

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud Mammeri De Tizi-Ouzou



Faculté De Génie Electrique Et D'informatique

Département D'Electronique

Mémoire de fin d'étude

Master Académique

Domaine : Science et technologie

Filière : Génie électrique

Spécialité : Réseau et télécommunication

Thème

Conception et réalisation d'un pont roulant à commande automatisée

Présenter par : Bouakkaz youcef

Dirigé par : Mr Ouallouche

Promotion : 2015 /2016

Remerciements

Avant tout, nous remercions **ALLAH**, le tout puissant, qui nous a donné la force, la volonté et surtout le courage pour accomplir ce modeste mémoire.

Tout d'abord nous adressons nous profonds remerciements à notre promoteur : **Mr ouallouche** pour sa confiance en nous, sa disponibilité ,ses encouragements, son suivi, et ses conseils avisés pendant toute la durée de ce travail qui nous a permis d'achever notre modeste travail.

Nous tenons aussi à remercier **les membres du jury** pour leur présence et pour le temps qu'ils ont bien voulu consacrer pour l'évaluation de ce travail.

Nous remercions vont enfin à toute personne qui a contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

Sommaire :

Introduction	1
---------------------------	----------

Chapitre I : les ponts roulants

1. introduction.....	2
2. principe de fonctionnement	3
3. principaux mouvement	4
4. classification des ponts roulants	5
4.1. Ponts roulants posées	5
4.2. Ponts roulants suspendus	6
4.3. Portique	7
4.4. Semi-portique	7
5. installation d'un pont roulant	8
6. fonction	9

Chapitre II : l'automate programmable industriel

1. Introduction	10
2. Définition	10
3. Nature de l'information traité par l'automate	10
4. Architecture des automates	11
4.1. Aspect extérieur	11
4.2. Structure interne	13
5. Langage de programmation pour API	14
6. Principales fonctions	15
7. Critères de choix d'un automate	16
8. l'automate TSX-20.....	17
8.1. Configuration générale.....	17

9. caractéristique de base.....	19
9.1. Une conception modulaire.....	19
9.2. Un choix étendu d'entrées/sorties.....	19
9.3. Une exploitation sans risque.....	19
9.4. Une sureté des échanges sur le bus E/S.....	19

Chapitre III : Modélisation du pont roulant par GRAFCET

1. cahier des charges	20
2. GRAFCET	21
2.1. Définition	21
2.2. Structure de base	21
2.3. Règles d'évolutions	23
2.4. Configuration courantes	24
3. le GRAFCET du pont roulant.....	26
4. avantage	27

Chapitre IV : réalisation et programmation

1. nomenclature des capteurs et des actionneurs	28
1.1. Les capteurs	28
1.2. Les actionneurs	28
2. branchement des capteurs et des actionneurs avec l'API.....	29
3. Commande des moteurs	30
3.1. Moteur de direction	30
3.2. Moteur de levage	30
4. Borner de la maquette	31
5. Programmation avec AUTOMGEN	32
5.1. Démarrer AUTOMGEN	32
5.2. Ouvrir nouveau projet	33

5.3. Dessin de GRAFCET	33
5.4. GRAFCET final de programme du pont roulant	34
5.5. Propriétés des symboles	35
5.6. Simulation	35
Conclusion	41
Bibliographie.	

Introduction :

Les ponts roulants et les portiques sont des moyens de manutention indisponibles dans bien de secteurs industriels .les centrales hydrauliques, les constructions navales, l'armement, les cimenteries, la sidérurgie, les usines d'incinération d'ordures ménagères sont autant d'exemples qui témoignent de l'utilité de ces moyens de levage et de transbordement.

Les automates programmables industriels (API) sont des systèmes programmables pour contrôler les systèmes automatisés.

Ces appareils de contrôle/commande largement répandus dans l'industrie, sont apparus aux États-Unis vers 1969 et en France vers 1971.

Grâce à leur structure, les automates programmables permettent les modifications de séquences de fonctionnement du processus géré sans avoir à modifier le câblage mais en modifiant seulement le programme développé en fonction des caractéristiques logicielles spécifiques aux processeurs du système. Ils sont couramment utilisés dans des systèmes critiques (avions, ascenseurs, trains,. . .), aussi leur validation est primordiale.

Dans ce mémoire nous allons réaliser une maquette d'un pont roulant pour déplacer les pièces entre deux positions. Ensuite, nous proposons un programme de commande basé sur un GRAFCET développé sous le logiciel automgen8.

Pour présenter notre travail, nous avons répartis notre mémoire comme suit :

Dans le Chapitre I nous décrivons l'architecteur du pont roulant, ses constituants et son fonctionnement ; et le chapitre II sera consacrée à la présentation des automates programmables industriels, et puis le chapitre III est réservé à la modélisation du pont roulant par GRAFCET et dans le chapitre IV nous avons abordé la réalisation pratique du projet ainsi que la programmation de la commande sur l'API.

Enfin nous terminons par une conclusion générale.

Chapitre I : les ponts roulants

1. introduction :

Le pont roulant est un appareil de levage desservant toute la surface d'un bâtiment ou une aire de stockage.

Il se compose d'une poutre métallique montée sur galets et se déplaçant sur un chemin de roulement placé sur des chaises fixées au mur ou sur des poteaux.

Le pont roulant est composée essentiellement par les composants mentionnés dans la figure suivante :

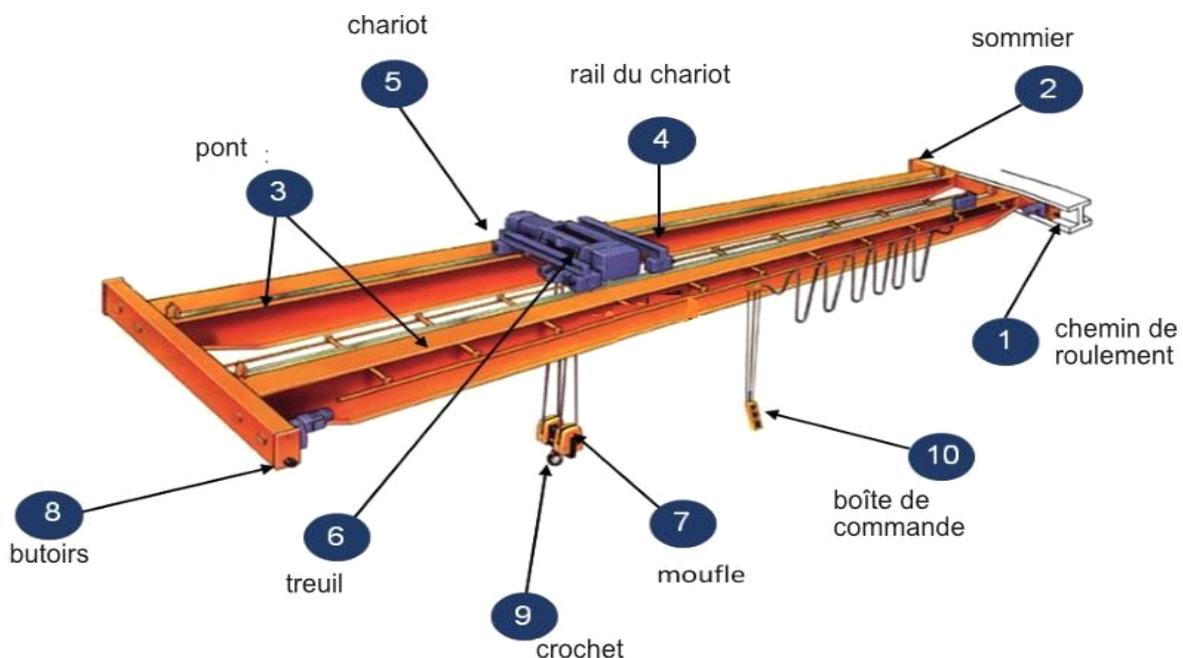


Figure 1 : composants d'un pont roulant.

Cet appareil permet au moyen des mouvements de levage, direction et translation, de déplacer ou de transborder une charge en tout point d'un volume parallélépipédique.

2. Principe de fonctionnement :

Comme le montre la figure(2) le principe fonctionnement d'un pont roulant est ; le déplacement a trois sens gauche/droite, haut/bas, avant/arrière ; a laide de trois moteurs M1, M2, M3.

Les fins de chaque sens noté fins de cours S10, S11, S20, S21, S30, S31 ;

Dans notre mémoire on est intéresser a un pont roulant a deux sens gauche/droite, haut/bas.

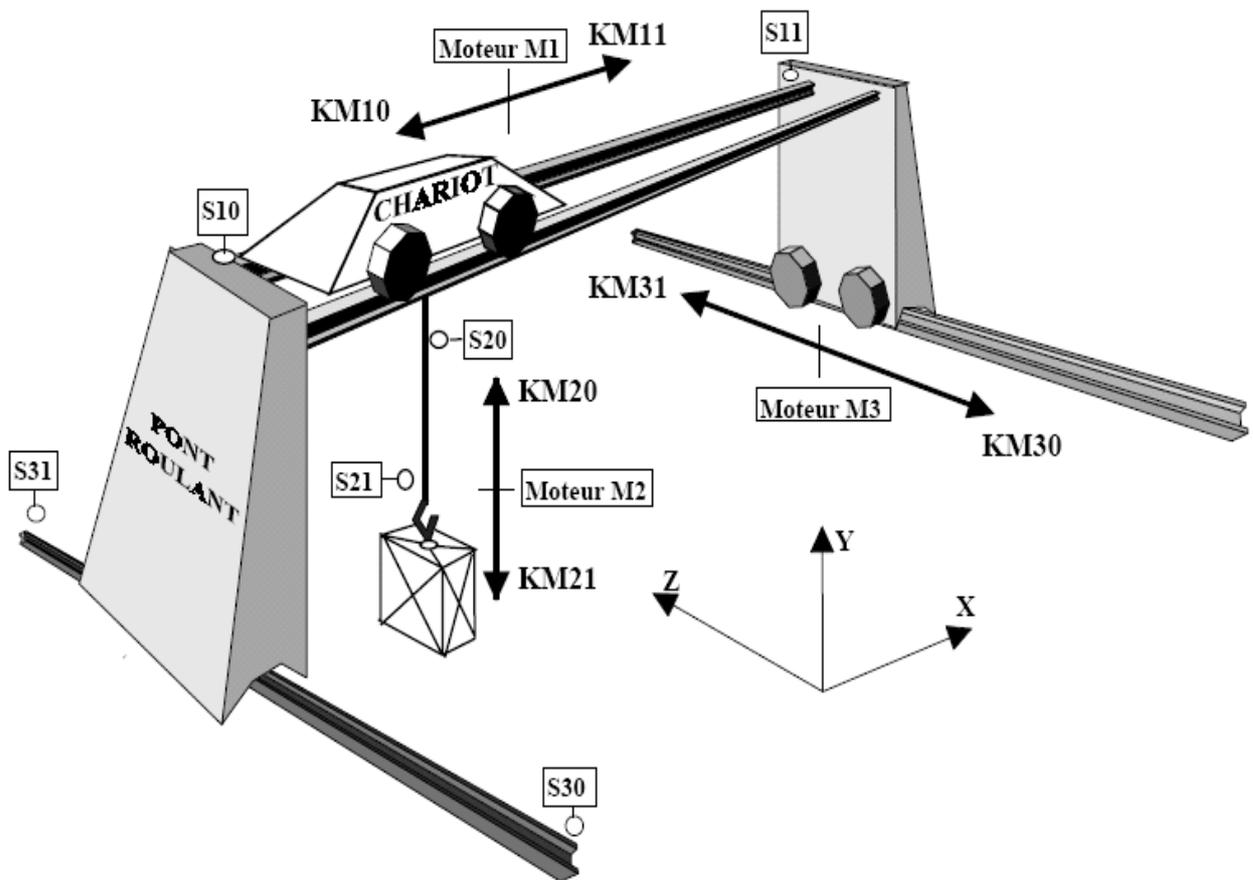


Figure 2 : Description technologique du pont roulant.

M1, M2, M3: Moteurs électriques.

S10...S31 : fins de cours (S20 et S21 sont en réalité situés sur le treuil).

