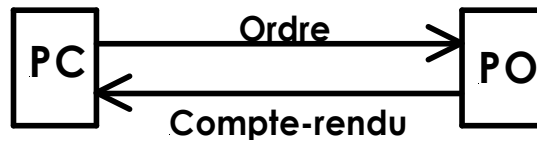


## Leçon A43 : Les Automates Programmables Industriels

## LES AUTOMATES PROGRAMMABLES

## 1/ Mise en situation

L'automatisation d'un système technique consiste à assurer la commande en adoptant un outil technologique.



L'ordre est transmis au système par l'intermédiaire des actionneurs

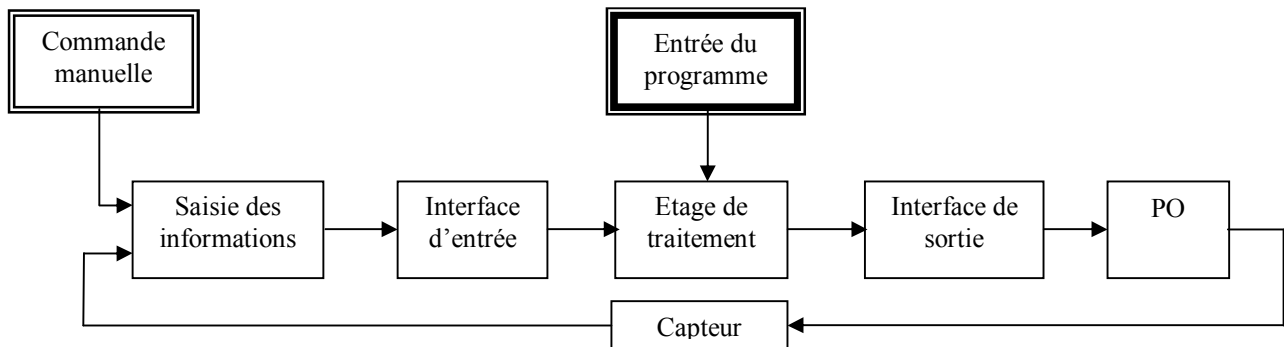
Les comptes-rendus sont élaborés par des capteurs qui prélèvent l'information.

Pour réaliser la commande on dispose de deux solutions :

- Solution câblée à technologie électrique, électronique, pneumatique.
- Solution programmée à technologie électronique ( Automates programmables, micro ordinateur )

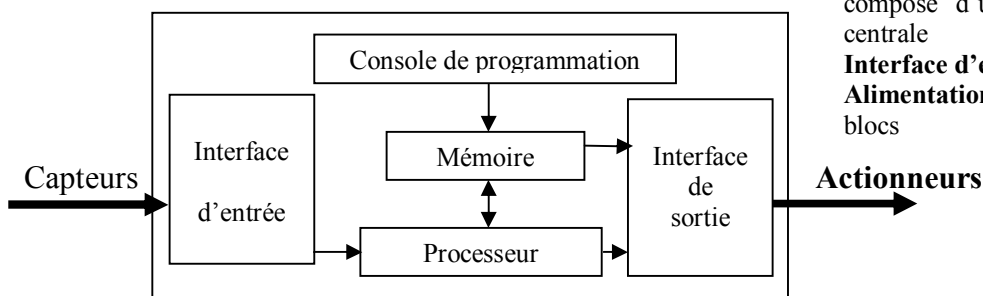
L'automate présente l'avantage par rapport à la solution câblée. En présence d'une technologie câblée, le changement du mode de commande entraîne le changement de câblage entre les différents composants, par contre en technologie programmée on change simplement le programme.

## 2/ Structure d'un système automatique :



- Saisie des informations : Capteurs
- Interface d'entrée : mettre en forme un signal
- Traitement logique : effectuer les opérations logiques
- Interface de sortie : commander les actionneurs

## 3/Architecture d'un automate :



**Mémoire** : enregistrer les instructions du programme

**Processeur** : exécute les instructions

**Console de programmation** : c'est un poste de travail composé d'un clavier, d'un écran et une d'unité centrale

**Interface d'entrée/sortie (TOR)**

**Alimentation** : qui sert en énergie tous les autres blocs

## 4/ Choix d'un API :

Le choix d'un API est fonction de la partie commande à programmer ; on doit tenir compte de plusieurs critères :

- Le nombre d'entrées / sorties.
- Le temps de traitement.
- La capacité de la mémoire.
- Le nombre d'étapes ou d'instructions.
- Le nombre de temporisateurs et compteurs.

## Leçon A43 : Les Automates Programmables Industriels

## Programmation d'un API

## I/- Programmation :

Il existe plusieurs types d'automates programmables. Chaque constructeur propose une liste .....  
Un programme est une suite ..... logiques traduisant le fonctionnement du système.

