



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique

جامعة وهران 2 محمد بن أحمد  
Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed  
-----  
معهد الصيانة و الأمن الصناعي  
Institut de Maintenance et de Sécurité Industrielle

**Département de Maintenance en Instrumentation**

## **MÉMOIRE**

Pour l'obtention du diplôme de Master

**Filière :** Génie Industrielle

**Spécialité :** Ingénierie de la Maintenance en Instrumentation

### **Thème**

**Gestion des feux de signalisation d'un  
carrefour avec une automate programmable  
Zelio Logic**

Présenté et soutenu publiquement par :

**Nom :** Rahmoun

**Prénom :** Zakaria

Devant le jury composé de :

<b>Nom et Prénom</b>	<b>Grade</b>	<b>Etablissement</b>	<b>Qualité</b>
M.BELFEKIR Abdelrahim	MCB	IMSI-Univ d'Oran2	Président
Mme. TARI Nouria	MAA	IMSI-Univ d'Oran2	Encadreur
M.MEKKI Ibrahim el Khalil	MCB	IMSI-Univ d'Oran2	Examineur

**Juin 2018**

# Remerciement

**Je Profite de cette occasion pour remercier ALLAH de m'avoir aidé à concrétiser mon mémoire .Prière et salut sur notre prophète Mohamed et sur ses compagnons.**

**Au terme de mes années d'étude, il est très agréable de pouvoir remercier tous les enseignants qui ont contribué à ma formation scientifique**

**Particulièrement, je présente mes vifs remerciements à mon encadreur : Mdm : Tari qui a manifesté son entière disponibilité, et ses précieux conseils qui ont été d'une grande aide pour l'élaboration de ce mémoire.**

**Je remercie également mon professeur Mr : Hassini qui a contribué largement à ma formation scientifique.**

**Je remercie aussi le président et les membres de jury qui ont accepté d'examiner, évaluer et juger ce travail.**

**Enfin, je remercie toute personne de près ou de loin qui a participé à rendre ce travail réalisable**

**Merci**

# *Dédicaces*

**Je dédie ce modeste travail aux être les plus chers de ma vie :**

**Mon Père Abdelhamid qui a été toujours à ma coté et m'a aidé de toute les  
façons, qui a fait de moi un homme.**

**Ma mère Fatma qui n'a pas cessé de m'encourager pour donner le meilleur de  
moi-même**

**A mon frère Med Habib**

**A mes 4 chers sœurs Fettoum, Safia, Sarah et Hadjer**

**A mes chers amis**

**A la promotion d'instrumentation**

# Sommaire

Remerciement

Dédicaces

Introduction générale.....1

## Chapitre I :

### **Signalisation routière**

I.1-Introduction .....3

I.2-Présentation de signalisation routière .....3

I.3-Etude théorique sur la signalisation routière .....3

I.4-Types de signalisation routière .....4

I.4-1-La signalisation routière horizontale .....4

I.4-2-La signalisation routière verticale .....4

a-Signalisation par panneaux.....4

b-Signalisation par balisage .....5

c-Signalisation par bornage .....5

d-Signalisation par feux .....6

I.5-Les Carrefours.....7

I.5-1-Définition d'un carrefour .....7

I.5-2-Les types de carrefour .....7

I.5-3-Les règles essentielles pour concevoir un carrefour .....9

I.5-4-Les équipements d'un carrefour .....10

I.6-Les Contraintes des carrefours à feux de signalisation .....10

I.6-1-Les feux de signalisation dans un carrefour .. .....10

I.6-2-Les feux signalisation dans le carrefour.....11

I.6-3-Fonctionnement d'un carrefour à feux de signalisation .....11

I.6-4-Les feux tricolores automatisés .....12

I.7-Conclusion .....12

# Sommaire

## Chapitre II :

### Présentation de la gamme Zelio Logic

II.1-Introduction .....	14
II.2-La gamme Zelio Logic .....	14
II.2-1-Qu'est-ce que c'est ?.....	14
II.2-2-Shéma type de mise en œuvre d'un module programmable Zelio Logic .....	15
a-Présentation.....	15
b-Caractéristiques et raccordements .....	15
b-1-Alimentation .....	16
b-2-Les entrées .....	16
b-3-Les sorties .....	17
II.2-3-Constituants nécessaires à la mise en œuvre du module Zelio Logic .....	17
a-L'afficheur LCD .....	17
b-Mémoire .....	18
c-Autonomie et sauvegarde .....	18
d-Communication.....	18
e-Logiciel.....	19
II.2-4-Installation du logiciel Zelio Soft 2.....	19
a-Test des programmes .....	20
II.2-5-Les langages de programmation .....	21
a-Programmation en Ladder .....	21
a-1-Principe .....	21
a-2-Les composants de langage Ladder .....	22
b-Programmation en FBD .....	24
b-1-Principe .....	24

# Sommaire

c-Diagramme de fonctions séquentielles SFC.....	25
c-1-Rappel sur le GRAfcet .....	25
c-2-Identification des étapes et des transitions en SFC .....	26
c-3-L'utilisation des fonctions SFC.....	28
II.3-Conclusion .....	29

## Chapitre III :

### **Gestion de Feux de croisement par un automate Zelio Logic**

III-1-Introduction .....	31
III-2-Programmation de l'automate .....	31
III-2.1-GRFCET de fonctionnement .....	31
III-2.2-Séquence de fonctionnement .....	31
a-Séquence de fonctionnement classique.....	32
a-1-Tableau des entrées sorties de grafcet .....	32
a-2-Grafcet et utilisation de SFC dans Zelio Soft .....	34
a-3-Tableau des Conditions .....	35
a-4-Traduction de tableau de conditions en langage Ladder .....	37
b-Séquence de fonctionnement classique de feu tricolores avec feux de passage Piétons	
b-1-Tableau des entrées sorties de grafcet .....	42
b-2-Grafcet et utilisation de SFC dans Zelio Soft .....	44
b-3-Tableau des conditions .....	45
b-4-Traduction de tableau de conditions en langage Ladder .....	47
c-Séquence de fonctionnement classique des feux Tricolores avec feux passage piétons et bouton de demande de passage.....	51
c-1-Tableau des entrées sorties de grafcet .....	52
c-2-Grafcet et utilisation de SFC dans Zelio Soft .....	55
c-3-Tableau des conditions .....	56
c-4-Traduction de tableau de conditions en langage Ladder .....	58

# Sommaire

d-Séquence de fonctionnement classique des feux Tricolores avec feux passage piétons et bouton de demande de passage et possibilité de passage au feu orange clignotant (faible circulation).....	62
d-1-Tableau des entrées sorties de grafcet .....	64
d-2-Grafcet et utilisation de SFC dans Zelio Soft .....	67
d-3-Tableau des Conditions .....	68
d-4-Traduction de tableau de conditions en langage Ladder .....	70
III.3-Conclusion .....	76
****	
Conclusion générale .....	77
Liste de figures .....	78
Bibliographie	

# Introduction générale

En 1889, Panhard et Levassor installent le premier moteur à quatre temps (celui de Daimler) sur une voiture à quatre places. À partir de cette date la recherche et l'évolution de l'automobile va progresser de manière fulgurante dans tous les pays.

Cependant, les routes sans revêtement ni signalisation s'avéraient très difficiles à pratiquer.

Ce n'est qu'à partir de 1865 que les premières lois et règlements de circulation, ont fait leur apparition, afin de satisfaire le marché croissant des « voitures particulières ». En effet, ce marché a forcé l'apparition de la signalisation routière au début de 19<sup>ème</sup> siècle.

Les premières indications routières sont apparues sous forme de signaux tracés dans des plaques ou dans la route. Ceci a donné naissance quelques années après, à la signalisation sous forme de lumières (feux de signalisation).

Avec l'accroissement rapide du nombre de véhicules en circulation par le monde, l'automatisation de ces feux de signalisation est devenue une nécessité absolue, afin d'assurer la sécurité des usagers et des biens.

Dans cette présente étude, nous nous sommes intéressés à l'automatisation des feux de signalisation d'un carrefour à grande circulation, de la ville d'Oran. Cette réalisation a été faite autour d'un automate programmable industriel (API) de la famille Zelio logic de Schneider Electric.

Ce mémoire est constitué de trois chapitres, structuré comme suit :

- **Le premier chapitre** traite de la signalisation routière d'une manière générale, et la gestion de la circulation au niveau des carrefours, en particulier. Un rappel historique sur l'évolution des feux tricolores est passé en revue.
- **Dans le deuxième chapitre** nous avons abordé l'architecture de l'API Zelio Logic. Les différents langages permettant sa programmation, à savoir le Ladder (LD) et les blocs fonctionnels (FBD), ont été également présentés.
- **Le troisième chapitre** présente l'étude et la programmation des différents cycles de feux tricolores en utilisant les langages étudiés dans le deuxième chapitre.

Le mémoire se termine par une conclusion générale et des perspectives.



# Chapitre I

# Chapitre I : Signalisation routière

## I.1-Introduction

L'apparition de l'automobile dès 1900 et La propagation des voitures a posé plusieurs problèmes dont le plus important est la circulation aléatoire, ainsi que le nombre important d'accidents, qui ont conduit à penser à un moyen de faciliter la circulation et de protéger les usagers. En conséquence la signalisation routière a été inventée qui a facilité le mouvement des véhicules

## I.2-Présentation de signalisation routière

La signalisation routière désigne l'ensemble des signaux conventionnels implantés sur le domaine routier et destinés à assurer la sécurité des usagers de la route, soit en les informant des dangers et des prescriptions relatifs à la circulation ainsi que des éléments utiles à la prise de décisions, soit en leur indiquant les repères et équipements utiles à leurs déplacements.

Ces principes ont été déclinés dans la réglementation de la signalisation routière qui trouve ses fondements dans la convention internationale signée à Vienne en 1968.

## I.3- Etude théorique sur la signalisation routière

L'importance du rôle de la signalisation routière s'accroît avec le développement de la circulation bien conçue et bien réalisée, elle réduit les causes des accidents et facilite la circulation routière.

Les principaux critères d'efficacité sont :

- L'uniformité : implique l'interdiction d'utiliser sur toutes les voiries des signaux non réglementaires
- L'homogénéité exige que dans les conditions identiques l'utilisateur rencontre des signaux de même valeur et de même portée implantés suivant les mêmes règles
- La simplicité s'obtient en évitant une surabondance de signaux qui fatigue l'attention de l'utilisateur
- La continuité des directions signalées sur les routes importantes doit être assurée sur toutes les autres routes en réalisant localement les liaisons nécessaires.

La signalisation routière a pour objet:

- De rendre plus sûre la circulation routière,
- De faciliter cette circulation,
- D'identifier ou de rappeler si nécessaire la réglementation édictée par l'autorité investie du pouvoir réglementaire
- De signaler les dangers
- De donner des indications ou des renseignements utiles aux usagers de la route.

# Chapitre I : Signalisation routière

## I.4-Types de signalisation routière

La signalisation routière comprend deux grands ensembles:

### I.4-1-La signalisation routière horizontale

La signalisation routière horizontale est l'ensemble des signaux conventionnels implantés horizontalement sur le domaine routier ayant pour rôle de guider l'utilisateur en donnant quatre types d'informations(1) : la répartition des espaces de déplacement, les règles de conduite, le jalonnement et le stationnement. Elle comprend les marques routières et les plots.



Figure 1 : Signalisation routière type Zebra-cross

### I.4-2-La signalisation routière verticale

La signalisation verticale est l'ensemble des signaux conventionnels implantés verticalement sur le domaine routier et destinés à assurer la sécurité des usagers de la route(2), soit en les informant des dangers et des prescriptions relatifs à la circulation ainsi que des éléments utiles à la prise de décisions, soit en leur indiquant les repères et équipements utiles à leurs déplacements. Elle regroupe ainsi les signalisations par panneaux, par balisage, par bornage ou par feux.

#### a-Signalisation par panneaux :

Placés sur le côté des routes, les panneaux de signalisation routière peuvent avoir plusieurs fonctions :

- Le panneau de danger informe les usagers d'éventuels dangers
- Le panneau directionnel facilite cette circulation en indiquant par exemple les directions
- Le panneau d'obligation rappelle diverses prescriptions particulières de police en vigueur localement
- Le panneau d'indication donne des informations relatives à l'usage de la route

# Chapitre I : Signalisation routière



a. Panneau directionnel



b. Panneau de danger

Figure 2 : Panneaux de signalisation

## b-Signalisation par Balisage :

Dans le domaine routier, une balise est un dispositif implanté pour guider les usagers ou leur signaler un risque particulier, ponctuel ou linéaire, sur un itinéraire traité de façon homogène.



Figure 3 : Signalisation par balisage

## c-Signalisation par Bornage :

Les bornes routières sont destinées à indiquer les distances sur les routes. Elles sont à ce titre des équipements de signalisation.



Figure 4 : Signalisation par bornage

## d-Signalisation par Feux :

Les feux de circulation routière constituent un dispositif permettant la régulation du trafic routier entre les usagers de la route, les véhicules et les piétons.

# Chapitre I : Signalisation routière

Les feux destinés aux véhicules à moteurs sont généralement de type tricolores, auxquels peuvent s'ajouter des flèches directionnelles.

Ceux destinés aux piétons sont bicolores et se distinguent souvent par la reproduction d'une silhouette de piétons.



Figure 5 : Signalisation par feux

- ❖ On peut distinguer 4 types de signalisation routière, selon l'usage
  - La Signalisation permanente : comprend les signaux et dispositifs implantés de façon permanente comme les panneaux directionnels
  - La Signalisation temporaire : comprend les signaux et dispositifs implantés de façon temporaire, destinés à signaler et à renseigner sur les conditions temporaires de circulation comme Signalisation par balisage
  - La Signalisation variable : comprend les signaux et dispositifs destinés à signaler et à renseigner sur les conditions évolutives de circulation
  - La Signalisation d'exploitation : regroupe les signalisations Temporaire et Variable, par exemple : en cas de renouvellement de la route

La Signalisation routière peut être classée selon les usagers en 4 types

- Signalisation routière
- Signalisation autoroutière
- Signalisation cycliste
- Signalisation piétonne

# Chapitre I : Signalisation routière

## I.5-Les carrefours

### I.5-1- Définition d'un carrefour :

Un carrefour routier est au sens propre la zone comprise à l'intérieur du prolongement des bordures (ou des rives) de deux chaussées qui se coupent à angle droit ou presque droit(3). Plus généralement il s'agit de la zone dans laquelle des véhicules se déplaçant sur des routes différentes qui se coupent à angle quelconque, peuvent se rencontrer.



Figure 6 : Carrefour

### I.5-2- Les types de carrefour

Il existe différents types de carrefour :

- Carrefour en T : Il s'agit d'un carrefour à trois branches dont l'une de ces branches est à peu près dans le prolongement d'une autre branche et dont la troisième les coupe.



Figure 7 : Carrefour en T

# Chapitre I : Signalisation routière

- Carrefour en Y : carrefour à trois branches dont l'une de ces branches est dans le prolongement d'une autre et dont la troisième branche coupe, ce prolongement sous un angle inférieur à  $75^\circ$  ou supérieur à  $105^\circ$ .

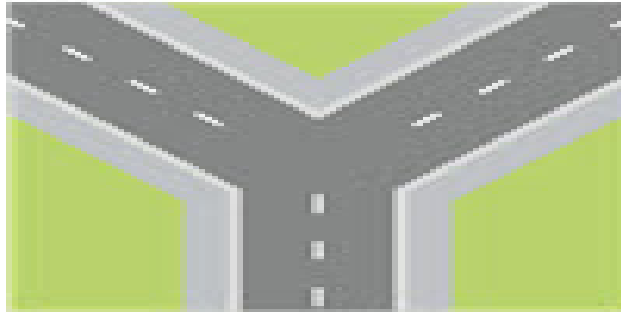


Figure 8 : Carrefour en Y

- Carrefour en croix Simple : il s'agit d'un carrefour à quatre branches dont deux de ces branches sont à peu près dans le prolongement des deux autres branches et pour lequel l'angle de ces prolongements est de  $75^\circ$  ou davantage tout en restant inférieur à  $105^\circ$ .



Figure 9 : Carrefour en Croix simple

- Carrefour en X : il s'agit d'un carrefour à quatre branches dont deux branches sont à peu près dans le prolongement des deux autres, et pour lesquelles l'angle d'intersection de ces deux prolongements est inférieur à  $75^\circ$  ou supérieur à  $105^\circ$ .

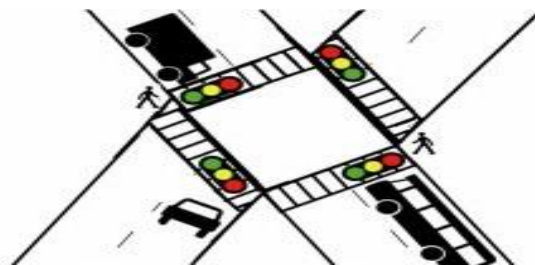


Figure 10 : Carrefour en X



# Chapitre I : Signalisation routière

- Carrefour à branches multiples : un carrefour à branches multiples est un carrefour à cinq branches ou plus.



Figure 11 : Carrefour à branches multiples

- Carrefour giratoire : Un carrefour giratoire est un aménagement comprenant une, deux ou trois voies de circulation entourant un îlot central(4). La circulation dans ces voies se fait dans le sens antihoraire (contraire des aiguilles d'une montre).



Figure 12 : carrefour giratoire

## I.5-3- Les règles essentielles pour concevoir un carrefour

Pour concevoir un carrefour il faut qu'on prenne quelques règles en considération

- ❖ Il doit être lisible en approche et donner la vraie image de ce qu'il est aux usagers.
- ❖ Il doit être le plus compact possible afin de limiter la dispersion des points de conflits.
- ❖ Il doit assurer une visibilité réciproque satisfaisante entre tous les usagers pouvant entrer en conflit.
- ❖ Il doit être simple et réduire les tâches de conduite.



# Chapitre I : Signalisation routière

- ❖ Il doit être lisible en interne et ne pas introduire d'hésitation dans le choix de la manœuvre.
- ❖ Il doit permettre une modération de la vitesse de tous les usagers.
- ❖ Il doit prendre en compte l'ensemble des usagers (passages piétons, avancées de trottoirs, îlots refuges, vélos, ...).
- ❖ Il doit, avant tout, valoriser le critère essentiel de la sécurité, avant même celui de la fluidité.

## I.5-4 Les équipements d'un carrefour

La sécurité et le confort des usagers est essentiel dans les carrefours, pour cela ils doivent contenir des équipements nécessaires :

- ❖ La signalisation de police régit les interdictions et les niveaux de priorité (5), elle doit être systématiquement accompagnée du marquage horizontal correspondant.
- ❖ La signalisation directionnelle doit être présente chaque fois que l'utilisateur a besoin d'information pour aborder et quitter le point d'échange.
- ❖ L'éclairage doit être adapté au milieu et ne pas s'inscrire en obstacle
- ❖ L'aménagement et le mobilier urbain ne doivent pas constituer des obstacles trop proches des circulations : poteaux, pylônes.
- ❖ La sécurité et la continuité des traversées piétonnes doivent être assurées(6). Les traversées auront de préférence une longueur maximale de 8 m (12 m en carrefour à feux)
- ❖ Les traversées piétonnes doivent présenter un abaissement du trottoir au contact de la chaussée et être équipées de bandes podotactiles
- ❖ Les carrefours plans peuvent, dans certains cas, être combinés à des plateaux(7).

## I.6 Les contraintes des carrefours à feux de signalisation

Le maître mot dans le fonctionnement d'un carrefour à feux est la sécurité. Ce critère essentiel se traduit notamment par des temps de feu minimum, en particulier pour permettre aux piétons de traverser sans encombre. Le fonctionnement d'un carrefour à feux doit respecter la réglementation décrite sur la signalisation routière.