3. Principaux mouvement :

Les principaux mouvements du pont roulant sont :

La translation :

C'est le déplacement du pont roulant (droite-gauche)

La direction :

C'est le déplacement du chariot (avant-arrière)

Le levage :

C'est le déplacement du mécanisme d'accrochage des charges (en haut- en bas)

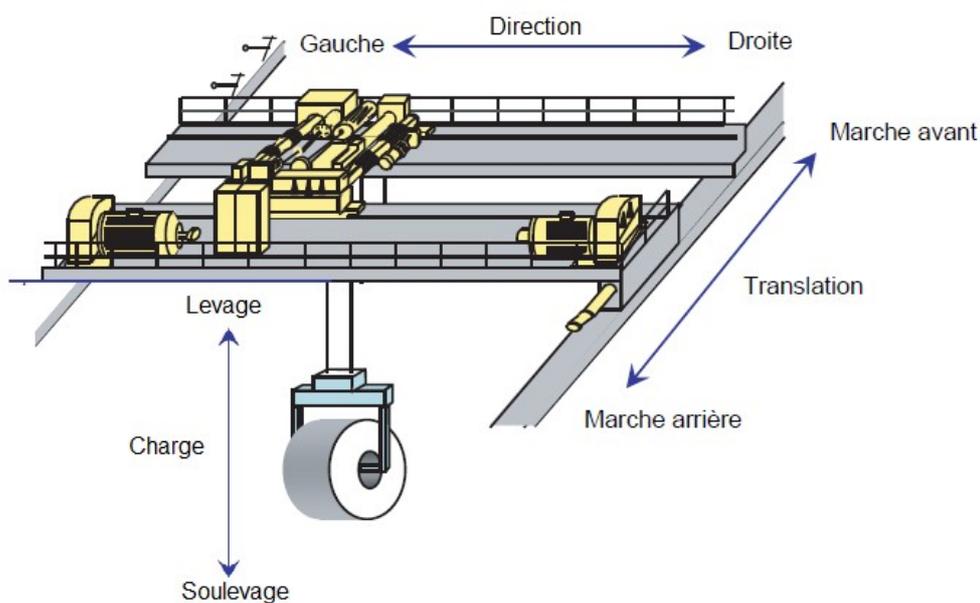


Figure3 : Les principaux mouvements d'un pont roulant

4. Classification des ponts roulants :

On distingue 4 familles principales d'appareils dont la construction peut être des deux types suivants :

Le pont (ou le portique) est dit mono poutre, lorsque sa charpente est réalisée avec une seule poutre (le chariot de levage est alors monorail), le pont est dit bipoutre lorsque sa charpente est constituée de deux poutres, le chariot de levage est du type bi rail :

4.1. Ponts roulants posés :

l'appareil roule sur deux voies de roulement constituées par un rail qui repose sur une poutre de roulement reprise sur les poteaux du bâtiment ou de l'aire de travail ou de stockage par l'intermédiaire de corbeaux (pièce en forme de trapèze rectangulaire métallique ou en béton qui assure la liaison entre le chemin de roulement et le poteau). Pour une portée donnée (inférieure à 30 m) et une hauteur sous ferme donnée, c'est le type de pont qui permet d'obtenir la meilleure hauteur de levage.

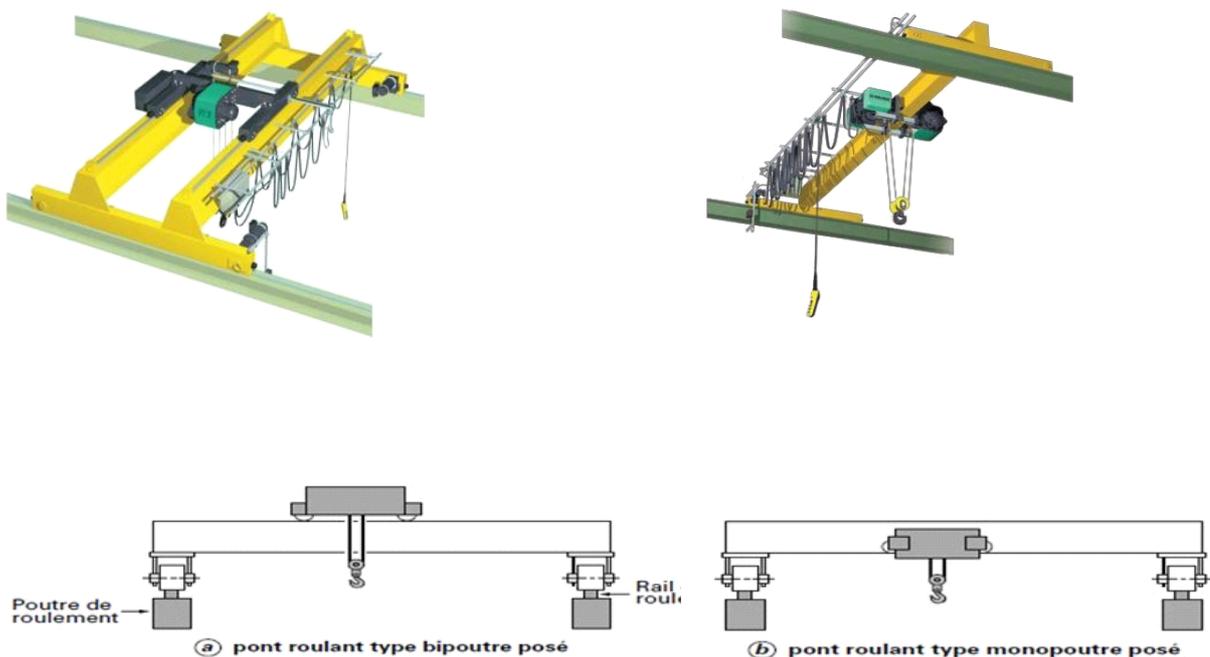


Figure 4 : pont roulant (bipoutre et mono-poutre) posé

4.2. Ponts roulants suspendus :

L'appareil roule sur l'aile inférieure d'un profile repris directement sur les fermes du bâtiment. Ces chemins de roulement peuvent comporter plus de deux voies de roulement. Ils peuvent en outre être équipés de plusieurs moyens de levage pour desservir toute la surface du bâtiment. Dans le cas de portée très importante on installera donc plutôt ce type de matériel.

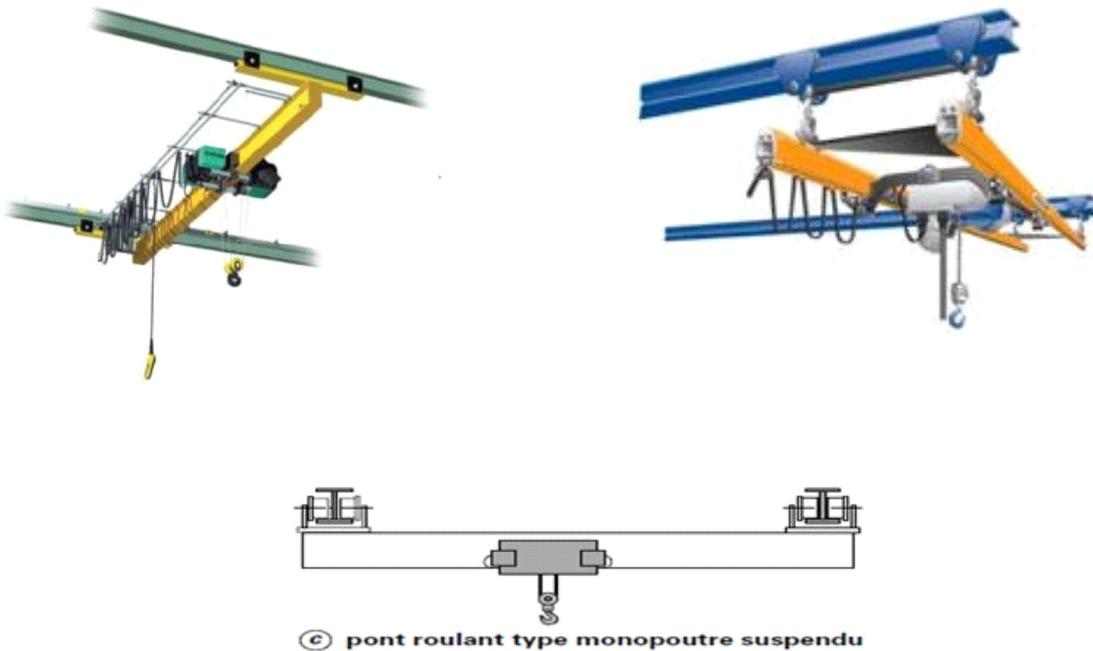


Figure 5 : les ponts roulants suspendus

4.3. Portique :

L'appareil roule sur deux voies de roulement constituées par un rail fixé directement au sol. Ils sont reliés par deux jambes ou palées. Ces portiques sont installés dans le cas où le bâtiment ne pourrait supporter les réactions qu'entraînerait l'installation d'un pont roulant ou si les transformations nécessaires s'avéraient très onéreuses, il en serait de même s'il n'y avait pas de bâtiment du tout (parc extérieur). Un déport des poutres de roulement permettant d'aller chercher des charges à l'extérieur des rails de roulement est possible, il se nomme, dans ce cas, portique à avant-bec.

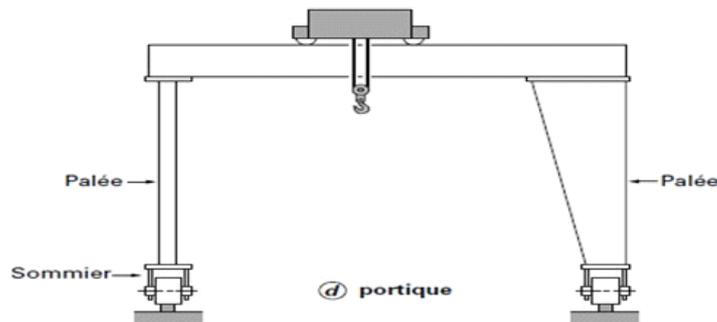


Figure 6 : pont roulant portique

4.4. Semi-portiques :

L'appareil roule sur deux voies de roulement. L'une est constituée par un rail au sol, alors que l'autre s'appuie sur la charpente du bâtiment et roule sur un chemin de roulement aérien. Cette formule est utilisée le plus souvent en complément d'un pont roulant qui assure la liaison entre les postes équipés d'un semi-portique.

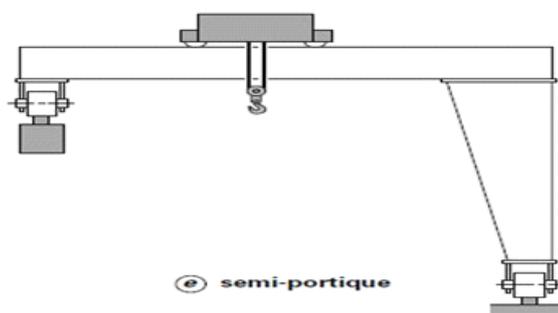


Figure 7 : pont roulant semi-portique

5. Installation d'un pont roulant :

En premier lieu, il est nécessaire de savoir à quoi le pont va-t-il servir. Quel poids le pont doit-il lever et combien de fois par jour. Sur la base de ces données, le groupe de pont peut être établi.

La détermination du groupe de pont est très importante pour concevoir le pont adapté à l'application.

Pour déterminer la capacité de levage, il faut non seulement tenir compte de la charge maximale à soulever, mais aussi avec le poids des appareils auxiliaires éventuels, qui servent à tenir la charge (comme palonniers, système ventouses ou avec électro-aimants,...).

La longueur de la pièce à soulever peut aussi jouer un rôle important dans le choix du type de pont. Si le pont roulant est utilisée surtout pour déplacer de longs tuyaux ou profils, il est parfois conseillé de choisir un pont avec 2 palans jumelés ou 2 ponts qui travaillent ensemble.

Le type de construction est déterminé par la portée et la capacité de levage.

La façon standard de commander le pont se fait par un terminal de commandes (avec des boutons poussoirs), qui est suspendue a un câble. Ce câble peut être déplacé indépendamment du palan, mais toujours dans la ligne de la (ou d'une) poutre principale.

Une plus grande flexibilité peut être obtenue en utilisant une commande à distance. De cette manière, l'opérateur peut se mettre à l' endroit le mieux situé pour commander le pont.

6. Fonctions :

Les ponts roulants sont généralement installés dans des halls industriels ou leur prolongement à l'air libre .ils permettent la manutention de la charge dans tout l'espace de ces halls.

Sur un petit pont roulant, la conduite de l'engin se fait par télécommande ou radiocommande ; les gros ponts possèdent souvent une cabine de conduite, mais ils peuvent également être pilotés depuis le sol par une télécommande.

Les ponts roulants sont utilisées pour la manutention dans les parcs a matières premières, a produit finis (parcs a fers) dans les gros halls de stockage (déchargements de péniches ou de wagons, rechargements de camion).ils peuvent être équipés pour les manutentions particulières, de pinces, de godets, de grappins, d'électro-aimants. Ils fonctionnent à l'énergie électrique.

1. Introduction :

L'automate programmable est apparu à la fin des années 60. À l'origine c'était un ordinateur dont on avait amélioré la mécanique et le blindage pour travailler dans l'usine près des moteurs. Dick Morley serait le premier à avoir conçu le principe (et le brevet) du PLC et de bien d'autres inventions : machine à inférence parallèle. Film magnétique... Il fonda la firme Modicon en 1968 qui produisit les premiers automates programmables de série pour la General Motors.

2. Définition :

Qu'est-ce qu'un automate programmable industriel ?

Un automate programmable industriel est un appareil électrique programmable similaire à un ordinateur servant à commander des procédés industriels. Il est spécialement conçu pour automatiser ces procédés. Sa programmation détermine quelles commandes il doit donner en fonction de l'état de différents dispositifs de détection (capteurs).