## II/- Programmation sur AEG :

## 1/- Opérandes :

Le tableau suivant définit les opérandes utilisées par l'automate AEG.

|                           |   |
|---------------------------|---|
| <b>Entrées</b>            | 24 entrées : de I1 à I24  |
| <b>Sorties</b>            | 16 sorties : de Q1 à Q16  |
| <b>Variables internes</b> | De M1 à M122 : Accessibles, M123 et M124 : Réservés .<br>De M125 à M127 : M128 : 1 Signal 1 désactivable. |
| <b>Temporisateurs</b>     | 16 tempo de T1 à T8 ( base de temps 100ms ), de T9 à T16 ( base de temps 25ms )                           |
| <b>Compteurs</b>          | 16 compteurs de C1 à C16  |

## 2/- Opérateurs et opérandes :

Le tableau suivant définit les opérations réalisées sur un contact, une sortie, un compteur, une variable interne ( mettre en parallèle, mettre en série, etc.....).

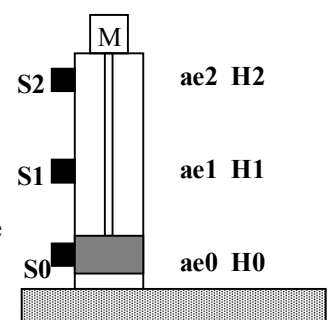
| Type d'opération                               | Opérateur             | Action   | Opérandes utilisables |
|--|-----------------------|--|-----------------------|
| <b>Opérations logiques</b>                     | <b>A</b>              | Opération logique ET, signal positif                                   | I, T, Q, M, C         |
|  | <b>AN</b>             | Opération logique ET, signal négatif                                   | I, T, Q, M, C         |
|  | <b>O</b>              | Opération logique OU, signal positif                                   | I, T, Q, M, C         |
|  | <b>ON</b>             | Opération logique OU, signal négatif                                   | I, T, Q, M, C         |
|  | <b>A(</b>             | Opération logique ET, parenthèse ouverte                               |                       |
|  | <b>O(</b>             | Opération logique OU, parenthèse ouverte                               |                       |
|  | <b>)</b><br><b>)N</b> | Parenthèse fermée, signal positif<br>Parenthèse fermée, signal négatif |                       |
| <b>Opérations de sorties</b>                   | <b>=</b>              | Sortie positive  | Q, M                  |
|  | <b>= N</b>            | Sortie négative  | Q, M                  |
|  | <b>SL</b>             | Activation mémoire   | Q, M                  |
|  | <b>RL</b>             | Désactivation mémoire  | Q, M                  |
| <b>Opération comptage</b>                      | <b>= T</b>            | Entrée temporisation ( sortie temporisations )                         |                       |
|  | <b>= Z</b>            | Transfert consigne compteur ( effacement )                             |                       |
|  | <b>= P</b>            | Entrée compteur ( C : sortie compteur )                                |                       |
| <b>Opérations d'organisations du programme</b> | <b>J1</b>             | Saut si " 1 " ( conditionnel positif )                                 | I, Q                  |
|  | <b>LS</b>             | Chargement immédiat ( en mémoire de signaux )                          |                       |
|  | <b>NO</b>             | Sans effet, opération nulle  |                       |
|  | <b>PE</b>             | Fin de programme   |                       |

## 3/- Application : Système : Monte – charge

## Exemple1 :

Au repos la cabine du monte charge est au niveau 0 ( elle est supposée chargée ).  
Une impulsion sur **ae1** entraîne la montée de la cabine jusqu'à **S1** où elle marque un temps d'arrêt réservé à la décharge puis elle descend vers le niveau 0 ( **S0** actionné ).

- Trois lampes **H0**, **H1** et **H2** indiquent la présence de la cabine à l'étage correspondant.
- Deux relais ( **KM1** : Montée, **KM2** : descente )
- Compléter les GRAFCET du point de vue P.C. et codé automate ainsi que le programme relatif.

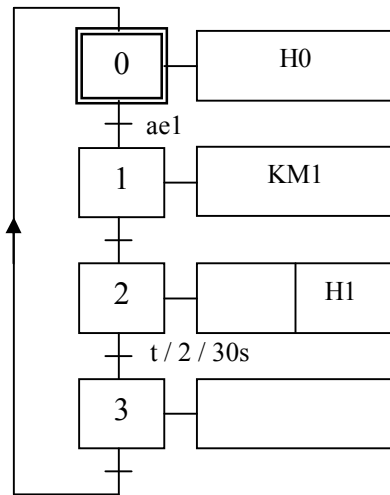


## Leçon A43 : Les Automates Programmables Industriels

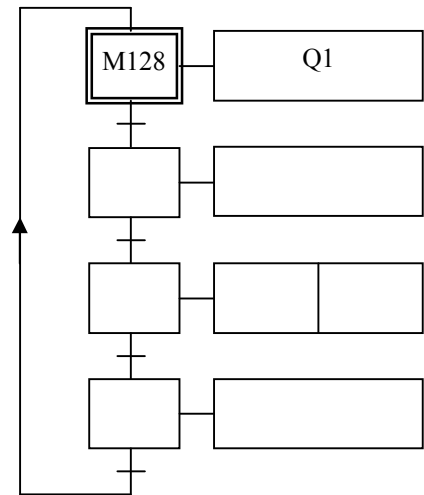
## Tableau des affectations :

| N° Etape | Mémoire AEG | Entrée système | Entrée AEG | Sortie système | Sortie AEG |
|----------|-------------|----------------|------------|----------------|------------|
| 0        | M128        | S0             | I1         | H0             | Q1         |
| 1        | M1          | S1             | I2         | H1             | Q2         |
| 2        | M2          | S2             | I3         | H2             | Q3         |
| 3        | M3          | ae0            | I4         | KM1            | Q4         |
| 4        | M4          | ae1            | I5         | KM2            | Q5         |
| 5        | M5          | ae2            | I6         | T              | T1         |