Le code de la route est le suivant :

### I.6-1 les feux sont secondaires dans les carrefours :

C'est-à-dire que les ordres de passage des véhicules prioritaires (ambulance, Pompiers, Police) sont donnés par les policiers.

Encombrement du carrefour : ne pas passer pour ne pas bloquer le carrefour, et ainsi

# Chapitre I : Signalisation routière

Permettre un passage d'un éventuel véhicule d'urgence.

## I.6-2 Les feux signalisation dans le carrefour

Dans le cas où les feux fonctionnent normalement:

- Le feu rouge indique une interdiction de passer
  - Le feu jaune (ou orange) indique un passage imminent au feu rouge de 3 à 5 secondes le conducteur doit marquer l'arrêt.
  - Le feu vert indique une possibilité de passage il ne donne cependant pas la priorité. En particulier si un véhicule tourne à gauche, il croisera le chemin des véhicules venant d'en face, qui auront le feu vert en même temps. De plus les piétons et les véhicules d'urgence sont légalement prioritaires(8).
- Si les feux sont éteints avec jaune clignotant
- Les feux de signalisation jaunes clignotants ont pour objet d'attirer l'attention de tout conducteur sur un danger particulier. Ils autorisent le passage des véhicules sous réserve, le cas échéant, du respect des dispositions relatives aux règles de priorité établies par le code de la route ou prescrites par une signalisation particulière

## I.6-3 Fonctionnement d'un carrefour à feux de signalisation

Le critère le plus important à prendre en considération dans le choix de l'emplacement des feux de circulation est leur visibilité. Les feux sont d'autant plus efficaces qu'ils attirent facilement l'attention des conducteurs et qu'ils sont aisément visibles, surtout dans le cas d'une nouvelle installation.

Le fonctionnement de tout carrefour à feux implique également un minimum incompressible de temps perdu. Ainsi, le rouge de dégagement qui conserve une période tampon entre deux phases, à la fois pour permettre au carrefour de se vider mais aussi pour conserver des marges de sécurité, ou encore le temps de redémarrage des véhicules au vert font couramment perdre 4 à 8 secondes par cycle. Il est donc impératif de conserver un nombre de phases le plus réduit possible pour limiter les pertes de temps.

Si la voiture particulière est prédominante, il n'en demeure pas moins que les bus et les deux roues circulent également sur la voirie. Le cycle de feu doit donc leur être adapté, tout particulièrement quand une infrastructure spécifique leur est dédiée (par exemple les couloirs de bus ou les pistes cyclables).

La sécurité des piétons est particulièrement importante parce qu'ils sont très difficiles à canaliser. Il faut donc veiller à leur offrir des possibilités de traverser sans rallongement de leur trajet ni de leur temps de traversée.

# Chapitre I : Signalisation routière

Un carrefour à feux ralentit nécessairement le trafic mais, dans la mesure où le plan de feu est souvent préprogrammé, une erreur provoquerait plus qu'un ralentissement, un blocage du carrefour. Il ne s'agit pas de trop ralentir le flux des véhicules mais aussi de s'assurer qu'il demeure possible.

Généralement en ville un carrefour à feux n'est pas isolé, et il peut être judicieux de tenir compte des carrefours voisins. Il existe différentes méthodes de lier les feux tricolores des différents carrefours comme le câblage mais la plus utilisée c'est l'automatisation des feux.

## I.6-4 Les feux tricolores automatisés :

C'est le 6 août 1914 que les premiers feux tricolores électriques de carrefour ont été mis en service par la mairie de Cleveland aux Etats Unis.

Au nos jours les feux tricolores grâce à l'automatisation sont plus efficaces et la circulation est plus organisée en plus elle assure la sécurité des piétons et des conducteurs

## **I.7-Conclusion**

La signalisation routière à pour objectif de rendre plus sûre la circulation routière, de faciliter, de signaler le danger et donner des indications ou des renseignements utiles a usagers de la route

La sécurité et le confort sont essentiels dans les carrefours et l'installation des feux tricolores permettent de les assurer.

l'automatisation des feux tricolores organise la circulation et assure la sécurité ...cette automatisation et sa programmation et le sujet de notre chapitre 2.

# Chapitre II

# Chapitre II : Présentation de la gamme Zelio Logic

## II.1-Introduction :

Un automate programmable industriel, ou API, est un dispositif électronique programmable destiné à la commande de processus industriels par un traitement séquentiel(9). Il envoie des ordres vers les pré-actionneurs (partie opérative ou PO côté actionneur) à partir de données d'entrées (capteurs) (partie commande ou PC côté capteur), de consignes et d'un programme informatique.

Comme on a vu dans le chapitre I, l'automatisation des différents systèmes augmente et optimise leurs réactions, par exemple, les envois et réceptions de signaux se font très rapidement avec l'environnement. Avec de plus une exécution séquentielle cyclique sans modification de mémoire, les Automates Programmables Industriels (APIs) permettent d'assurer un temps d'exécution minimal.

Il existe plusieurs types des gammes et des langages pour programmé un API, l'une de ces gamme est la gamme Zelio Logic étudie la gamme Zelio Logic qu'on va l'utilisé dans notre réalisation.

## II.2-La Gamme Zelio Logic :

### II.2-1- Qu'est-ce que c'est ?

Le Zelio Logic est un module logique programmable, destiné à la réalisation de petits automatismes de moins de 40 E/S(10) pour des applications telles que :

- les panneaux d'affichage
- les volets roulants
- les convoyeurs
- la commande des pompes et des compresseurs

Sa programmation, très intuitive, s'effectue directement sur la face avant ou à l'aide du logiciel Zelio Soft.



Figure 13 : Zelio Logic

# Chapitre II : Présentation de la gamme Zelio Logic

## II.2-2-Schéma type de mise en œuvre d'un module programmable Zelio Logic

### II.2-2-a Présentation :

Les modules logiques Zelio Logic sont destinés à la réalisation de petits équipements d'automatismes(10). Ils sont utilisés dans les secteurs d'activité de l'industrie et du tertiaire :

- automatismes de petites machines de finition, de confection, d'assemblage ou d'emballage
- automatismes pour machines agricoles (irrigation, pompage, serre, ...)

### II.2-2-b Caractéristiques et raccordements

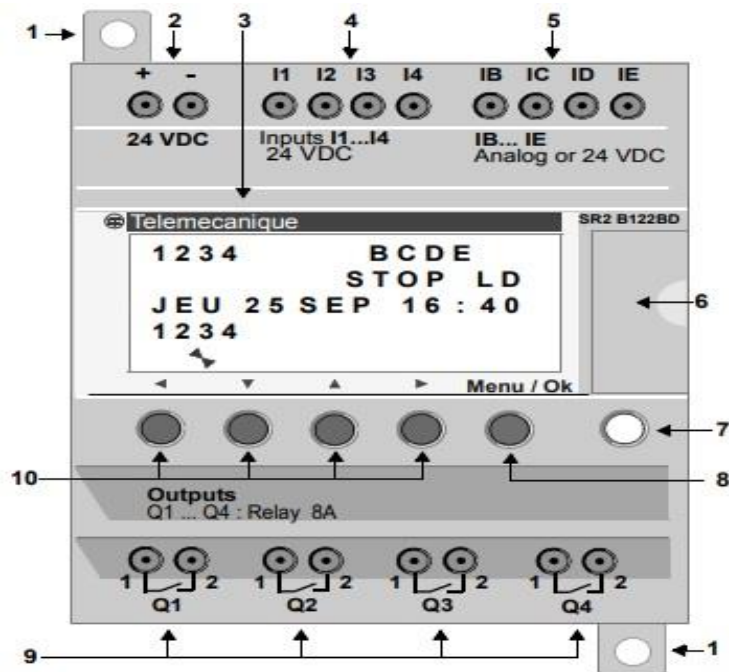


Figure 14 : les constituants du module zelio SR2B121BD

- 1-Pattes de fixation rétractables.
- 2-Bornier à vis d'alimentation.
- 3-Afficheur LCD, 4 lignes, 18 caractères

# Chapitre II : Présentation de la gamme Zelio Logic

4-Bornier à vis des entrées

5-Bornier à vis des entrées analogiques 0-10 volts utilisables en entrées TOR suivant le modèle

6-Emplacement mémoire de sauvegarde ou câble de raccordement PC

7-Touche Shift

8-Touche de sélection et validation

9-Bornier à vis sorties relais

10-Touches de navigation ou après configuration boutons poussoir Z

## II.2-2-b /1 Alimentation :

Raccordement d'un module à alimentation continue, protégé par un disjoncteur magnétothermique.

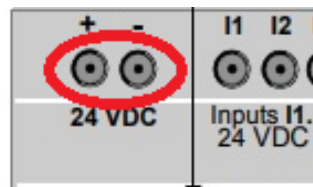


Figure 15 : Bornier à vis d'alimentation

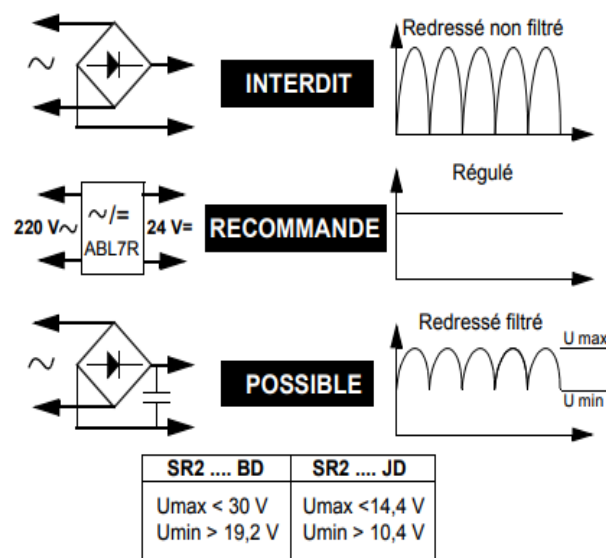


Figure 16 : Type d'alimentation pour le module Zelio Logic

# Chapitre II : Présentation de la gamme Zelio Logic

## II.2-2-b/2 Les entrées

Il faut que les entrées soient liées aux détecteurs qui sont raccordés à la phase de l'alimentation continue comme on voit dans Figure 5.

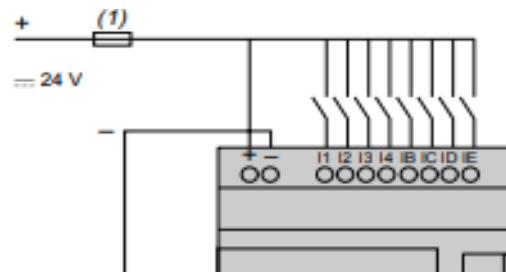


Figure 17 : Raccordement des entrées

## II.2-2-b/3 Les sorties

Les sorties sont liées aux actionneurs pour les réagir selon le signal envoyé (0 ou 1), leur raccordement et comme suit

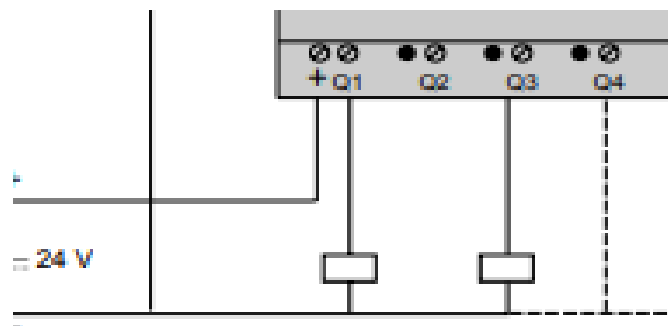


Figure 18 : Raccordement des sorties

## II.2-3 Constituants nécessaires à la mise en œuvre du module Zelio Logic

### II.2-3-a L'afficheur LCD

Les touches situées sur la face avant du module logique permettent de configurer, programmer, commander l'application et surveiller son déroulement(10). L'écran LCD s'allume 30 secondes chaque fois que l'une des touches de la face avant est pressée.



# Chapitre II : Présentation de la gamme Zelio Logic

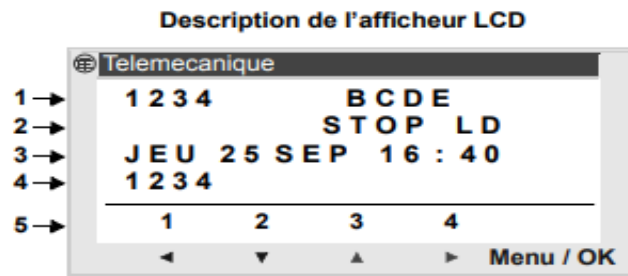


Figure 19 : Afficheur du module Zelio Logic

- 1-Visualisation de l'état des entrées (B...E représentent les entrées analogiques)
- 2-Visualisation du mode de marche (RUN/STOP) et du mode de programmation (LD/FBD)
- 3-Visualisation de la date (jour et heure pour les produits avec horloge)
- 4-Visualisation de l'état des sorties
- 5-Menus contextuels / boutons poussoirs / icônes indiquant les modes de marche

## II.2-3-b Mémoire

Le module logique Zelio Logic intègre une mémoire de sauvegarde, qui permet de dupliquer le programme dans un autre module logique(10) (exemples : réalisation d'équipements identiques, envoi de mises à jour à distance). Cette mémoire permet aussi d'effectuer une sauvegarde du programme en prévision d'un échange du produit.

## II.2-3-c Autonomie et sauvegarde

L'autonomie de l'horloge, assurée par une pile lithium(10), est de 10 ans. La sauvegarde des données (valeurs de présélection et valeurs courantes) est garantie par une mémoire Flash EEPROM (10 ans).

## II.2-3-d Communication

Les outils de programmation permettent de connecter le module Zelio Logic au PC équipé du logiciel "Zelio Soft 2" par :

- Liaison par câbles : Câble SR2 CBL01 sur port série 9 contacts ou Câble SR2 USB01 sur port USB (10)
- Liaison sans fil : interface Bluetooth SR2 BTC01
- Cartouche mémoire : le module Zelio Logic peut recevoir une cartouche mémoire de sauvegarde qui permet de dupliquer le programme dans un autre module Zelio Logic

# Chapitre II : Présentation de la gamme Zelio Logic

(chargement et mise à jour du logiciel embarqué uniquement avec la cartouche mémoire SR2 MEM02). (10)

La cartouche mémoire permet aussi d'effectuer une sauvegarde du programme en prévision d'un remplacement du produit.(10)



Figure 20 : Éléments de communication

- ❖ D'autres types de communication existent également, tels que:
  - Les extensions de communication réseau Modbus esclave et Ethernet serveur
  - Interface de communication Modem

## II.2-3-e Logiciel

Pour la programmation on utilise le logiciel Zelio Soft 2, que nous allons présenter par la suite.

## II.2-4 Installation du logiciel Zelio Soft 2

La simplicité de programmation de la gamme Zelio Logic garantit l'universalité des langages. La programmation peut être effectuée :

- de façon autonome en utilisant le clavier du module Zelio Logic (langage à contacts),
- sur PC avec le logiciel "Zelio Soft 2". Sur PC, la programmation peut être réalisée soit en langage à contacts (LADDER), soit en langage à blocs fonctions (FBD).

# Chapitre II : Présentation de la gamme Zelio Logic

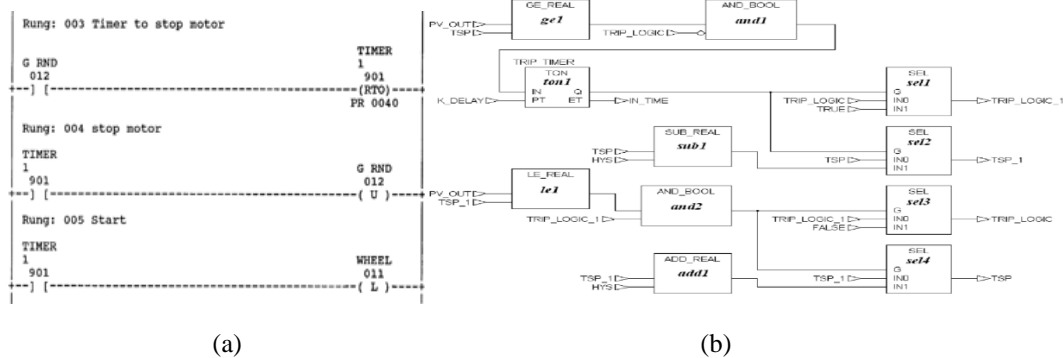


Figure 21 : (a) Langage LD, (b) langage FBD

Le logiciel “Zelio Soft 2” permet :

- La programmation en langage à contacts (LADDER) ou en langage à blocs fonctions (FBD)
- La simulation, le monitoring et la supervision,
- Le chargement et le déchargement de programmes,
- L’éditior de dossiers personnalisés,
- La compilation automatique de programmes,
- L’aide en ligne.

## II.2-4.a- Test des programmes:

2 modes de test sont proposés :

- Le mode simulation de “Zelio Soft 2”; il permet de tester un programme sans produit Zelio Logic, c’est-à-dire :
  - Activer les entrées “Tout ou Rien” (TOR)
  - visualiser l’état des sorties
  - Faire varier la tension des entrées analogiques
  - Activer les touches de programmation
  - Simuler le programme applicatif en temps réel ou en accéléré
  - visualiser, en dynamique et en rouge, les différents éléments actifs du programme.

# Chapitre II : Présentation de la gamme Zelio Logic

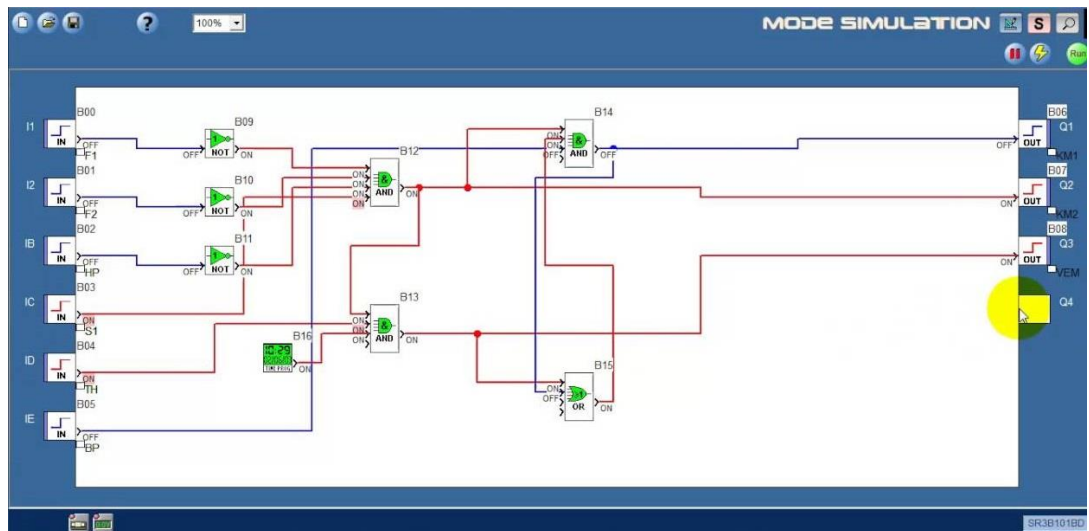
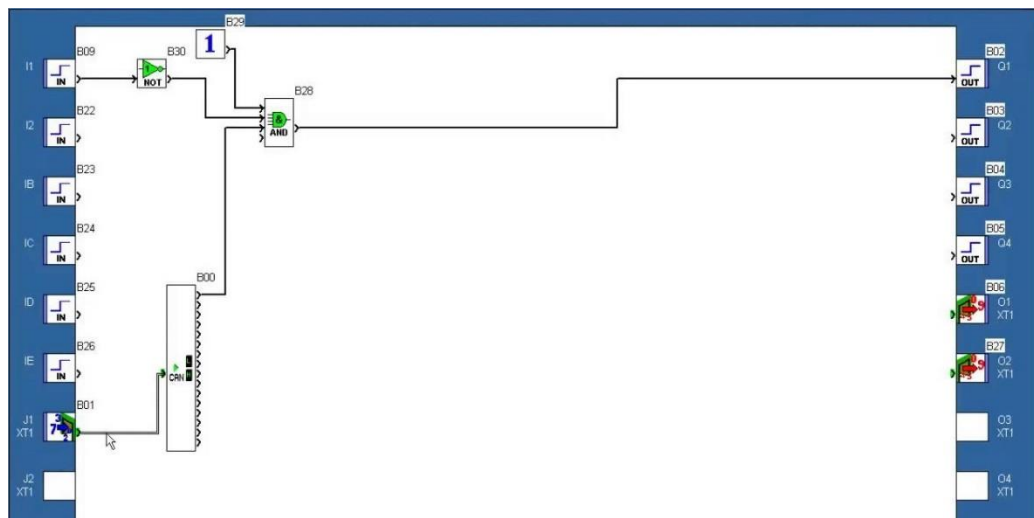


Figure 22 : Mode Simulation de Zelio Soft 2

- Le mode monitoring de “Zelio Soft 2” ; il permet de tester le programme exécuté par le module, c’est-à-dire :
  - Visualiser “en ligne” le programme
  - Forcer les entrées, les sorties, les relais auxiliaires et les valeurs courantes des blocs fonctions
  - Régler l’heure
  - Passer du mode d’arrêt (STOP) au mode de marche (RUN) et inversement.