Quels sont les avantages d'un automate programmable industriel ?

Quand il n'y a pas d'automate, on utilise de nombreux relais pour commander les différents équipements intervenant dans certains procédés industriels. L'ajout d'un automate, en raison de son logiciel, permet de réduire considérablement le nombre de relais et d'accroître la fiabilité des procédés industriels. Un autre avantage des automates programmables est qu'en facilitant la modification de leur programmation logique et de leur paramètre, ils favorisent une amélioration en continu des procédés. Un très grand nombre d'industries utilisent des automates programmables pour augmenter leur productivité et la qualité des produits.

3. Nature de l'information traitée par l'automate :

Les informations peuvent être de type :

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

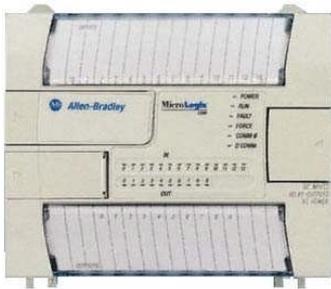
Analogique : l'information est continue et peut prendre une valeur comprise dans une plage bien déterminée. C'est le type d'information délivrée par un capteur (pression, température ...).

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

4. Architecture des automates :

4.1. Aspect extérieur :

Les automates peuvent être de type **compact** ou **modulaire**. De type compact on distinguera les modules de programmation (LOGO de Siemens, ZELIO de Schneider, MILLENIUM de Crozet...) des micros automates. Il intègre le processeur, l'alimentation, les entrées et les sorties. Selon les modèles et les fabricants, il pourra réaliser certaines fonctions supplémentaires (comptage rapide, E/S analogique...) et recevoir des extensions en nombre limité. Ces automates de fonctionnement simple, sont généralement destinés à la commande de petits automatismes. De type modulaire, le processeur, l'alimentation et les interfaces d'entrées/sorties résident dans des unités séparées (**modules**) et sont fixées sur un ou plusieurs **racks** contenant le fond de panier (bus plus connecteurs). Ces automates sont intégrés dans les automatismes complexes où puissance, capacité de traitement et flexibilité sont nécessaires.



Automate compact (Allen-Bradley)



Automate modulaire (modicon)

Figure 1 : architecture des automates

Chapitre II : L'Automate programmable industriel

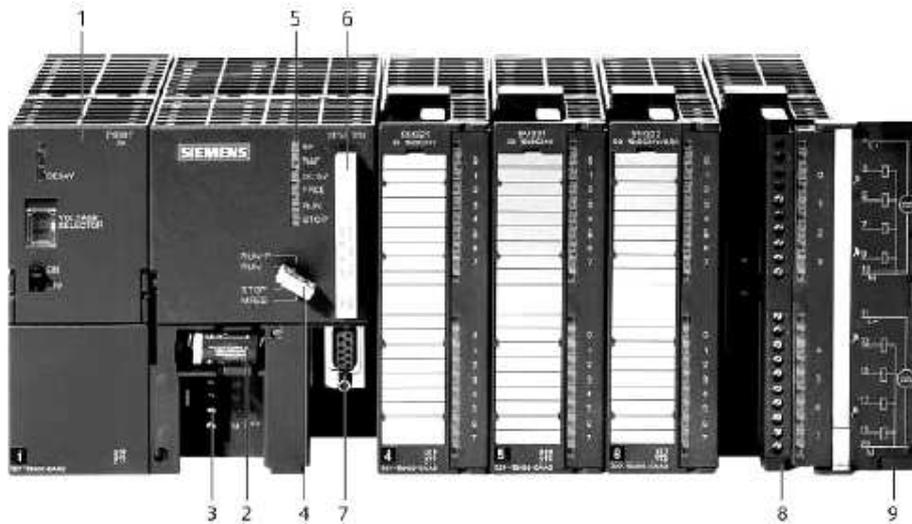


Figure 2 : Automate modulaire (siemens)

1. Module d'alimentation
2. Pile de sauvegarde
3. Connexion au 24v cc
4. Commutateur de mode (a clé)
5. LED de signalisation d'état et de défauts
6. Carte mémoire
7. Interface multipoint(MPI)
8. Connecteur frontal
9. Volet en face avant

4.2. Structure interne:

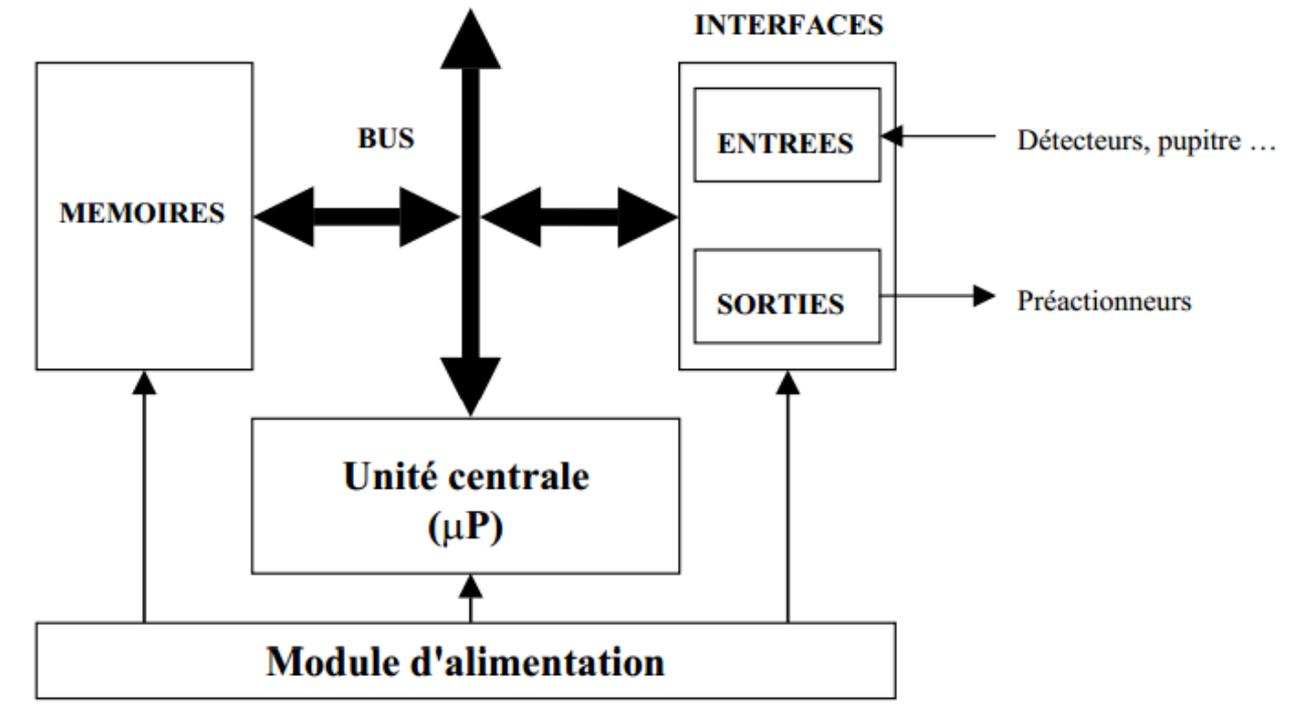


Figure 3 : structure interne

Module d'alimentation : il assure la distribution d'énergie aux différents modules.

Unité centrale : à base de microprocesseur, elle réalise toutes les fonctions logiques, arithmétiques et de traitement numérique (transfert, comptage, temporisation...).

Unité centrale : à base de microprocesseur, elle réalise toutes les fonctions logiques,

Le bus interne : il permet la communication de l'ensemble des blocs de l'automate et des éventuelles extensions.

Mémoire : elles permettent de stocker le système d'exploitation (ROM ou PROM). Le programme (EEPROM) et les données système lors du fonctionnement (RAM). Cette dernière est généralement secourue par pile ou batterie. On peut, en règle générale, augmenter la capacité mémoire par adjonction de barrettes mémoires types PCMCIA.

Chapitre II : L'Automate programmable industriel

Interface entrées /sorties :

- **Interface d'entrée** : elle permet de recevoir les informations du S.A.P ou du pupitre et de mettre en forme (filtrage,...) ce signal tout en l'isolant électriquement (optocouplage).
- **Interface de sortie** : elle permet de commander les divers prés-actionneurs et éléments de signalisation du S.A.P tout en assurant l'isolement électrique.

5. Langages de programmation pour API :

Chaque automate possède son propre langage ; mais par contre les constructeurs proposent tous une interface logicielle répondant a la norme CEI, cette norme définit quatre langages de programmation utilisables, qui sont :

- GRAFCET ou SFC : ce langage de programmation de haut niveau permet la programmation aisée de tous les procédés séquentiels.
- Schéma par blocs ou FBD : ce langage permet de programmer graphiquement a l'aide de blocs, représentant des variables, des opérateurs ou des fonctions ; il permet de manipuler tous les types de variables.
- Schéma à relais ou LD : ce langage graphique est essentiellement dédié à la programmation d'équation booléenne (vrai/faux).
- Texte structuré ou ST: ce langage est un langage textuel de haut niveau il permet la programmation de tout type d'algorithme plus ou moins complexe.

6. Principales fonctions:

- **Cartes d'entrées/sorties** : au nombre 4, 8,16 ou 32, elles peuvent aussi bien réaliser des fonctions d'entrées, de sorties ou les deux.

Ce sont les plus utilisées et les tensions disponibles sont normalisées (24, 48,110 ou 230V continu ou alternatif...).

Les voies peuvent être indépendantes ou posséder des « communs ».

Les cartes d'entrées permettent de recueillir l'information des capteurs, boutons...qui lui sont raccordés et de la matérialiser par un **bit image** de l'état du capteur.

Les cartes de sorties offrent deux types de technologies : les sorties a relais électromagnétiques (bobine plus contact) et les sorties statiques (a base de transistors ou de triacs).

- **Cartes de comptage rapide** : elles permettent d'acquérir des informations de fréquences élevées incompatibles avec le temps de traitement de l'automate.

Exemple : signal issu d'un codeur de position.

- **Cartes de commande d'axe** : elles permettent d'assurer le positionnement avec précision d'élément mécanique selon un ou plusieurs axes.

La carte permet par exemple de piloter un servomoteur et de recevoir les informations de positionnement par un codeur.

L'asservissement de position pouvant être réalisé en boucle fermée.

- **Cartes d'entres/sorties analogiques** : elles permettent de réaliser l'acquisition d'un signal analogique et sa conversion numérique(CAN) indispensable pour assurer un traitement par le microprocesseur.la fonction inverse (sortie analogique) et également réalisée.

Les grandeurs analogiques sont normalisées : 0-10V ou 4-20mA.

- **Autres cartes** :

Cartes des régulations PID

Cartes de pesage

Cartes de communication (Ethernet...)

Cartes d'entrées /sorties de portées

7. Critères de choix d'un automate:

Le choix d'un automate programmable est en premier lieu le choix d'une société ou d'un groupe et les contacts commerciaux et expériences vécues sont déjà un point de départ.

Les grandes sociétés privilégieront deux fabricants pour faire jouer la concurrence et pouvoir "se retourner" en cas de "perte de vitesse" de l'une d'entre elles.

Le personnel de maintenance doit toutefois être formé sur ces matériels et une trop grande diversité des matériels peut avoir de graves répercussions.

Un automate utilisant des langages de programmation de type GRAFCET est également préférable pour assurer les mises au point et dépannages dans les meilleures conditions.

La possession d'un logiciel de programmation est aussi source d'économies (achat du logiciel et formation du personnel).

Des outils permettant une simulation des programmes sont également souhaitables.

Il faut ensuite quantifier les besoins :

- Nombre d'entrées / sorties : le nombre de cartes peut avoir une incidence sur le nombre de racks dès que le nombre d'entrées / sorties nécessaires devient élevé.
- Type de processeur : la taille mémoire, la vitesse de traitement et les fonctions spéciales offertes par le processeur permettront le choix dans la gamme souvent très étendue.
- Fonctions ou modules spéciaux : certaines cartes (commande d'axe, pesage ...) permettront de "soulager" le processeur et devront offrir les caractéristiques souhaitées (résolution,...).
- Fonctions de communication : l'automate doit pouvoir communiquer avec les autres systèmes de commande (API, supervision ...) et offrir des possibilités de communication avec des standards normalisés (Profibus...).

8. L'automate TSX-20

L'automate TSX 47-20, celui-ci servira pour commander la maquette du pont roulant qui sera détaillée

8.1. Configuration générale :

a) Configuration de base :

Elle comprend :

- Un bac 8 pas utiles Bus E/S simple. TSX RKS 8,
- Une alimentation TSX SUP 40/SUP 41 ou SUP 42,
- Un processeur TSX P47-20 équipé de 8 K octets mémoire données et offrant 1 emplacement cartouche mémoire.