## GRAFCET du point de vue P.C. :



## GRAFCET codé automate :



## Programme :

| Titre               | Adresse | Instructions | Titre                 | Adresse   | Instructions |
|---------------------|---------|--------------|-----------------------|-----------|--------------|
| Activation de M1    | 1       |              | Activation de M128    | 16        |              |
|                     | 2       |              |                       | 17        |              |
|                     | 3       |              |                       | 18        |              |
| Désactivation de M1 | 4       |              | Désactivation de M128 | 19        |              |
|                     | 5       |              |                       | 20        |              |
| Activation de M2    | 6       |              | Sortie Q1             | 21        |              |
|                     | 7       |              |                       | 22        |              |
|                     | 8       |              | Sortie Q2             | 23        |              |
| Désactivation de M2 | 9       |              |                       | 24        |              |
|                     | 10      |              | Sortie Q4             | 25        |              |
| Activation de M3    | 11      |              |                       | 26        |              |
|                     | 12      |              |                       | Sortie Q5 | 27           |
|                     | 13      |              | 28                    |           |              |
| Désactivation de M3 | 14      |              | Temporisateur T1      | 29        |              |
|                     | 15      |              |                       | 30        |              |
|                     |         |              | Fin programme         | 31        |              |

## Leçon A43 : Les Automates Programmables Industriels

### Exemple 2 :

Au repos, la cabine est au niveau 0, supposé chargé ( les conditions initiales sont vérifiées).

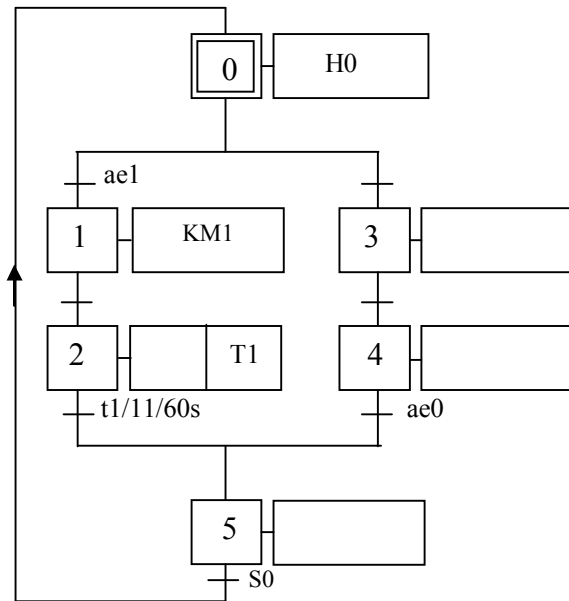
Un appel de l'étage 1 permet la montée de la cabine jusqu'à S1, sa descente ne peut s'effectuer qu'après un temps 60s réservé pour la décharge.

Un appel de l'étage 2 permet la montée de la cabine jusqu'à S2, sa descente ne peut s'effectuer qu'après une action sur le bouton d'appel au niveau 0.

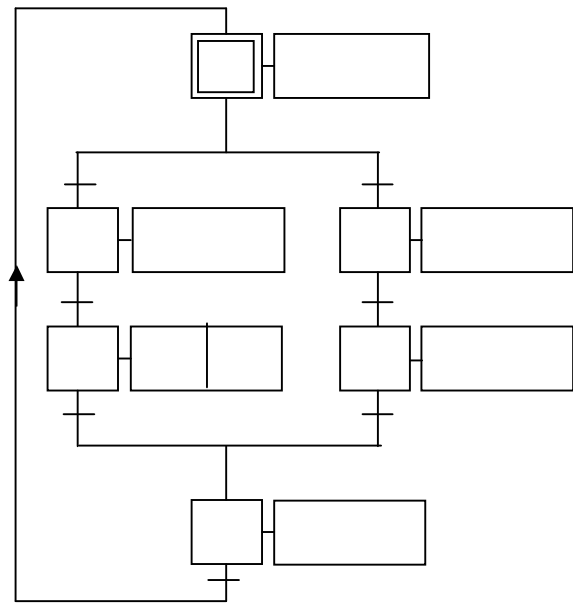
Compléter les GRAFCET du point de vue P.C. et codé automate ainsi que le programme relatif.