# Chapitre II : Présentation de la gamme Zelio Logic

Figure 23 : Mode Monitoring

## II.2-5 Les Langages de programmation

Après avoir installé le logiciel Zelio Soft 2, il faut connaître les langages de programmation compatibles avec ce logiciel.

Le Logiciel Zelio soft est très simple et utile; il utilise deux langages :

### II.2-5-a Programmation en Ladder :

Ladder Diagram (LD) ou Langage Ladder ou schéma à contacts est un langage graphique très populaire auprès des automaticiens pour programmer les automates programmables industriels. Il ressemble un peu aux schémas électriques(12), et est facilement compréhensible.

#### II.2-5-a/1- Principe :

Un programme Ladder se lit de haut en bas et l'évaluation des valeurs se fait de gauche à droite. Les valeurs correspondent en fait, si on le compare à un schéma électrique, à la présence ou non d'un potentiel électrique à chaque nœud de connexion.

En effet, le Ladder est basé sur le principe d'une alimentation en tension représentée par deux traits verticaux reliés horizontalement par des bobines, des contacts et des blocs fonctionnels, d'où le nom 'Ladder' (échelle).

C'est un langage volontairement simple et graphique pour être compréhensible. Il a permis dans les années 90 d'être utilisé sans lourde formation par un électricien. Il est aujourd'hui un peu dépassé.

La puissance de calcul des CPUs actuelles permettent de travailler directement en langage objets avec des notions de classe et d'héritage.

#### II.2-5-a/2-Les composants du langage Ladder :

Il existe 3 composants :

- Contacts ou les entrées qui permettent de lire la valeur d'une variable booléenne
- Bobines ou les Sorties qui permettent d'écrire la valeur d'une variable booléenne
- les blocs fonctionnels qui permettent de réaliser des fonctions avancées

On distingue 2 types d'entrée (contact):

- Contact Normalement Ouvert (Normally open)
- Contact Normalement Fermé (Normally closed)

# Chapitre II : Présentation de la gamme Zelio Logic

On distingue également 2 types de sortie (Bobine):

- Bobine Normalement Ouverte (Normally open)
- Bobine Normalement Fermée (Normally closed)

Voici ci-dessous les différentes entrées et sorties possibles:

Tableau 1 : Différentes entrées et Sorties

Objet graphique	Nom
-   -	Contact normalement ouvert
-  /  -	Contact normalement fermé
- P -	Contact fermé au front montant
- N -	Contact fermé au front descendant
-(-)-	Bobine normalement ouverte
-(/)-	Bobine normalement fermé
-(s)- ou -(L)-	Bobine Latch (Maintenu à 1 une fois activé)
-(R)- ou -(U)-	Bobine reset (remise à 0 de la bobine Latch)
-(P)-	Bobine active au front montant
-(N)-	Bobine active au front descendant
-<return>	Retour inconditionnel
<Cond-<return>	Retour conditionnel
>>>Label	Saut inconditionnel
<Cond->>>Label	Saut Conditionnel

Réalisation des fonctions logiques :

Les fonctions logiques sont dérivées de leurs réalisations électriques. Donc, chaque fonction logique (AND, OR, XOR, NAND, NOR, NOT) a une représentation qui correspond à son équivalent électrique.

- ❖ 1<sup>er</sup> cas : on a un seul contact

# Chapitre II : Présentation de la gamme Zelio Logic

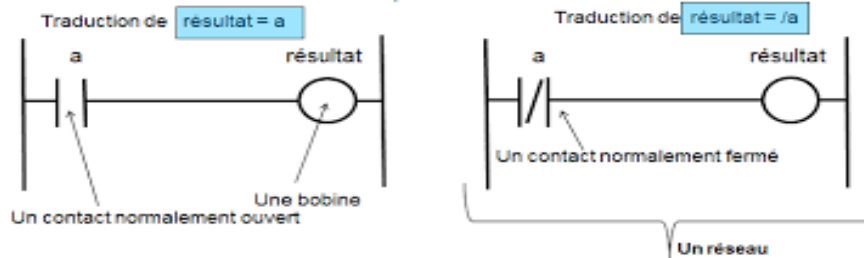


Figure 24 : schéma logique

❖ 2<sup>ème</sup> cas : on a une fonction AND (ET)

Set:  $X3 = X2 \cdot E2$

$X4 = X1 \cdot E1$

Reset:  $X3 = X3 \cdot E4$

$X4 = X4 \cdot E3$

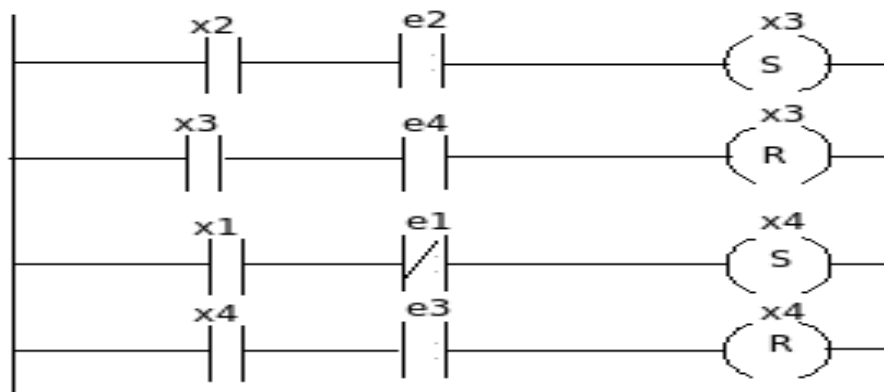


Figure 25: Fonction AND en Ladder

❖ 3<sup>ème</sup> cas : on a la fonction OR (OU)

Résultat =  $A+B+C$

# Chapitre II : Présentation de la gamme Zelio Logic

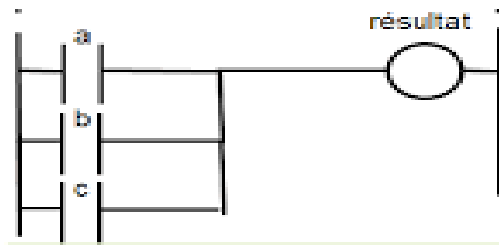


Figure 26 : Fonction OR en Ladder

## II.2-5-b Programmation en FBD (Bloc Fonctionnels) :

Le Functional Block Diagram (FBD) est un langage graphique. Il permet la construction de procédures complexes à partir de fonctions existantes de la librairie standard ou de la section des fonctions ou des blocs fonctionnels. (13)

### II.2-5-b/1-Principe :

Les boîtes fonctionnelles, ou en anglais function block diagram (FBD), constitue l'un des cinq langages utilisés pour les automates programmables(14) (en anglais PLC : programmable logic controllers). C'est un langage graphique, plus évolué que le Grafset, constitué de blocs (rectangles) qui décrivent une fonction entre, à gauche, des entrées, et à droite des sorties. Chaque bloc est constitué à l'intérieur de blocs plus simples, liés les uns aux autres. Chaque sortie d'un bloc peut être reliée à une entrée d'un autre bloc (si toutefois les données transférées sont de même type).

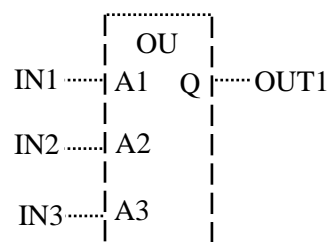
Des instructions plus ou moins complexes sont supportées, par exemple :

- des fonctions logiques tels que ET, OU, NAND,
- des fonctions mathématique, tels que SIN, COS,
- des fonctions de calcul sur des chaînes de caractères,

Les variables d'entrée et de sortie peuvent être des tableaux de variables, mais aussi des adresses pointant sur des variables en mémoire.

L'intérêt principal est de créer ses propres blocs et de pouvoir les réutiliser à loisirs, soit dans le même programme, soit dans d'autres programmes.

Par exemple :





# Chapitre II : Présentation de la gamme Zelio Logic

- L'équation est alors  $OUT1 = IN1 \text{ OU } IN2 \text{ OU } IN3$
- En interne, le bloc utilisera les variables A1, A2, A3 comme entrées, et Q1 comme sortie.

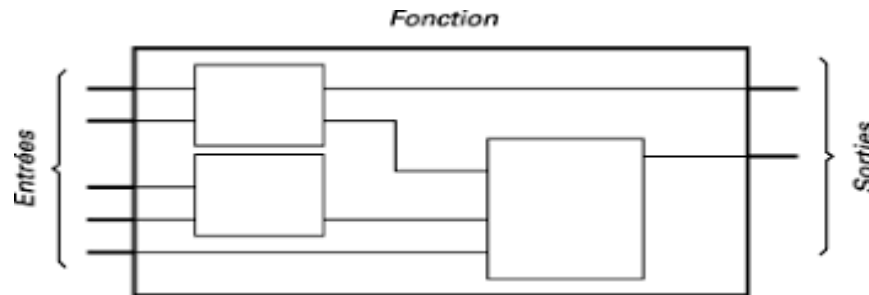


Figure 27 : Bloc Fonctionnel

## II.2-5-c Diagramme de fonctions séquentielles (Sequential Chart Function) SFC:

Le langage SFC (Sequentiel Function Chart) a été défini pour pouvoir diviser un problème complexe en des unités plus petites et plus manipulables, et aussi pour décrire le flux de commande entre ces unités. La séquence d'exécution de ces unités dépend des conditions statiques définies par le programme et des conditions dynamiques définies par les E/S. Les unités peuvent même être programmées en utilisant les autres langages de programmations des APIs. (14)

Le premier langage largement adopté décrivant un processus par un ensemble d'états et de conditions transitoires est le Grafcet, qui a été par la suite largement intégré dans le langage SFC.

### II.2-5-c/1- Rappel sur le grafcet :

Le GRAFCET (GRAphe Fonctionnel de Commande par Etape Transition) est un outil graphique qui permet la description du fonctionnement du système automatisé (15) au cours du temps d'une façon claire et sans ambiguïté.

Un GRAFCET est un ensemble d'étapes, de transitions et des liaisons orientées.

- A. Etape : une étape correspond à une phase durant laquelle on effectue une action pendant une certaine durée (même faible mais jamais nulle).
- B. L'action : elle doit être stable, c'est-à-dire que l'on fait la même chose pendant toute la durée de l'étape. À chaque étape on associe une ou plusieurs actions.

Une étape peut-être active ou désactive; dans le premier cas, on effectue l'action qui lui est associée.

Les actions peuvent :

- ♣ Commander des actions extérieures : déplacement d'un chariot, mise en marche d'un moteur, allumage d'un voyant...

# Chapitre II : Présentation de la gamme Zelio Logic

♣ Effectuer des relations intérieures : lancer une temporisation, activer un autre cycle...

- C. Transition : Une transition est une condition de passage d'une étape à une autre. Elle définit la fin de l'étape qui la précède. A chaque transition on associe une condition logique appelée **réceptivité**, qui définit la condition de passage d'une étape à la suivante.
- D. Les liaisons orientées : ce sont les voies d'évolution du grafcet. Elles sont horizontales ou verticales. Le sens général d'évolution du grafcet est du haut vers le bas. Des flèches doivent être utilisées dans le cas contraire ou lorsqu'une meilleure compréhension pourra en résulter.

La figure 28 illustre les différentes composantes d'un GRAFCET :

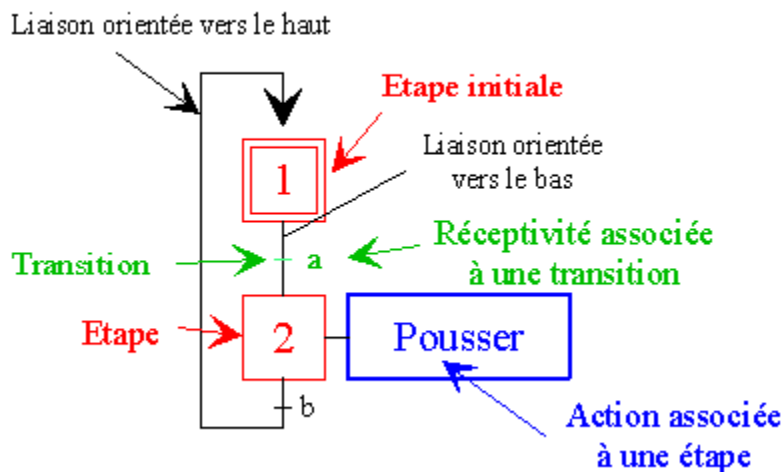


Figure 28 : Différentes composantes d'un GRAFCET

## II.2-5-c /2- Identification des étapes et des transitions en SFC

En SFC, une étape peut être identifiée graphiquement par un rectangle et un nom d'étape (ou double rectangle pour l'étape initiale) ou textuellement via une déclaration :

# Chapitre II : Présentation de la gamme Zelio Logic

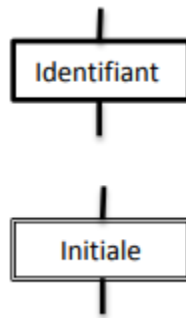


Figure 29 : Étapes en SFC

Une réceptivité associée à une transition peut être écrite en l'un des langages LD ou FBD

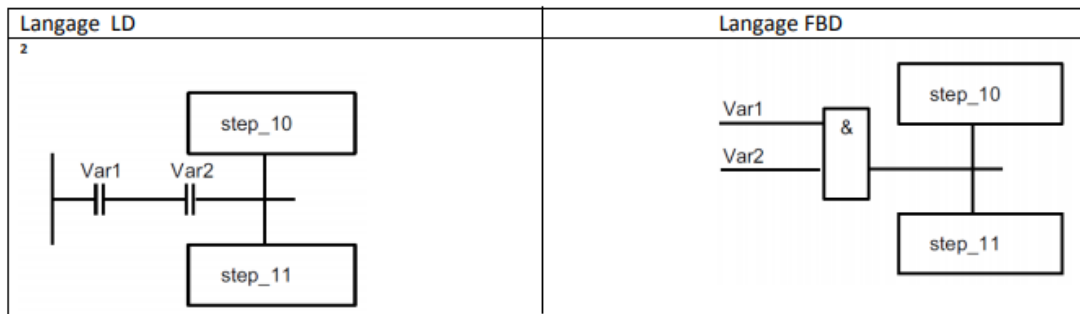


Figure 30 : Réceptivité en SFC

On peut aussi utiliser des connecteurs pour lier une réceptivité à une transition.

# Chapitre II : Présentation de la gamme Zelio Logic

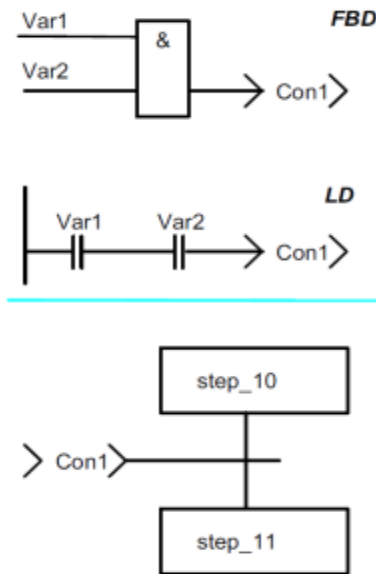
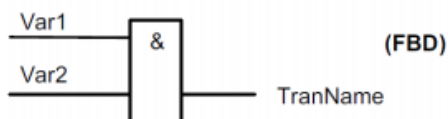


Figure 31 : Réceptivité on utilisant un connecteur

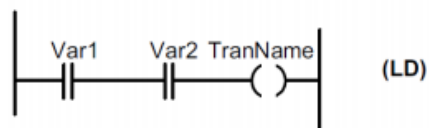
Une troisième méthode consiste à utiliser le nom de la réceptivité associé à la transition, écrite indépendamment du diagramme SFC, les langages textuels peuvent être utilisés dans ce cas. Cette méthode a l'avantage de pouvoir utiliser le nom de la réceptivité pour différentes transitions auxquelles est associée la même condition logique (Figure 21).

TRANSITION TranName FROM step\_10 TO step\_11:



END\_TRANSITION

TRANSITION TranName FROM step\_10 TO step\_11:



END\_TRANSITION

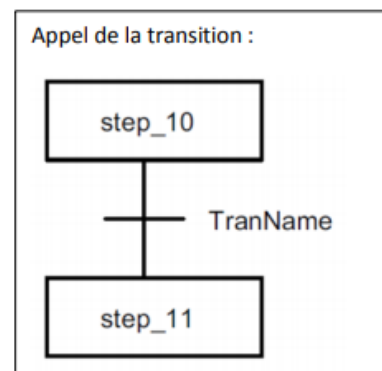


Figure 32 : Utilisation du nom de réceptivité pour la transition

# Chapitre II : Présentation de la gamme Zelio Logic

## II.2-5-c/3-L'utilisation des fonctions SFC :

Les fonctions standards ont des variables d'entrée (paramètres formels) ainsi que la valeur retournée par la fonction. Parmi ces fonctions on distingue :

- ❖ Des fonctions de conversions de types: elles convertissent la variable d'entrée en le type de donnée retournée par la fonction (Figure 22). (16)

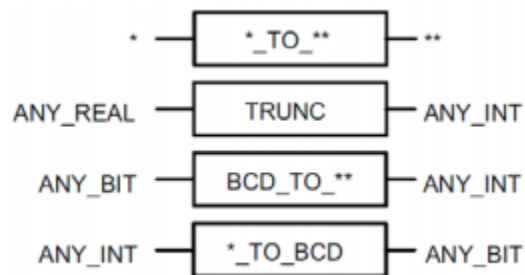


Figure 33: Conversion de types

- ❖ Des fonctions numériques : elles permettent de réaliser des fonctions mathématiques de base (abs, sqrt, Ln, Log, sin, cos, tan, asin,...) (16)
- ❖ Des Fonctions arithmétiques : elles permettent de réaliser des opérations arithmétiques (add, sub, mult, div)
- ❖ Des opérations sur les bits : elles permettent de manipuler des bits (décalage droit/gauche, rotation droite/gauche : SHR, SHL, ROR et ROL)
- ❖ Des opérations bit à bit : elles permettent de réaliser des opérations de type fonctions logique de base (not, and, or, xor)
- ❖ Des fonctions de sélection : les fonctions MAX, MIN et LIMIT permettent de faire une sélection selon la valeur de l'entrée pour Max ou Min.
- ❖ La fonction SEL pour la sélection binaire et la fonction Mux pour la commutation de plusieurs signaux logiques.(16)

# Chapitre II : Présentation de la gamme Zelio Logic

## II.3-Conclusion

Un API est un dispositif électronique programmable ; sa programmation est rendue beaucoup plus simple grâce à des logiciels dédiés.

