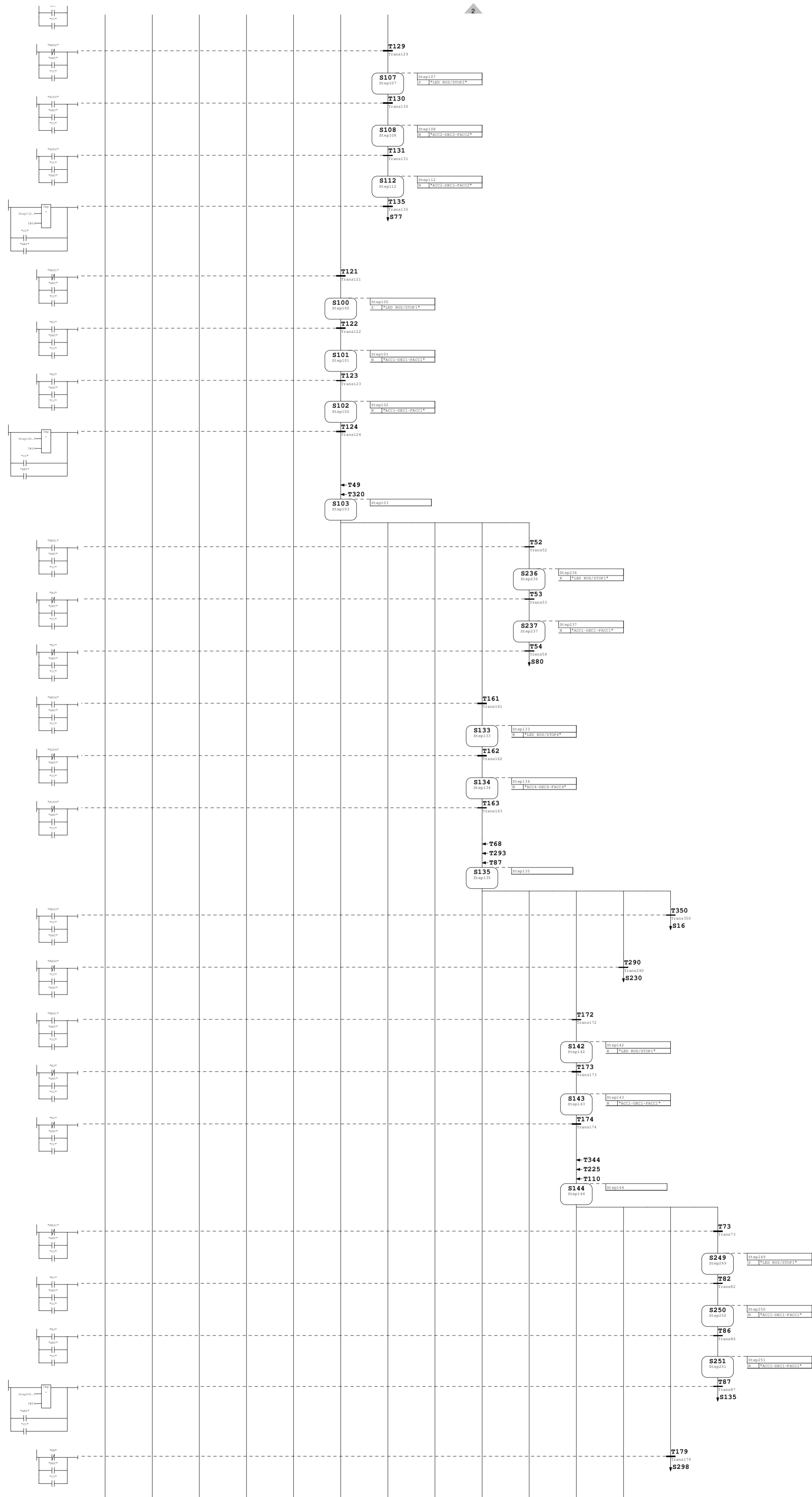


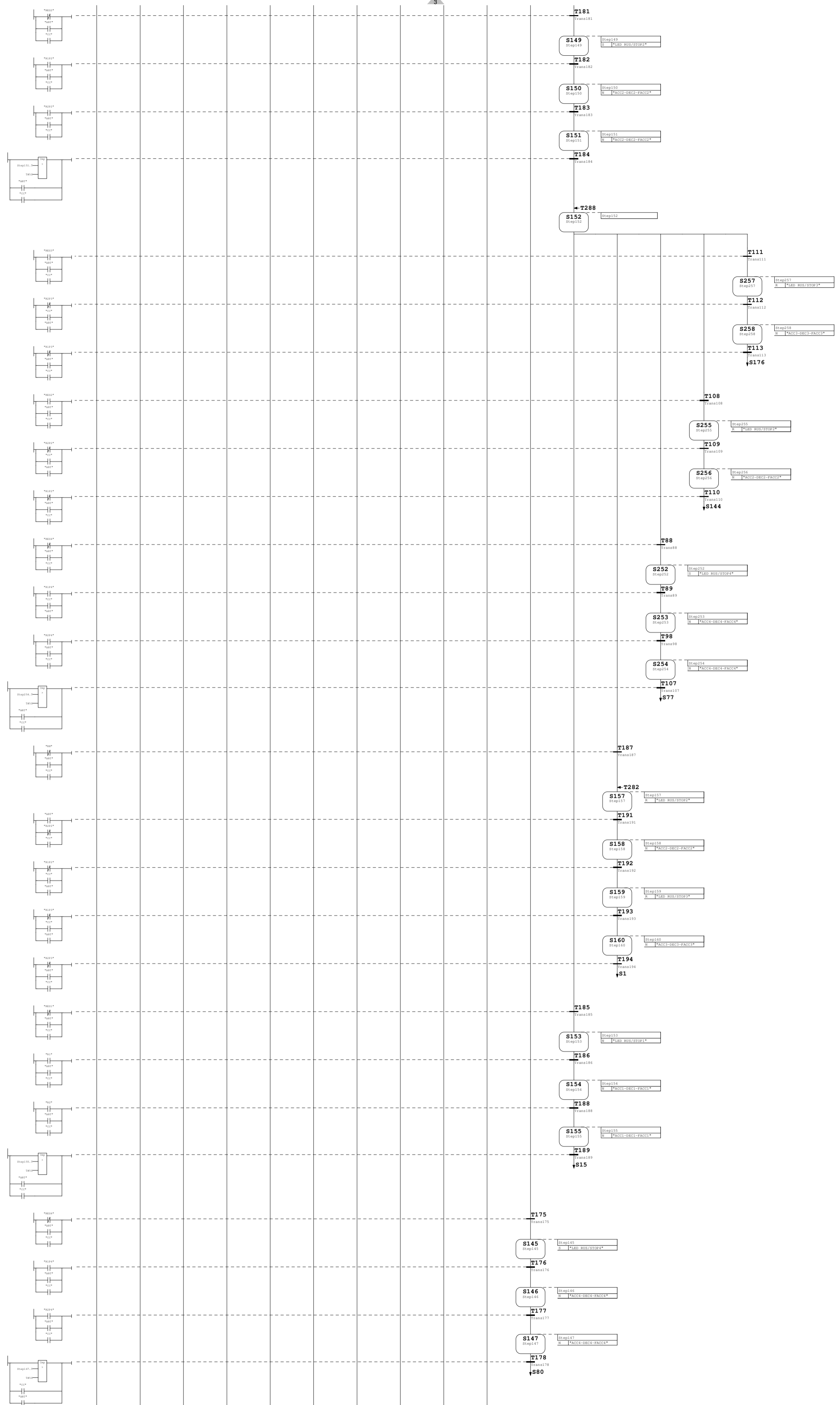


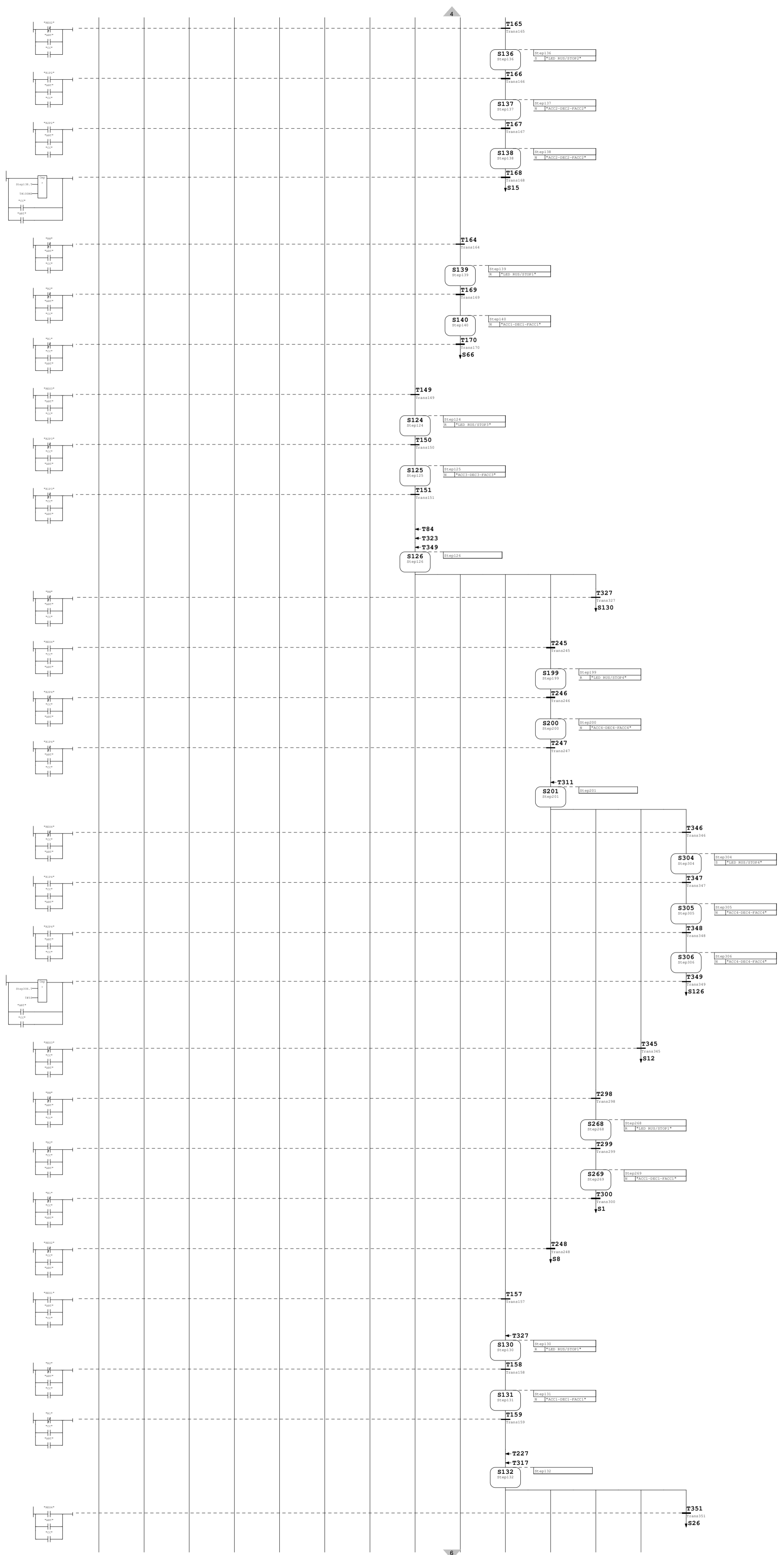
Commentaire de bloc

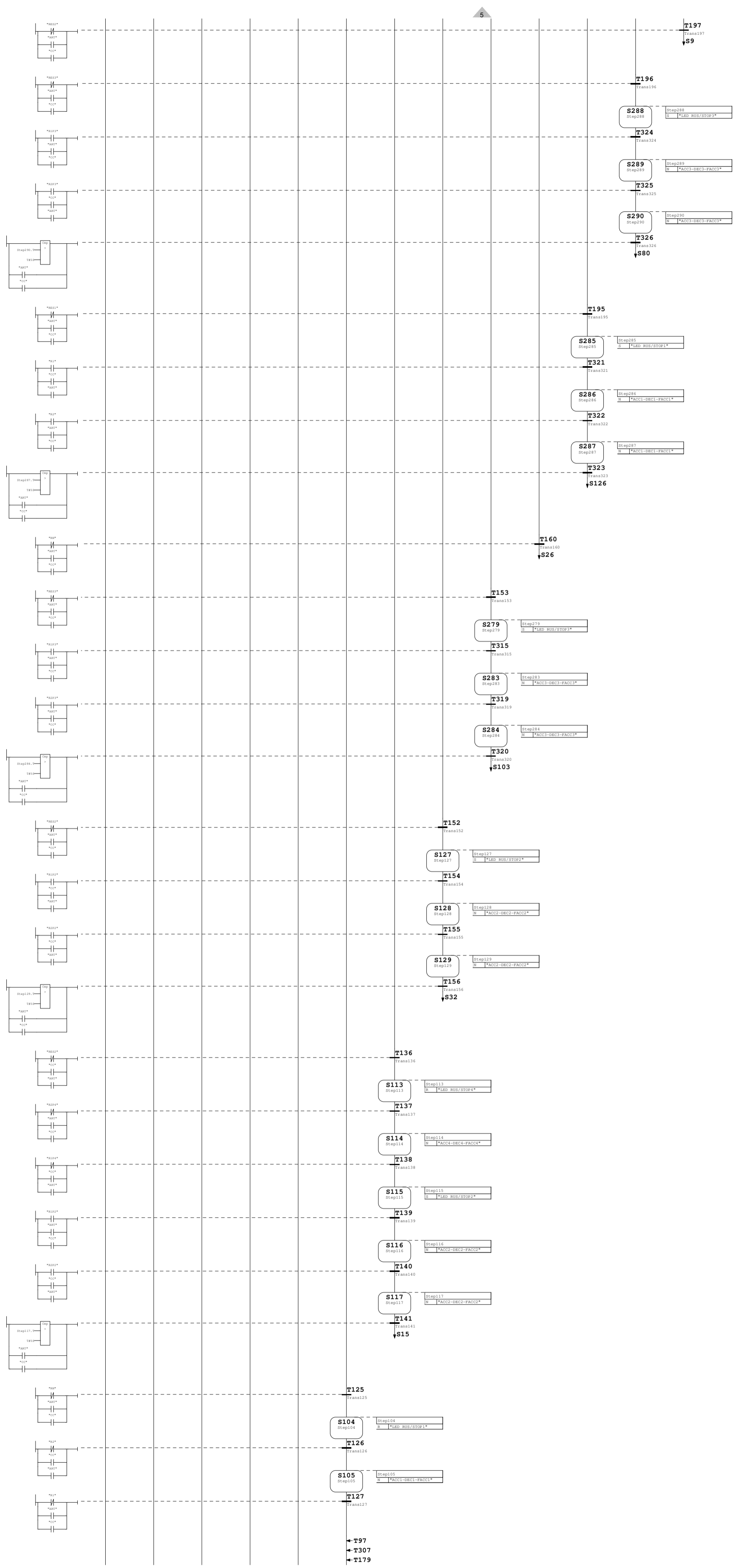


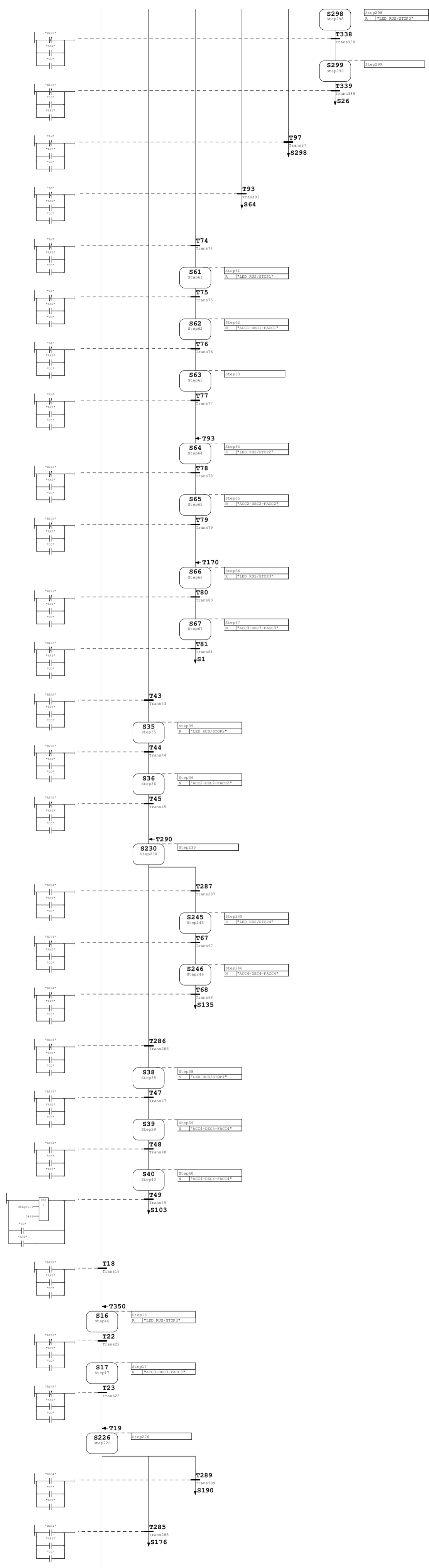