Remarque : On utilise la même table d'affectation que l'exemple 1

#### GRAFCET du point de vue P.C. :



#### GRAFCET codé automate :



#### Programme :

| Titre               | Adresse | Instructions | Titre                 | Adresse | Instructions |
|---------------------|---------|--------------|-----------------------|---------|--------------|
| Activation de M1    | 1       |              |                       | 26      |              |
|                     | 2       |              |                       | 27      |              |
|                     | 3       |              | Désactivation de M5   | 28      |              |
| Désactivation de M1 | 4       |              |                       | 29      |              |
|                     | 5       |              | Activation de M128    | 30      |              |
| Activation de M2    | 6       |              |                       | 31      |              |
|                     | 7       |              |                       | 32      |              |
|                     | 8       |              | Désactivation de M128 | 33      |              |
| Désactivation de M2 | 9       |              |                       | 34      |              |
|                     | 10      |              |                       | 35      |              |
| Activation de M3    | 11      |              | Sortie Q1             | 36      |              |
|                     | 12      |              |                       | 37      |              |
|                     | 13      |              | Sortie Q4             | 38      |              |
| Désactivation de M3 | 14      |              |                       | 39      |              |
|                     | 15      |              |                       | 40      |              |
| Activation de M4    | 16      |              | Temporisateur T1      | 41      |              |
|                     | 17      |              |                       | 42      |              |
|                     | 18      |              | Sortie Q3             | 43      |              |
| Désactivation de M4 | 19      |              |                       | 44      |              |
|                     | 20      |              | Sortie Q2             | 45      |              |
| Activation de M5    | 21      |              |                       | 46      |              |
|                     | 22      |              | Sortie Q5             | 47      |              |
|                     | 23      |              |                       | 48      |              |
|                     | 24      |              |                       |         |              |
|                     | 25      |              | Fin programme         | 49      |              |

**Leçon A43 : Les Automates Programmables Industriels**

**Exemple 3 :**

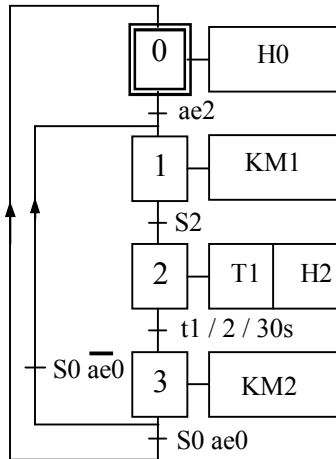
On donne les GRAFCET de point de vue PC et la table d'affectation, on demande de :

1/- Donner le GRAFCET codé automate correspondant.

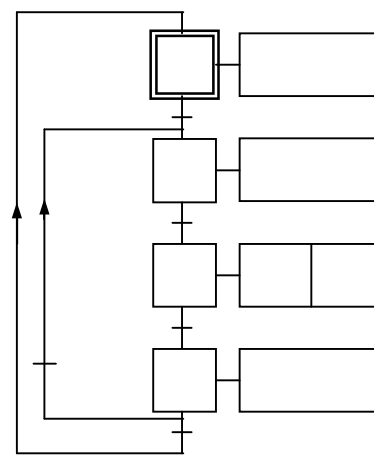
2/- Ecrire le programme correspondant. Sachant que l'automate est de type AEG.

| Etapes |    |   |    | Capteurs |    |      |    | Pré. / Actionneurs |    |     |    |
|--------|----|---|----|----------|----|------|----|--------------------|----|-----|----|
| 0      | M1 | 4 | M5 | S0       | I1 | ae1  | I5 | H0                 | Q1 | KM2 | Q5 |
| 1      | M2 | 5 | M6 | S1       | I2 | ae2  | I6 | H1                 | Q2 | T1  | T1 |
| 2      | M3 | 6 | M7 | S2       | I3 | Init | I7 | H2                 | Q3 | T2  | T2 |
| 3      | M4 | 7 | M8 | ae0      | I4 |      |    | KM1                | Q4 | T3  | T3 |