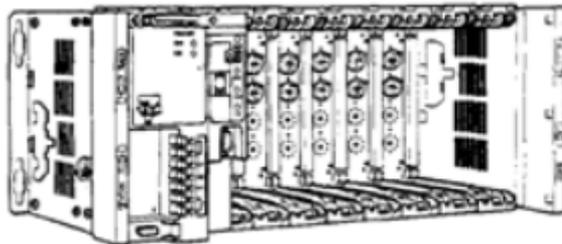


Figure 4 : configuration de base

b) Ensemble d'extension directe E/S :

Cet ensemble comprend :

- Un bac 8 pas utile Bus E/S simple. TSX RKS 8,
- Un câble d'extension directe Bus E/S simple. TSX CBA 008,
- Trois plastrons pour emplacements vides TSX RAC 50.

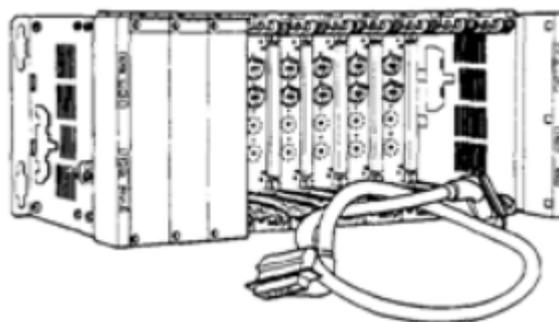


Figure 5: ensemble d'extension directe E/S

Chapitre II : L'Automate programmable industriel

c) **Configuration maximal a 256 E/S:**

Elle comprend :

Une configuration de base, un ensemble d'extension directe E/S, 16 interfaces d'entrées/sorties 16 voies et 16 borniers de raccordement TSX BLK 1.

d) **Interfaces d'entrées/sorties Tout Ou Rien:** Embrochables et débrochables sous tension, ils sont disponibles en modularité 16, 8 ou 4 voies. Toutes les voies sont isolées et visualisées en face avant par diode électroluminescente.

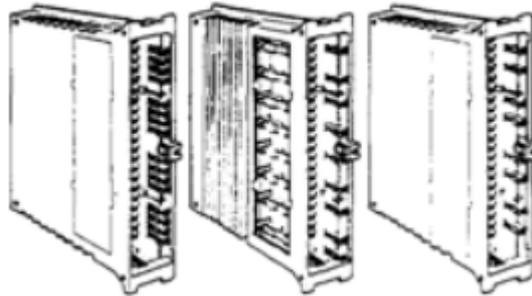


Figure 6: interface E/S tout ou rien

e) **Borniers de raccordement débrochables sous tension :**

TSX BLK 1 : bornier 24 bornes utilisable avec les modules 16 voies ou avec les autres modules dans le cas de raccordement en voies indépendantes.

TSX BLK 2 : bornier 24 bornes utilisable avec les modules 8 et 4 voies dans le cas de raccordement 2 fils par voie.

TSX BLK 3 : bornier 14 bornes utilisable avec les modules 8 et 4 voies dans le cas de raccordement avec communs extérieurs.

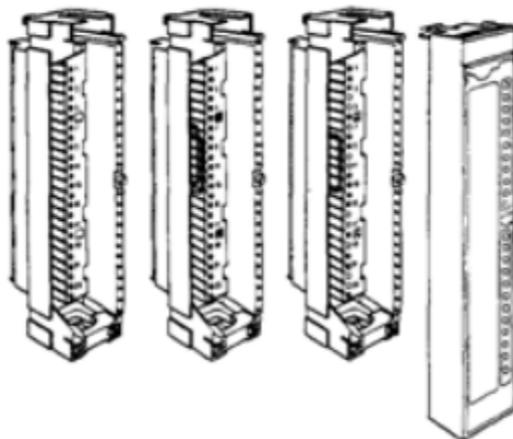


Figure 7 : Borniers de raccordement débrochables sous tension

f) **Interfaces et coupleurs analogiques :**

Embrochables ou débrochables sous tension, ils sont équipés de conditionneurs de voies pour signaux haut niveau, thermocouple ou sonde platine PT100.

Chapitre II : L'Automate programmable industriel

g) Coupleurs de dialogue :

Offrent deux liaisons série asynchrones isolées et indépendantes, multistandards.

h) Les coupleurs intelligents pour automates TSX 47-20 :

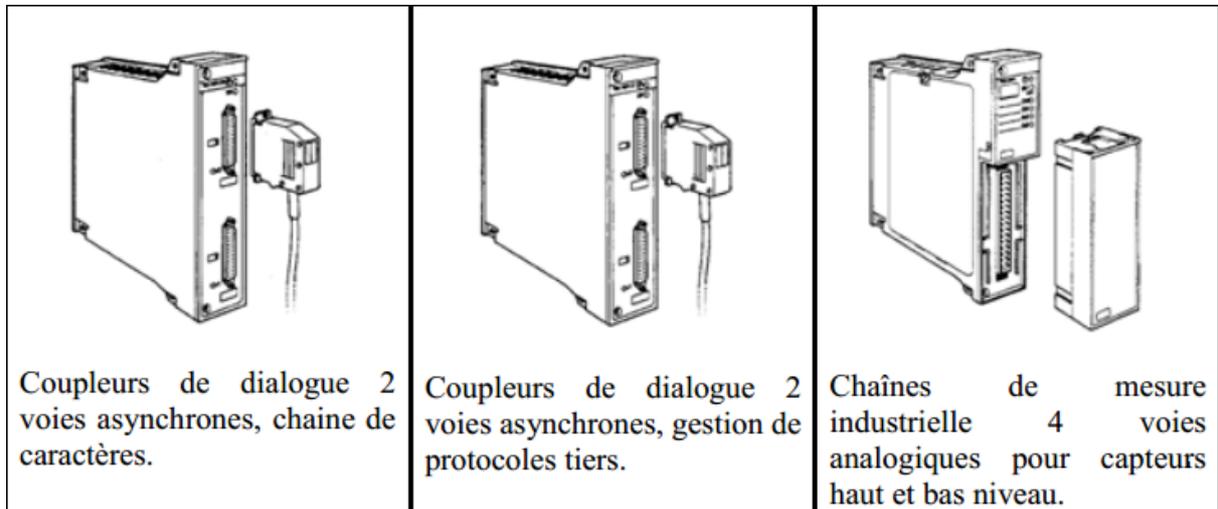


Figure 8 : Les coupleurs intelligents pour automates TSX 47-20

9. caractéristiques de base :

9.1. Une conception modulaire :

- 128 à 256 entrées/sorties tous ou rien en un ou deux bacs avec le langage PL7-2,
- 128 entrées/sorties tous ou rien en bac avec le langage PL7-1.

9.2. Un choix étendu d'entrées/sorties :

- large gamme d'entrées/sorties tout ou rien courant alternatif ou continu,
- entrées/sorties analogiques tensions et courants normalisés.
- des coupleurs intelligents pour la mesure, le dialogue et le positionnement.

9.3. Une exploitation sans risque :

débrochabilité sous tension des borniers de raccordements et des modules.

9.4. Une sûreté des échanges sur le bus d'entrées/sorties :

- technologie robuste à haut niveau de tension,
- protection contre les courts-circuits
- blindage complet de ce bus,
- contrôle permanent des informations véhiculées sur le bus par le processeur (calcul de parité sur les signaux émis).

1. Cahier des charges :

IL s'agit de la commande d'un pont roulant comme suit :

Le chariot est en position gauche comme état initial.

Le début de cycle de transport commence quand il existe une charge détectée par le capteur de présence de charge **pp**.

Après la détection d'une charge, le cycle de transbordement est le suivant :

- L'électro-aimant se déplace en bas vers la charge à l'aide du moteur (notée **MB**), la durée du déplacement est de 3,4 s.
- Après ça l'électro-aimant reste en bas pendant 2 s pour prendre la charge (notée **ATT**) puis monte vers le haut à l'aide du moteur (notée **MH**) durant 3,4 s.
- Le chariot se déplace à droite (notée **MD**) jusqu' au capteur de fin de course droite **cd**.
- Ensuite l'électro-aimant va descendre avec la charge vers le bas, après 3,3 s il s'arrête et évacue la charge.
- Après l'évacuation de la charge l'électro-aimant va revenir vers le haut pendant 3,3 s ; lorsque la temporisation est écoulée il se déplace vers la gauche (**MG**) jusqu' au capteur de fin de course gauche **cg** et le cycle s'arrête, en attente d'une nouvelle charge à transporter.

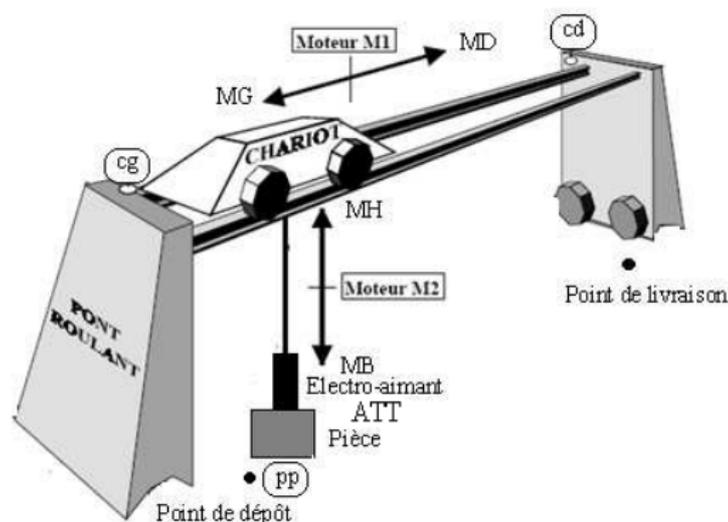


Figure1 : schéma de commande de pont roulant

2. LE GRAFCET :

2.1. Définition :

Le GRAFCET est un outil graphique de définition pour l'automatisme séquentiel, en tout ou rien .mais il est également utilisé dans beaucoup de cas combinatoires, dans le cas ou il y a une séquence à respecter mais ou l'état des capteurs suffirait pour résoudre le problème en combinatoire.il utilise une représentation graphique.

C'est un langage clair, strict mais sans ambiguïté, permettant par exemple au réalisateur de montrer au donneur d'ordre comment il a compris le cahier des charges. Langage universel, indépendant (dans un premier temps) de la réalisation pratique (peut se « câbler » par séquenceurs, être programmé sur automate.

2.2. Structure de base :

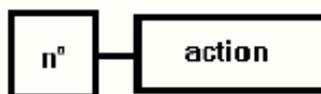
Un GRAFCET est composé d'étapes, de transitions et de liaisons.

Une liaison est un arc orienté (ne peut être parcouru que dans un sens) ; A une extrémité d'une liaison il y a une (et une seule) étapes, a l'autre une transition ; On la représente par un trait plein rectiligne, vertical ou horizontal. Une verticale est parcourue de haut en bas, sinon il faut le préciser par une flèche. Une horizontale et parcourue de gauche à droite, sinon le préciser par une flèche.



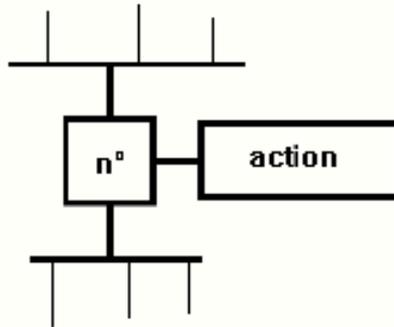
Une étape correspond à une phase durant laquelle on effectue une action pendant une certaine durée (même faible mais jamais nulle). L'action doit être stable, c'est à dire que l'on fait la même chose pendant toute la durée de l'étape, mais la notion d'action est assez large, en particulier composition de plusieurs actions, ou à l'opposé l'inaction (étape dite d'attente).

On représente chaque étape par un carré, l'action est représentée dans un rectangle à gauche, l'entrée se fait par le haut et la sortie par le bas ; On numérote chaque étape par un entier positif, mais pas nécessairement croissant par pas de 1, il faut simplement que jamais deux étapes différentes n'aient le même numéro.



Chapitre III : modélisation de pont roulant par GRAFCET

Si plusieurs liaisons arrivent sur une étape, pour plus de clarté on les fait arriver sur une barre horizontale, de même pour plusieurs liaisons partant de l'étape ; cette barre horizontale n'est pas une nouvelle entité du GRAFCET, elle fait partie de l'étape, et ne représente qu'un « agrandissement » de la face supérieure (ou inférieure) de l'étape.

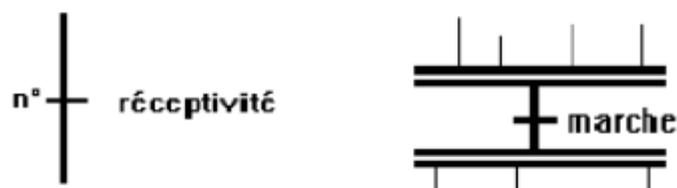


Une étape est dite active lorsqu'elle correspond à une phase « en fonctionnement », c'est à dire qu'elle effectue l'action qui lui est associée. On représente quelque fois une étape active à un instant donnée en dessinant un point à l'intérieur.