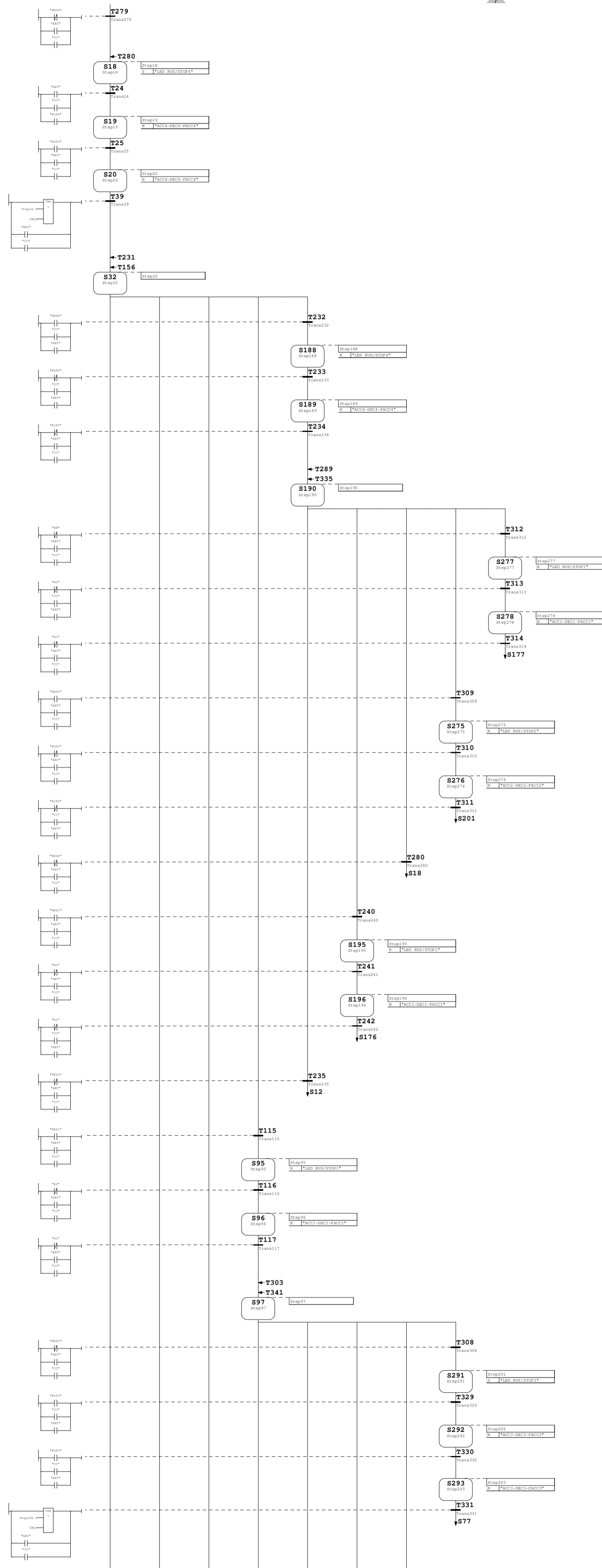


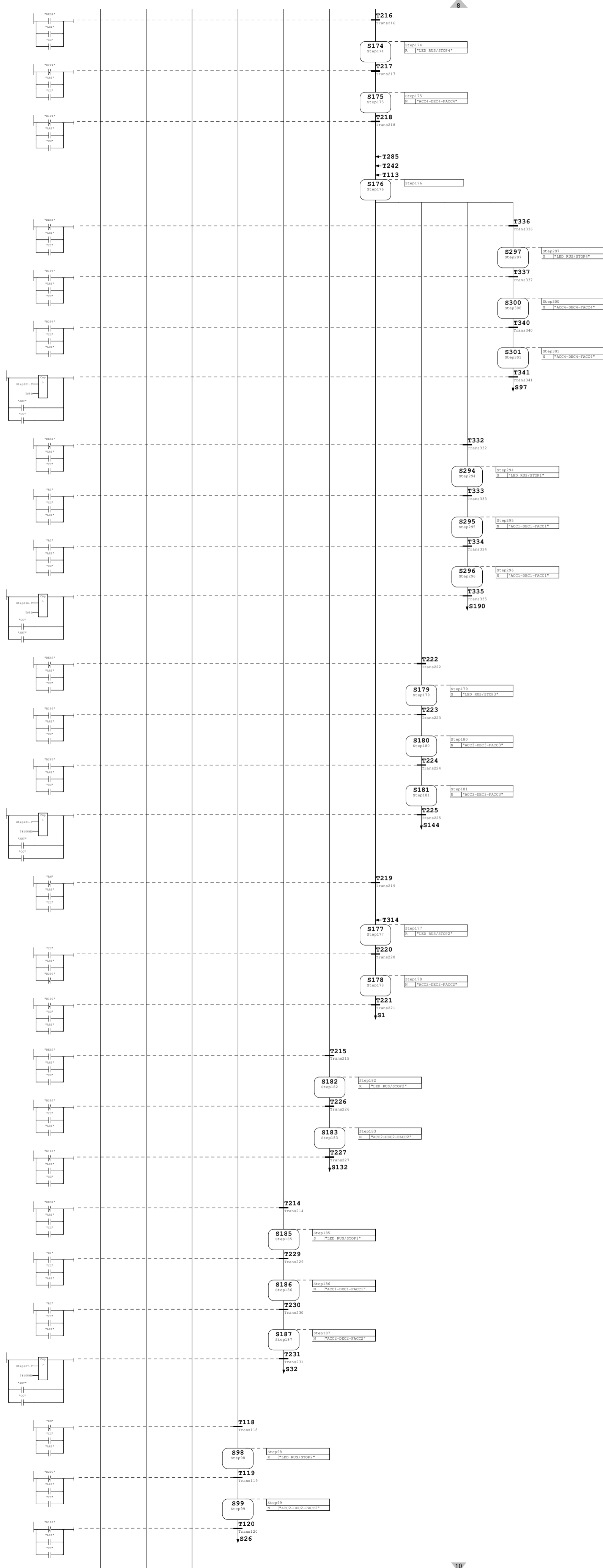


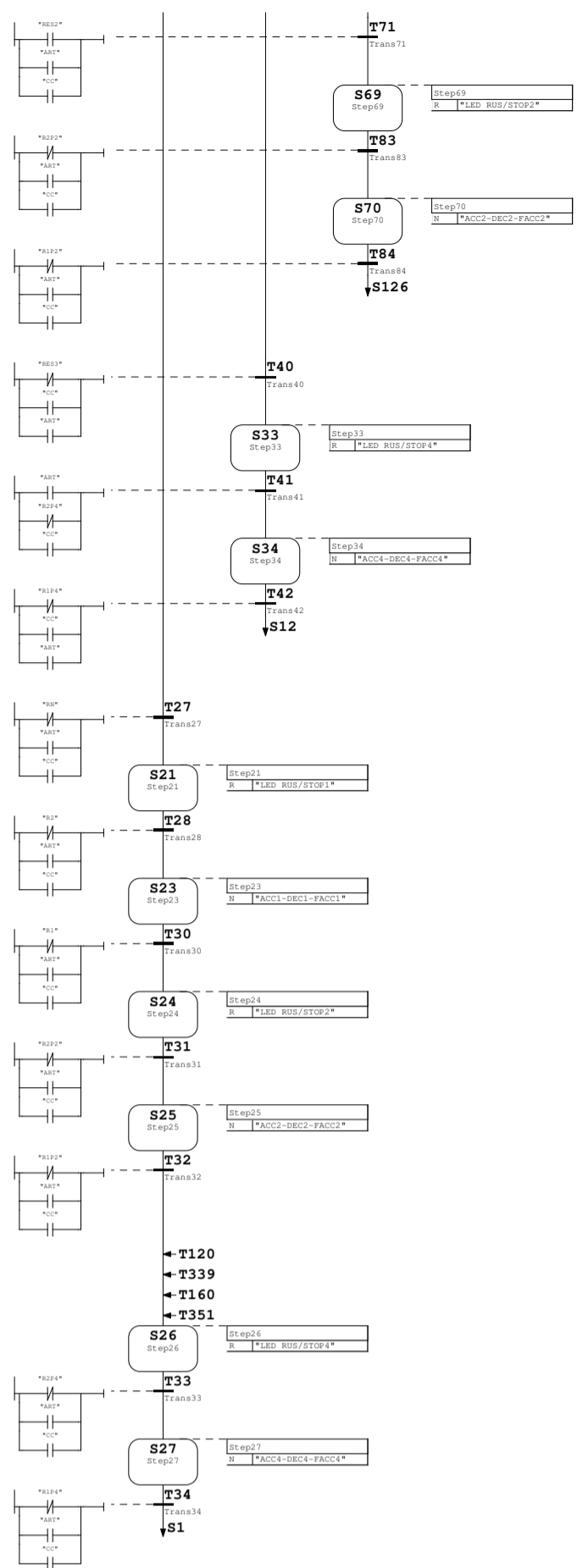


6

8







OB1 - <offline>

"Cycle Execution"

Nom :
Auteur :
Horodatage Code :
Interface :
Longueur (bloc/code /données locales) : 00248 00130 00028