**GRAFCET PC :**



**GRAFCET codé automate :**

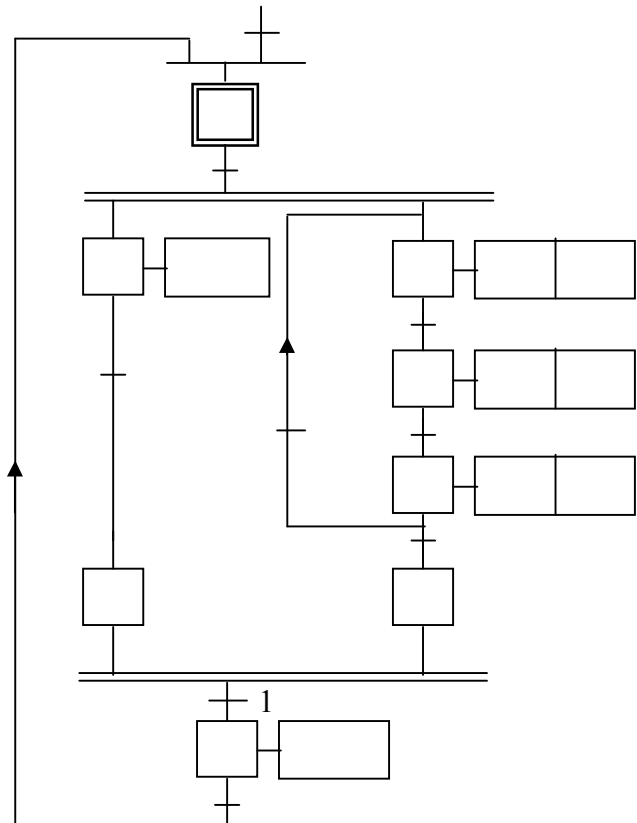
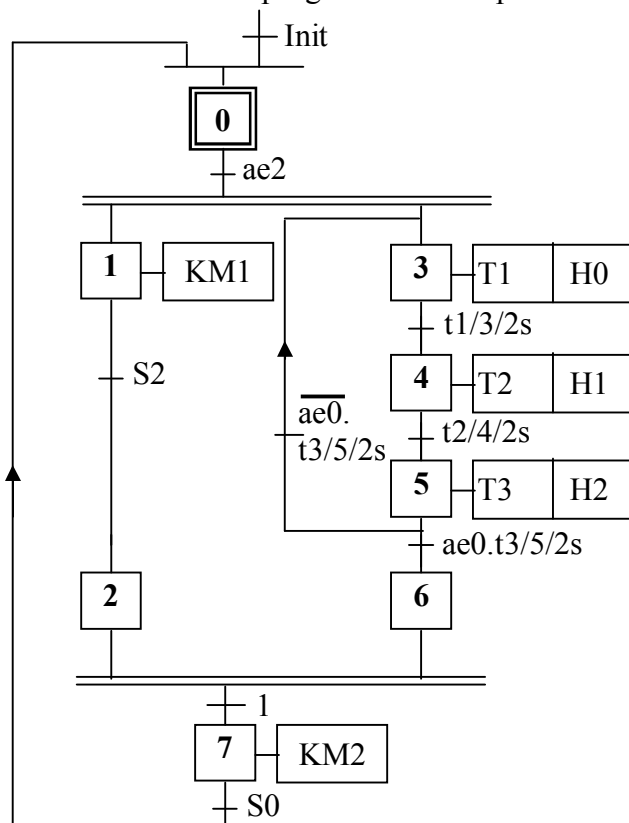


**Programme :**

| N° | INST | N° | INST | N° | INST |
|----|------|----|------|----|------|
| 1  |      | 15 |      | 29 |      |
| 2  |      | 16 |      | 30 |      |
| 3  |      | 17 |      | 31 |      |
| 4  |      | 18 |      | 32 |      |
| 5  |      | 19 |      | 33 |      |
| 6  |      | 20 |      | 34 |      |
| 7  |      | 21 |      | 35 |      |
| 8  |      | 22 |      | 36 |      |
| 9  |      | 23 |      | 37 |      |
| 10 |      | 24 |      | 38 |      |
| 11 |      | 25 |      | 39 |      |
| 12 |      | 26 |      | 40 |      |
| 13 |      | 27 |      | 41 |      |
| 14 |      | 28 |      | 42 |      |

**4/- Evaluation :**

A partir du GRAFCET PC ci-dessous et de la table des affectations précédente, compléter le GRAFCET codé automate et le programme correspondant.



## Leçon A43 : Les Automates Programmables Industriels

| Titre | Adresse | Instructions | Titre | Adresse | Instructions |
|-------|---------|--------------|-------|---------|--------------|
|       | 1       |              |       | 36      |              |
|       | 2       |              |       | 37      |              |
|       | 3       |              |       | 38      |              |
|       | 4       |              |       | 39      |              |
|       | 5       |              |       | 40      |              |
|       | 6       |              |       | 41      |              |
|       | 7       |              |       | 42      |              |
|       | 8       |              |       | 43      |              |
|       | 9       |              |       | 44      |              |
|       | 10      |              |       | 45      |              |
|       | 11      |              |       | 46      |              |
|       | 12      |              |       | 47      |              |
|       | 13      |              |       | 48      |              |
|       | 14      |              |       | 49      |              |
|       | 15      |              |       | 50      |              |
|       | 16      |              |       | 51      |              |
|       | 17      |              |       | 52      |              |
|       | 18      |              |       | 53      |              |
|       | 19      |              |       | 54      |              |
|       | 20      |              |       | 55      |              |
|       | 21      |              |       | 56      |              |
|       | 22      |              |       | 57      |              |
|       | 23      |              |       | 58      |              |
|       | 24      |              |       | 59      |              |
|       | 25      |              |       | 60      |              |
|       | 26      |              |       | 61      |              |
|       | 27      |              |       | 62      |              |
|       | 28      |              |       | 63      |              |
|       | 29      |              |       | 64      |              |
|       | 30      |              |       | 65      |              |
|       | 31      |              |       | 66      |              |
|       | 32      |              |       | 67      |              |
|       | 33      |              |       | 68      |              |
|       | 34      |              |       | 69      |              |
|       | 35      |              |       | 70      |              |

## Leçon A43 : Les Automates Programmables Industriels

## III/- Programmation sur TSX 3721 :

## 1/- Opérandes opérateurs et symboles :

Voir manuel de cours pages 88 à 94.

## 2/- Configuration de l'automate TSX 3721 :

Réaliser l'activité 3 page 60 (manuel d'activité).