Une transition est une condition de passage d'une étape à une autre. Elle n'est que logique (dans son sens vrai ou faux), sans notion de durée. la condition est définie par une réceptivité qui est généralement une expression booléenne (c'est à dire avec des **ET** et des **OU**) de l'état capteurs.

On représente une transition par un petit trait horizontal sur une liaison vertical. On note à droite la réceptivité, on peut noter à gauche un numéro de transition (entier positif, indépendant des numéros d'étapes).

Dans le cas de plusieurs liaisons arrivant sur une transition, on les fait converger sur une grande double barre horizontale, qui n'est qu'une représentation du dessus de la transition ; de même pour plusieurs liaisons partant sous une transition.



2.3. Règles d'évolution :

La modification de l'état de l'automatisme est appelée évolution, elle est régie par 5 règles :

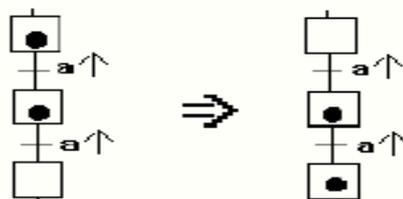
Règle 1 : les étapes initiales sont celles qui sont actives au début du fonctionnement ; on les représente en doublant les côtés symboles, on appelle le début du fonctionnement le moment où le système n'a pas besoin de se souvenir de ce qui s'est passé auparavant (allumage du système, bouton « reset », ...) ; les étapes initiales sont souvent des étapes d'attente pour ne pas effectuer une action dangereuse par exemple à la fin d'une panne secteur.

Règle 2 : une transition est validée, soit non validée (et pas à moitié validée). elle est validée lorsque toutes les étapes immédiatement précédentes sont actives (toutes celles reliées directement à la double barre supérieure de la transition). Elle ne peut être franchie que lorsqu'elle est validée et que sa réceptivité est validée. Elle est alors obligatoirement franchie.

Règle 3 : le franchissement d'une transition entraîne l'activation de toutes les étapes immédiatement suivantes et la désactivation de toutes les étapes immédiatement précédentes (toutes se limitant à 1 s'il n'y a pas de double barre).

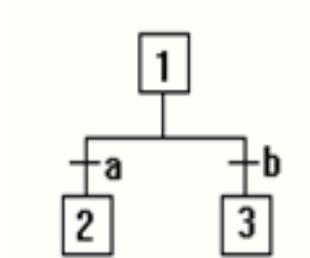
Règle 4 : plusieurs transitions simultanément franchissables sont simultanément franchies (ou du moins toutes franchies dans un laps de temps négligeable pour le fonctionnement) ; la durée limite dépend du temps de réponse nécessaire à l'application

Règle 5 : si une étape doit être à la fois activée et désactivée, elle reste active. Une temporisation ou un compteur actionné par cette étape ne seraient pas réinitialisés. Cette règle est prévue pour lever toute ambiguïté dans certains cas particuliers qui pourraient arriver dans certains cas :



2.4. Configurations courantes :

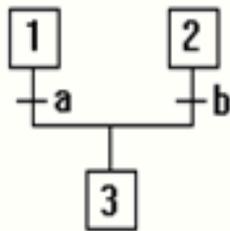
a-divergence en OU :



Si 1 active et si a seul, alors désactivation de 1 et activation de 2 ; 3 inchangé.

Si a et b puis 1 active alors désactivation 1, activation 2 et 3 quelque soit leur état précédent. (règle4).

b-convergence en OU :

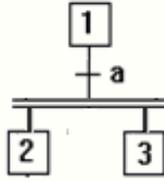


Si 1 active et vrai sans b, alors activation de 3 et désactivation de 1 ; 2 reste inchangé

Si 1 et 2 actives et a et b vrai alors 3 seules active.

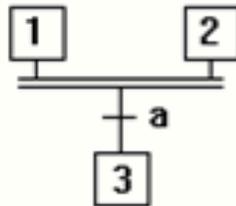
Chapitre III : modélisation de pont roulant par GRAFCET

c-divergence en ET :



Si 1 active et si a vrai, alors désactivation de 1 et activation de 2 et 3

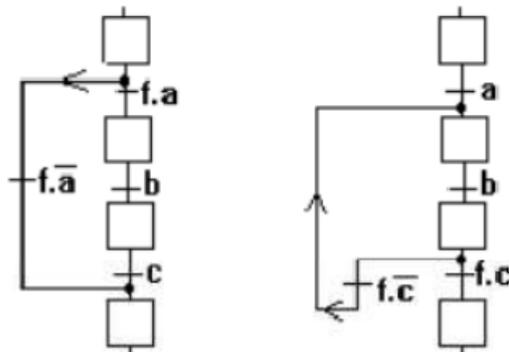
d-convergence en ET :



Si 1 active seule et a vrai, alors aucun changement.

Si 1 et 2 actives et a vrai, alors activation de 3 et désactivation de 1 et 2.

Détaillons également le saut avant (si a alors ...) et les boucles (répéter ...jusqu' à c).
Ce sont les deux seules possibilités avec des OU : il ne peut y avoir de divergence en OU après une transition.



3. le GRAFCET du pont roulant :

Le GRAFCET de commande du pont roulant est représenté comme suit :

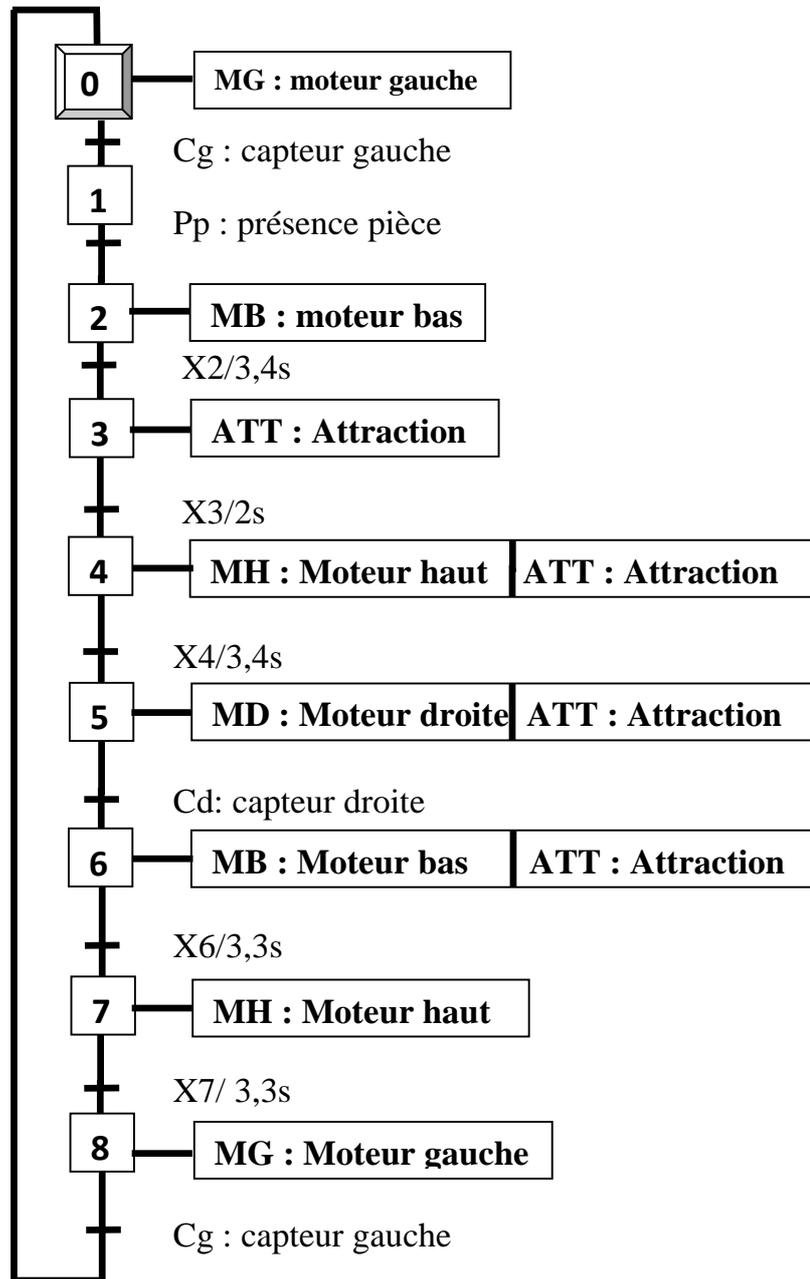


Figure 2: GRAFCET de pont roulant

4. Avantage du GRAFCET :

Un des nombreux avantages du GRAFCET est sa facilité de mise en œuvre non seulement la réalisation pratique de l'automatisme est facile et rapide, mais de plus on peut s'arranger pour que la réalisation pratique soit disposée de façon similaire au GRAFCET, ce qui permet une maintenance facilitée (le mot est faible) par rapport aux autres méthodes.

Chapitre IV : Réalisation et programmation

1. Nomenclature des capteurs et des actionneurs :

Les labels à utiliser dans le GRAFCET sont décrits dans la nomenclature ci-après :

1.1. Nomenclature des capteurs :

Label	Désignation	Type
Pp	Présence charge	Fin de course, contact NO
Cg	Chariot à gauche	Fin de course, contact NO
Cd	Chariot à droite	Fin de course, contact NO

Tableau (1) : Nomenclature des capteurs.

1.2. Nomenclature des actionneurs :

Label	Désignation	Type
MH	Commande sens haut du moteur M2	Relais 12V CC
MB	Commande sens bas du moteur M2	Relais 12V CC
MD	Commande sens droite du moteur M1	Relais 12V CC
MG	Commande sens gauche du moteur M1	Relais 12V CC
ATT	Commande d'électro-aimant	Sortie de l'API

Tableau (2) : Nomenclature des actionneurs.

Chapitre IV : Réalisation et programmation

2. Branchement des capteurs et des actionneurs avec l'API :

La figure(1) montre le branchement des différents capteurs et actionneurs avec les modules d'entrée-sortie de l'API.

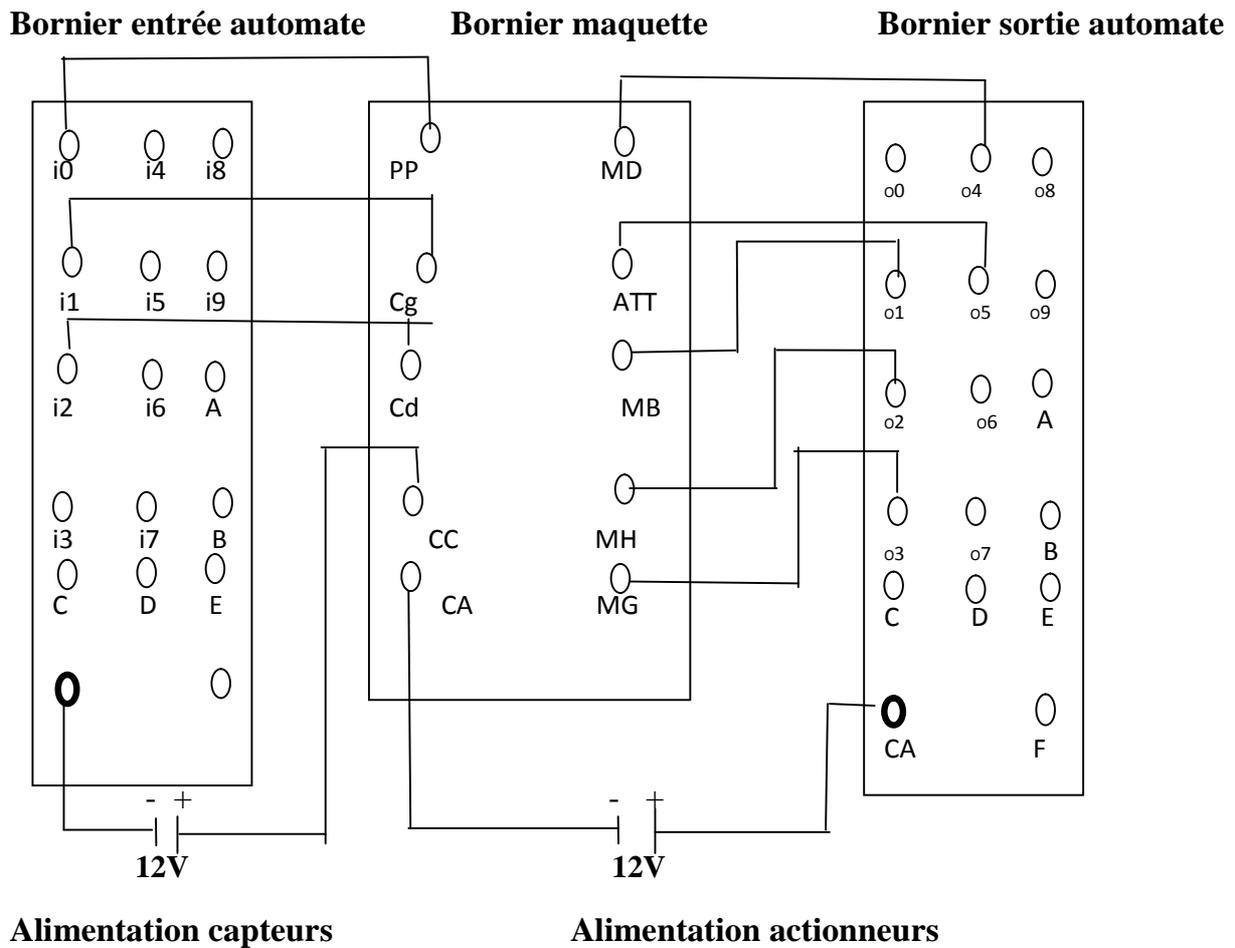


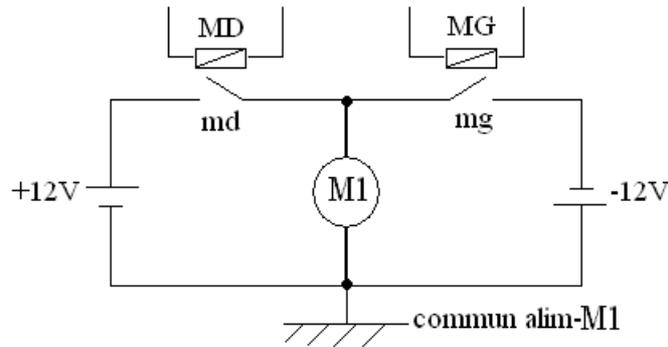
Figure (1) : Branchement des capteurs-actionneurs avec l'API.