Famille :
Version : 0.1
Version de bloc : 2

12/09/2013 12:55:05

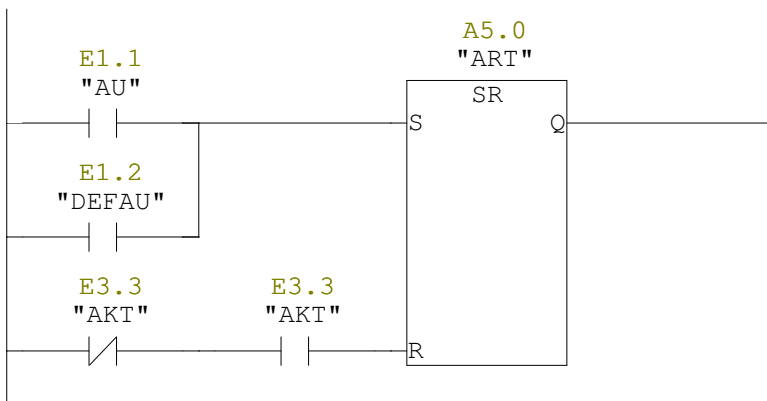
15/02/1996 16:51:12

00248 00130 00028

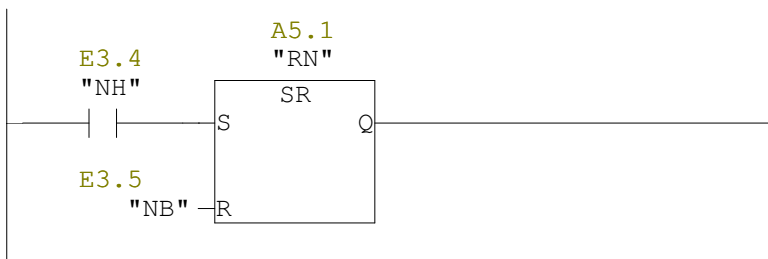
Nom	Type de données	Adresse	Commentaire
TEMP		0.0	
OB1_EV_CLASS	Byte	0.0	Bits 0-3 = 1 (Coming event), Bits 4-7 = 1 (Event class 1)
OB1_SCAN_1	Byte	1.0	1 (Cold restart scan 1 of OB 1), 3 (Scan 2-n of OB 1)
OB1_PRIORITY	Byte	2.0	Priority of OB Execution
OB1_OB_NUMBR	Byte	3.0	1 (Organization block 1, OB1)
OB1_RESERVED_1	Byte	4.0	Reserved for system
OB1_RESERVED_2	Byte	5.0	Reserved for system
OB1_PREV_CYCLE	Int	6.0	Cycle time of previous OB1 scan (milliseconds)
OB1_MIN_CYCLE	Int	8.0	Minimum cycle time of OB1 (milliseconds)
OB1_MAX_CYCLE	Int	10.0	Maximum cycle time of OB1 (milliseconds)
OB1_DATE_TIME	Date_And_Time	12.0	Date and time OB1 started

Bloc : OB1 "Main Program Sweep (Cycle)"

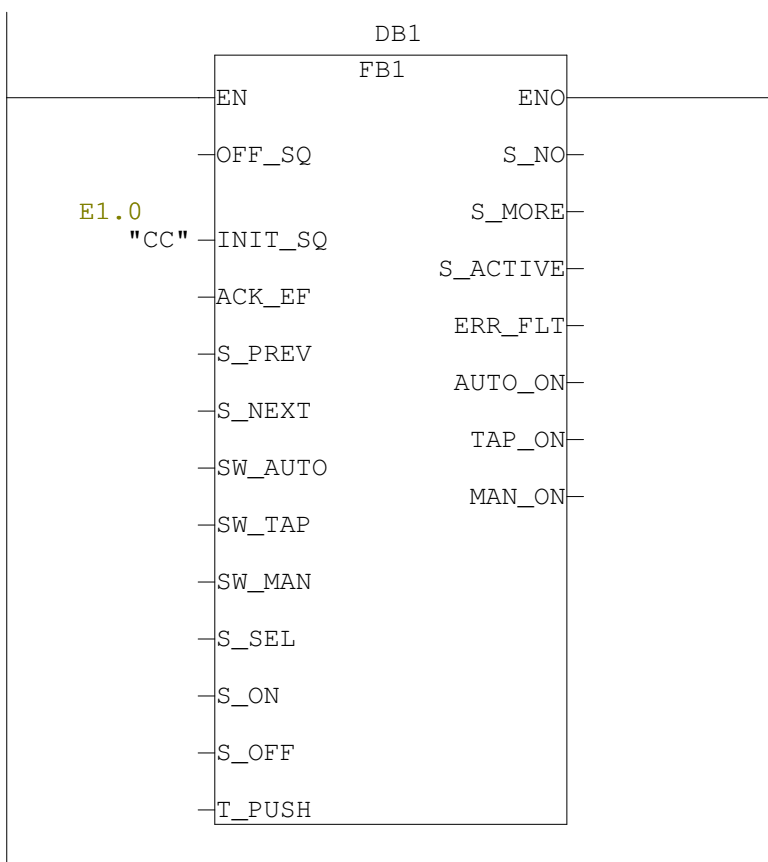
Réseau : 1



Réseau : 2



Réseau : 3



- Introduction

L'automate programmable est un système électronique complexe, utilisant une mémoire programmable pour le stockage et la sauvegarde du programme utilisateur, et un système d'exploitation qui est préprogrammé par le constructeur. Grâce à ces deux programmes L'API assure la sécurité et le bon fonctionnement des systèmes automatisés auxquels il est intégré. Plusieurs constructeurs proposent différents types d'automate industriel sur le Marché (SIMATIC, TOCHIBA, SCHNEIDER, ALLEN BRADLEY ...etc.)

Dans ce chapitre nous allons concevoir la solution programmable pour l'automatisation des cycles de pompes sous l'automate TWIDO de Schneider programmé par le logiciel TwidoSoft.

III. Choix de l'API

Après avoir établi le cahier des charges de notre installation dans les chapitres précédents, et vu le nombre d'entrées (interrupteurs, boutons poussoirs...) et le nombre de sorties (actionneurs tels que : les moteurs, les démarreurs ainsi que leurs natures (numériques, analogiques, logiques...), le choix d'un API s'impose.

Pour la conception de la solution programmable de la station de pompage **M.T.I. 2** on a choisi un API **TWIDO** compact avec un module d'extension d'entrée TOR de 8 entrées, car il convient au cahier des charges conçu pour le bon fonctionnement des cycles de pompage.

Les caractéristiques principales de l'automate sont :

- Possibilité d'extension d'entrée / sortie.
- La capacité de traitement du processeur.
- La nature des entrées / sorties (analogiques, numériques, booléennes).
- Sa fiabilité.
- Son adaptation aux différentes conditions climatiques.
- Son cout d'achat, et sa disponibilité sur le territoire national

III.1. Automate programmable

L'automate programmable industriel est un équipement spécialement conçu pour l'industrie, il est destiné à piloter des chaînes de montage, productions, traitements et robots industriels etc.

L'API présente plusieurs avantages dont on peut citer :

- Simplification du câblage.
- Modification du programme facile à effectuer par rapport à la logique câblée.
- Enormes possibilités d'exploitation.
- Fiabilité professionnelle.
- Une modularité permettant de réaliser diverses fonctions.
- Meilleure sécurité.
- Adaptation parfaite au milieu industriel.

L'automate programmable industriel est de plus en plus demandé dans l'industrie.

Il permet de lire des entrées, commande des sorties ,et exécute une logique de commande basée sur un programme.

III.2. Type d'automate utilisé

L'automate utilisé dans la station de pompage M.T.I.2 est A P I de la firme Schneider ; Il existe sous 2 formes : compacte et en modulaire.

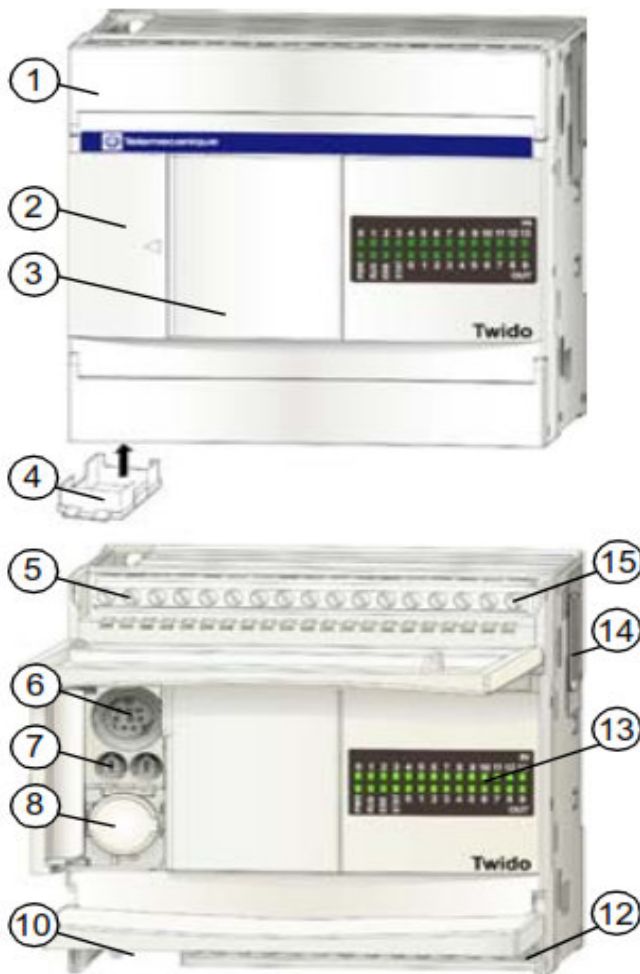
Pour la conception de la solution de conduite nous avons opté pour l'automate Twido compacte TWDLCAE40DRF qui dispose de plusieurs fonctionnalités :

- Alimentation entrée en 220 /110VA et une sortie d'alimentation 24V DC.
- Il dispose de 24 entrées TOR, de 16 sorties à relais et de 2 sorties transistor.
- Il est doté de 2 points de réglage analogiques.

- Il est muni d'un port série intégré.
- Il présente un emplacement pour un port série supplémentaire.
- Il dispose d'un horodateur intégré.
- Il dispose d'un compartiment pour la pile externe remplaçable par l'utilisateur.
- Il accepte jusqu'à 7 modules d'expansion d' E / S.
- Il accepte jusqu'à 2 modules d'interface bus AS-Interface V 2.
- Il accepte une cartouche mémoire facultative (32 Ko ou 64 Ko).
- Il accepte un module de l'afficheur facultatif.

En outre, l'automate TWIDO TWDLCAE40DRF : dispose d'un port Ethernet RJ-45 intégré.

Automate compacte



Automate modulaire

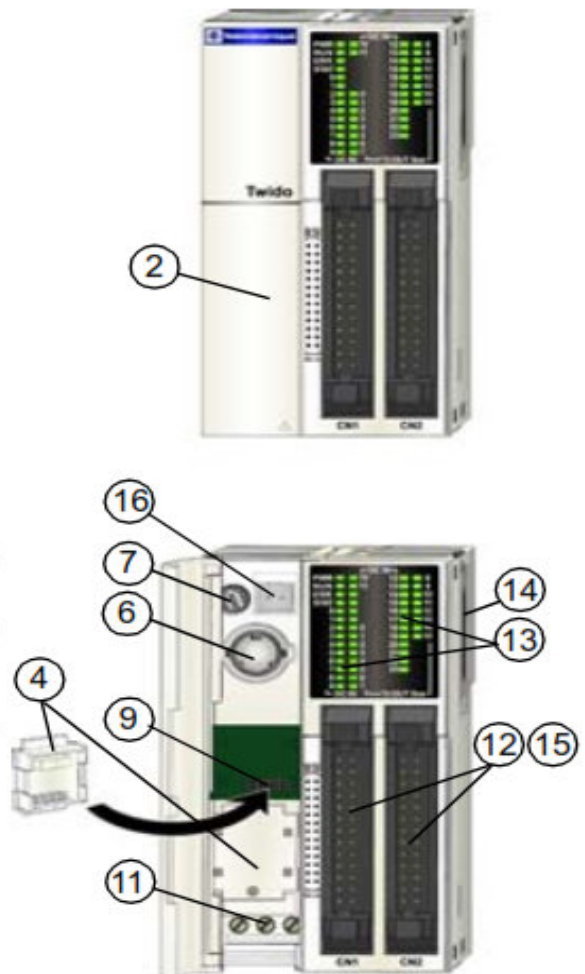


Figure III.1 : Type d'automate TWIDO.

1	Cache bornier	2	Porte d'accée
3	Cache débrochable	4	Cache cartouche
5	Alimentation des capteurs	6	Port série 1
7	Potentiomètre analogique	8	Connecteur de l'adaptateur de communication
9	Adaptateur de cartouche mémoire ou RTC	10	Alimentation 110 / 230 VAC ou +24 VDC
11	Alimentation 24 VDC	12	Bornier de Sorties
13	Voyants	14	Connecteur d'expansion
15	Bornier D'entrée	16	Connecteurs des entrées analogiques en tension

III.3. Fonctions spéciales

L'automate Twido est équipé d'une entrée RUN / STOP qui est une fonction spéciale pouvant être affectée à toute entrée de la base automate.

Cette fonction permet de démarrer ou d'arrêter un programme.

Au démarrage, si cette fonction est configurée, l'état de l'automate est défini par l'entrée Run / Stop :

- Si l'entrée RUN / STOP est à l'état 0, l'automate est en mode STOP.
- Si l'entrée RUN / STOP est à l'état 1, l'automate est en mode RUN.