Zelio Logic est un API dont l'utilisation est facile et intéressante pour les automaticiens et même les électriciens grâce à sa diversité .Cet API utilisent le logiciel Zelio Logic 2 qui permet de programmer selon plusieurs langages tels que Ladder et FBD.

Dans la partie programmation et réalisation de la maquette, nous avons utilisé la gamme Zelio logic de Schneider Electric et le logiciel Zelio Soft 2.

# Chapitre III

# Chapitre III : Gestion de feux de croisement par un automate Zélio Logic

## **III-1 Introduction :**

L'accroissement du nombre d'accidents urbains dans le monde a obligé les pouvoirs publics de chaque pays à investir massivement dans la recherche et le développement de l'automatisation des feux de signalisation. Pour sa part l'Algérie a réservé environ 15 milliards de dinars à ce secteur.

Dans le cadre des nouvelles orientations pour l'amélioration de la sécurité routière, un plan national de mise en service de nouvelles installations de gestion de carrefours, et de modernisation des installations existantes a été lancé.

En application à ces orientations, la commune d'Oran nous a confié la modification d'un feu du carrefour constitué par le croisement des deux voies Avenue des Martyrs et Avenue Cheikh Abdelkader.

Dans ce projet on va utiliser la gamme zelio logic fabriqué par Schneider Electric et le logiciel Zelio Soft 2, la programmation est faite en Ladder (LD).

## **III-2 Programmation de l'automate:**

### **III-2.1 GRAFCET de fonctionnement:**

Toute description du fonctionnement d'un automatisme passe obligatoirement par un outil graphique appelé le GRAFCET (**GRA**phe **F**onctionnel de **C**ommande par **E**tapes et **T**ransition).

Cet outil se caractérise par des objets graphiques spécifiques accessibles par l'onglet SFC (**S**équentiel **F**unction **C**hart : Graphique d'une fonction séquentielle).

Dans ce qui suit, la description de fonctionnement du système de signalisation du carrefour est présentée par l'outil grafcet.

### **III-2.2 Séquences de fonctionnement:**

#### **III-2.2.A Séquence de fonctionnement classique**

Dans ce qui suit, nous allons présenter la séquence de fonctionnement classique, dont le cycle de déroulement est le suivant :

- Rouge pendant 60 secondes
- Orange pendant 10 secondes
- Vert pendant 40 secondes
- Avec chevauchement de 5s de deux voies au Rouge pour la sécurité



# Chapitre III : Gestion de feux de croisement par un automate Zélio Logic

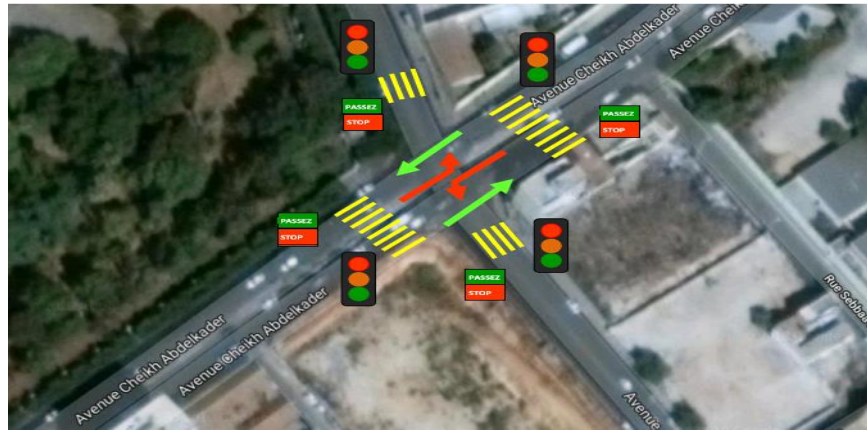


Figure 34 : le site de notre projet Avenue Des Martyres et Avenue Cheikh Abdelkader

## III-2.2.A.1 Tableau des entrées /sorties du Grafcet :

Tableau2 : les entrées/sorties du Grafcet

Les Actions(Sorties)
FR1 : Feu rouge 1(avenue Cheikh Abdelkader)
FR2 : Feu rouge 2 (Avenue les Martyrs)
FV1 : Feu vert 1(avenue Cheikh Abdelkader)
FV2 : Feu vert 2 (Avenue les Martyrs)
FO1 : Feu orange 1(avenue Cheikh Abdelkader)
FO2 : Feu orange 2 (Avenue les Martyrs)

Les actions (sorties) utilisées dans la programmation de notre Grafcet sont sous forme de feu trois couleurs utilisé dans les deux sens, comme suit :

Les Feux Tricolores au niveau de l'avenue Cheikh Abdelkader :

- FR1 : Feu rouge 1
- FV1 : Feu vert 1
- FO1 : Feu orange 1

Les Feux Tricolores au niveau de l'avenue des martyrs :

- FR2 : Feu rouge 2

# Chapitre III : Gestion de feux de croisement par un automate Zélio Logic

- FV2 : Feu vert 2
- FO2 : Feu orange 2

Notre Grafcet à un état initial de chevauchement de deux feux rouges au niveau des deux avenues (pour des raisons de sécurité), après passage au deuxième état feu vert avenue Cheikh Abdelkader pour 40s et maintien du feu rouge pendant 50s avenue les martyrs. Après 40s passage de feu vert au feu orange au niveau de l'avenue Cheikh Abdelkader.

Pour assurer la sécurité du carrefour, les feux rouges des deux voies seront activés en même temps pendant 5s, avant de passer au feu vert pour une durée de 40s au niveau de l'avenue des Martyrs. Le feu rouge au niveau de l'avenue Cheikh Abdelkader est activé pour une durée de 50s, ensuite, passage au feu orange pour une durée de 10s au niveau de l'avenue Cheikh Abdelkader.

Ce cycle de 1 min 50s se termine par un retour à l'état initial du Grafcet.

- Les entrées sont constituées de temporisateurs destinés au comptage du temps et le passage d'un état à l'autre appelé conditions de transition.

Les temporisateurs utilisés dans ce Grafcet sont comme suit :

T/X1/5s : Temporisateur 1 à l'état 1 pour 5s → l'action : FR1 et FR2 pour 5s

T/X2/40s : Temporisateur 2 à l'état 2 pour 40s. → L'action : passage du FR1 au FV1 après 40s

T/X6/50s : Temporisateur 3 à l'état 6 pour 50s. → L'action : Maintien de FR2 pour 50s

T/X3/10s : Temporisateur 4 à l'état 3 pour 10s. → L'action : passage du FV1 au FO1 après 10s

T/X4/5s : Temporisateur 5 à l'état 4 pour 5s. → L'action : passage du FO1 au FR1 et maintien pour 5s

T/X7/5s : Temporisateur 6 à l'état 7 pour 5s. → L'action : Maintien de FR2 pour 5s

T/X8/40s : Temporisateur 7 à l'état 8 pour 40s. → L'action : passage du FV1 au FO1 après 40s

T/X9/10s. T/X5/50s : Temporisateur 8 à l'état 6 pour 50s et 10s. → L'action : fin cycle et retour à l'état initial

# Chapitre III : Gestion de feux de croisement par un automate Zélio Logic

## III-2.2.A.2-Grafcet et utilisation du SFC dans Zelio Soft :

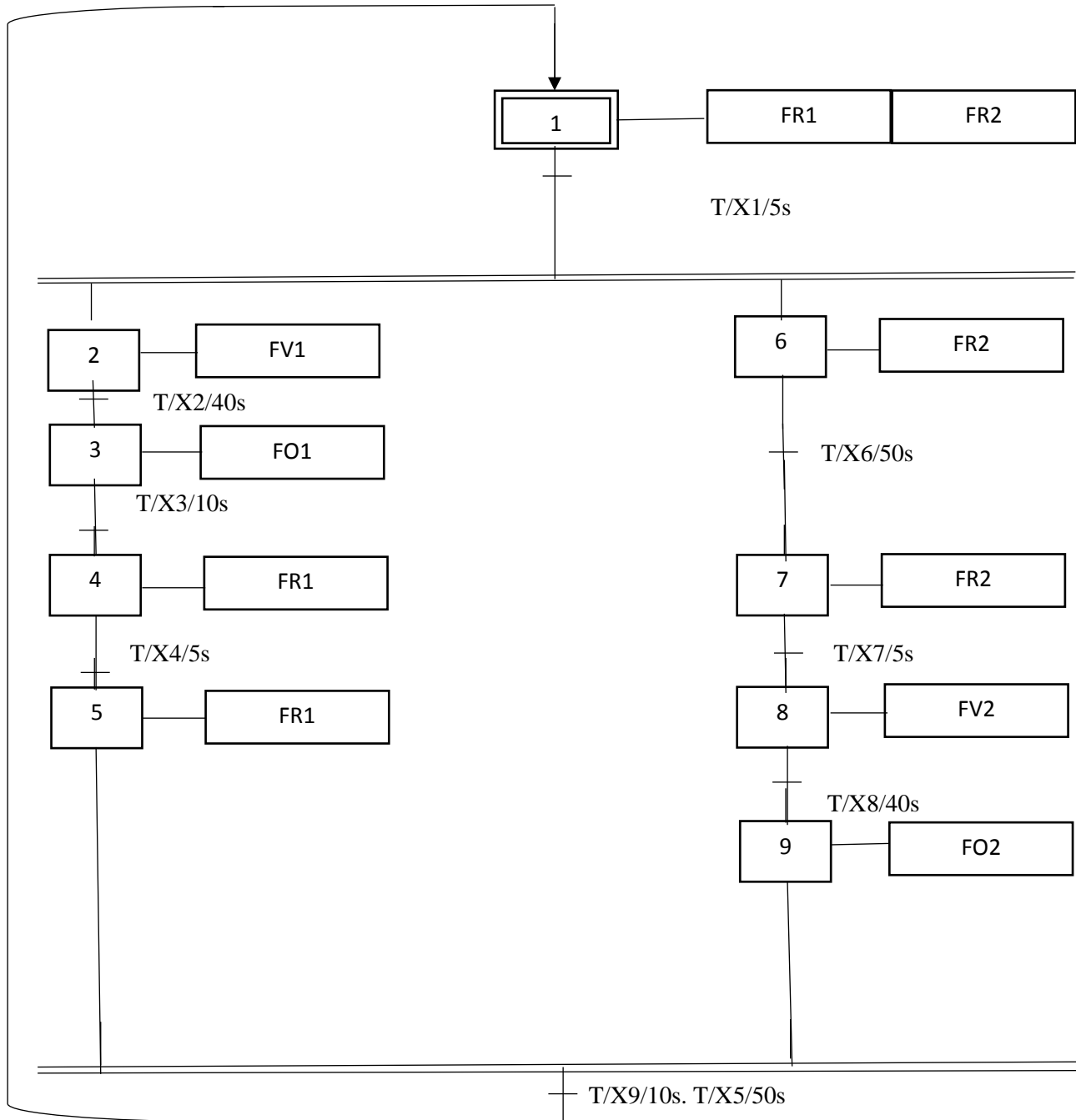


Figure 35 : Grafcet du fonctionnement classique

# Chapitre III : Gestion de feux de croisement par un automate Zélio Logic

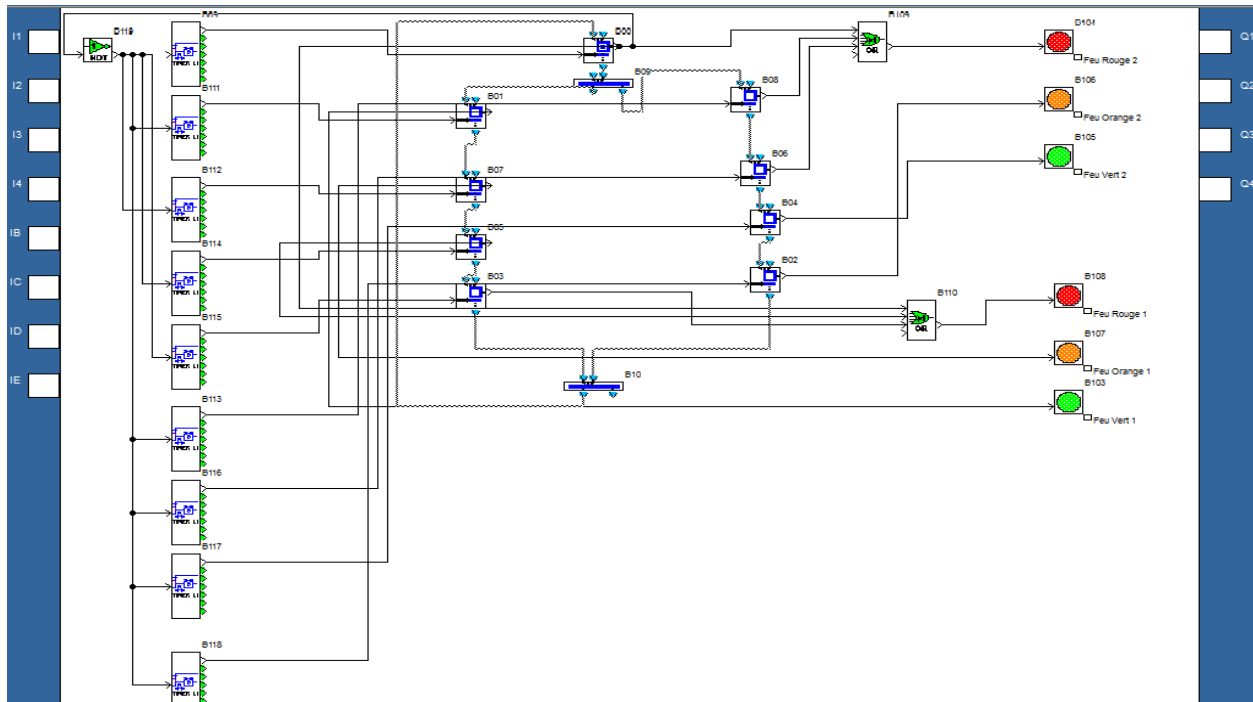


Figure 36 : Réalisation du Grafcet au SFC de la séquence classique

## III-2.2.A.3- Tableau des Conditions :

Tableau 3: Les conditions de Set et Reset des étapes

Xn	CAXn	CDXn
1	X9.T/X9/10s .X5T/X5/50s +init	T/X1/5s.init
2	X1.T/X1/5s.init	T/X2/40s+init
3	X2.T/X2/40s.init	T/X3/10s+init
4	X3.T/X3/10s.init	T/X4/5s+init
5	X4.T/X4/5s.init	T/X9/10s .T/X5/50s+init
6	X1.T/X1/5s.init	T/X6/50s+init
7	X6.T/X6/50s.init	T/X7/5s+init
8	X7.T/X7/5s.init	T/X8/40s+init
9	X8.T/X8/40s.init	T/X9/10s .T/X5/50s+init

# Chapitre III : Gestion de feux de croisement par un automate Zélio Logic

Les Conditions d'activation et de désactivation des actions :

L'action 1 (chevauchement de 5s des feux rouges)  $\longrightarrow$  est activée quand T/X9/10s .T/X5/50s +init sont vérifiées: les deux temporisateurs à l'état 5 et 9 ont fini de compter respectivement 50s et 10s ou lorsqu'on aura appuyé sur le bouton initialisation. Elle est désactivée quand T/X1/5s.init est vérifiée : le temporisateur a fini de compter les 5s et le bouton initialisation n'a pas été activé.

L'action 2 (feu vert 1)  $\longrightarrow$  activée quand T/X1/5s.init est vérifiée : le temporisateur à l'état 1 a fini de compter les 5s et le bouton initialisation n'a pas été activé. Elle est désactivée quand T/X2/40s+init est vérifiée : le temporisateur a fini de compter les 40s ou le bouton initialisation a été activé.

L'action 3 (feu orange 1)  $\longrightarrow$  activée quand T/X2/40s.init est vérifiée : le temporisateur à l'état 2 a fini de compter 40s et le bouton initialisation n'a pas été activé. Elle est désactivée quand T/X3/10s+init est vérifiée : le temporisateur a fini de compter les 10s ou le bouton initialisation est activé.

L'action 4 (feu rouge 1)  $\longrightarrow$  activée quand T/X3/10s.init est vérifiée : le temporisateur à l'état 3 a fini de compter les 40s et le bouton initialisation n'a pas été activé. Elle est désactivée quand T/X4/5s+init est vérifiée : le temporisateur a fini de compter les 5s ou le bouton initialisation a été activé.

L'action 5 (feu rouge 1)  $\longrightarrow$  activée quand T/X4/5s.init est vérifiée : le temporisateur à l'état 4 a fini de compter les 5s et le bouton initialisation n'a pas été activé. Elle est désactivée quand T/X9/5s.T/X5/50s+init est vérifiée : le temporisateur a fini de compter les 5s pour l'état 9 et 50s pour l'état 5 ou le bouton initialisation a été activé.

L'action 6 (feu rouge 2)  $\longrightarrow$  activée quand T/X1/5s.init est vérifiée : le temporisateur à l'état 1 a fini de compter les 5s et le bouton initialisation n'a pas été activé. Elle est désactivée quand T/X6/50s+init est vérifiée : le temporisateur a fini de compter les 50s ou le bouton initialisation a été activé.

L'action 7 (feu rouge 2)  $\longrightarrow$  activée quand T/X6/50s.init est vérifiée : le temporisateur à l'état 6 a fini de compter les 50s et le bouton initialisation n'a pas été activé. Elle est désactivée quand T/X7/5s+init est vérifiée : le temporisateur a fini de compter les 5s ou le bouton initialisation a été activé.

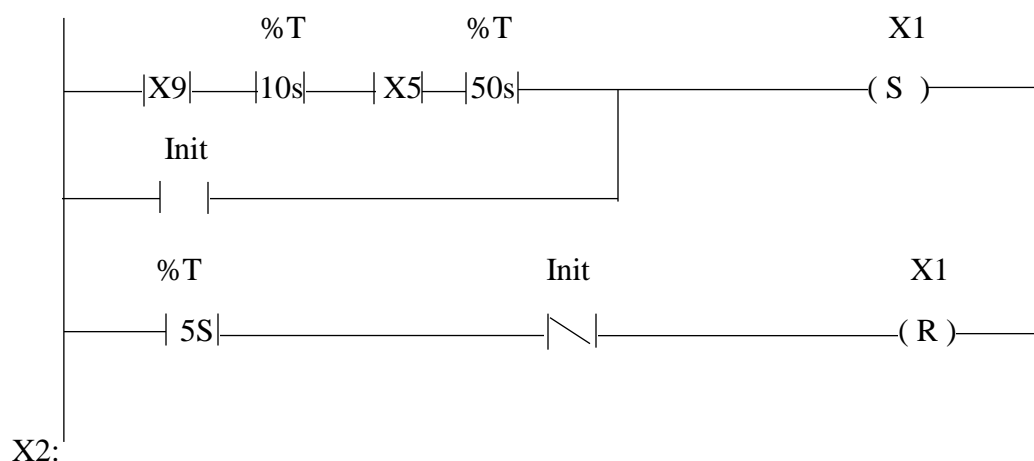
L'action 8 (feu vert 2)  $\longrightarrow$  activée quand T/X7/5s.init est vérifiée : le temporisateur à l'état 7 a fini de compter les 5s et le bouton initialisation n'a pas été activé. Elle est désactivée quand T/X8/40s+init est vérifiée : le temporisateur a fini de compter les 40s ou le bouton initialisation a été activé.