CC : Commun capteurs

CA : Commun actionneurs

3. Commande des moteurs :

3.1. Moteur de direction :



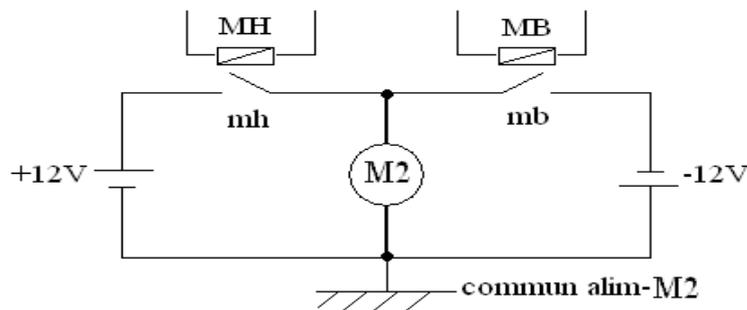
Figure(2) : Commande de moteur de direction :

La figure (2) Donne le schéma de la commande du moteur à base de deux relais ; le moteur utilisé est un moteur à courant continu 12V CC.

Pour commander le moteur dans le sens droite, il faut commander le relais **MD**, qui quand il est excité ferme le contact **md**.

Pour la commande dans le sens gauche, il faut commander le relais **MG**, qui quand il est excité ferme le contact **mg**.

3.2. Moteur de levage :



Figure(3) : Commande du moteur de levage

Chapitre IV : Réalisation et programmation

La figure(3) Donne le schéma de commande du moteur à base de deux relais.

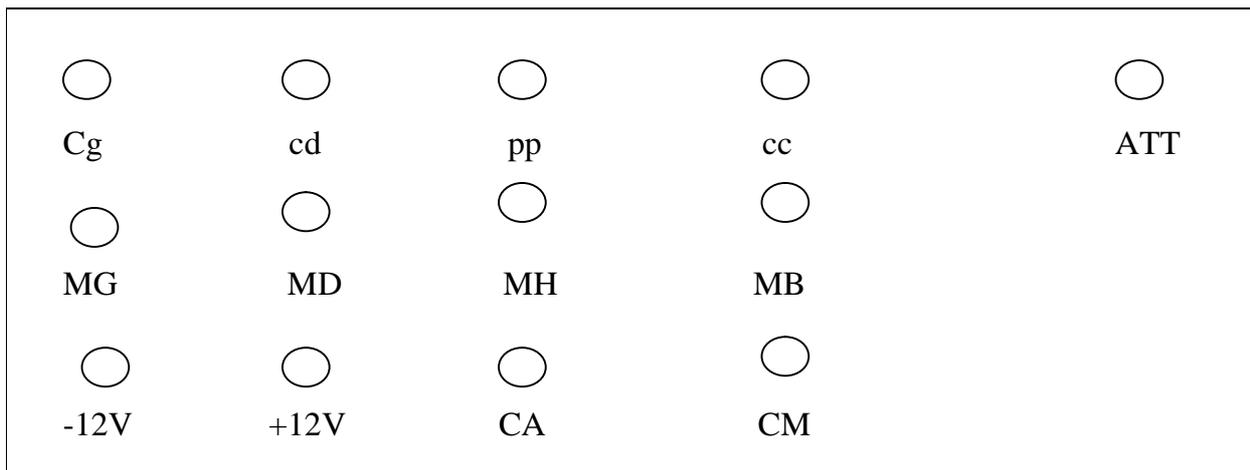
Le moteur utilisé est un moteur à courant continu 12V CC.

Pour commander le moteur dans le sens haut, il faut commander le relais **MH**, qui quand il est excité ferme le contact **mh**.

Pour la commande dans le sens bas, il faut commander le relais **MB**, qui quand il est excité ferme le contact **mb**.

4. Bornier de la maquette :

La figure (4) donne le bornier de raccordement situé sur la maquette du projet.



Figure(4) : Bornier de la maquette du pont roulant.

cc : commun capteur.

CA : commun actionneurs.

CM : commun alimentation moteurs.

5. Programme avec AUTOMGEN8 :

5.1. Démarrer AUTOMGEN :

Dès le démarrage du logiciel une fenêtre proposant plusieurs choix :

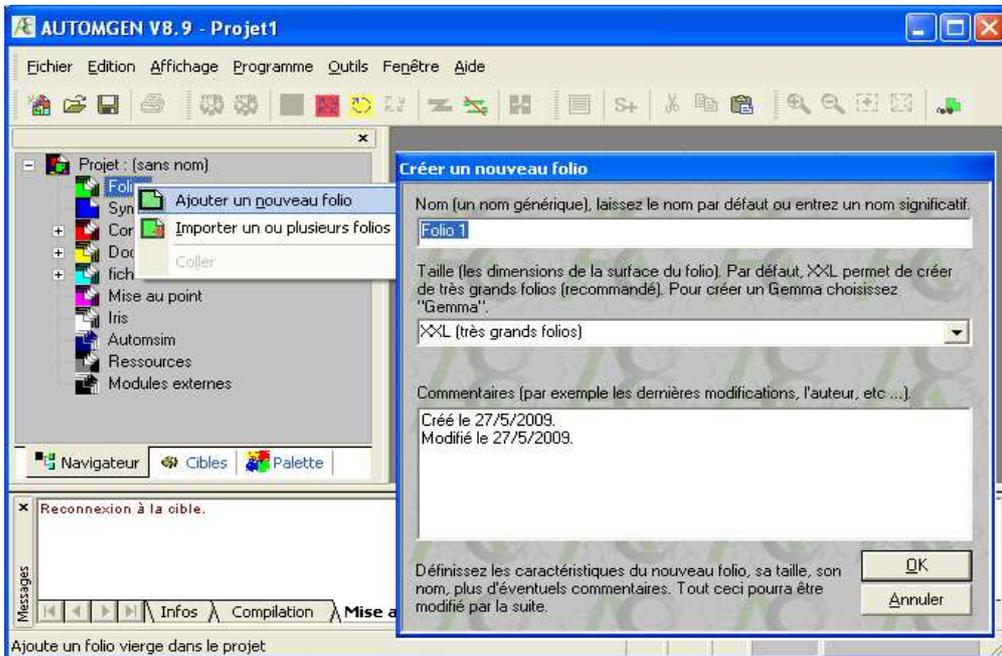


Figure(5) : Démarrage AUTOMGEN.

Chapitre IV : Réalisation et programmation

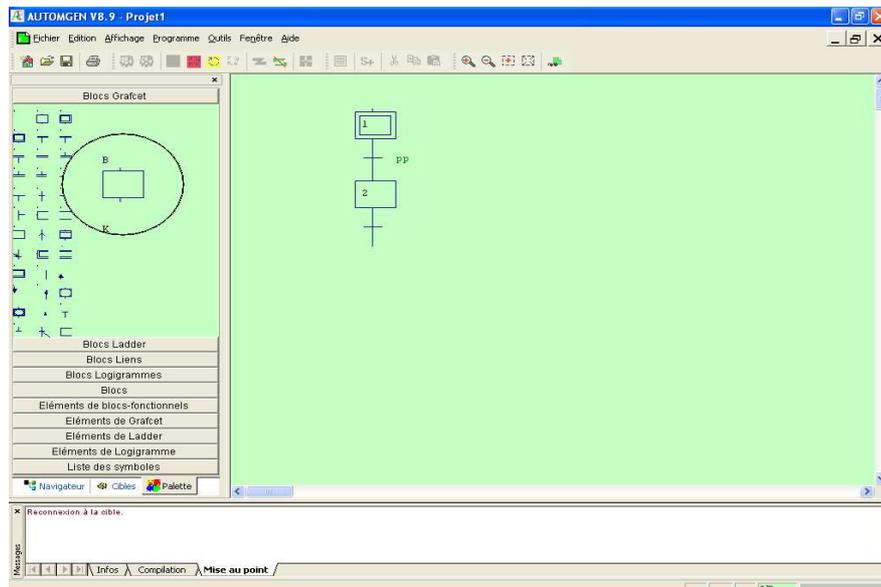
5.2. Ouvrir nouveau projet :

La figure (6) montre comment ajouter un nouveau folio servant à dessiner un GRAFCET



Figure(6) : Ouvrir nouveau folio AUTOMGEN.

5.3. Dessin de GRAFCET :



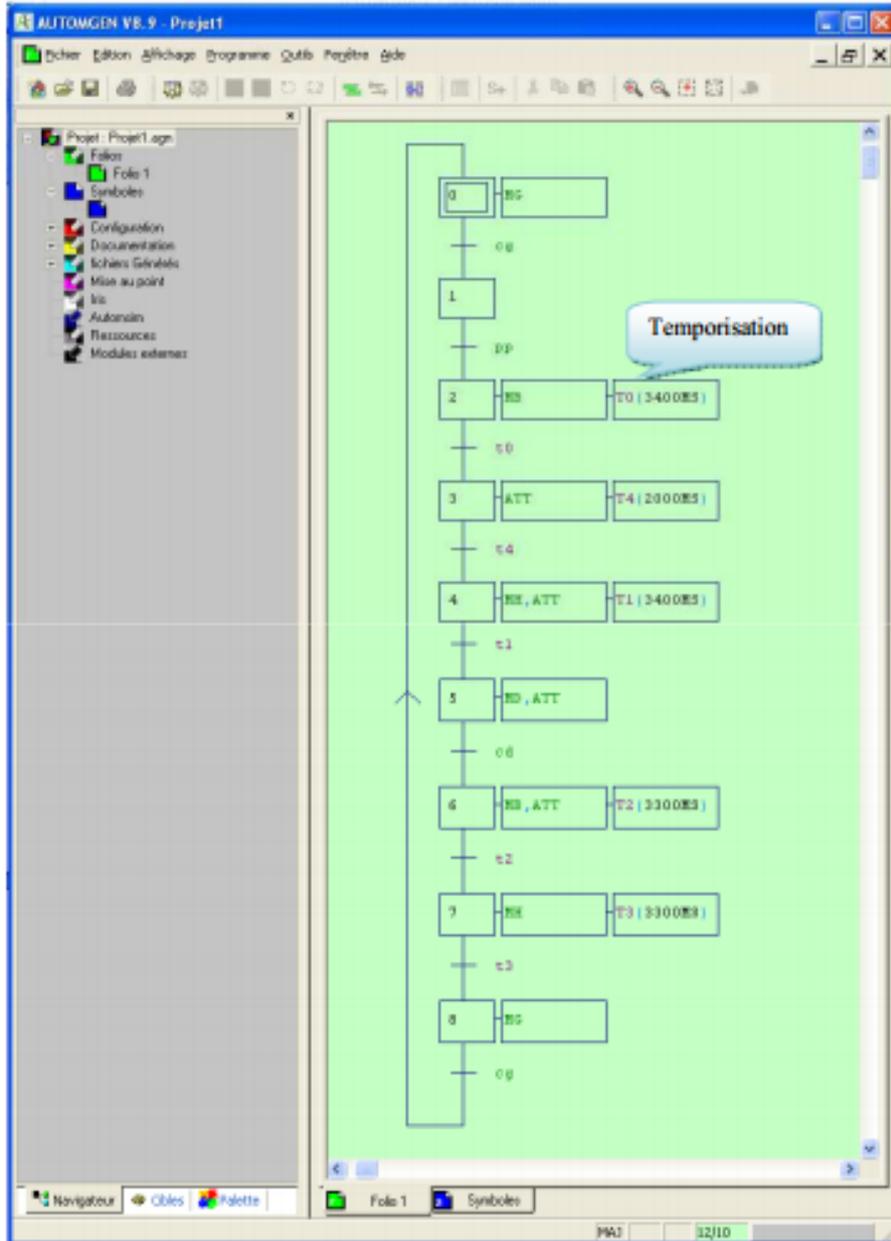
Figure(7) : Insertion d'éléments GRAFCET.