Pendant le démarrage de l'automate, un front montant de l'état de l'entrée

RUN / STOP règle l'automate sur RUN. L'automate s'arrête si l'entrée

RUN/STOP est définie sur 0. Si l'entrée RUN/STOP est sur 0, une commande RUN émise par un PC connecté est ignorée par l'automate

1. Sortie état de l'automate

La sortie état de l'automate est une fonction spéciale qui peut être affectée à l'une des trois sorties (%Q0.0 ; %Q0.1 et %Q0.3) d'une base automate ou d'un automate distant.

Au démarrage, si aucune erreur automate n'est détectée, la sortie état de l'automate passe sur 1. Cette fonction peut, par exemple, être utilisée dans des circuits de sécurité externes à l'automate pour contrôler :

- l'alimentation des périphériques de sortie ;
- l'alimentation de l'automate.

2. Entrée à mémorisation d'état

Les entrées à mémorisation d'état sont des fonctions spéciales qui peuvent être affectées à l'une des quatre entrées (%I0.2 à %I0.5) d'une base automate ou d'un automate distant. Cette fonction permet de mémoriser toute les impulsions d'une durée inférieure au temps de scrutation de l'automate. Lorsqu'une impulsion est plus courte qu'une scrutation et que sa valeur est supérieure ou égale à 1 ms, l'automate mémorise l'impulsion qui est ensuite mise à jour à la scrutation suivante.

3. Comptage rapide (FC)

Les bases automates présentent deux types de compteurs rapides (FC) :

- Un compteur simple avec une fréquence maximale de 5 kHz.
- Un décompteur simple avec une fréquence maximale de 5 kHz.

Les fonction compteur simple et décompteur simple permettent de compter ou de décompter les impulsions (front montants) d'une E/S TOR. Les fonctions compteur rapide (FC) permettent de compter des impulsions comprises entre 0 et 65 535 en mode mot simple et entre 0 et 4 294 967 296 en mode mot double.

4. Compteurs rapides (VFC)

Les bases automates présentent cinq types de compteur rapide (VFC) :

- Un compteur / décompteur avec une fréquence maximale de 20 kHz.
- Un compteur / décompteur bi-phases avec une fréquence maximale de 20 kHz.
- Un compteur simple avec une fréquence maximale de 20 kHz.
- Un décompteur simple avec une fréquence maximale de 20 kHz.
- Un fréquencemètre avec une fréquence maximale de 20 kHz.

Les fonctions du compteur / décompteur, compteur / décompteur bi-phases, compteur simple et décompteur simple valident le comptage des impulsions de 0 à 65 535 en mode mot simple et entre 0 et 4 294 967 296 en mode mot double.

La fonction du fréquencemètre permet de mesurer la fréquence d'un signal périodique en Hz.

III.4. Logiciel TwidoSoft

- Introduction

TwidoSoft est un environnement de développement graphique permettant de créer, configurer et gérer des applications pour automates programmables Twido.

TwidoSoft permet de créer des programmes avec différents types de langage, puis de transférer l'application en vue de son exécution sur un automate programmable.

1- Langages Twido

Le logiciel Twidosoft est équipé de plusieurs langages qui peuvent être utilisés pour créer des programmes d'automates Twido :

a- Langage liste d'instructions

Un programme liste d'instructions est constitué d'une série d'expressions logiques, rédigée sous la forme d'une séquence d'instructions booléennes.

b- Langage schéma à contacts

Un schéma à contacts est une représentation graphique d'une expression logique.

c- Langage Grafcet

Le langage grafcet est constitué d'une succession d'étapes et de transitions. Le logiciel TwidoSoft comprend les instructions liste Grafcet, mais pas les objets de représentation graphique Grafcet.

Les opérations de création et d'édition de programmes Twido à l'aide de ces Langages de programmation peuvent être réalisées depuis un ordinateur personnel (PC).

Une fonctionnalité de réversibilité liste d'instructions / schéma à contacts vous permet de convertir un programme en langage liste d'instructions dans le langage schéma à contacts, et vice-versa.

2- Introduction aux schémas à contacts

Les schémas à contacts utilisent la même représentation graphique que celle des circuits de relais en logique programmée, à ceci près que, dans un schéma à contacts :

- Toutes les entrées sont représentées par des symboles de contacts .
- Toutes les sorties sont représentées par des symboles de bobines .
- Les opérations numériques sont comprises dans le jeu d'instructions graphiques du schéma à contacts.

L'illustration suivante présente un schéma simplifié de câblage de relais en logique programmée, et son équivalent en langage schéma à contacts.

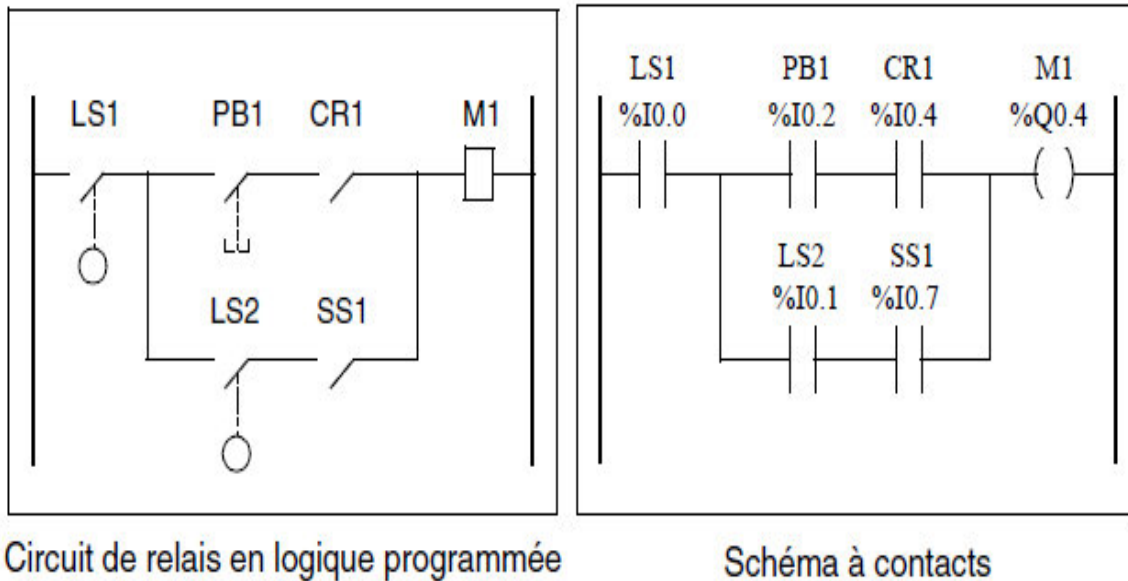


Figure III.2 : Exemple d'un circuit en langage contact.

Dans l'illustration précédente, toutes les entrées associées à un périphérique de commutation dans le circuit de relais en logique programmée sont représentées sous la forme de contacts dans le schéma à contacts. La bobine de sortie M1 du circuit logique de relais est représentée par un symbole de bobine dans le schéma à contacts. Les numéros des repères apparaissant au-dessus du symbole de chaque contact et de chaque bobine dans le schéma à contacts sont des références aux emplacements des connexions externes en entrée et en sortie vers l'automate.

3- Introduction aux schémas langage liste d'instructions

Un programme écrit en langage liste d'instructions est constitué d'une série d'instructions exécutées en séquence par l'automate. Chaque instruction est représentée par une seule ligne de code et se compose de trois éléments :

- Numéro de ligne
- Code d'instruction
- Opérande (s)

L'illustration suivante est un exemple de programme liste d'instructions.

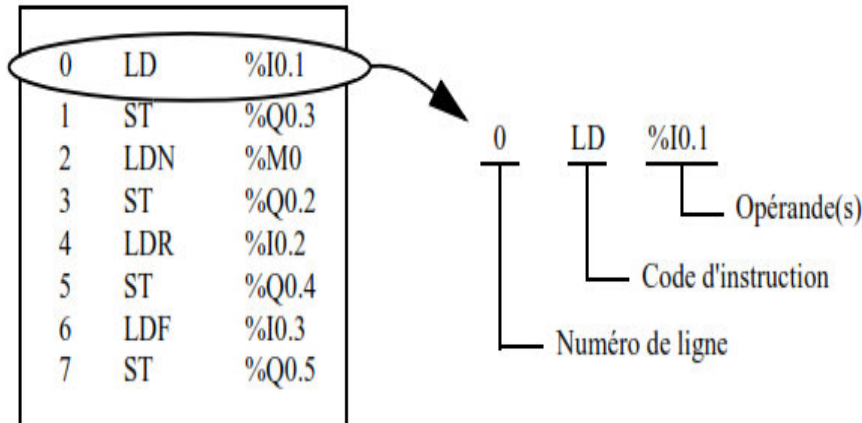


Figure III.3 : Exemple d'un circuit en langage Liste.

a- Numéro de ligne

Les numéros de ligne sont générés automatiquement lorsque vous saisissez une instruction. Les lignes vides et les lignes de commentaires n'ont pas de numéro de ligne.

b- Code d'instruction

Le code d'instruction est un symbole désignant un opérateur qui identifie l'opération à effectuer à l'aide des opérandes. Les opérateurs types spécifient les opérations booléennes et numériques.

Par exemple, dans l'échantillon de programme présenté ci-dessus, LD est l'abréviation de LOAD en code d'instruction. L'instruction LOAD place (charge) la valeur de l'opérande %I0.1 dans un registre interne nommé accumulateur. Il existe deux types d'instructions de base :

- Instructions de test

Il s'agit de tests des conditions ou résultat d'équation nécessaires à l'accomplissement d'une action. Par exemple, LOAD (LD) et AND.

- Instructions d'action

Elles permettent d'effectuer les actions autorisées lorsque les conditions de test sont remplies. Par exemple, des instructions d'affectation telles que STORE (ST) et RESET (R).

c- Opérande

Un opérande est un nombre, un repère ou un symbole représentant une valeur qu'un programme peut manipuler au sein d'une instruction. Par exemple, dans l'échantillon de programme présenté ci-dessus, l'opérande %I0.1 est un repère auquel on a affecté la valeur d'une entrée de l'automate.

Une instruction peut avoir entre zéro et trois opérandes selon le type de code d'instruction.

Les opérandes peuvent représenter les éléments suivants :

- Les entrées / sorties de l'automate, telles que les capteurs, boutons poussoirs et relais.
- les fonctions système prédéfinies, telles que les temporisateurs et les compteurs.
- Les opérations arithmétiques, logiques, de comparaisons et numériques.
- Les variables internes de l'automate, telles que les bits et les mots.

4- Réversibilité schéma à contacts / liste

La fonctionnalité de réversibilité du logiciel de programmation TwidoSoft permet de convertir des programmes par schémas à contacts en programmes par listes d'instructions, et vice versa.

Les préférences utilisateur réglées dans TwidoSoft permettent de choisir la méthode d'affichage par défaut des programmes : soit au format liste, soit au format schéma à contacts.

TwidoSoft permet également de basculer entre les affichages par liste et par schéma à contacts. Qu'est-ce que la "réversibilité" ?

Pour bien comprendre à quoi correspond la fonction de réversibilité du programme, il convient d'examiner avec attention les relations existant entre le réseau d'un schéma à contacts et la séquence de la liste d'instructions correspondante :

- Réseau de schéma à contacts : ensemble d'instructions par schémas à contacts formant une expression logique.
- Séquence de liste : ensemble d'instructions d'un programme par listes, correspondant aux instructions par schémas à contacts et relatif à la même expression logique.

L'illustration suivante présente un réseau de schéma à contacts courant, ainsi que la logique du programme équivalente, exprimée sous la forme d'une liste d'instructions.

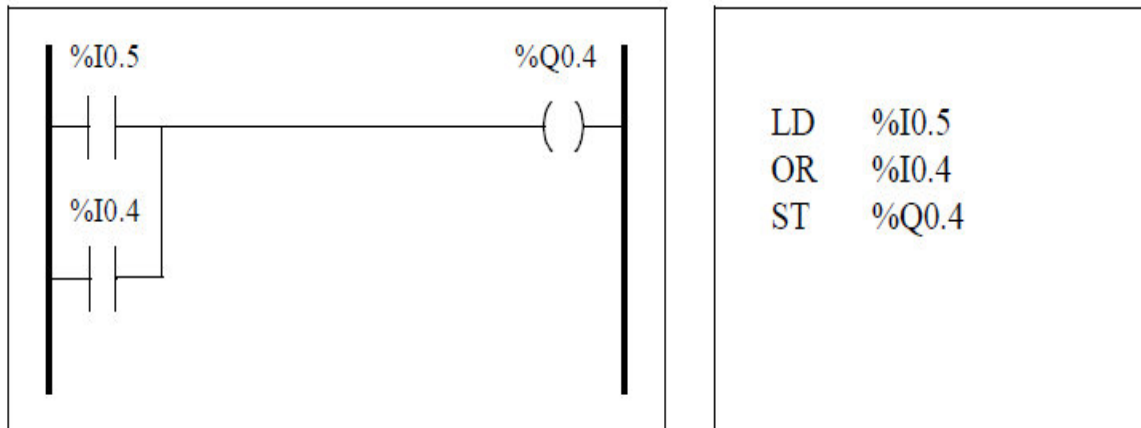


Figure III.4 : Réversibilité d'un circuit en langage contact / liste.

TwidoSoft utilise les similarités de structure de programme existant entre les deux langages, ainsi que l'image liste interne du programme pour l'afficher soit sous la forme d'une liste d'instructions (forme élémentaire), soit de manière graphique, sous la forme d'un schéma à contacts, en fonction des préférences sélectionnées par l'utilisateur .

III.5. Conception du programme Twido



Figure III.5 : Fenêtre de logiciel TwidoSoft .