# Chapitre III : Gestion de feux de croisement par un automate Zélio Logic

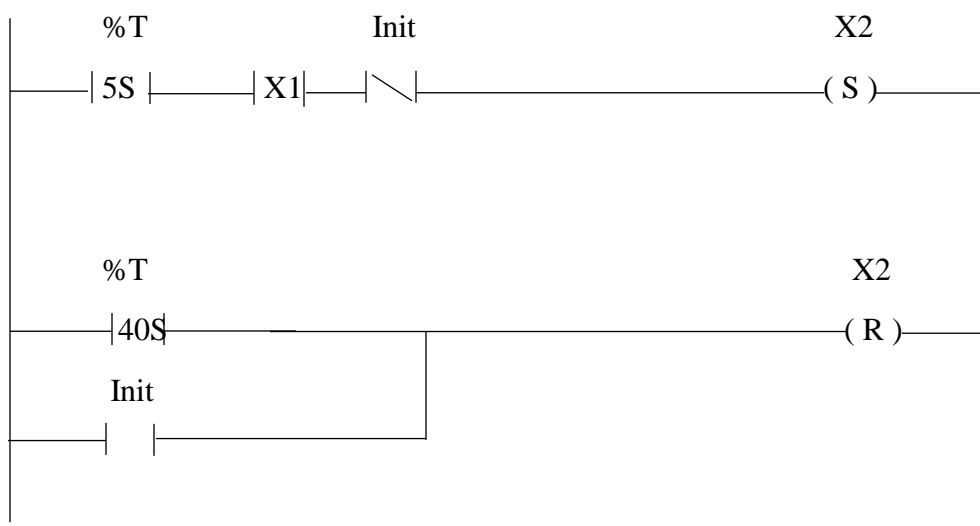
L'action 9 (feu orange 2)  $\longrightarrow$  activée quand T/X8/40s.init est vérifiée : le temporisateur à l'état 8 a fini de compter les 40s et le bouton initialisation n'a pas été activé. Elle est désactivée quand T/X9/10s.T/X5/50s+init est vérifiée : le temporisateur a fini de compter les 10s pour l'état 9 et les 50s pour l'état 5 ou le bouton initialisation a été activé.

## III-2.2.A.4. Traduction du tableau des conditions en langage Ladder :

X1 en Ladder :

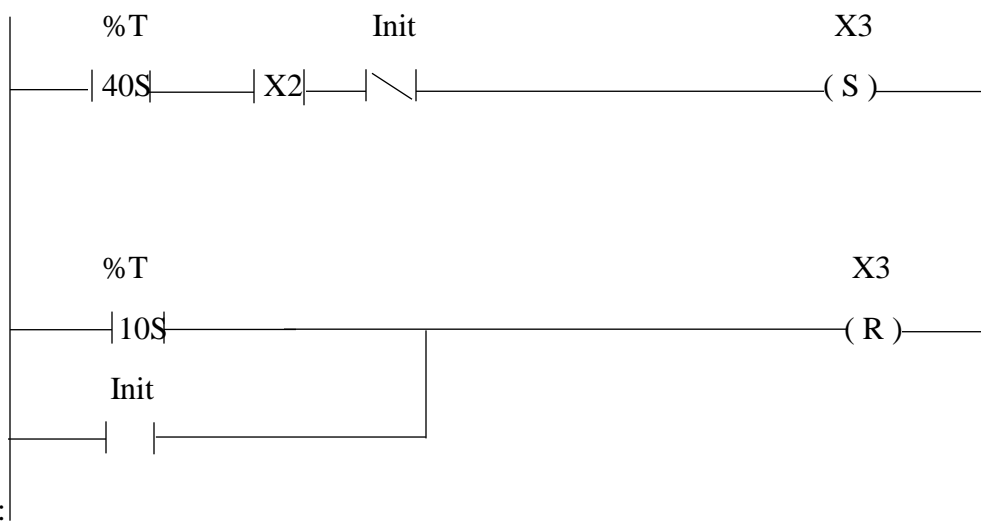


X2:

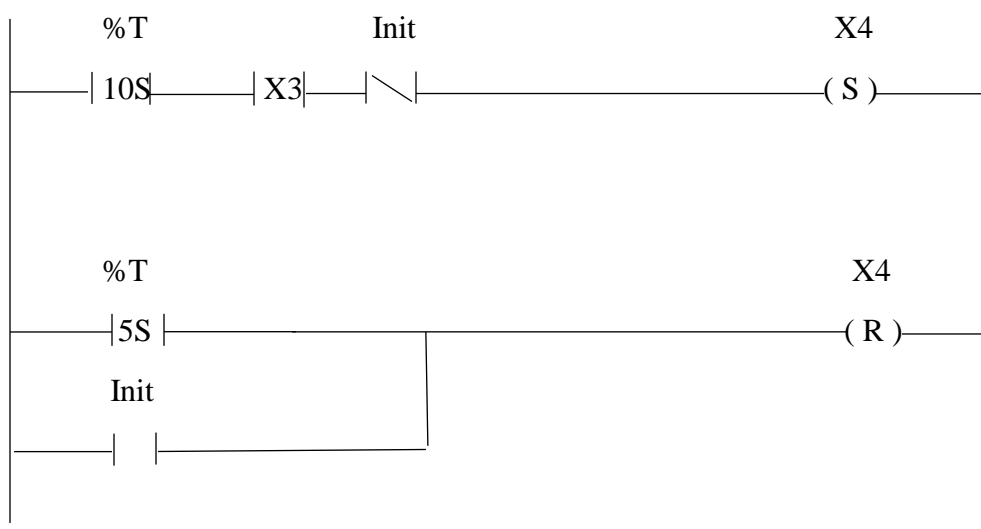


# Chapitre III : Gestion de feux de croisement par un automate Zélio Logic

X3:

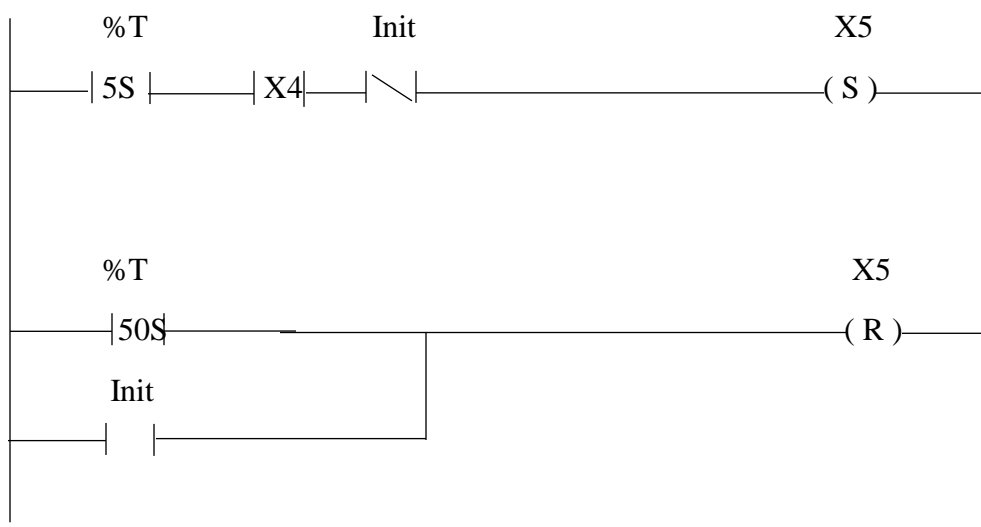


X4:

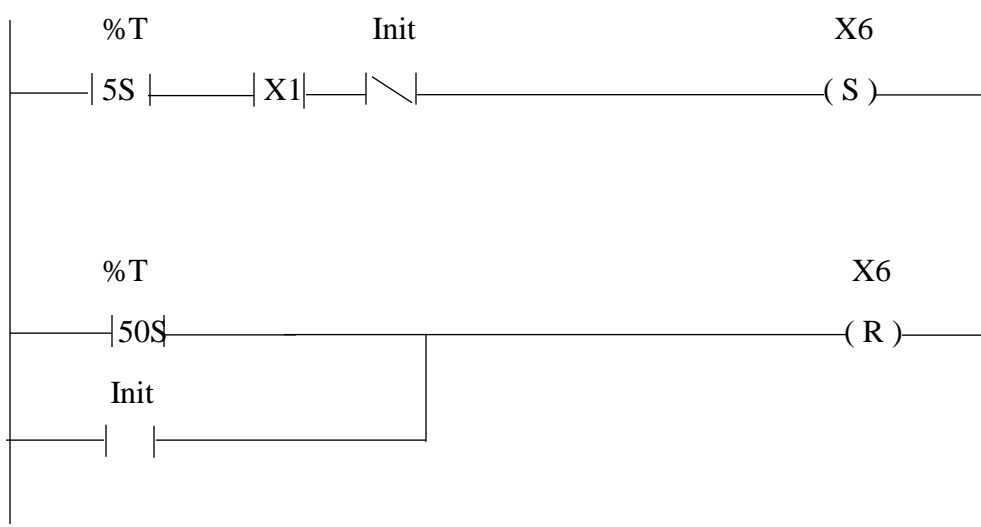


# Chapitre III : Gestion de feux de croisement par un automate Zélio Logic

X5:



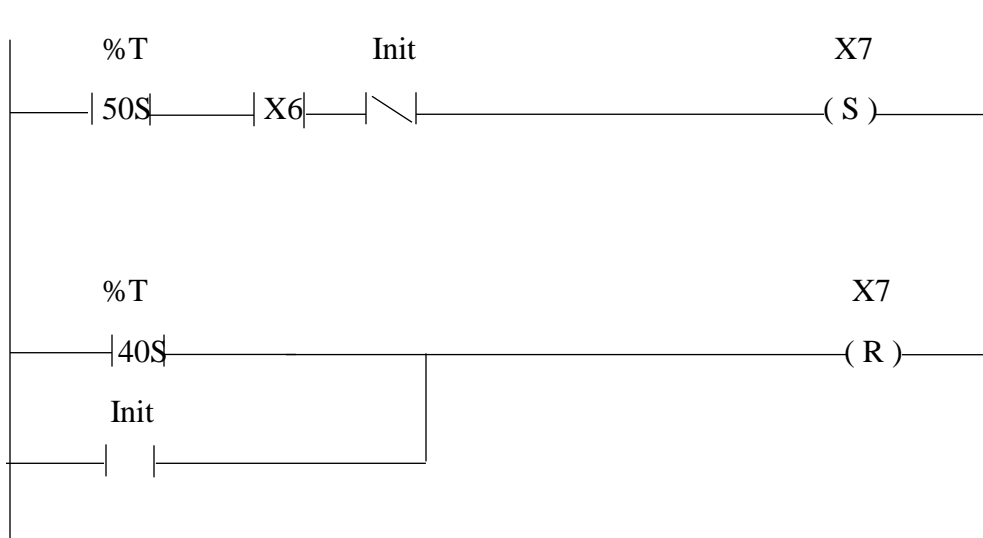
X6:



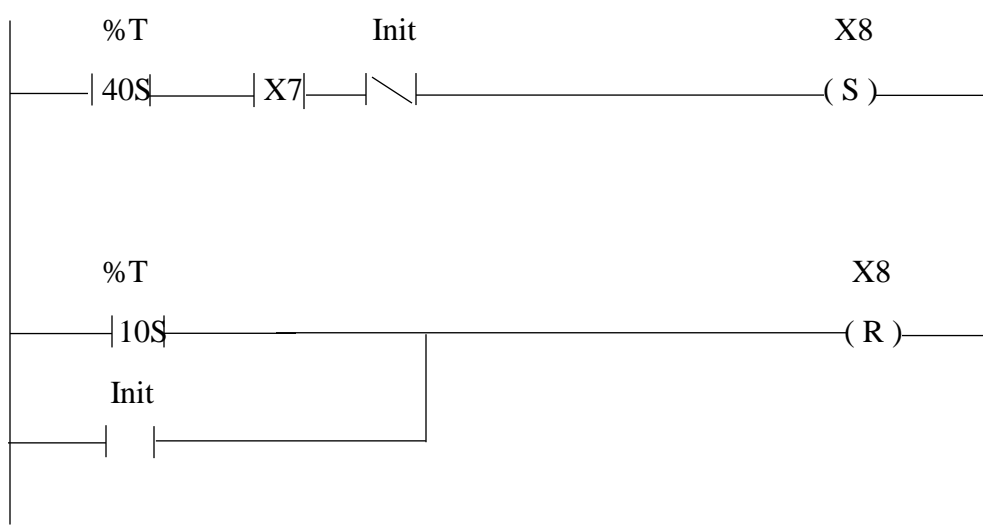


# Chapitre III : Gestion de feux de croisement par un automate Zélio Logic

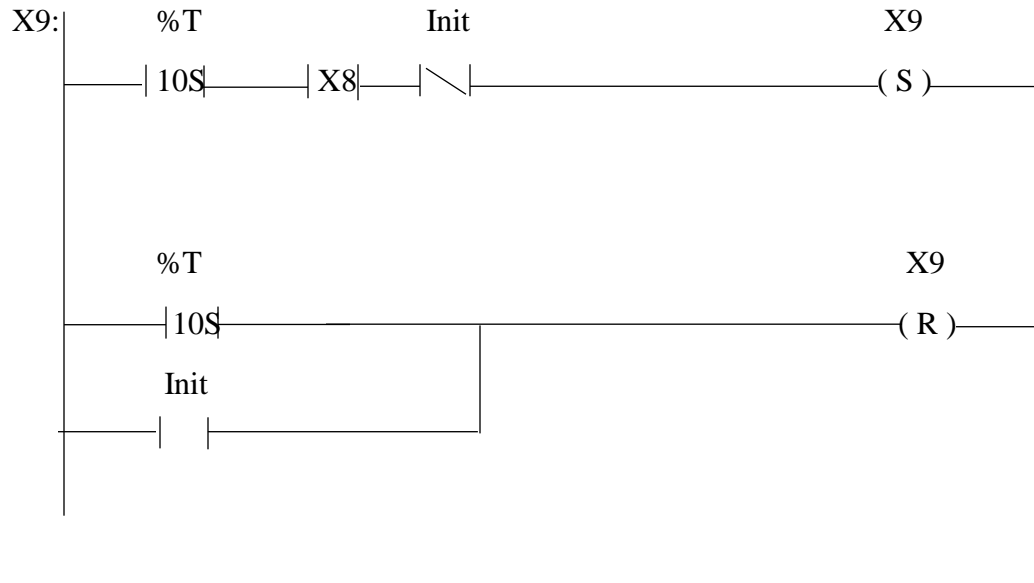
X7



X8:



# Chapitre III : Gestion de feux de croisement par un automate Zélio Logic



## III-2.2.B. Séquence de fonctionnement classique des feux Tricolores avec feux passage piétons

Dans ce qui suit, nous allons présenter la séquence tournante avec passage aux piétons. Le vert des piétons doit clignoter avant de passer au rouge

Les séquences sont comme suit :

- Feux rouges dans les deux voies pour 5 secondes. Les feux piétons 1 clignotent pendant 5s, puis passent au rouge. Les feux piétons 2 sont au vert pendant 60s.
- Feux verts 1(Avenue Cheikh Abdelkader) sont allumés pendant 40s et les feux Rouges 2(avenue les Martyrs) sont allumés pendant 50s. Les feux piétons 1 sont allumés en rouge pendant 50s
- Feux Oranges 1(avenue cheikh Abdelkader) sont allumés pendant 10s.
- Feux Rouges sont allumés pour les deux voies pendant 5 s avec feux piétons 1 allumés en vert pendant 60s. Les feux piétons 2 clignotent pendant 5s
- Feux Verts 2 (Avenue les Martyrs) allumés pendant 40s et feux rouges (avenue Cheikh Abdelkader) allumés pendant 50s avec feux piétons 2 allumés en rouge pendant 50s
- Feux Oranges 2 (Avenue les Martyrs) allumés pendant 10s.
- Retour à l'état initial

# Chapitre III : Gestion de feux de croisement par un automate Zélio Logic

## III-2.2.B.1 Tableau des entrées /sorties du Grafcet :

Tableau 4 : Les entrées/sorties du Grafcet

➤ Les Actions(Sorties)
FR1 : Feu au rouge 1(avenue Cheikh Abdelkader)
FR2 : Feu au rouge 2 (Avenue des Martyrs)
FV1 : Feu au vert 1(avenue Cheikh Abdelkader)
FV2 : Feu au vert 2 (Avenue des Martyrs)
FO1 : Feu orange 1(avenue Cheikh Abdelkader)
FO2 : Feu orange 2 (Avenue des Martyrs)
PR1 : Feu Piétons rouge (Avenue Cheikh Abdelkader)
PR2 : Feu Piétons rouge (Avenue des Martyrs)
PV1 : Feu Piétons vert (Avenue Cheikh Abdelkader)
PV2 : Feu Piétons vert (Avenue des Martyrs)
PC1 : Feu Piétons clignotant (Avenue Cheikh Abdelkader)
PC2 : Feu Piétons clignotant (Avenue des Martyrs)

Les actions (sorties) utilisées dans la programmation de notre Grafcet sont sous forme de feu tricolore allumé dans les deux sens comme suit :

Les feux tricolores au niveau de l'avenue Cheikh Abdelkader :

- FR1 : Feu rouge 1
- FV1 : Feu vert 1
- FO1 : Feu orange 1
- PR1 : Feu piétons rouge 1
- PV1 : Feu piétons vert 1
- PC1 : Feu piétons clignotant 1

Les feux tricolores au niveau de l'avenue des martyrs :

- FR2 : Feu rouge 2
- FV2 : Feu vert 2

# Chapitre III : Gestion de feux de croisement par un automate Zélio Logic

- FO2 : Feu orange 2
- PR2 : Feu piétons rouge 2
- PV2 : Feu piétons vert 2
- PC2 : Feu piétons clignotant 2

- Les entrées sont des temporisateurs qui assure le comptage du temps et le passage d'un état à l'autre appelé conditions de transition.

Les temporisateurs utilisés dans ce Grafset sont comme suit :

T/X1/5s : Temporisateur 1 à l'état 1 activé pendant 5s ➡ Les actions : FR1 et FR2, PC1 et PV2 pour une durée de 5s, sont exécutées.

T/X2/40s : Temporisateur 2 à l'état 2 activé pendant 40s. ➡ Les actions : passage du FR1 au FV1 et PC1 au PR1 pour une durée de 40s, sont exécutées.

T/X6/50s : Temporisateur 3 à l'état 6 activé pendant 50s. ➡ Les actions : maintien de FR2 et PV2 pour une durée de 50s, sont exécutées.

T/X3/10s : Temporisateur 4 à l'état 3 activé pendant 10s. ➡ Les actions : passage du FV1 au FO1 et maintien de PR1 pour une durée de 10s, sont exécutées.

T/X4/5s : Temporisateur 5 à l'état 4 activé pendant 5s. ➡ Les actions : passage du FO1 au FR1 et PR1 au PV1 et maintien pour une durée de 5s, sont exécutées.

T/X7/5s : Temporisateur 6 à l'état 7 activé pendant 5s. ➡ Les actions : maintien de FR2 et PC2 sont exécutées pour une durée de 5s.

T/X8/40s : Temporisateur 7 à l'état 8 activé pendant 40s. ➡ Les actions : passage du FV2 au FO2 et PR2 sont exécutées après une durée de 40s

T/X9/10s. T/X5/50s : Temporisateur 8 à l'état 5 pour une durée de 50s et à l'état 9 pour une durée de 10s. ➡ Les actions : fin de cycle et retour à l'état initial FR1, FR2, PC1, PV2 pour une durée de 5s, sont exécutées.