Chapitre IV : Réalisation et programmation

Pour dessiner un GRAFCET ; il suffit de choisir un élément a partir du bloc GRAFCET puis l'insérer dans le folio.

5.4. GRAFCET final du programme du pont roulant :

La figure (8) donne le GRAFCET de commande selon la syntaxe propre à AUTOMGEN8.

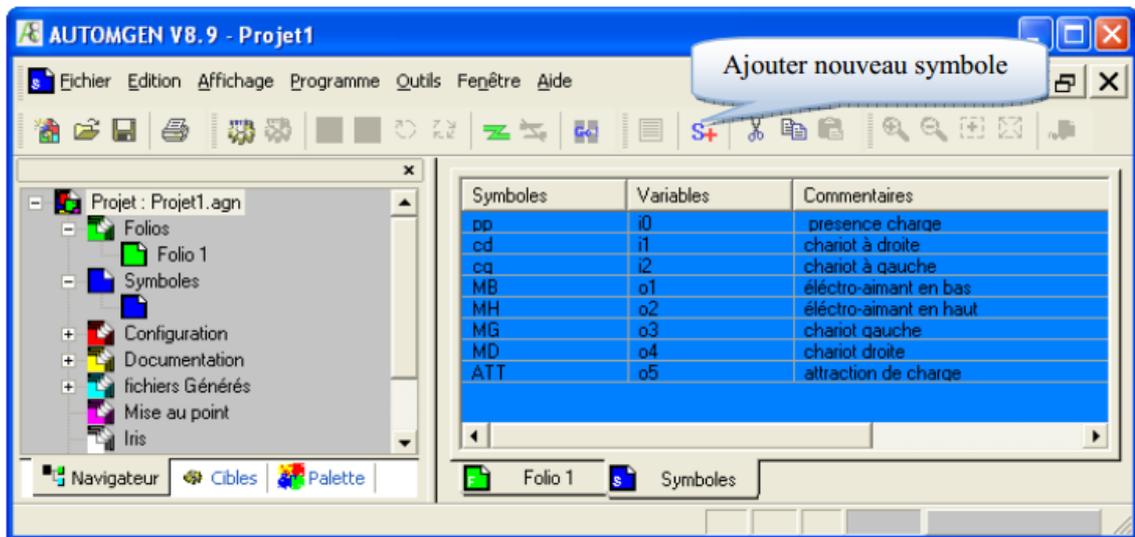


Figure(8) : GRAFCET de programme.

Chapitre IV : Réalisation et programmation

5.5. Propriété des symboles :

La figure(9) donne les symboles utilisés pour désigner les capteurs et actionneurs, leurs adresses (variable) et leurs significations (commentaire).

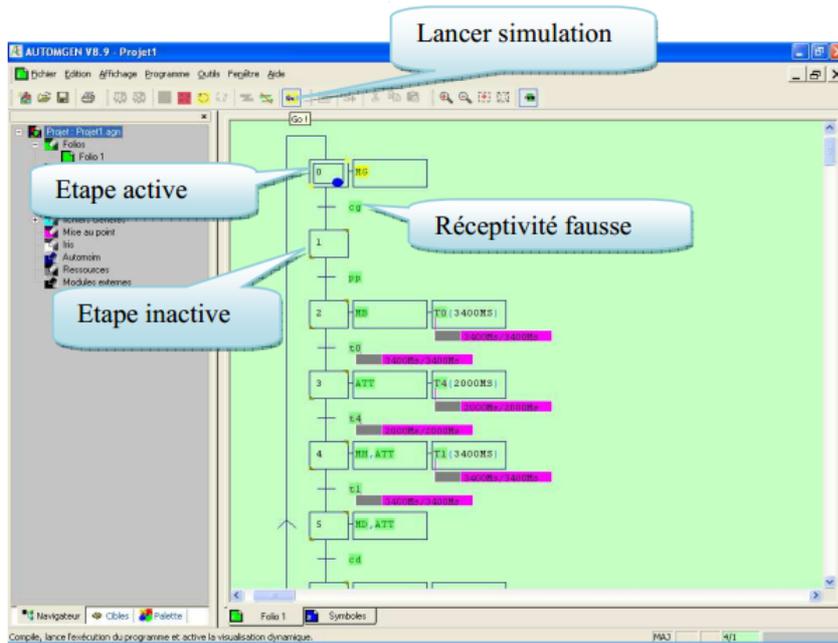


Figure(9) : Symboles utilisés.

5.6. Simulation:

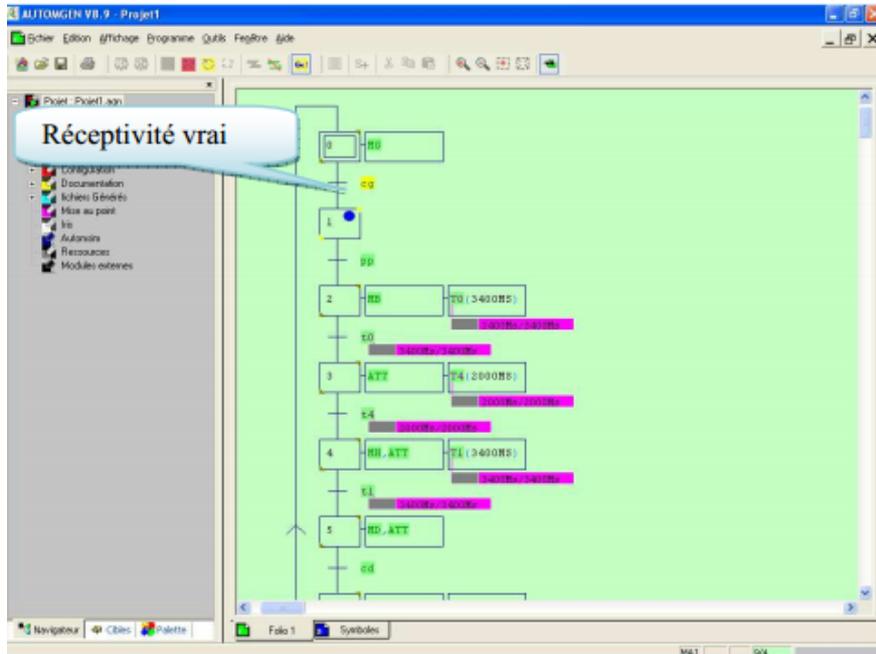
La figure(10) montre l'exécution d'une simulation, l'étape active repérée par un point bleu et l'action correspondante est jaune.

Chapitre IV : Réalisation et programmation



Figure(10) : Exécution du programme.

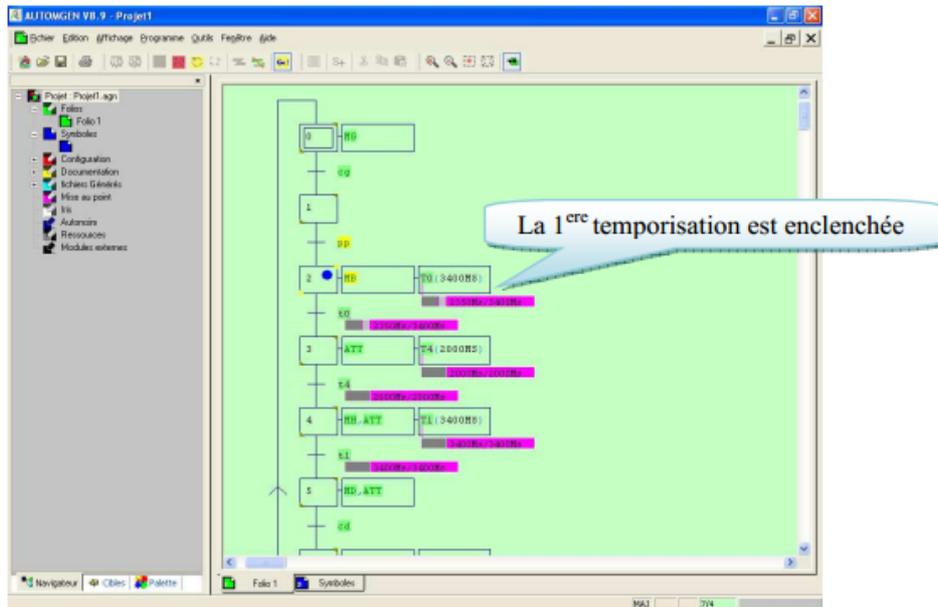
Comme **cg** est vrai, l'étape 1 est active (voir la figure 11) :



Figure(11) : Activation de l'étape 1

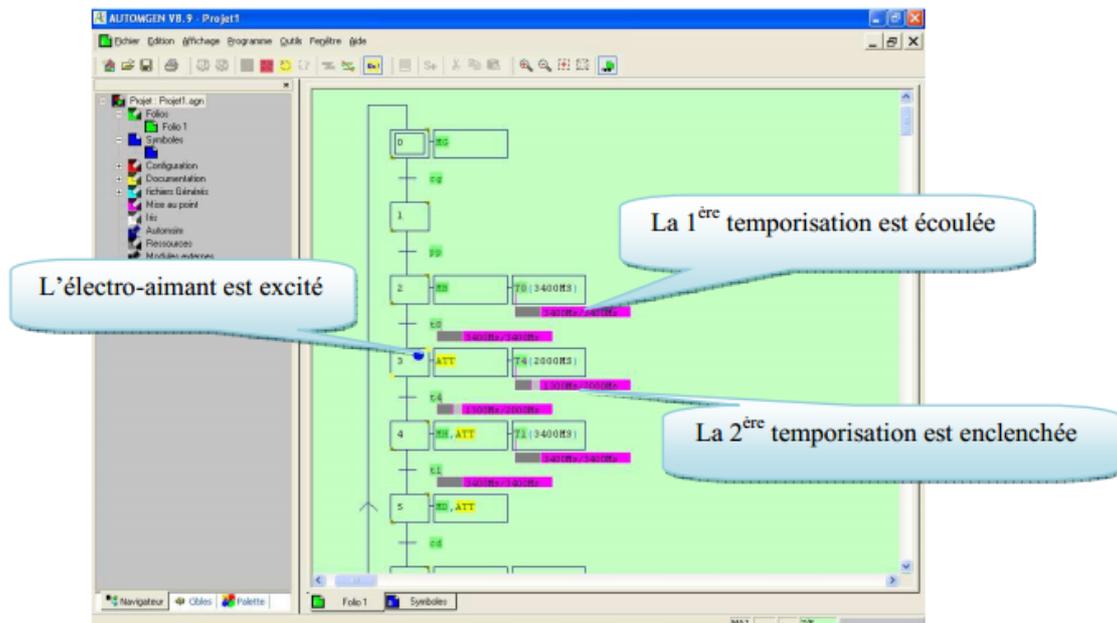
Chapitre IV : Réalisation et programmation

Si la réceptivité pp est vraie, alors il ya activation de l'étape 2 et désactivation de l'étape1.



Figure(12) : Activation de l'étape 2.

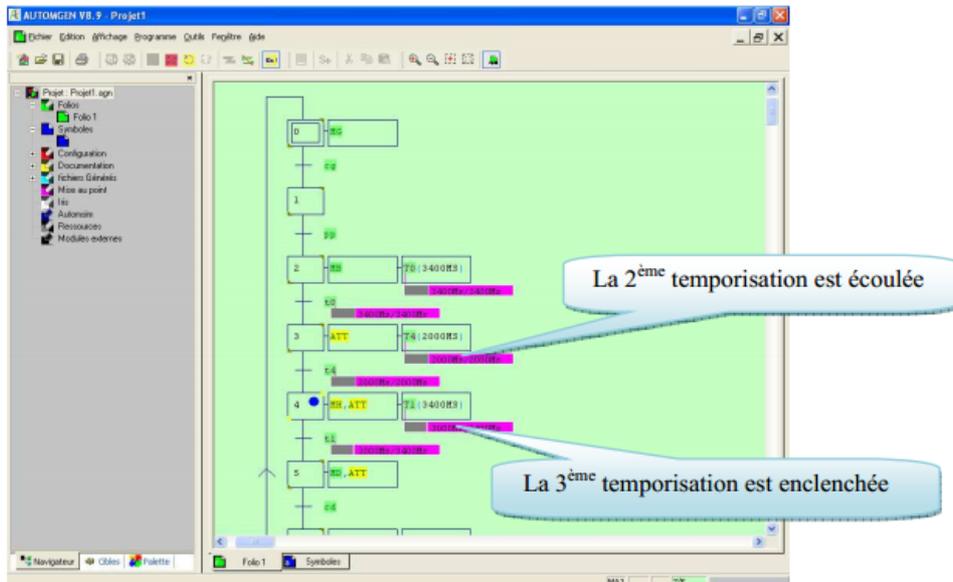
L'étape 3 sera active quant la 1ère temporisation sera écoulée.