Ouverture de la fenêtre du logiciel Twidosoft on distingue trois modes de fonctionnements :

- Mode « Programmation ».
- Mode « Surveillance ».
- Mise à jour automatés.

En choisissant le mode programmation on rentre dans une fenêtre ou on distingue différents Paramètres de programmation.

1. Paramètres de programmation

La conception du programme de simulation commence par la sélection de la fenêtre **projet** suivie de la création du projet.

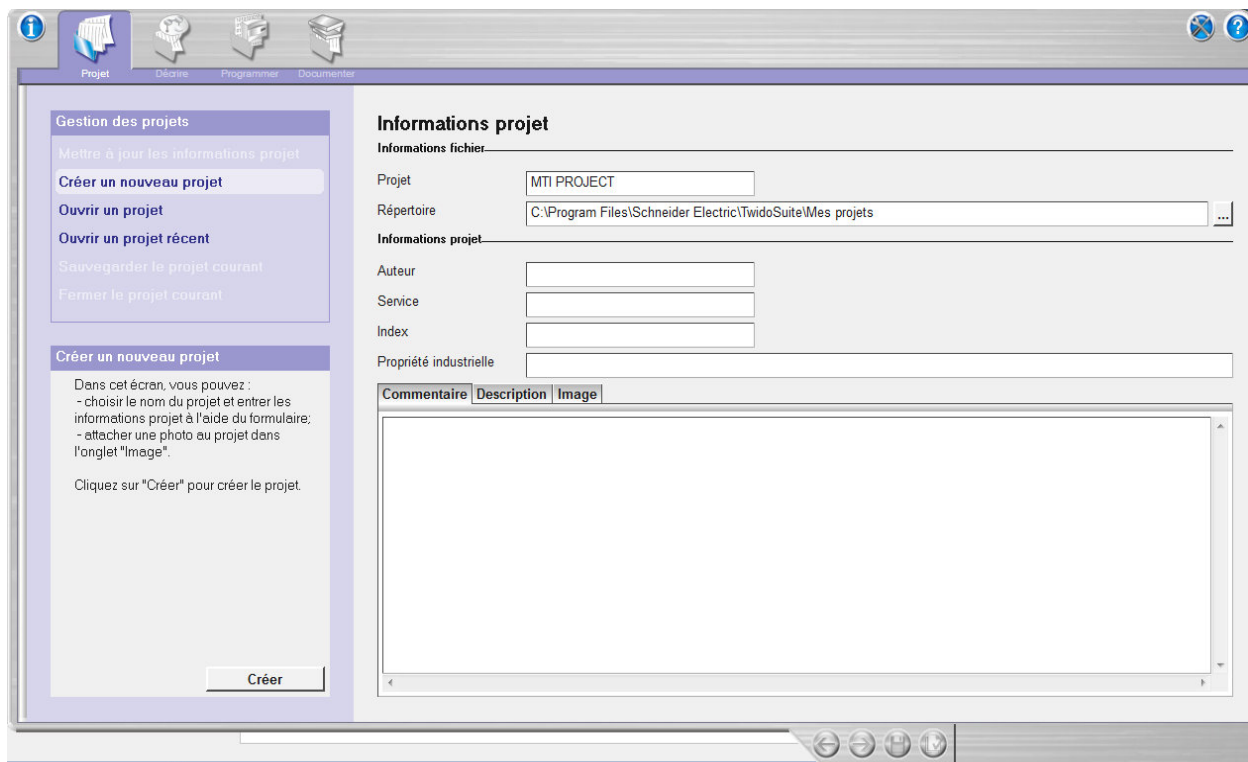


Figure III.6 : Création d'un projet sur logiciel TwidoSoft.

En second on sélectionne la fenêtre **Décrire** afin d'introduire le type d'automate TWIDO utilisé et les différents module d'entrées sélectionnées. dans notre cas le type d'AP utilisé c'est le Twido TWDLCAE40DRF avec un module d'entrée d'extension.

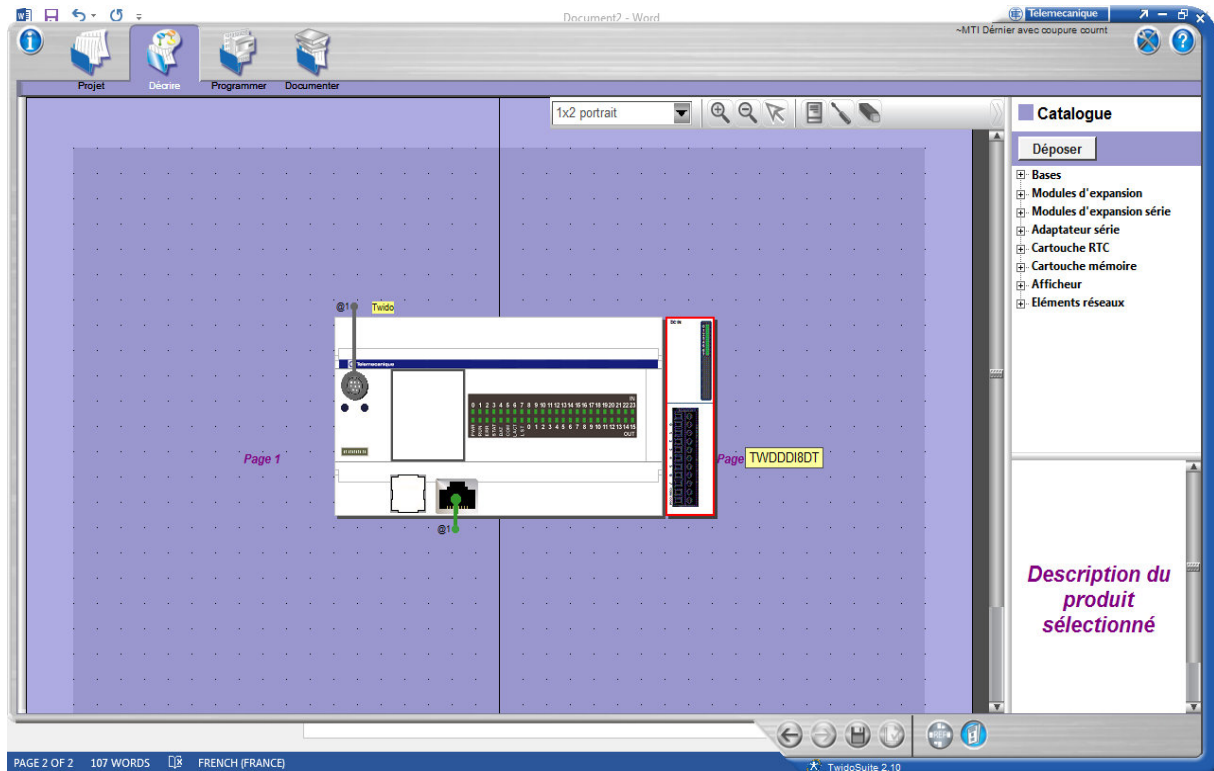


Figure III.7 : Description du type d'automate sur le logiciel TwidoSoft.

En dernière étape on sélectionne la fenêtre programmation dans laquelle on développe le programme.

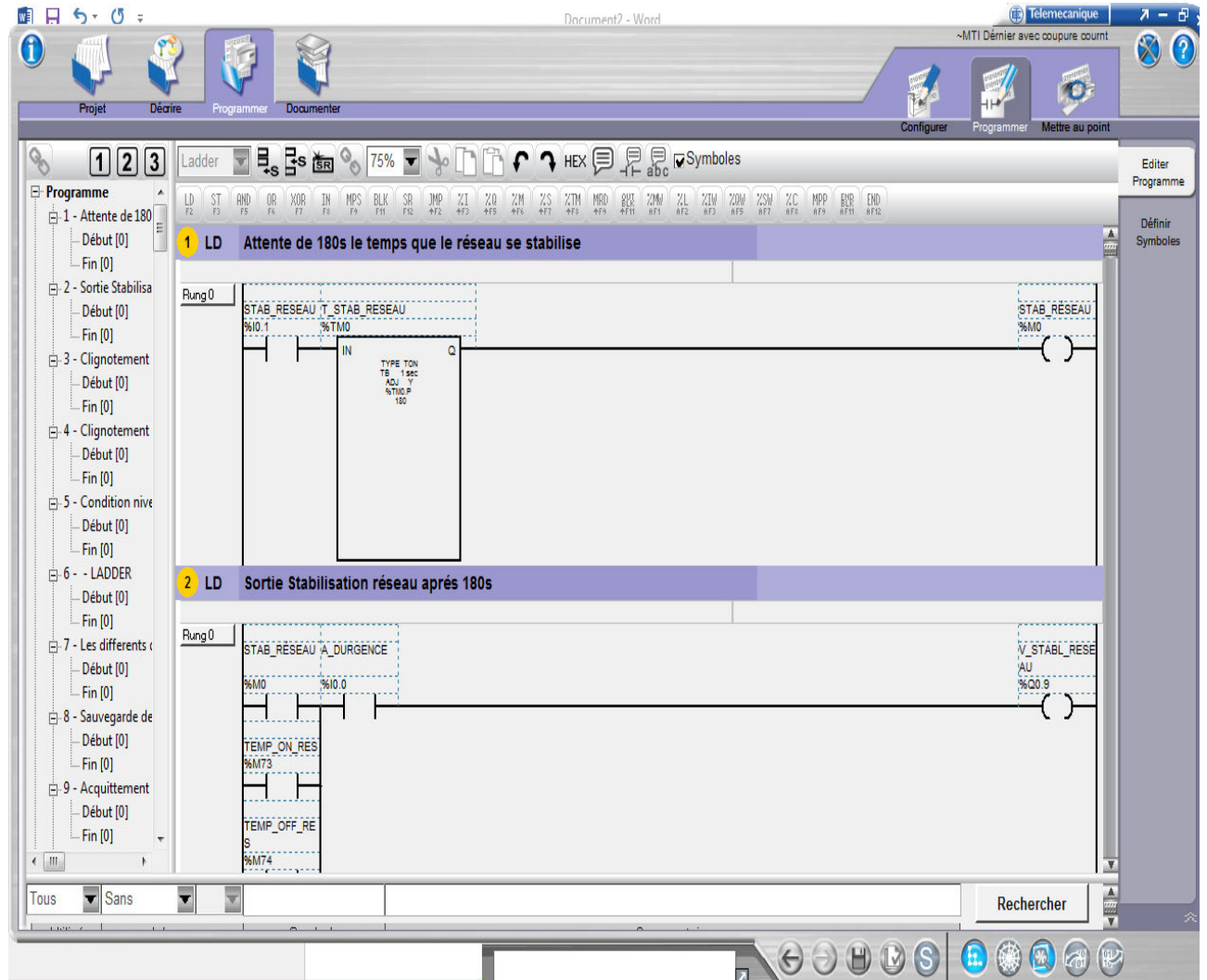


Figure III.8 : Développement du programme sur le logiciel TwidoSoft.


2. Simulateur Twido

Le simulateur Twido est une fonctionnalité de TwidoSuite qui vous permet de tester, d'exécuter et de mettre au point un programme en simulant une connexion entre un PC et n'importe quel automate Twido .

a. Accès au Simulateur Twido

Pour accéder au Simulateur Twido, on doit sélectionner la fenêtre

Programmer

—————> Programme et cliquez sur le bouton Simulateur Twido 

dans la partie inférieure droite de l'écran TwidoSuite.

Résultat :

TwidoSuite bascule automatiquement sur Programme —> Mise au point

————> Animer le programme.

- La fenêtre de présentation du Simulateur Twido apparaît.
- Le panneau de commande s'affiche.

Lorsque l'application TwidoSuite est en mode de simulation, ces commandes peuvent être sélectionnées depuis le panneau de commande du Simulateur


Twido illustré ci-après :




On peut utiliser le panneau de commande du Simulateur Twido pour envoyer les commandes suivantes à l'automate :


- Exécuter (en mode de simulation).
- Arrêter.
- Initialiser.

Lorsque le programme est exécuté en mode de simulation, on clique sur

 pour exécuter l'application .

Les entrées simulées sont mises à jour et les valeurs des données sont définies en fonction des instructions de l'application. Il s'agit du seul état pour lequel les sorties simulées sont mises à jour .

En cliquant sur le bouton d'arrêt  pour arrêter le programme : l'application n'est pas exécutée. Les entrées simulées sont mises à jour et les données internes conservent leurs dernières valeurs. Les sorties simulées ne sont pas mises à jour dans cet état.

En cliquant sur le bouton  pour initialiser le programme : l'application n'est pas exécutée. Les entrées simulées sont mises à jour et les valeurs des données sont réinitialisées. Aucune sortie simulée n'est mise à jour depuis cet état.

b. Affichage des voyants

Les voyants RUN, ERR et STAT sont simulés dans le panneau de commande du Simulateur Twido tels qu'ils apparaîtraient dans une base automate connectée.

c. Temporisateur

Le logiciel Twidosoft possède plusieurs temporisateur on distingue :

- Temporisateur TOF.
- Temporisateur TON.
- Temporisateur TP.

- Temporisateur TOF

Le type de temporisateur TOF (Timer Off-Delay, temporisateur à retard de déclenchement) permet de gérer des retards au déclenchement. TwidoSuite permet de programmer ce retard.

- Temporisateur TON

Le type de temporisateur TON (Timer On-Delay, temporisateur de délai à l'activation) : ce type de temporisateur permet de réguler les actions de délai à l'activation. TwidoSuite permet de programmer cette durée.