## 3/- Différents langages de programmation :

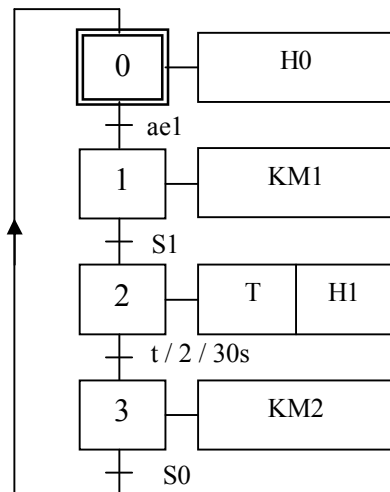
Voir manuel de cours page 79.

## 4/- Application :

## 4-1/- Programmation en langage GRAFCET (S.F.C.) :

Reprendre l'exemple 1 de la page 2 (Système : Monte – charge); en se référant au GRAFCET du point de vue P.C. et au tableau des affectations suivant :

## - GRAFCET du point de vue P.C. :

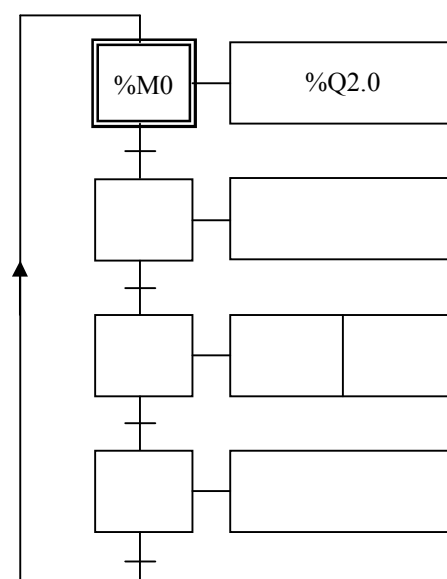


## - Tableau des affectations :

| N° Etape | V.I. TSX | Entrée système | Entrée TSX | Sortie système | Sortie TSX |
|----------|----------|----------------|------------|----------------|------------|
| 0        | %M0      | S0             | %I1.0      | H0             | %Q2.0      |
| 1        | %M1      | S1             | %I1.1      | H1             | %Q2.1      |
| 2        | %M2      | S2             | %I1.2      | H2             | %Q2.2      |
| 3        | %M3      | ae0            | %I1.3      | KM1            | %Q2.3      |
| 4        | %M4      | ae1            | %I1.4      | KM2            | %Q2.4      |
| 5        | %M5      | ae2            | %I1.5      | T              | %TM0       |
|          |          | Init           | %I1.6      |                |            |
|          |          | t              | %TM0.Q     |                |            |

V.I : Variables Internes ( Mémoires).

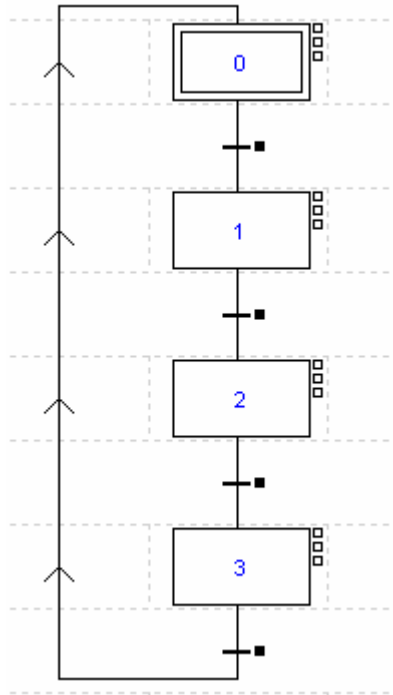
## 1/- Compléter le GRAFCET codé automate :



**Leçon A43 : Les Automates Programmables Industriels**

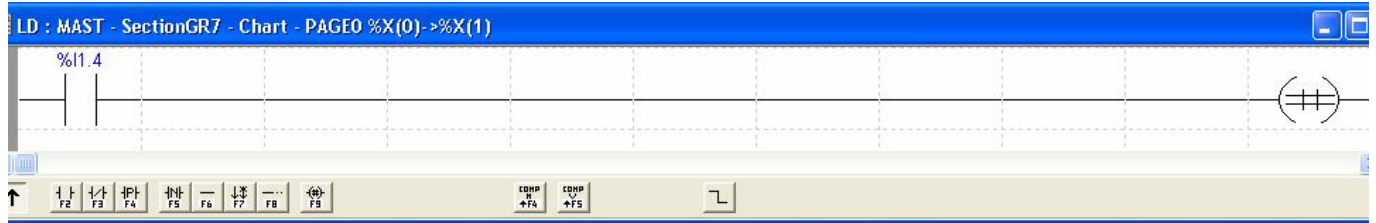
2/- En exploitant les étapes de déroulement de l'activité N°5 pages 65, 66 et 67 (manuel d'activité) :