# Chapitre III : Gestion de feux de croisement par un automate Zélio Logic

## III-2.2.B.2-Grafctet et utilisation du SFC dans Zelio Soft :

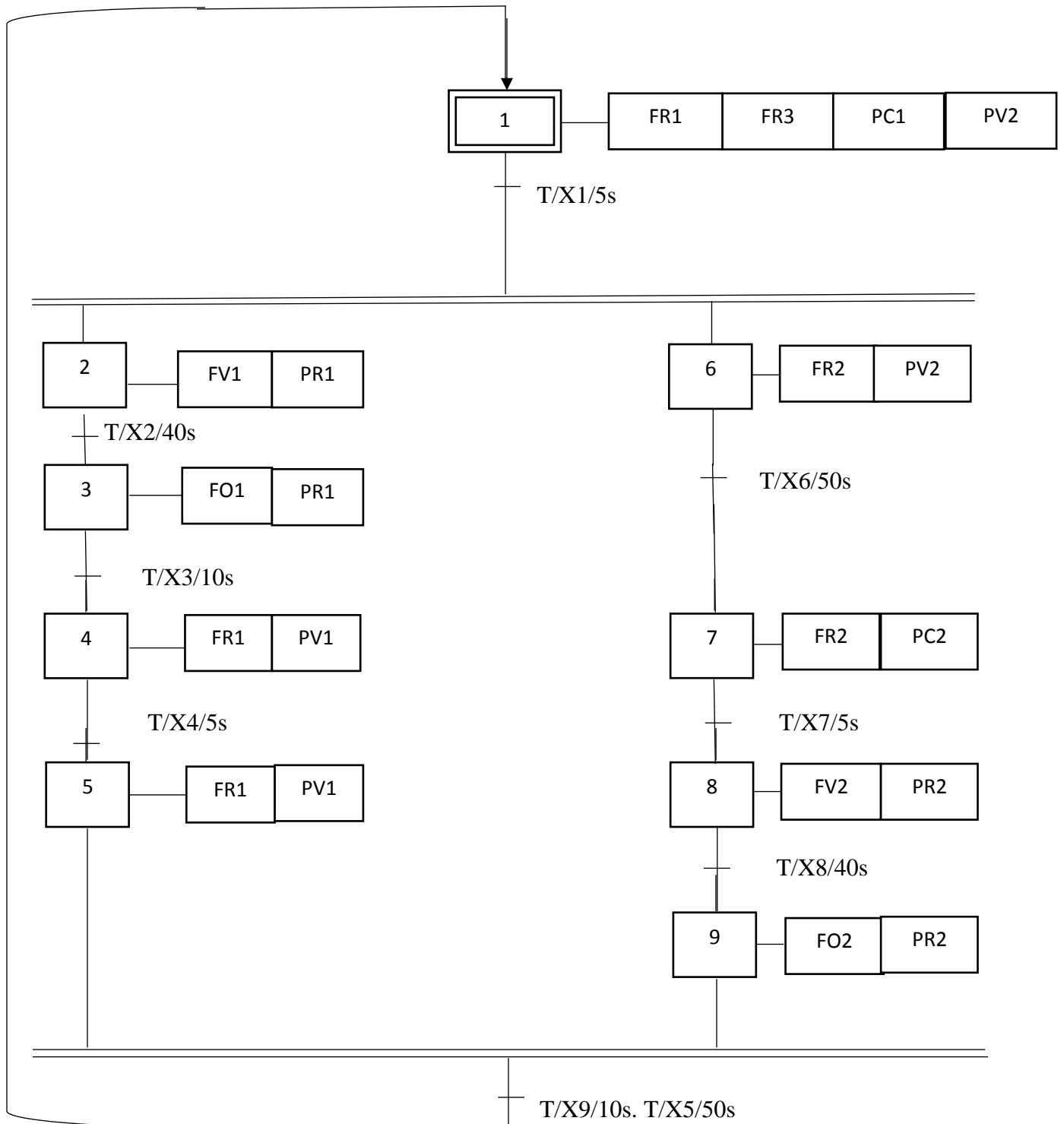


Figure 37 : Grafctet de séquence normal avec les feux piétons

# Chapitre III : Gestion de feux de croisement par un automate Zélio Logic

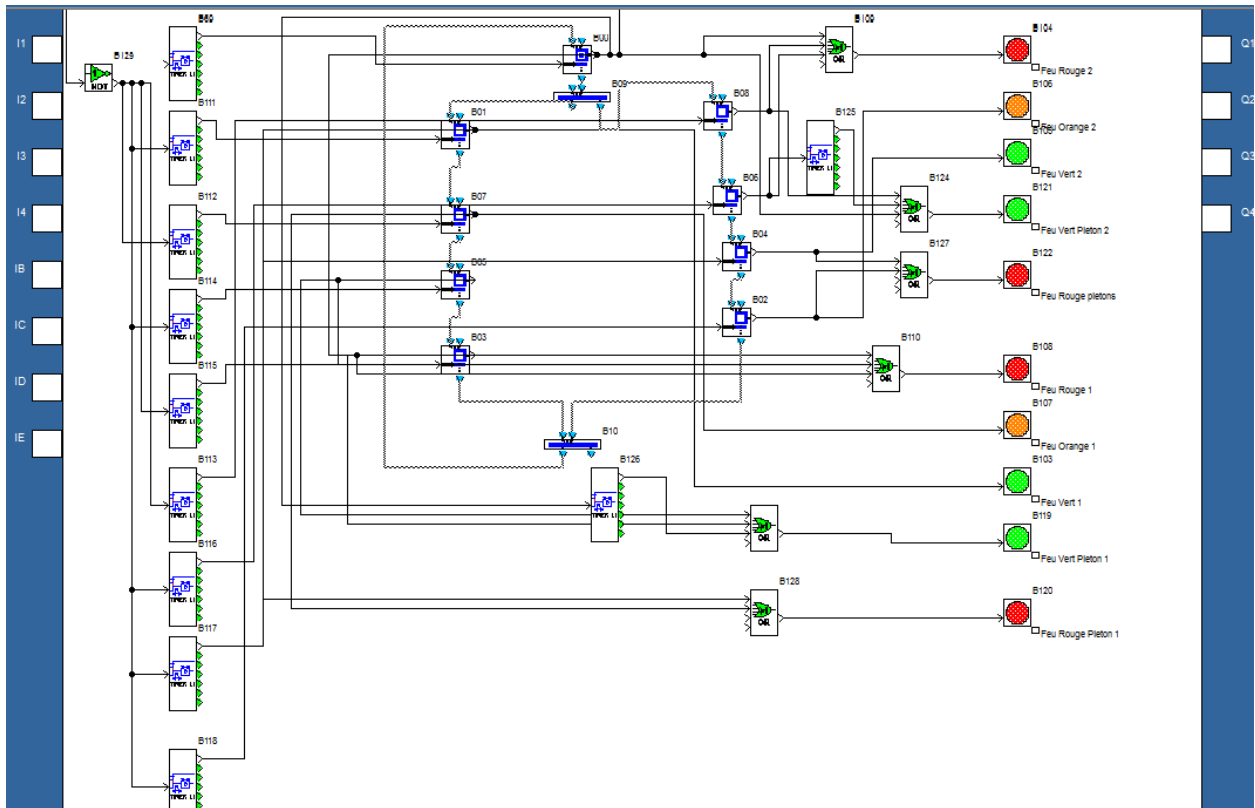


Figure 38 : Réalisation du Grafset au SFC de Séquence classique avec les feux piétons

## III-2.2.B.3- Tableau des Conditions :

Tableau 5 : Les conditions de Set et Reset des étapes

Xn	CAXn	CDXn
1	X9.T/X9/10s .X5T/X5/60s +init	T/X1/5s.init
2	X1.T/X1/5s.init	T/X2/40s+init
3	X2.T/X2/40s.init	T/X3/10s+init
4	X3.T/X3/10s.init	T/X4/5s+init
5	X4.T/X4/5s.init	T/X5/60s+init
6	X1.T/X1/5s.init	T/X6/60s+init
7	X6.T/X6/60s.init	T/X7/40s+init
8	X7.T/X7/40s.init	T/X8/10s+init
9	X8.T/X8/10s.init	T/X9/10s +init

# Chapitre III : Gestion de feux de croisement par un automate Zélio Logic

Les conditions d'activation et de désactivation des actions sont comme suit :

L'action 1 (chevauchement de 5s des feux rouges)  $\longrightarrow$  est activée quand les conditions T/X9/10s .T/X5/50s +init sont vérifiées: les deux temporisateurs à l'état 5 et 9 ont fini de compter les 50s et 10s, respectivement, ou le bouton initialisation a été activé. Elle est désactivée quand la condition T/X1/5s.init est vérifiée : le temporisateur a fini de compter les 5s et que le bouton initialisation n'a pas été activé.

L'action 2 (feu vert 1)  $\longrightarrow$  activée quand la condition T/X1/5s.init est vérifiée : le temporisateur à l'état 1 a fini de compter les 5s et le bouton initialisation n'a pas été activé. Elle est désactivée quand la condition T/X2/40s+init est vérifiée : le temporisateur a fini de compter les 40s ou le bouton initialisation a été activé.

L'action 3 (feu orange 1)  $\longrightarrow$  activée quand la condition T/X2/40s.init est vérifiée : le temporisateur à l'état 2 a fini de compter les 40s et le bouton initialisation n'a pas été activé. Elle est désactivée quand la condition T/X3/10s+init est vérifiée : le temporisateur a fini de compter les 10s ou le bouton initialisation a été activé.

L'action 4 (feu rouge 1)  $\longrightarrow$  activée quand la condition T/X3/10s.init est vérifiée : le temporisateur à l'état 3 a fini de compter les 40s et le bouton initialisation n'a pas été activé. Elle est désactivée quand la condition T/X4/5s+init est vérifiée : le temporisateur a fini de compter les 5s ou le bouton initialisation a été activé.

L'action 5 (feu rouge 1)  $\longrightarrow$  activée quand la condition T/X4/5s.init est vérifiée : le temporisateur à l'état 4 a fini de compter les 5s et le bouton initialisation n'a pas été activé. Elle est désactivée quand la condition T/X9/5s.T/X5/50s+init est vérifiée : le temporisateur a fini de compter les 5s de l'état 9 et les 50s de l'état 5 ou le bouton initialisation a été activé.

L'action 6 (feu rouge 2)  $\longrightarrow$  activée quand la condition T/X1/5s.init est vérifiée : le temporisateur à l'état 1 a fini de compter les 5s et le bouton initialisation n'a pas été activé. Elle est désactivée quand la condition T/X6/50s+init est vérifiée : le temporisateur a fini de compter les 50s ou le bouton initialisation a été activé.

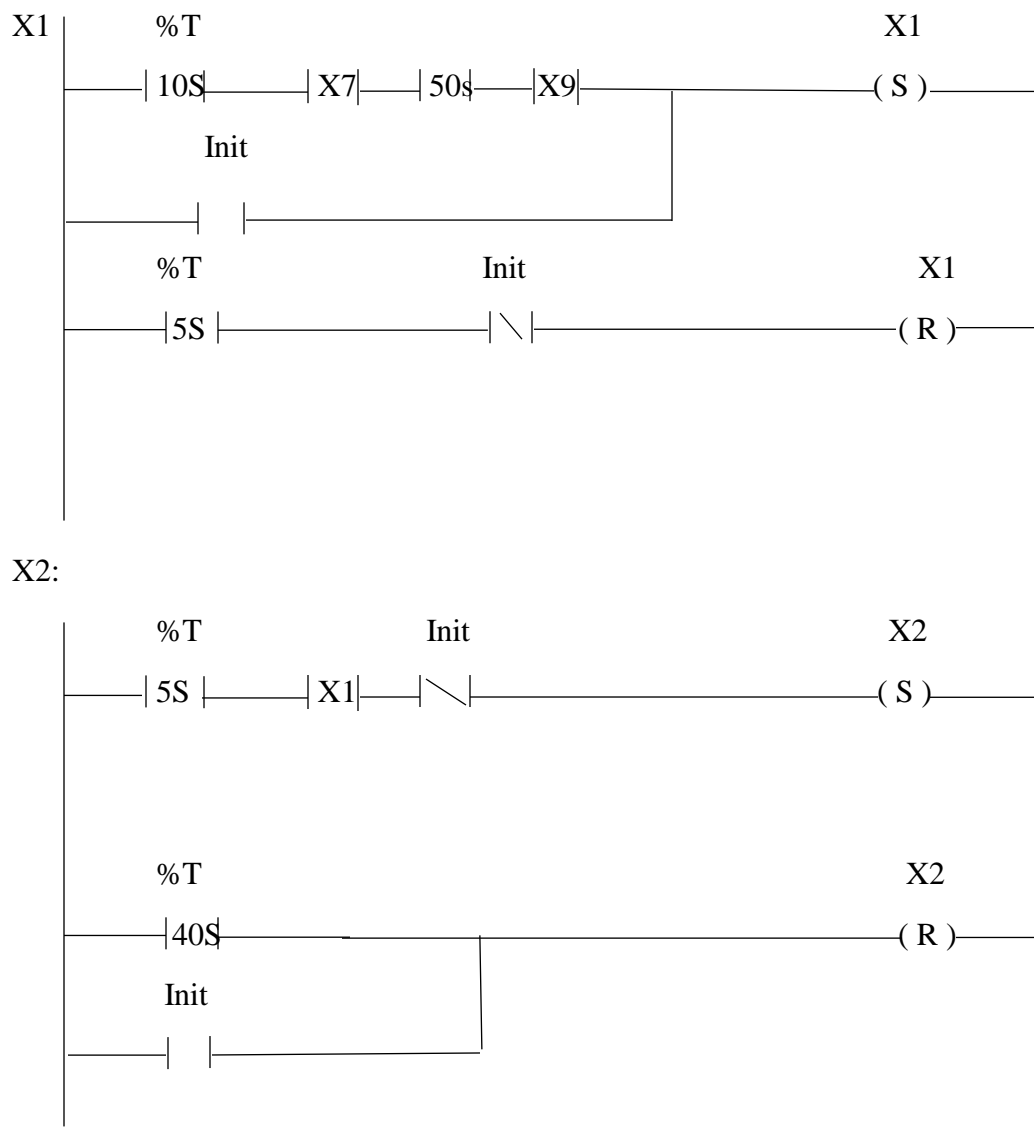
L'action 7 (feu rouge 2)  $\longrightarrow$  activée quand la condition T/X6/50s.init est vérifiée : le temporisateur à l'état 6 a fini de compter les 50s et le bouton initialisation n'a pas été activé. Elle est désactivée quand T/X7/5s+init est vérifiée : le temporisateur a fini de compter les 5s ou le bouton initialisation a été activé.

L'action 8 (feu vert 2)  $\longrightarrow$  activée quand la condition T/X7/5s.init est vérifiée : le temporisateur à l'état 7 a fini de compter les 5s et le bouton initialisation n'a pas été activé. Elle est désactivée quand la condition T/X8/40s+init est vérifiée : le temporisateur a fini de compter les 40s ou le bouton initialisation a été activé.

# Chapitre III : Gestion de feux de croisement par un automate Zélio Logic

L'action 9 (feu orange 2)  $\longrightarrow$  activée quand la condition T/X8/40s.init est vérifiée : le temporisateur à l'état 8 a fini de compter les 40s et le bouton initialisation n'a pas été activé. Elle est désactivée quand la condition T/X9/10s.T/X5/50s+init est vérifiée : le temporisateur a fini de compter les 10s pour l'état 9 et les 50s pour l'état 5 ou le bouton initialisation a été activé.

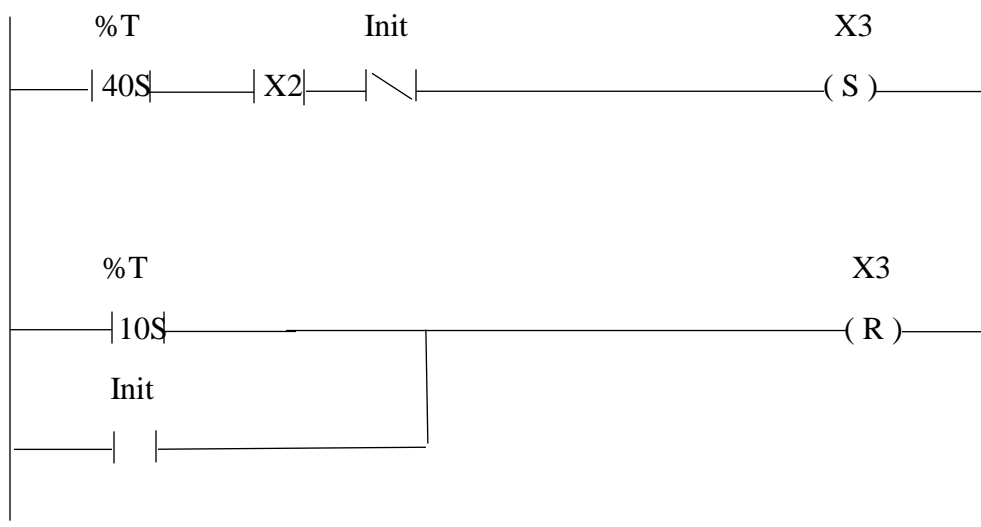
## III-2.2.B.4. Traduction du tableau des conditions en langage Ladder :



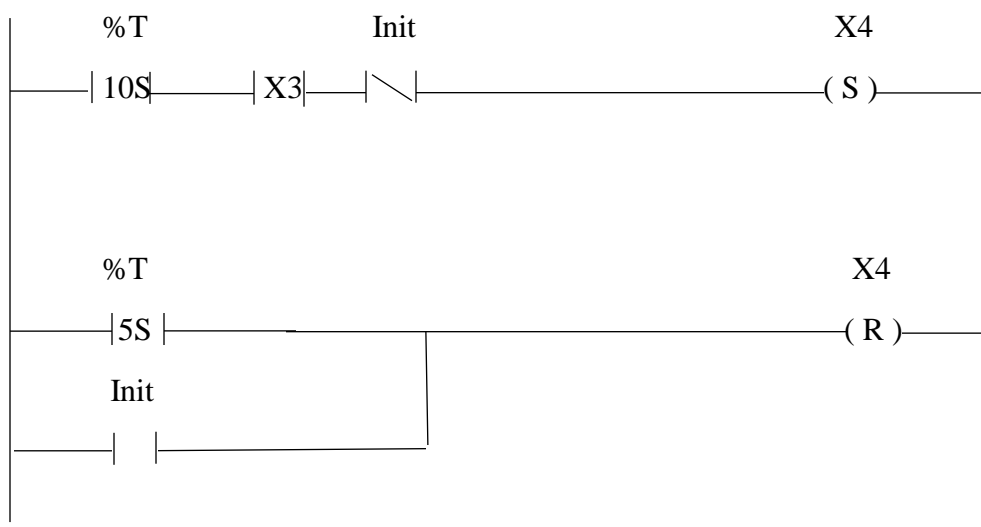


# Chapitre III : Gestion de feux de croisement par un automate Zélio Logic

X3:

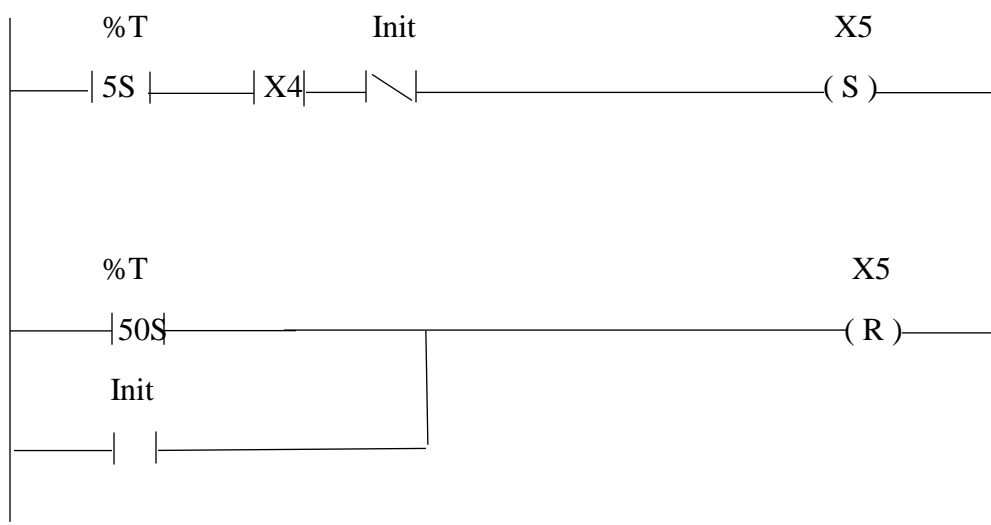


X4:

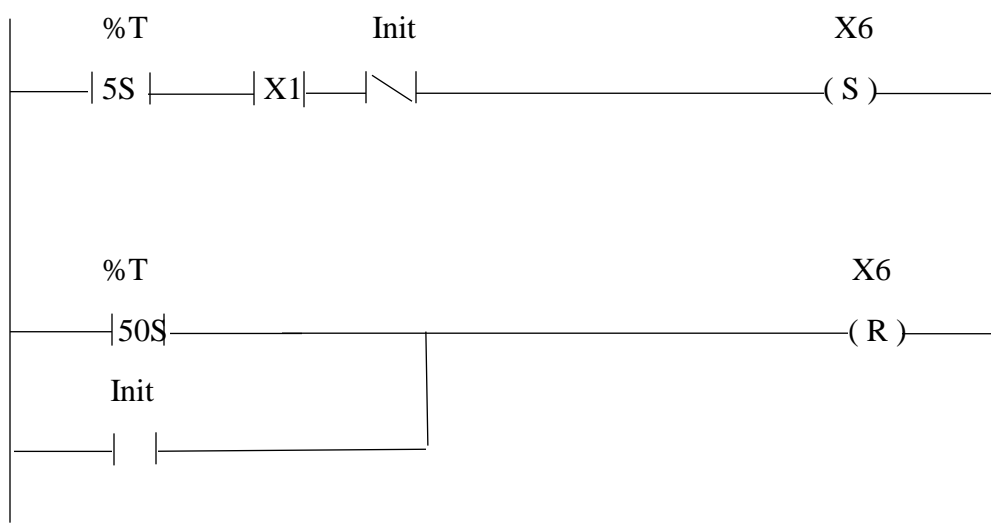


# Chapitre III : Gestion de feux de croisement par un automate Zélio Logic

X5:

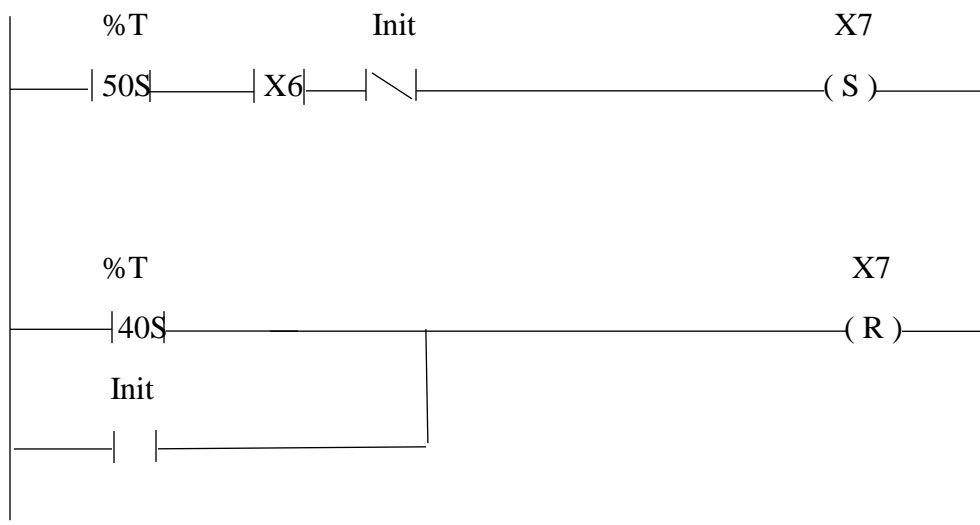


X6:

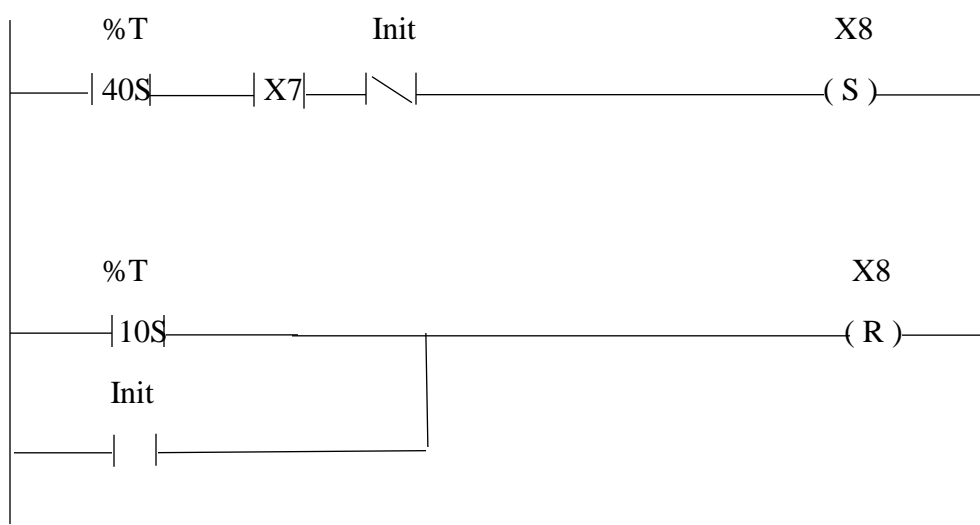


# Chapitre III : Gestion de feux de croisement par un automate Zélio Logic

X7:

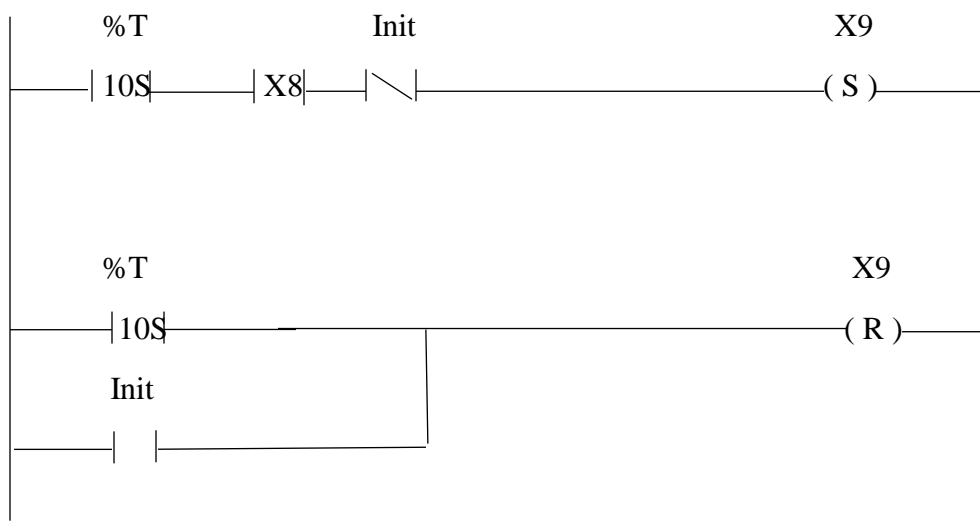


X8:



# Chapitre III : Gestion de feux de croisement par un automate Zélio Logic

X9:



## III-2.2.C. Séquence de fonctionnement classique des feux tricolores avec feux de passage piétons et bouton de demande de passage

Dans ce cas, nous allons réaliser une séquence tournante des feux tricolores avec des feux de piétons, en ajoutant un bouton de demande de passage pour les piétons. Le feu vert piéton sera activé 10s après l'appui sur le bouton.

Les séquences sont comme suit :

- Feux rouges dans les deux voies pour 5s avec les feux piétons 1 (sur la première voie) clignotant pour 5s et feux piétons 2 (sur la deuxième voie) au vert pour 60s.
- Feux verts 1(Avenue Cheikh Abdelkader) pour 40s et feux Rouges 2 (avenue les Martyrs) pour 50s avec feux piétons 1 rouge pour 50s et possibilité de demande de passage, en appuyant sur le bouton de demande passage.
- Feux oranges1(avenue cheikh Abdelkader) pour 10s
- Feux rouges dans les deux voies pour 5s avec feux piétons 1 verts pour 60s et feux piétons 2 clignotant pour 5s
- Feux verts 2 (Avenue les Martyrs) pour 40s et feux rouges (avenue Cheikh Abdelkader) pour 50s avec feux piétons 2 rouges pour 50s. Les feux verts piétons 1, sont allumés 10s après l'appui sur le bouton de demande de passage.
- Feux oranges 2 Avenue des Martyrs pour 10s
- Lorsque les feux oranges sont allumés, le bouton de demande de passage devient inutile. Les feux verts piétons s'allument automatiquement après l'écoulement de 10s.
- Retour à l'état initial

# Chapitre III : Gestion de feux de croisement par un automate Zélio Logic

## ➤ III-2.2.C.1 Tableau des entrées/sorties du Grafcet :

Tableau 6 : Sorties du Grafcet de la séquence tournante avec bouton demande de passages piétons

➤ Les Actions(Sorties)
FR1 : Feu au rouge 1(avenue Cheikh Abdelkader)
FR2 : Feu au rouge 2 (Avenue des Martyrs)
FV1 : Feu au vert 1(avenue Cheikh Abdelkader)
FV2 : Feu au vert 2 (Avenue des Martyrs)
FO1 : Feu au orange 1(avenue Cheikh Abdelkader)
FO2 : Feu au orange 2 (Avenue des Martyrs)
PR1 : Feux Piétons rouges (Avenue Cheikh Abdelkader)
PR2 : Feux Piétons rouges (Avenue des Martyrs)
PV1 : Feux Piétons verts (Avenue Cheikh Abdelkader)
PV2 : Feux Piétons verts (Avenue des Martyrs)
PC1 : Feux Piétons clignotant (Avenue Cheikh Abdelkader)
PC2 : Feux Piétons clignotant (Avenue des Martyrs)

### Les Sorties :

Les Feux tricolores au niveau de l'avenue Cheikh Abdelkader :

- FR1 : Feu au rouge 1
- FV1 : Feu vert 1
- FO1 : Feu orange 1
- PR1 : Feu piétons rouge 1
- PV1 : Feu piétons vert 1
- PC1 : Feu piétons clignotant 1

# Chapitre III : Gestion de feux de croisement par un automate Zélio Logic

Les Feux Tricolores au niveau de l'avenue des Martyrs :

- FR2 : Feu rouge 2
- FV2 : Feu vert 2
- FO2 : Feu orange 2
- PR2 : Feu piétons rouge 2
- PV2 : Feu piétons vert 2
- PC2 : Feu piétons clignotant 2

## Les entrées :

Les entrées sont deux boutons poussoirs :

- L1 → Bouton poussoir au niveau de l'avenue Cheikh Abdelkader, demande de passage après 10s
- L2 → Bouton poussoir au niveau de l'avenue des Martyrs, demande de passage après 10s
- Les temporisateurs utilisés dans ce Grafset sont comme suit :

T/X1/5s : Temporisateur 1 à l'état 1 pour 5s → les actions : FR1 et FR2, PC1 et PV2 sont exécutées pour une durée de 5s

T/X2/40s : Temporisateur 2 à l'état 2 pour 40s. → Les actions : passage de FR1 au FV1 et de PC1 au PR1, et maintien de PV2 et de FR2 pour 40s, sont exécutées.

T/X3/10s : Temporisateur 3 à l'état 3 pour 10s. → Les actions : passage de FV1 au FO1, PR1, PV2 et FR2 pour 10s, sont exécutées.

T/X4/5s : Temporisateur 4 à l'état 4 pour 5s. → Les actions : allumage de FR1, et de FR2 pendant une durée de 5s, clignotement de PC2 pour 5s, passage de PR1 au PV1 pour 5s, sont exécutées.

T/X5/40s : Temporisateur 5 à l'état 5 pour 40s. → Les actions : changement de FR1 au FV2 pour une durée de 40s et de PC2 au PR2 pour une durée de 50s, sont exécutées.

T/X6/10s : Temporisateur 6 à l'état 6 pour 10s. → L'action : allumage de FO2 pour une durée de 10s, est exécutée.

T/X7/40s : Temporisateur 7 à l'état 7 pour 40s. → Les actions : passage de FV1 au FR1 pour 5s et de FR2 au FV2 pour 40s, et un changement de PR1 au PV1 pour 50s, sont exécutées.

# Chapitre III : Gestion de feux de croisement par un automate Zélio Logic

T/X8/10s: Temporisateur 8 à l'état 8 pour 10s. ➡ L'action : passage de FV2 au FO2 pour une période de 10s, est exécutée.

T/X9/40s: Temporisateur 9 à l'état 9 pour 40s. ➡ Les actions : passage de FR1 au FV1 pour 40s et de FV2 ou FO2 au FR2 pour 55s, et un changement de PR2 au PV2 pour 50s, sont exécutées.

T/X10/10s: Temporisateur 10 à l'état 10 pour 10s. ➡ L'action : passage de FV1 au FO1 pour une période de 10s, est exécutée.

T/X11/5s : Temporisateur 11 à l'état 11 pour 5s. ➡ Les actions : chevauchement de FR1 et de FR2, et clignotement de PC2 pour 5s, sont exécutées.

## ❖ Dans le cas où les boutons I1 ou I2 sont activés :

T/X5/10s ou T/X6/10s ou T/X2/10s ➡ en cas d'appui sur le bouton I1, le passage de l'étape 2 à l'étape suivante est effectué après l'écoulement de 10s. En cas d'appui sur le bouton I2, le passage de l'étape 5 ou 6 à l'étape suivante est effectué après l'écoulement de 10s.

## ➤ Note :

Lorsque l'un des boutons est appuyé, il est impossible d'appuyer sur l'autre bouton jusqu'au retour à l'état initial.

Les actions au niveau des étapes 7, 8, 9, 10, et 11 sont comme suit :

L'étape 7 ↔ Les actions : FR1+ FV2+PV1+PR2

L'étape 8 ↔ Les actions : FR1+ FO2+PV1+PR2

L'étape 9 ↔ Les actions : FV1+ FR2+PR1+PV2

L'étape 10 ↔ Les actions : FO1+ FR2+PR1+PV2

L'étape 11 ↔ Les actions : FR1+ FR2+PV1+PC2

# Chapitre III : Gestion de feux de croisement par un automate Zélio Logic

III-2.2.C.2.grafcet

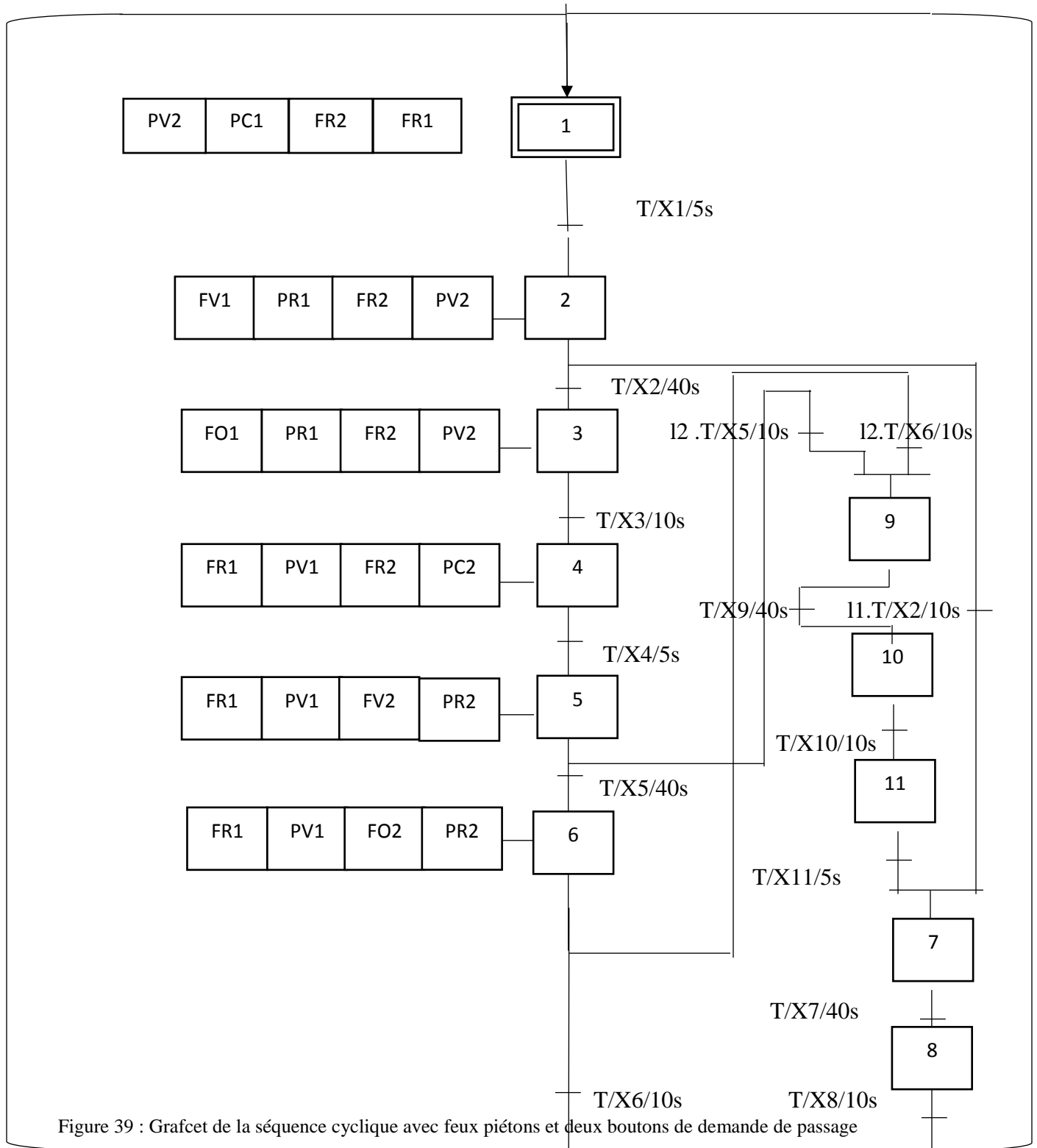


Figure 39 : Grafcet de la séquence cyclique avec feux piétons et deux boutons de demande de passage



# Chapitre III : Gestion de feux de croisement par un automate Zélio Logic

## III-2.2.C.3- Tableau des Conditions :

Tableau 6 : Tableau des conditions des activations et des désactivations

Xn	XnCa	XnCD
1	$(X8+X6).T/X6/10s+.init$	$T/X1/5s.\overline{init}$
2	$X1.T/X1/5s.\overline{init}$	$L1.T/X2/10s + T/X2/40s+.init$
3	$X2.T/X2/40s.\overline{init}$	$T/X3/10s+.init$
4	$X3.T/X3/10s.\overline{init}$	$T/X4/5s+.init$
5	$X4.T/X4/5s.\overline{init}$	$T/X5/40s+.init$
6	$X5.T/X5/40s.\overline{init}$	$T/X6/10s+.init$
7	$(X2.l1.T/X2/10s + X11.T/X11/5s).\overline{init}$	$T/X7/40s+.init$
8	$X7.T/X7/40s.\overline{init}$	$T/X8/10s+.init$
9	$(X5+X6).l2.T/X5/10s.\overline{init}$	$T/X9/40s+.init$
10	$X9.T/X9/40s.\overline{init}$	$T/X10/10s+.init$
11	$X10.T/X10/10s.\overline{init}$	$T/X11/5s+.init$

Les conditions des activations et des désactivations des actions :

L'action 1 (chevauchement de 5s des feux rouges)  $\longrightarrow$  est activée quand  $T/X6/10s$  ou  $T/X8/10s +.init$  est vérifiée : l'un des deux temporisateurs à l'état 6 ou 8 ont fini de compter les 10s ou si le bouton initialisation a été activé. Elle est désactivée quand  $T/X1/5s.\overline{init}$  est vérifiée : le temporisateur a fini de compter les 5s et le bouton initialisation n'a pas été activé.