- Temporisateur TP

Le type de temporisateur TP (Timer – Pulse, Temporisateur – Impulsion) permet de générer des impulsions d'une durée spécifique. TwidoSuite permet de programmer cette durée.

d. Bloc de comparaison

Le logiciel TwidoSoft possède un bloc de comparaison pour comparer deux opérands. Un bloc de comparaison ne peut pas être inséré dans les deux dernières colonnes de la grille de programmation.

III.6. L'environnement électrique

La conception électrique de la station de pompage M.T.I 2 passe par le développement de circuits électriques nécessaire à la réalisation du projet .

C'est pour cela qu'on a utilisé un logiciel de dessin électrique industriel

(Xrelais) qui nous a permis de développer les schémas électriques suivant :

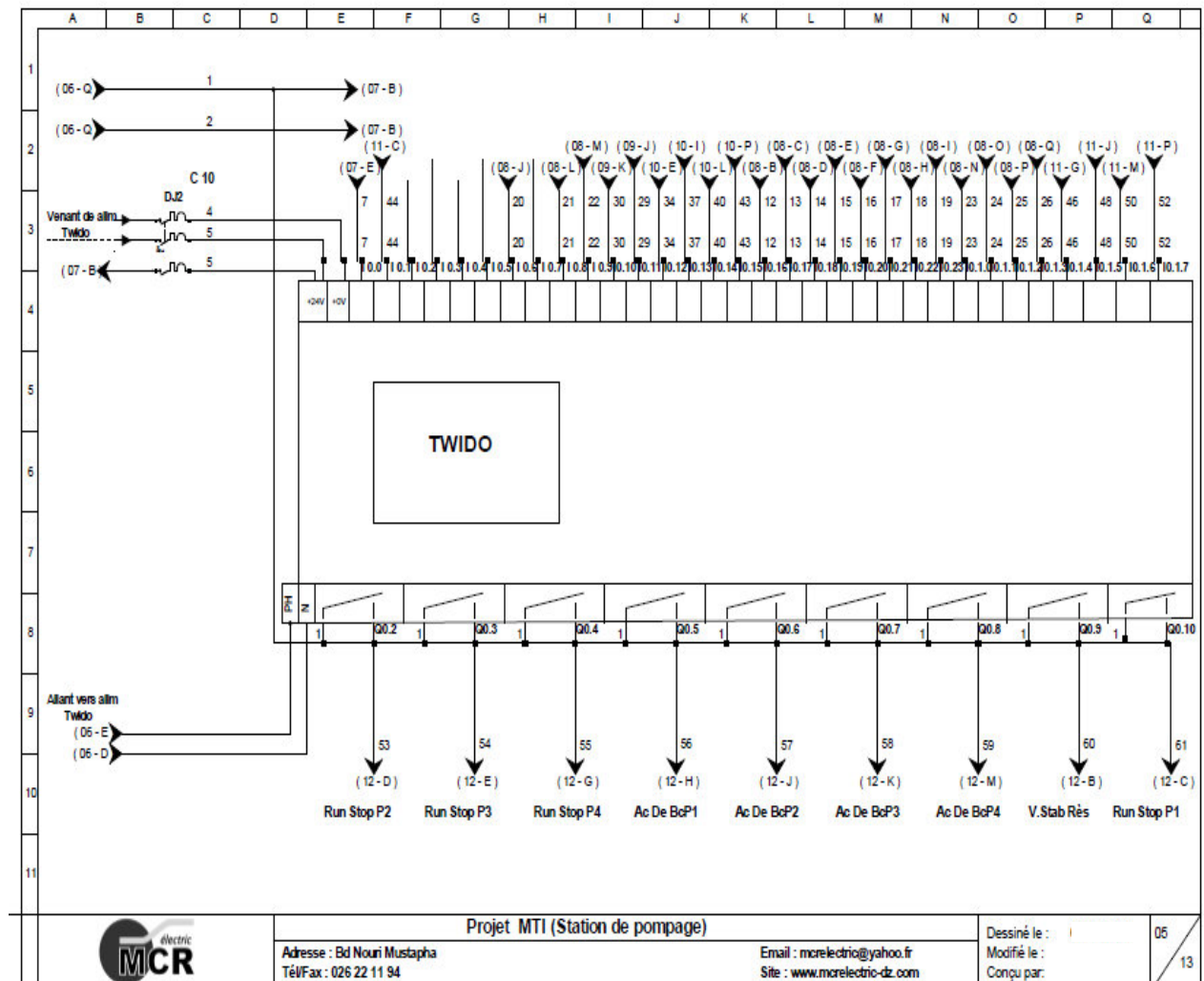


Figure III.9 : Circuit électrique du raccordement de l'automate Twido.

- Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté L'API Twido, ainsi que ses langages de programmation qui nous ont permis de développer une solution programmable.

Cette étude nous servira par la suite d'élaborer le panel de conduite qui sera l'objet du prochain chapitre.

- Introduction

Le logiciel de supervision est une entité capable de présenter à l'opérateur des informations utiles, afin qu'il prenne à temps les bonnes décisions pour la conduite du procédé. Il a essentiellement pour mission de collecter les données (acquisition et stockage) et de les mettre en forme (traitement) .

La supervision se situe au plus haut niveau dans la hiérarchie des fonctions de production, il est donc essentiel de présenter à l'opérateur sous forme adéquate les informations sur le procédé nécessaire pour une éventuelle prise de décision.

Cette présentation passe par les images synthétiques qui représentent un ensemble de vues, le processus est représenté par un synoptique comprenant des images et objets animés par l'état des organes de commande et les valeurs transmises par les capteurs.

Outre le synoptique, on trouve aussi des vues d'alarme, de statistique, de régulation...etc.

IV-1 Constitution d'un système de supervision

La plus part des systèmes de supervision se composent d'un moteur central (logiciel), auquel se rattachent des données provenant des équipements (automates).

Le logiciel de supervision assure l'affichage, le traitement des données, l'archivage et la communication avec d'autres périphériques.

IV-1-a Le module de visualisation

Il permet d'obtenir et de mettre à la disposition des opérateurs des éléments d'évaluation du procédé par ses volumes de données instantanées.

IV-1-b Le module d'archivage

Il mémorise des données (alarme et événement) pendant une longue période, et permet l'exploitation des données pour des applications spécifiques à des fins de maintenance ou de gestion de production.

IV-1-c Le module de traitement

Il permet de mettre en forme les données afin de les présenter via le module de visualisation aux opérateurs sous une forme prédéfinie.

IV-1-d Le module de communication

Assure l'acquisition et le transfert de données et gère la communication avec les automates programmables industriels et autres périphériques.

IV-2 Apport de la supervision

La supervision a eu un impact considérable sur le monde industriel, tant pour les exploitants que pour les entreprises.

IV-2-a Apport pour le personnel

La supervision permet de dégager les exploitants des tâches délicates, surtout dans des milieux hostiles ; elle permet de rendre le travail moins contraignant pour celui qui l'exécute et améliore les conditions de travail.

La supervision permet à l'opérateur de suivre le fonctionnement du procédé et d'effectuer des tâches de routine (vérification des paramètres, inspection de l'installation...).

En situation d'exception (incendie, danger, situations à risque...), les actions à entreprendre sont cernées et bien décrites ; dans ce cas le système de supervision sert d'interface entre le procédé et l'exploitant pour le diagnostic et l'aide à la décision.

IV-2-b Apport pour l'entreprise

L'effet de la supervision sur l'entreprise est considérable, elle permet entre autre de :

- Respecter les délais en diminuant le nombre de pannes, car le suivie de l'entreprise dépend du respect des délais impartis.
- Améliorer et maintenir la qualité de production, qui passe par le maintien des équipements en bon état de fonctionnement .
- Réduire les coûts d'exploitation en diminuant les pertes de production liées aux pannes.

IV- 3 Logiciel de supervision

Le logiciel de supervision fonctionne généralement sur un ordinateur en communication via un réseau local industriel (MPI, PROFIBUS, ETHERNET...etc.) avec un ou plusieurs équipements électroniques, automate programmable industriel ou ordinateur de commande direct (commande numérique). Parmi les logiciels de supervision les plus utilisés dans l'industrie moderne nous pouvons citer :

- Protool ;
- WinCC (Windows Control Center);
- Indu soft web studio ;
- Vijeo look ;
- In Touch ...etc

IV- 4 Présentation du logiciel WinCC flexible 2008

WinCC Flexible 2008 est l'Interface Homme-Machine (IHM) idéale pour toutes les applications au pied de la machine et du processus dans la construction d'installations automatisées. WinCC Flexible permet de disposer d'un logiciel d'ingénierie pour tous les terminaux d'exploitation SIMATIC HMI, du plus petit pupitre Micro jusqu'au Multi Panel ainsi que d'un logiciel de supervision Runtime pour les solutions Mono poste basées sur PC et tournant sous Windows XP / Vista/ Seven .

WinCC flexible apporte une efficacité de configuration maximale : des bibliothèques contenant des objets préconfigurés , des blocs d'affichage réutilisables et des outils intelligents allant jusqu'à la traduction automatisée des textes dans le cadre de projets multilingues qui ouvre les portes à WinCC Flexible pour être utilisé partout dans le monde.

WinCC flexible réuni les avantages suivants :

- Simplicité ;
- Flexibilité ;
- Robustesse.

IV- 4-a Logiciel exécutif SIMATIC WinCC Flexible Runtime

La partie exploitation (Runtime) est embarquée sur tous les terminaux SIMATIC HMI.

Les fonctionnalités IHM et les capacités fonctionnelles dépendent de la configuration matérielle.

WinCC Flexible Runtime est disponible pour les PC en différentes variantes qui se différencient par le nombre de Power Tags utilisés (seules les variables qui possèdent une **liaison Process** avec l'automate sont comptabilisées comme **PowerTags**). En plus de ces PowerTags , le système peut gérer des variables internes (sans liaison au processus) , des seuils constants ou variables et des messages (jusqu'à 4000) comme options additionnelles du système.

Avec le SIMATIC WinCC Flexible Runtime , nous pouvons simuler notre Plateforme d'en moins deux manières :

- En utilisant le S7-PLCSIM pour la manipulation des variables (lancer Runtime);
- En utilisant la table de simulation qui permet d'entrer les valeurs des Variables (lancer WinCC flexible avec la simulation).

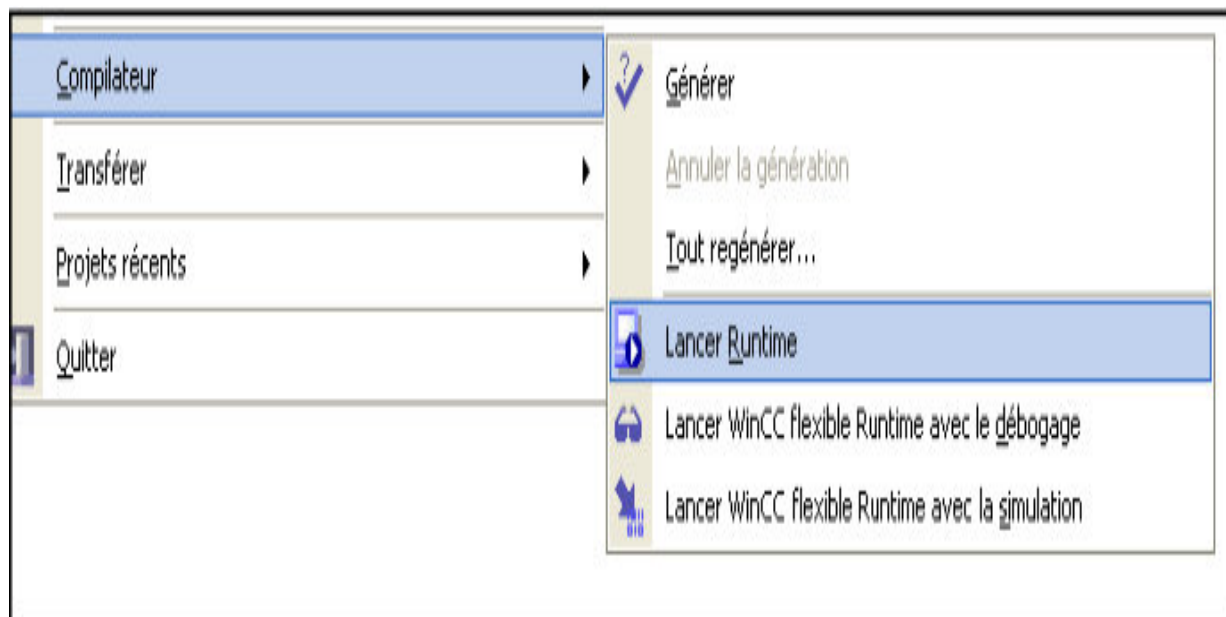


Figure IV.1 : Compilation sous WinCC flexible Runtime .

Le programme de supervision que nous avons développé a été élaboré avec le logiciel WinCC (Windows Control Center), version 5.1 développé par SIEMENS.

Il est caractérisé par sa flexibilité c'est-à-dire qu'il peut être utilisé pour les composants hors SIEMENS, dans notre projet nous avons opté pour une communication modbus avec notre API Twido, cependant pour valider et faciliter le développement et la simulation de notre projet on a effectué une liaison avec STEP 7 (SIEMENS) de notre modèle grafcet.

WinCC Flexible nous permettra de visualiser le fonctionnement de la station à tout moment .