a/- **Programmer les modules-étapes du GRAFCET** : Saisir le GRAFCET

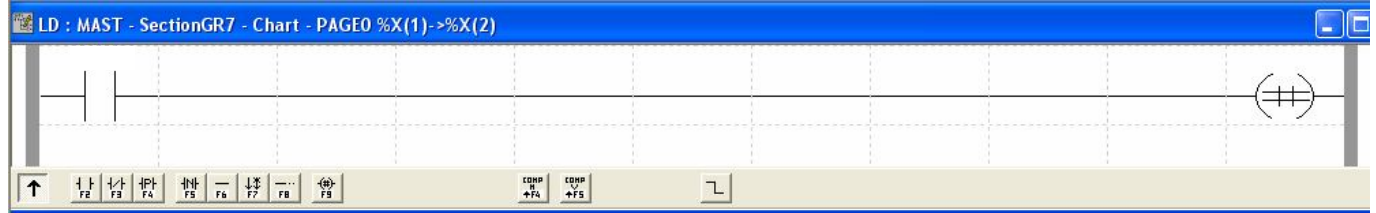


b/- **Programmer les réceptivités :**

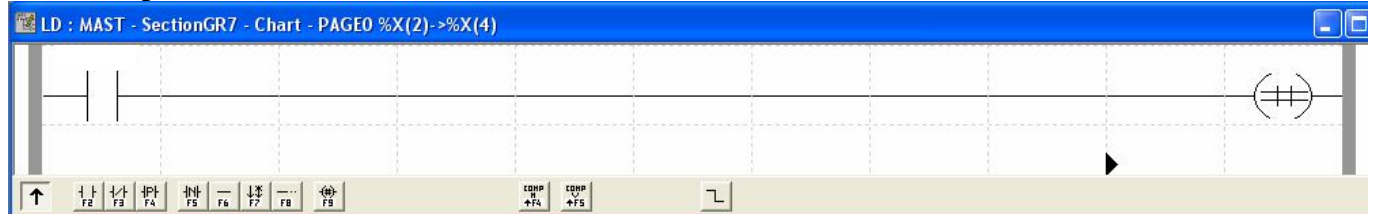
- 1<sup>ère</sup> réceptivité :



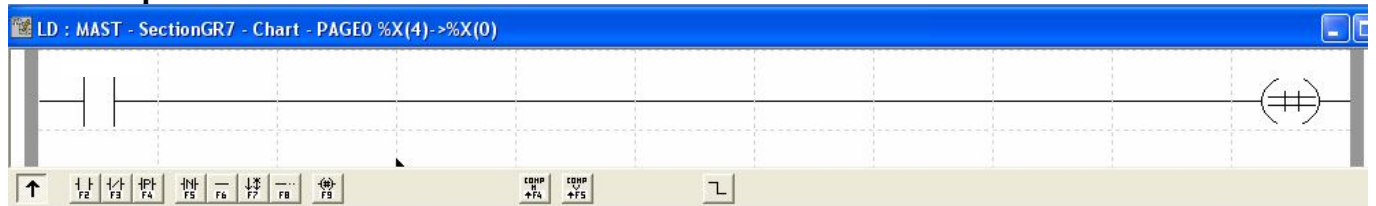
- 2<sup>ème</sup> réceptivité :



- 3<sup>ème</sup> réceptivité :



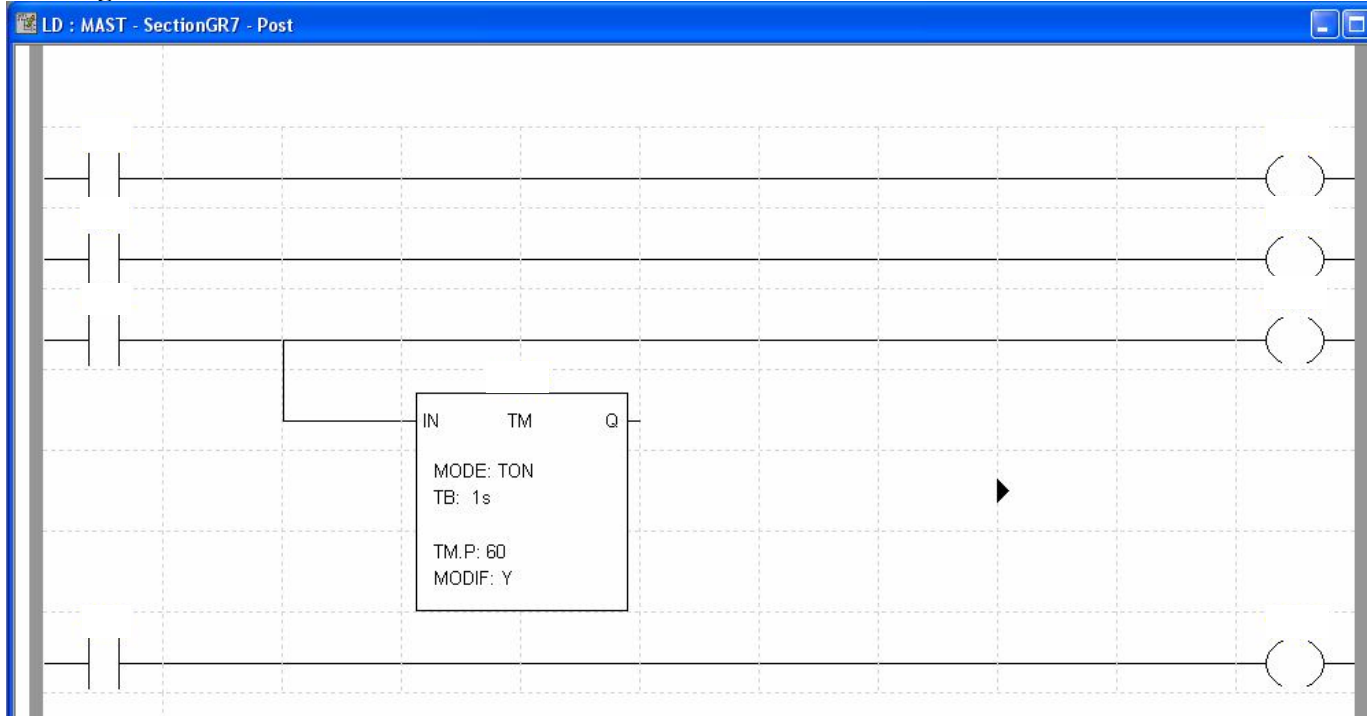
- 4<sup>ème</sup> réceptivité :