Figure(13) : Activation de l'étape 3.

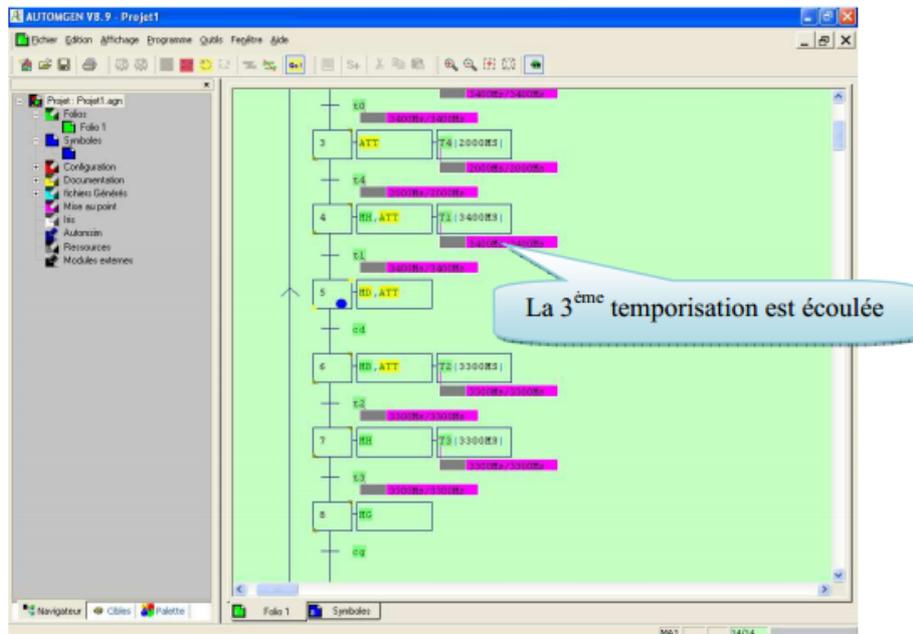
Chapitre IV : Réalisation et programmation

L'écoulement de 2^{ème} temporisation provoque l'activation de l'étape 4.



Figure(14) : Activation de l'étape 4.

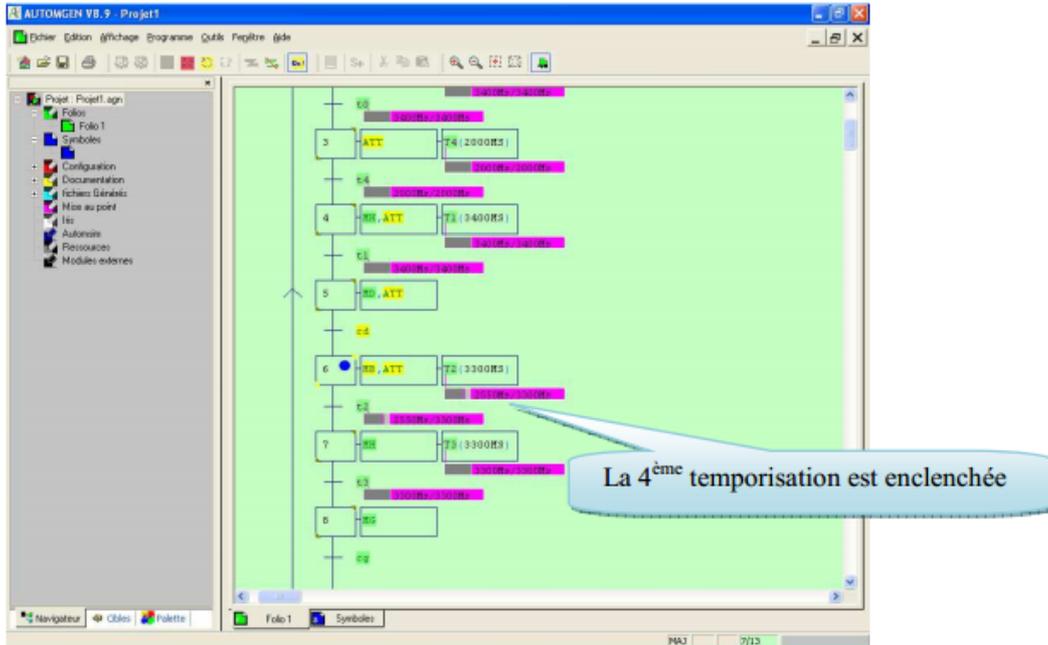
Quand la 3^{ème} temporisation est écoulee l'étape 5 sera active.



Figure(15) : Activation de l'étape 5.

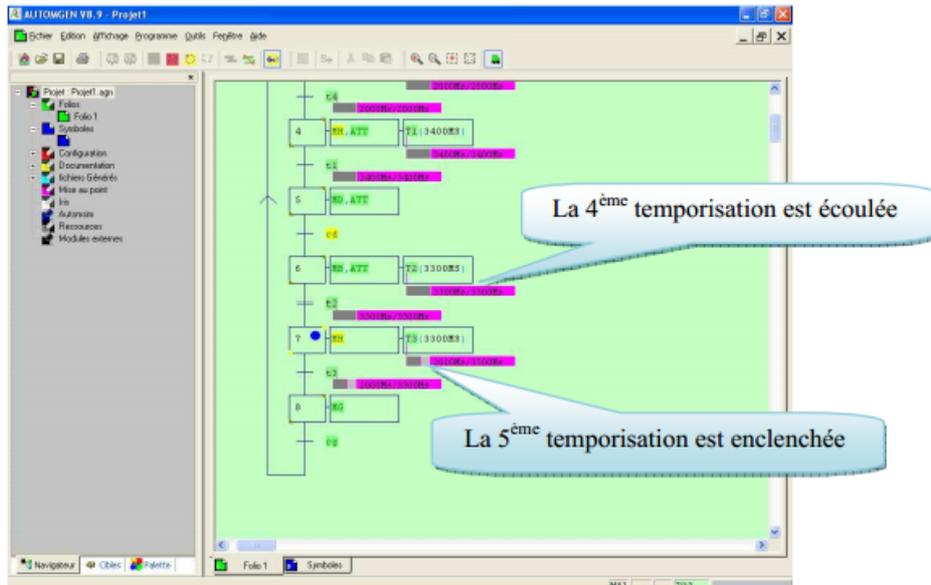
Chapitre IV : Réalisation et programmation

L'étape 6 sera active si la réceptivité **cd** devient vraie.



Figure(16) : Activation de l'étape 6.

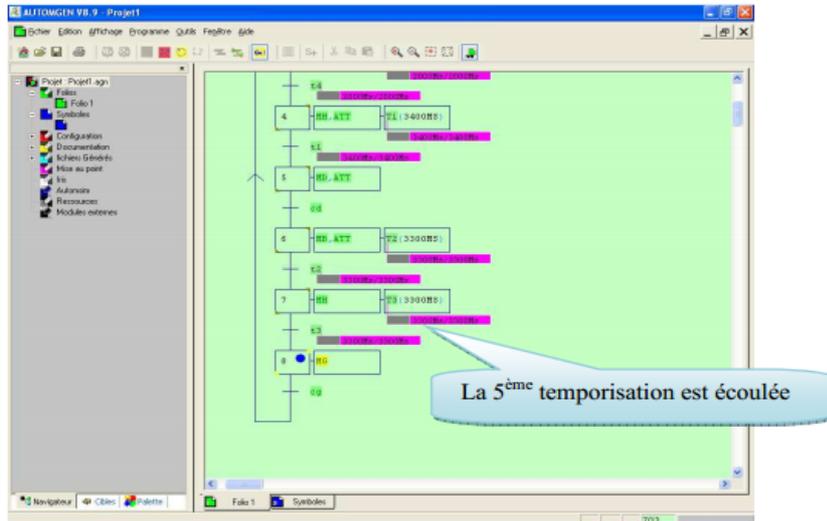
L'étape 7 sera active, quand la 4ème temporisation est écoulée.



Figure(17) : Activation de l'étape 7.

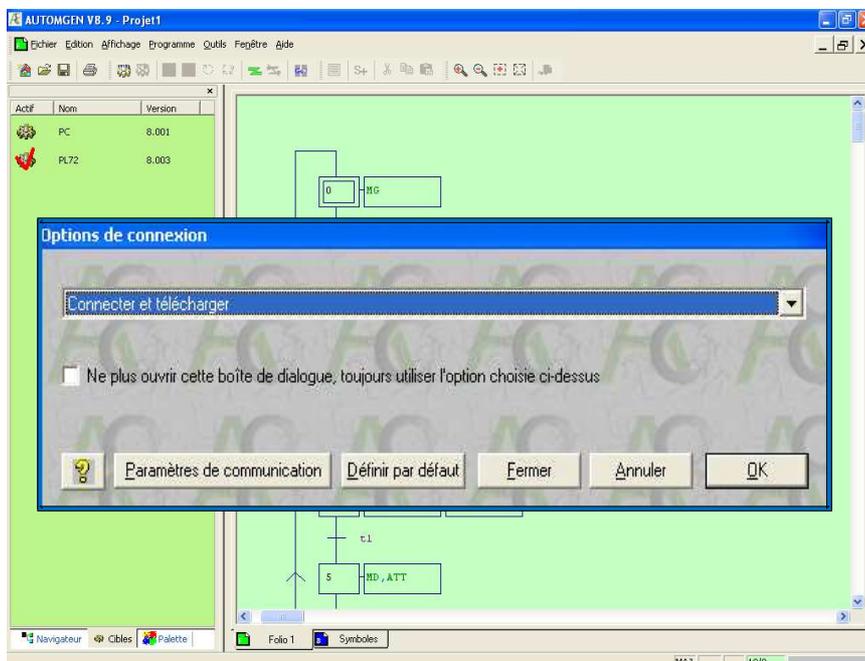
Chapitre IV : Réalisation et programmation

L'étape 8 sera active après l'écoulement de la 5^{ème} temporisation.



Figure(18) : Activation de l'étape8.

Pour exécuter le GRAFCET développé sur l'automate programmable industriel, il suffit de transférer le programme pc vers le mémoire de l'API.



Figure(19) : Exécution du GRAFCET sur l'API.

Conclusion :

Dans ce mémoire, nous nous sommes proposé de concevoir et réaliser une maquette de pont roulant pour transborder les pièces d'un point de dépôt à un point de livraison.

Dans un premier temps, ce travail nous a permis d'affronter le problème de la réalisation pratique ; les choix des capteurs (détecteurs de position), actionneurs (moteur cc) et pré-actionneurs (relais) ainsi que l'implantation et la mise au point des ces derniers.

Ensuite nous avons développé un programme de commande basé sur un GRAFCET ; Les actions associées aux étapes ainsi que les conditions des transitions sont programmées en langage GRAFCET.

La programmation s'est faite sur un Automate Programmable Industriel Télémécanique TSX47-20.

Nous avons également, appris à utiliser l'outil GRAFCET pour la synthèse de la commande d'un automatisme, ainsi que la programmation avec le logiciel AUTOMGEN8.

La maquette que nous avons pensée à réalisée est très bien adaptée à une formation progressive des automatismes séquentiels.

L'étudiant dispose d'un procédé séquentiel qu'il peut commander avec n'importe quel type d'automate programmable industriel. Par conséquent elle pourra servir pour faire des travaux pratiques d'automatisme.

On espère que ce modeste mémoire constitue une bonne documentation pour les prochains étudiants.

Comme perspective, on pourra développer un programme de commande qui prendra en compte le déplacement de charges entre plusieurs points.

Bibliographie :

1. ouvrages :

1. “travaux pratiques sur automates programmables industriels”, volume 1 (introduction, Exercices d’initiation d’automatisme), « novembre 1995 ».IUT de Saint-Etienne, France.
2. “travaux pratiques sur automates programmables industriels”, volume 2 (problème d’automatisation), « novembre 1996 ».IUT de Saint-Etienne, France.
3. Daniel bouteille, “les automatismes programmables”, 2ème édition CÉPADUÉS-ÉDITIONS, « avril 1997 ».
4. D. Blin, “automatique et informatique industriels”, édition CASTEILLE « juillet 1999».
5. Christophe Blanc, “automates programmables industriels”, « 09 Mars 2009 », disponible sur le site : www.christophe-blanc.info

2. Web:

- [1] http://fr.wikipedia.org/wiki/pont_roulant
- [2] <http://www.supelec.renne.fr/ren>
- [3] <http://www.irai.com>
- [4] <http://www.telemecanique.com>