IV- 5 Procédure de programmation

Les principales étapes suivies pour créer notre application sous WinCC sont :

1. Créer un projet.
2. Sélectionner et installer l' API.
3. Définir les variables dans l'éditeur de variables.
4. Créer et éditer les vues (vue Initiale, vue POMPE , vue PUPITRE) dans l'éditeur Graphics Designer.
5. Paramétrer les propriétés de WinCC runtime.
6. Activer les vues dans le WinCC runtime.
7. Utiliser le simulateur pour tester les vues du process.

Nous présentons ci-contre la procédure suivie pour réaliser la supervision de la station.

Le projet mono poste crée et appelé « S7_station » est représenté dans la figure suivante :

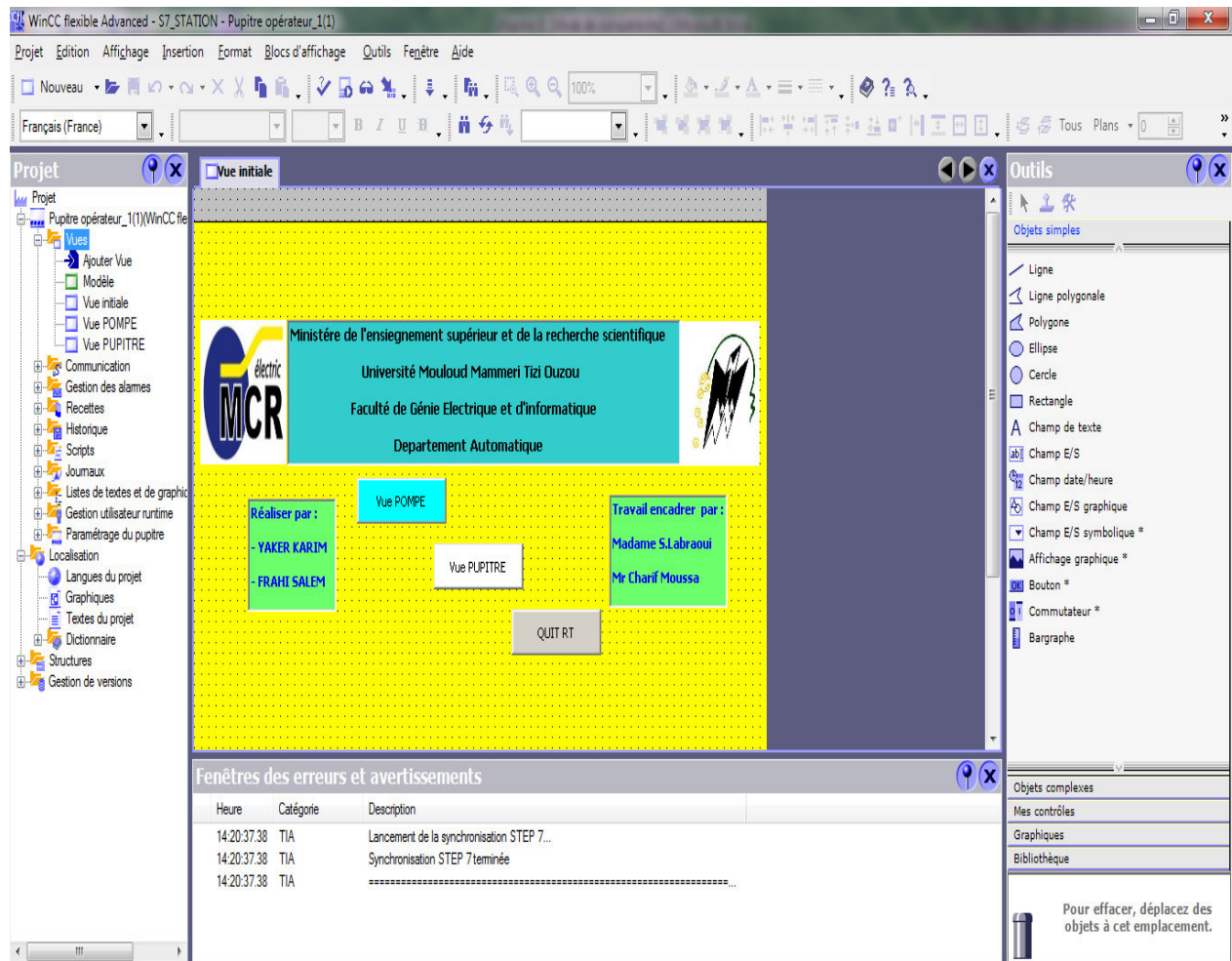


Figure IV.2 : Projet S7_station sous WinCC Flexible.

IV- 6 Intégration dans SIMATIC STEP 7

Les variables du processus représentent la liaison pour la communication entre le Système d'automatisation et le système IHM . Sans les avantages de la TIA (Totally Integrated Automation) , on devra définir chaque variable à deux reprises : une fois

Pour le système d'automatisation et une fois pour le système IHM.

L'intégration de SIMATIC STEP 7 dans l'interface de configuration permet de diminuer la fréquence des erreurs et de réduire les tâches de configuration nécessaires.

Durant la configuration, nous accédons directement à la table des mnémoniques de STEP 7 ainsi qu'aux paramètres de communication :

- La table des mnémoniques de STEP 7 contient la définition des points de données (p. ex. adresses ou types de données) qu'on a paramétré lors de la création du programme de commande.
- Les paramètres de communication contiennent les adresses de bus ainsi que les protocoles de commande. On définit les paramètres de communication avec NetPro, par exemple.

La figure suivante montre la liaison entre la station S7-300 et la station de supervision HMI.

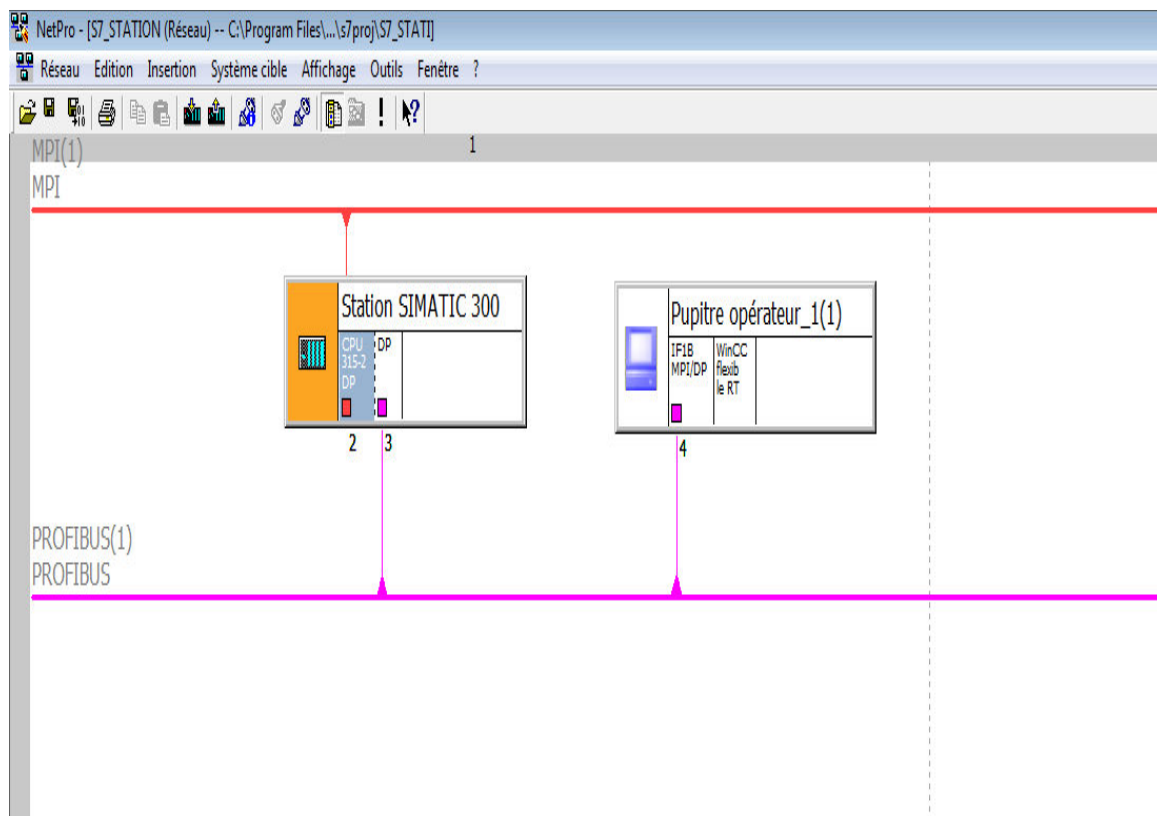


Figure IV.3 : Liaisons entre la station S7-300 et la station HMI.

IV- 7 Plateforme de supervision de la station de pompage d'eau potable M.T.I (2)

Pour élaborer la plateforme de supervision qui permet le control commande de notre station, nous avons créé trois vues qui sont les suivantes :

- Vue Initiale
- Vue pupitre
- Vue pompe

a- Vue Initiale

La vue initiale est la vue d'entrée qui sera tout le temps visible sur l'IHM, ce dernier sera placé sur l'armoire de la station. La vue Initiale présente essentiellement le cicle de l'entreprise **MCR électric**, ainsi que le cicle de l'université MOULOU D MAMMERI TIZI OUZOU et les concepteurs . Cette vue permet d'atteindre n'importe quel autre vue et cela par un simple clic sur le bouton qui porte le nom de la vue en question.

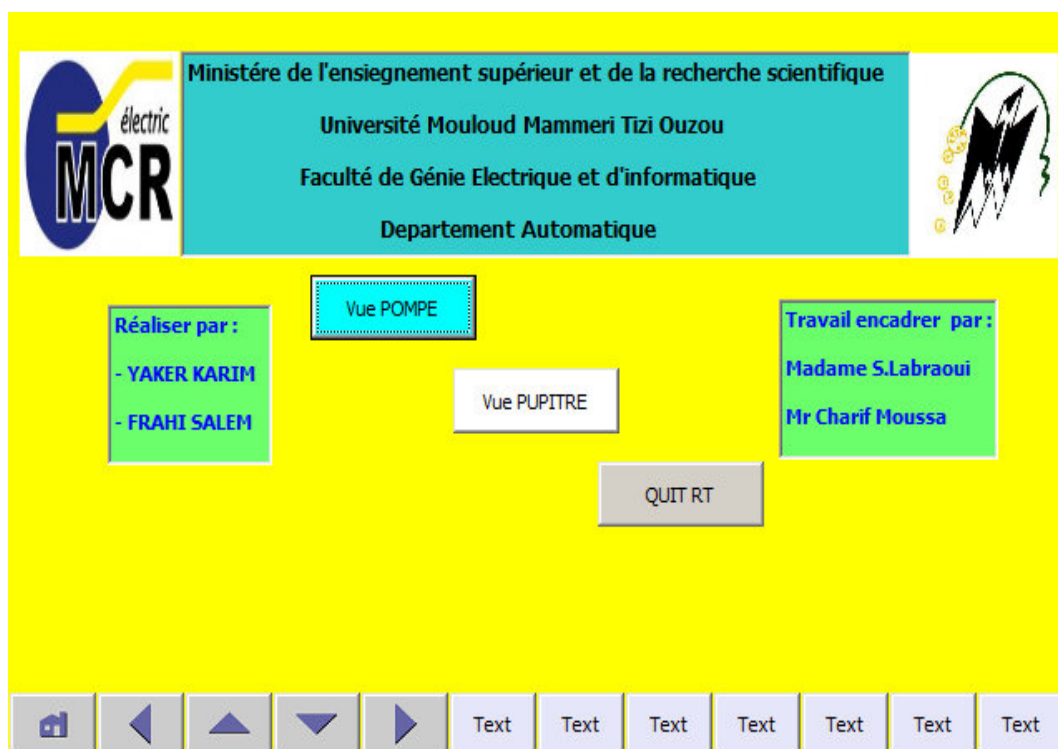


Figure IV.4 : Vue initiale.

b- Vue POMPE

A partir de cette vue, on peut démarrer, arrêter les pompes et visualiser l'état de la station en temps réel.

on peut aussi basculer à partir de cette vue vers d'autres et cela par un simple clic sur le bouton qui porte le nom de la vue en question.