## Leçon A43 : Les Automates Programmables Industriels

## c/- Programmer les actions associées :

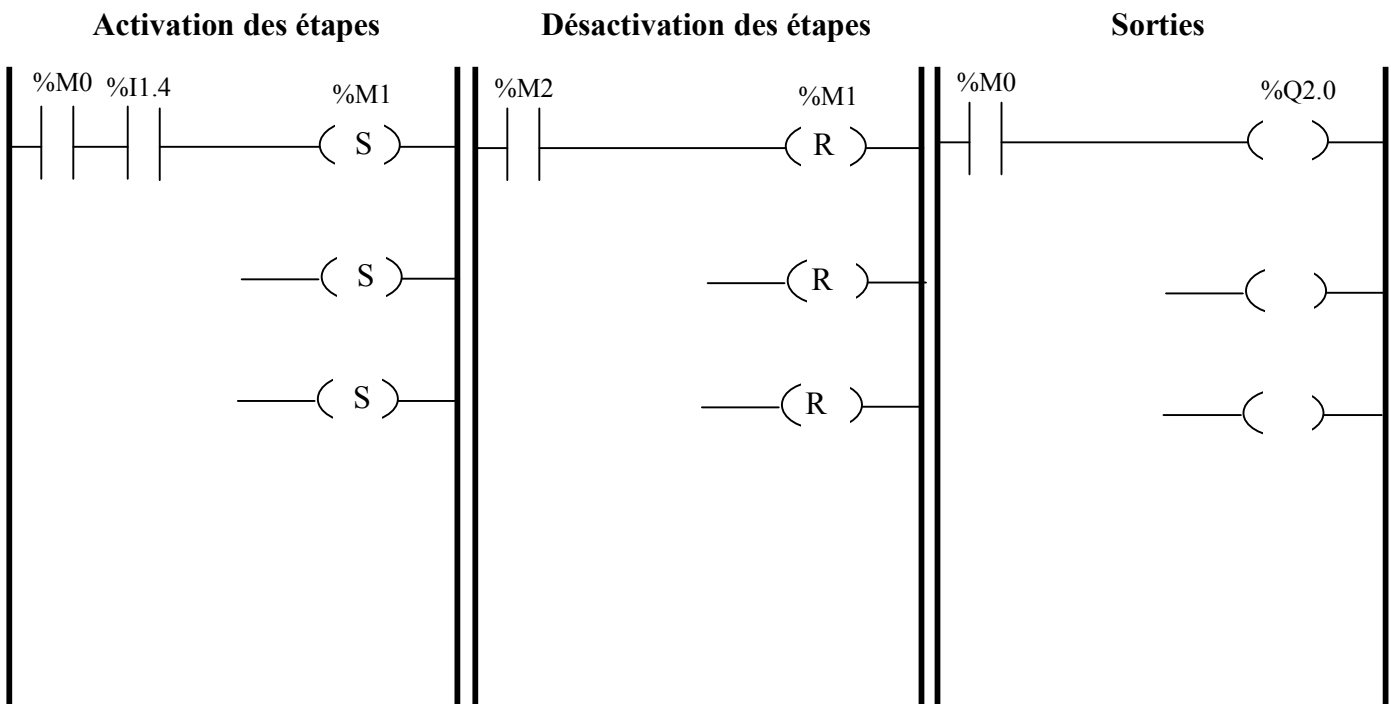


d/- Charger le programme sur l'automate TSX3721 et vérifier le fonctionnement.

## 4-1/- Programmation en réseaux de contacts (Ladder) :

Reprendre l'exemple précédent (Système : Monte – charge), en se référant au GRAFCET codé automate de la page 5 et en exploitant les directives données dans le manuel du cours page 81:

a/- Compléter la représentation des réseaux de contacts ci-dessous puis les saisir sur le logiciel PL7.



**Remarque :** Ajouter un bouton poussoir **Init (%I1.6)**

b/- Charger le programme sur l'automate TSX3721 et vérifier le fonctionnement.

## 5/- Evaluation :

Faire la programmation en langage GRAFCET puis en réseaux de contacts pour l'exemple 2 page 3.