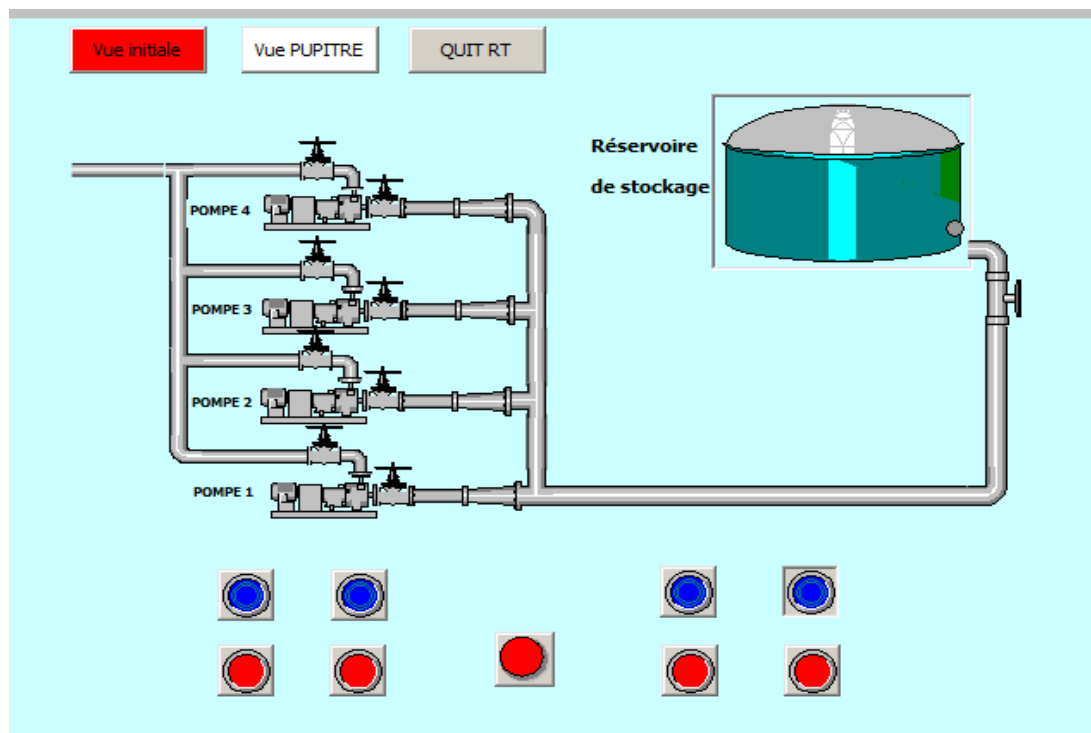


Figure IV.5 : vue POMPE.

c- Vue PUPITRE

A partir de la vue pupitre on distingue différents boutons poussoir

Marche , **Arrêt** et des voyants d'indication .

On peut aussi arrêter à n'importe quel moment une des 4 pompes en sélectionnant le commutateur sur réserve (RES).

L'enclenchement de l'arrêt d'urgence implique un arrêt brusque de toutes les pompes et des démarreurs progressifs.

On bascule de cette vue vers n'importe quel vue et cela par un simple clic sur le bouton qui porte le nom de la vue en question.

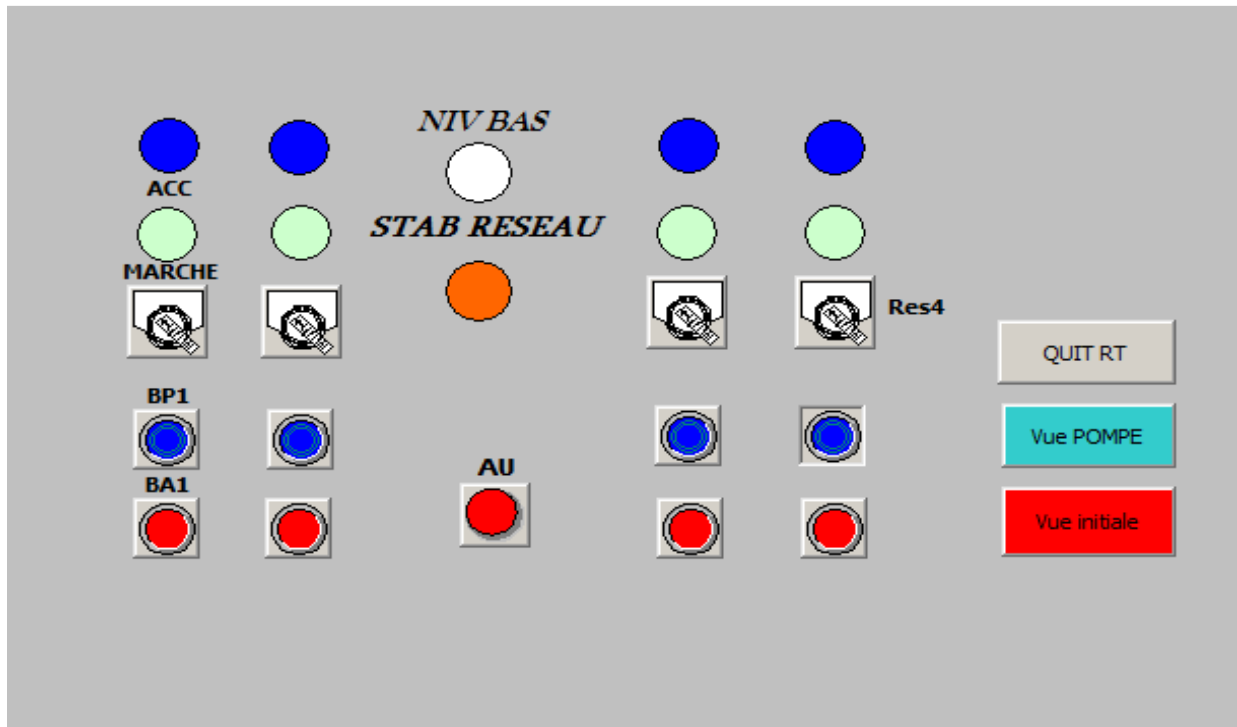


Figure 06 : Vue PUPITRE.

- Conclusion

Dans ce dernier chapitre consacré à la supervision de la station de pompage d'eau *M.T.I. (2)*, nous avons décrit la supervision en précisant sa place dans la hiérarchie de contrôle dans le domaine de l'hydraulique.

Nous avons élaboré sous le logiciel Win CC les vues qui permettent de suivre et de contrôler l'évolution du processus de pompage, en utilisant les principes qui le composent.

Conclusion générale

Ce travail que nous avons réalisé en partenariat avec **MCR électric** nous a donné l'occasion de faire un premier pas vers l'industrie et vers le monde du travail.

L'objectif vise à améliorer le rendement de la station de pompage d'eau M.T.I. (2) et à protéger les groupes électropompes. Il fallait alors concevoir et développer un pupitre de commande et une armoire de puissance moderne

et sécuriser doter de quatre démarreurs progressifs, ces derniers commandent

la pente d'accélération, de décélération des pompes.

Après la modélisation des cycles opératoires de pompages de la station M.T.I (2),

nous avons choisi un ensemble d'éléments comme les relais d'alimentation et les actionneurs qui permettent respectivement de voir l'état des démarreurs, ainsi qu'un automate programmable qui joue le rôle de la partie commande.

Ce travail nous a surtout permis la programmation sous TwidoSoft et sous WiCC flexible 2008 comportant également un système de supervision intégré afin de garantir l'interface Homme-Machine.

Ce projet était une occasion d'appliquer nos connaissances acquises durant notre formation et de les confronter à la réalité industrielle .

Cela nous a permis de tirer profit de l'expérience du personnel de

MCR électric.

D'autre part, ce projet nous a donné l'occasion de nous insérer dans un groupe de travail, apprendre une méthodologie rationnelle et travailler en équipe. En fin, nous espérons que notre travail sera utile à toutes personnes Intéressées par les automatismes industriels.

Bibliographie

- [1] : documentation **ADE** ,<<guide opératoire de la station de Pompage>>, réalisateur HYDRO AMENAGEMENT année d'édition 1980.
- [2] : Documentation charlatte réservoir fayat groupe titre << réservoir anti bélier (a compresseur / à vessie) >> année d'édition 2008.
- [3] : J. CRASSARD , << pompe centrifuge dans tous ces Etats >>,livre édition parisiennes.
- [4] :T.WILDI ,<< électrotechnique >>,livre, 3^{ème} édition, debock , 2000, canada.
- [5] : CLAUDE CHEVASSU ,<<Composants de l'électronique de puissance >>, document 2005 .
- [6] : Schneider électrique,<<catalogue démarreur ralentisseur Altistar 22 >>,document 2008.
- [7] : M. Blanchard ,<< comprendre, métrise ,applique Grafcet>>, livre , Edition 1997.
- [8] : Schneider automation ,<< guide de mise en œuvre des automates programmable>> , ndocument 2008.
- [9] :Siemens simatic << WinCC flexible 2008 HMI >>, document 2008.

- ANNEXE

Code	Nom / Description
<i>U In</i>	<p>0 Tension Réseau</p> <p>Réglée sur la tension nominale du réseau 400 V</p>
<i>I c L</i>	<p>0 Courant nominal du démarreur</p> <p>Courant nominal continu maximal du démarreur progressif</p> <p>La valeur <i>I c L</i> réglée est 590 A</p>
<i>C o d</i>	<p>0 Verrouillage réglages</p> <p>Ce paramètre autorise ou interdit la modification des paramètres</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> non verrouillé : tous les paramètres sont modifiables <input type="checkbox"/> verrouillé : tous les paramètres sont en lecture seule
<i>t 90</i>	<p>0 Tension Initiale</p> <p>Ce paramètre permet de définir la tension initiale au démarrage du moteur. Cette tension initiale doit être réglée afin que le moteur tourne dès qu'elle lui est appliquée.</p> <p>Si la tension est trop faible le moteur aura des difficultés à démarrer après le signal <<Run>> .</p> <div data-bbox="347 1668 1024 1933" style="background-color: #fff9c4; padding: 10px; margin: 10px 0;"> </div> <p>Nous avons paramétré sur 30%</p>

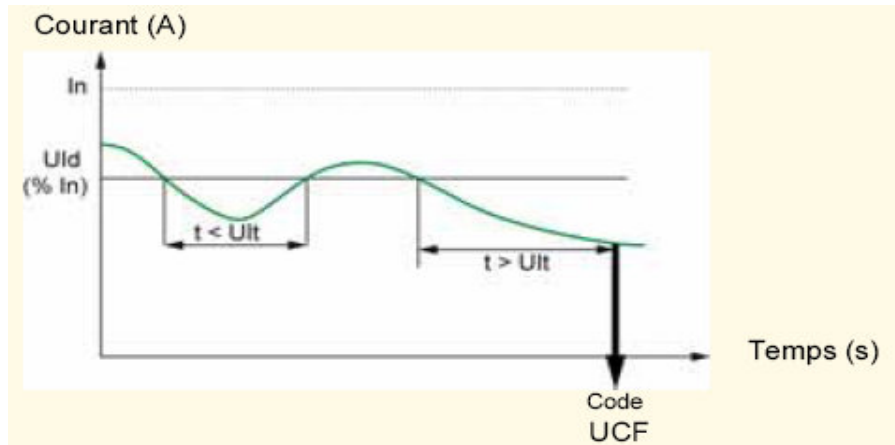
tLS	<p>0 Temps démarrage trop long :</p> <p>Permet de définir le temps de démarrage max. Il correspond au temps entre la commande de démarrage et l'allumage de la DEL Run (moteur fonctionne à pleine tension et by-pass est active.), ce paramètre permet également d'empêcher que le temps démarrage soit plus long que prévu.</p> <p>Nous avons paramétré sur 15 s.</p>
Acc	<p>0 Temps de rampe d'accélération :</p> <p>Ce paramètre détermine le temps de montées en tension du moteur Paramètre réglé sur 7 secondes.</p>
dEC	<p>0 Temps de rampe de décélération :</p> <p>Ce paramètre détermine le temps de décroissance de la tension du moteur. Paramètre réglé sur 7 secondes.</p>
tHP	<p>0 Protection thermique du moteur :</p> <p>Ce paramètre permet de sélectionner la classe de protection thermique du moteur. Paramètre réglé sur CEI classe 10.</p>
Snb	<p>0 Nombre de démarrage :</p> <p>Permet de limite le nombre de démarrage et d'arrêta progressif pendant une dure ajustable. Cette durée est définie avec SLG. Paramètre réglé : Snb = 1 .</p>
SLG	<p>0 Période des démarrages :</p> <p>Voir Snb ci-dessus. Paramètre réglé : SLG = 240 s .</p>
PHr	<p>0 Ordre phase réseau :</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 3 2 1 : Arrière (L3- L2- L1) <input type="checkbox"/> 1 2 3 : Avant (L1- L2- L3) <input type="checkbox"/> Désactivé :pas de surveillance. <p>Paramètre réglé sur 1 2 3.</p>

<i>PHL</i>	<p>0 Détection perte de phase :</p> <p>Ce paramètre permet de gérer les pertes de phase d'entrée (réseau).</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Activé <input type="checkbox"/> Désactivé <p>Paramètre réglé sur Activé.</p>
<i>ptC</i>	<p>0 Surveillance moteur par sondes PTC</p> <p>Les sondes PTC sur le moteur doivent être raccordées à l'entrée analogique appropriée.</p> <p>Cette protection est indépendante de la protection thermique du moteur.</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Activé : ON <input type="checkbox"/> Désactivé : OFF <p>Paramètre réglé sur Activé.</p>
<i>I 0</i>	Entrée / sortie
<i>r 1</i>	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Relais R1 : <p><i>nSTP</i> : le relais n'est pas activé à l'arrêt et activé dans les autres cas .</p>
<i>r 2</i>	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Relais R2 : <p><i>rUn</i> : le relais est activé lorsque le contacteur bypass est fermé.</p>
<i>Lac</i>	<p>0 Mode avancée :</p> <p>Ce paramètre permet d'accéder au niveau avancé (voir page 47 pour en savoir plus).</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> désactivé : niveau de démarrage simple <input type="checkbox"/> activé : niveau avancé. <p>ce paramètre est réglé : Activé .</p>

UId

0 Seuil de sous charge courant :

Déclenche le démarreur progressif lorsque le courant du moteur chute en dessous du niveau défini pendant une durée supérieure au temps de sous-charge du courant (UIt).
Ce paramètre est actif en mode de marche.



OId

0 Seuil de surintensité :

Déclenche le démarreur progressif lorsque le courant du moteur dépasse un seuil défini pendant une durée supérieure au temps de surintensité (OIt).
Ce paramètre est actif en mode de marche.