L'action 2 (feu vert 1et feu rouge 2)  $\longrightarrow$  activée quand  $T/X1/5s.\overline{init}$  est vérifiée : le temporisateur à l'état 1 a fini de compter les 5s et le bouton initialisation n'a pas été activé. Elle est désactivée quand  $T/X2/40s+.init$  est vérifiée : le temporisateur a fini de compter les 40s ou les 10s et que le bouton l1 ou le bouton initialisation est appuyé.

L'action 3 (feu orange 1et feu rouge 2)  $\longrightarrow$  activée quand  $T/X2/40s.\overline{init}$  est vérifiée : le temporisateur à l'état 2 a fini de compter les 40s et le bouton initialisation n'a pas été activé. Elle est désactivée quand  $T/X3/10s+.init$  est vérifiée : le temporisateur a fini de compter les 10s ou le bouton initialisation est appuyé.

L'action 4 (feu rouge 1 et feu rouge 2)  $\longrightarrow$  activée quand  $T/X3/10s.\overline{init}$  est vérifiée : le temporisateur à l'état 3 a fini de compter les 40s et le bouton initialisation n'a pas été appuyé.

# Chapitre III : Gestion de feux de croisement par un automate Zélio Logic

Elle est désactivée quand T/X4/5s+init est vérifiée : le temporisateur a fini de compter les 5s ou le bouton initialisation a été appuyé.

L'action 5 (feu rouge 1 feu vert 2) ➡ activée quand T/X4/5s.init est vérifiée : le temporisateur à l'état 4 a fini de compter les 5s et le bouton initialisation n'a pas été appuyé. Elle est désactivée quand T/X5/40s+init est vérifiée : le temporisateur a fini de compter les 5s de l'état 5 ou le bouton initialisation a été appuyé.

L'action 6 (feu orange 1 et feu rouge 2) ➡ activée quand T/X5/40s.init est vérifiée : le temporisateur à l'état 5 a fini de compter les 40s et le bouton initialisation n'a pas été appuyé. Elle est désactivée quand T/X6/10s+init est vérifiée : le temporisateur a fini de compter les 10s ou le bouton initialisation a été appuyé.

L'action 7 (feu rouge 1 et feu vert 2) ➡ activée quand T/X2/10s est vérifiée : le temporisateur à l'état 2 a fini de compter les 10s après que le bouton I2 est appuyé, ou T/X11/5s est vérifiée : les temporisateurs de l'état 11 a fini de compter les 5s et le bouton initialisation n'a pas été appuyé. Elle est désactivée quand T/X7/40s+init est vérifiée : le temporisateur a fini de compter les 40s ou le bouton initialisation a été appuyé.

L'action 8 (feu rouge 1 et feu orange 2) ➡ activée quand T/X7/40s.init est vérifiée : le temporisateur à l'état 7 a fini de compter les 40s et le bouton initialisation, n'a pas été appuyé. Elle est désactivée quand T/X8/10s+init est vérifiée : le temporisateur a fini de compter les 10s ou le bouton initialisation a été appuyé.

L'action 9 (feu vert 1 et feu rouge 2) ➡ activée quand T/X5/10s.init est vérifiée : le temporisateur à l'état 6 ou à l'état 5 a fini de compter les 10s après que le bouton I2 est appuyé, et que le bouton d'initialisation n'a pas été appuyé. Elle est désactivée quand T/X9/40s+init est vérifiée : le temporisateur a fini de compter les 40s de l'état 9 ou le bouton initialisation a été appuyé.

L'action 10 (feu orange 1 et feu rouge 2) ➡ activée quand T/X9/40s.init est vérifiée : le temporisateur à l'état 9 a fini de compter les 40s et le bouton initialisation n'a pas été appuyé. Elle est désactivée quand T/X10/10s+init est vérifiée : le temporisateur a fini de compter les 10s de l'état 10 ou le bouton initialisation est appuyé.

L'action 11 (feu rouge 1 et feu rouge 2) ➡ activée quand T/X10/10s.init est vérifiée : le temporisateur à l'état 10 a fini de compter les 10s et le bouton initialisation n'a pas été appuyé. Elle est désactivée quand T/X11/5s+init est vérifiée : le temporisateur a fini de compter les 5s de l'état 11 ou le bouton initialisation est appuyé.

# Chapitre III : Gestion de feux de croisement par un automate Zélio Logic

## ➤ Passage du Grafcet au SFC de la séquence classique

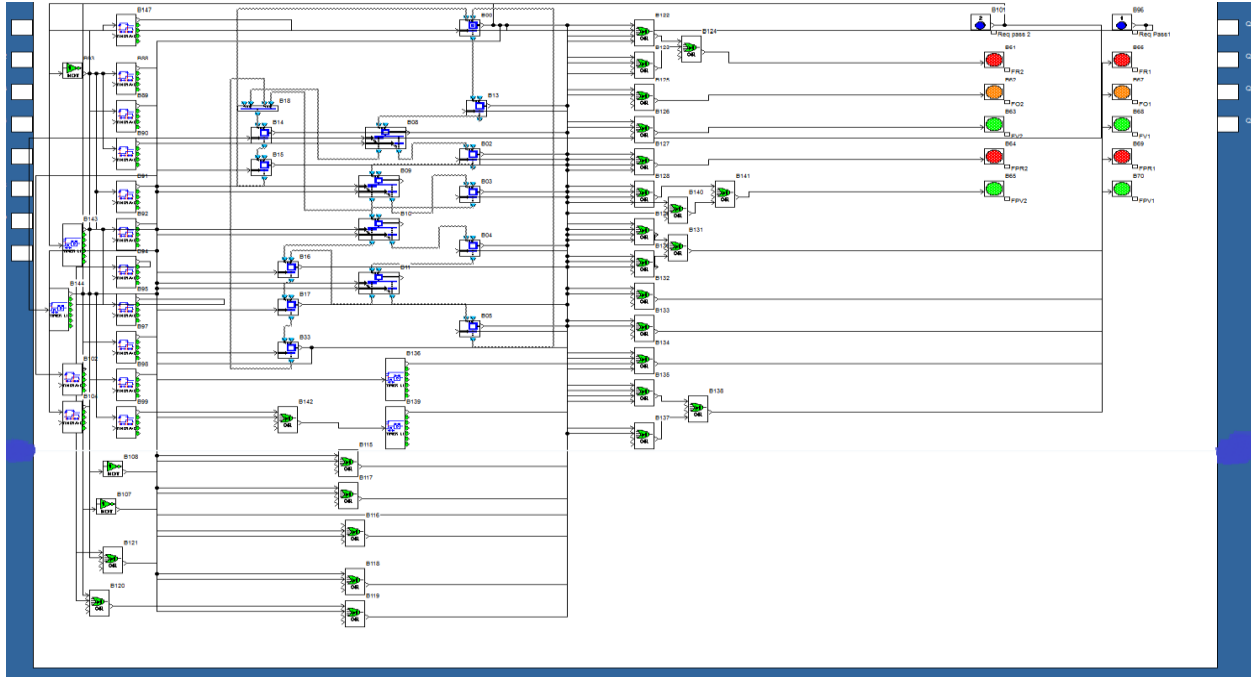
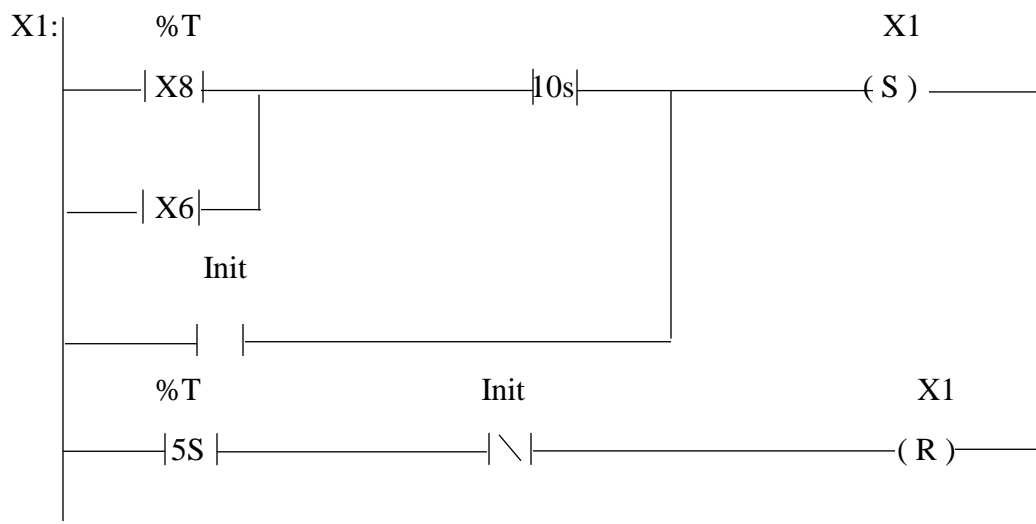


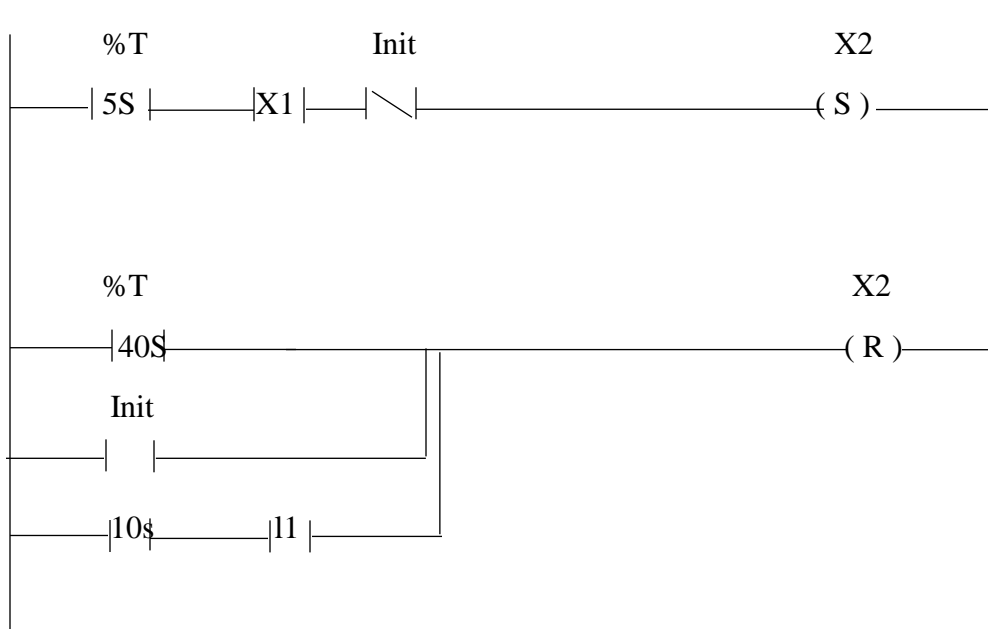
Figure 40 : Passage du Grafcet au SFC de la séquence classique

### III-2.2.C.4. Traduction du tableau des conditions en langage Ladder :

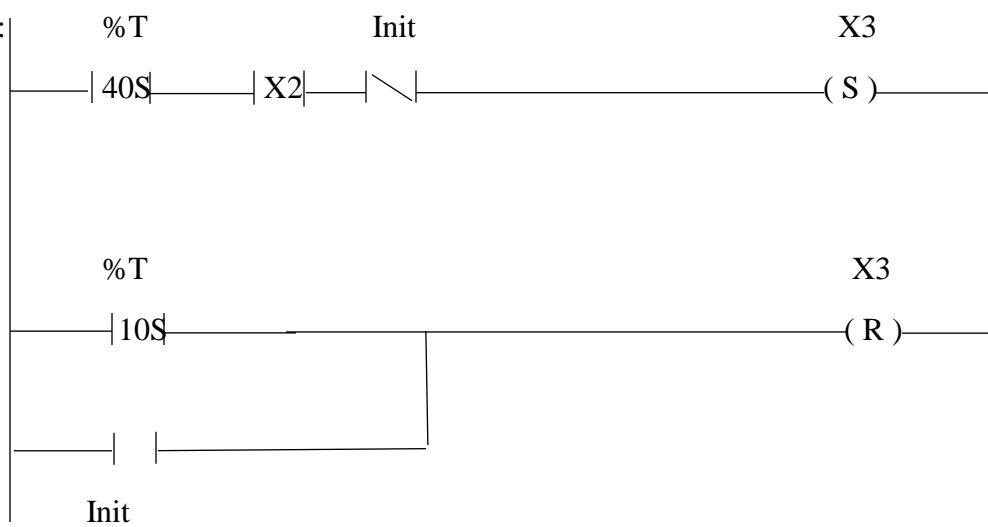


# Chapitre III : Gestion de feux de croisement par un automate Zélio Logic

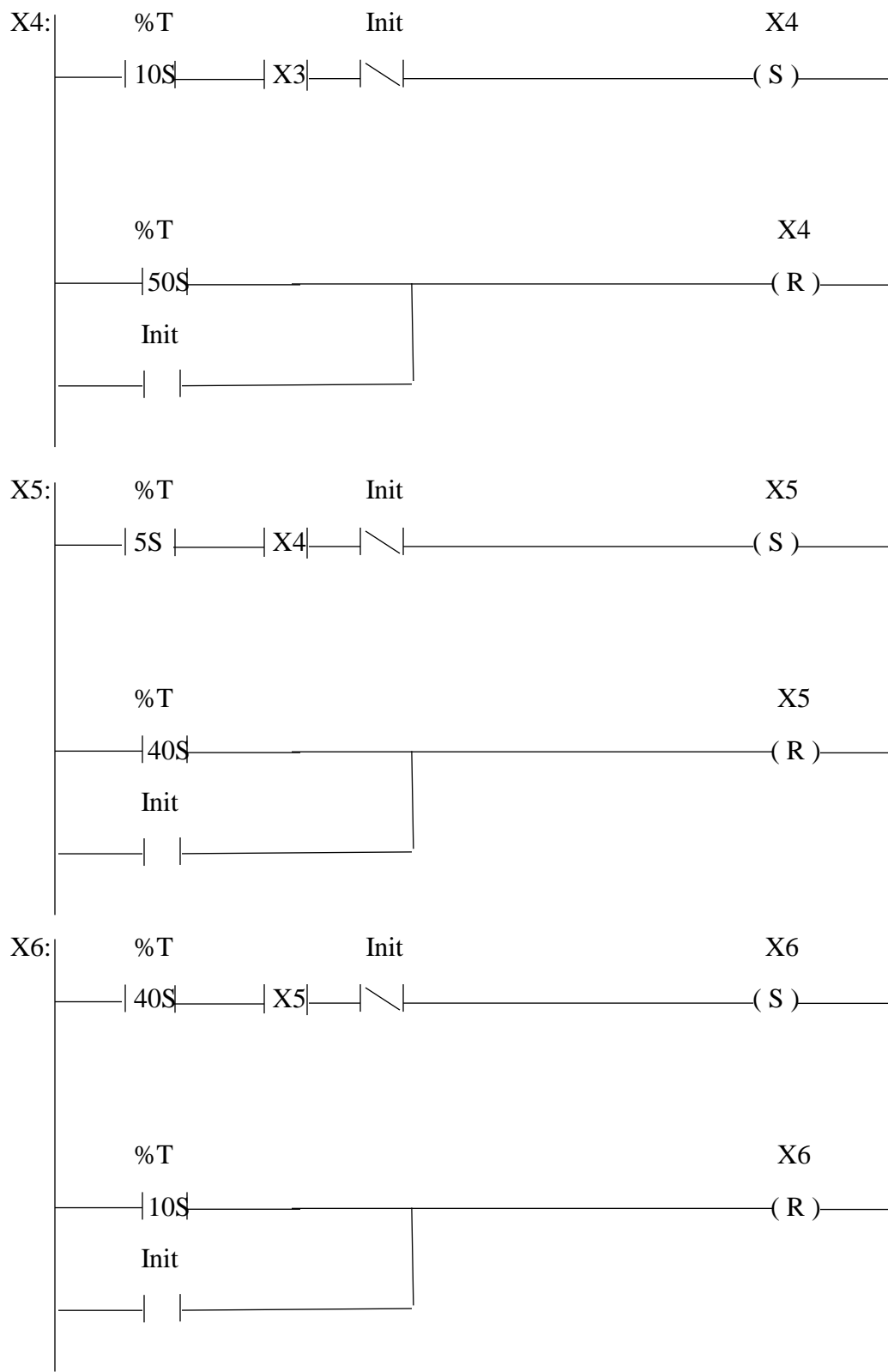
X2



X3:

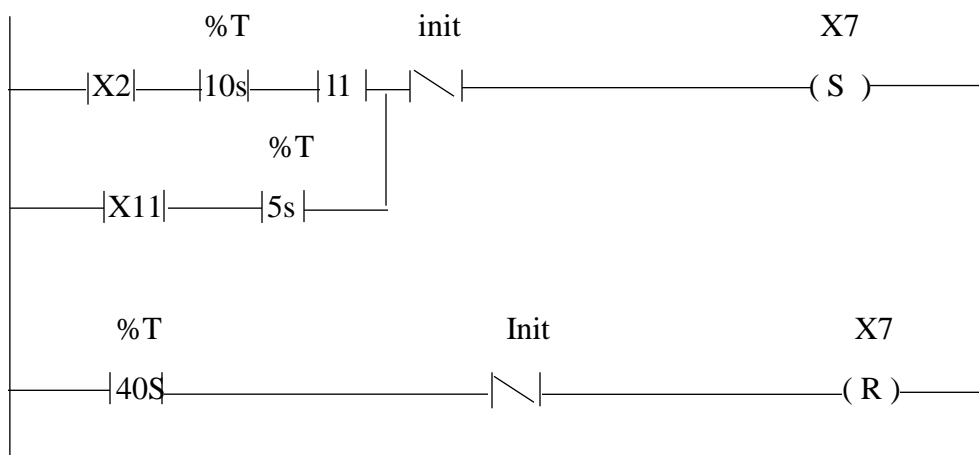


# Chapitre III : Gestion de feux de croisement par un automate Zélio Logic

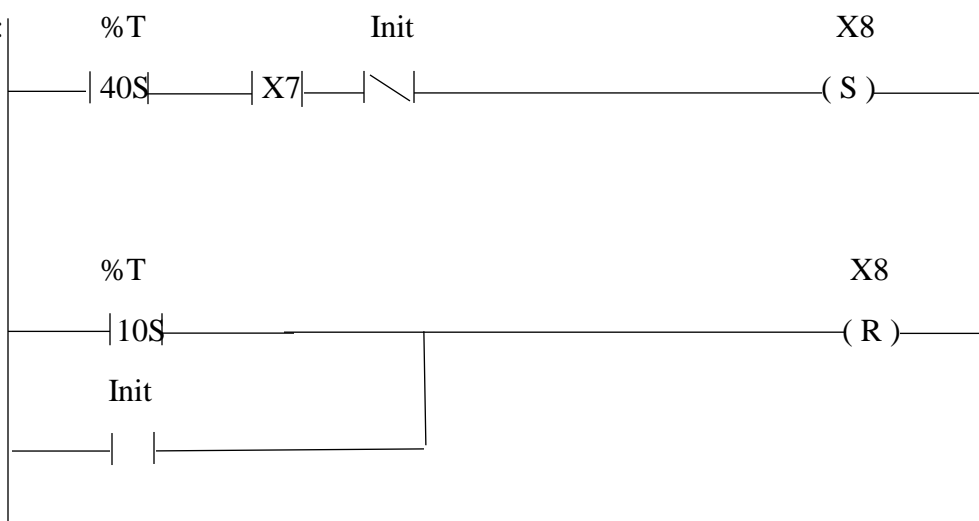


# Chapitre III : Gestion de feux de croisement par un automate Zélio Logic

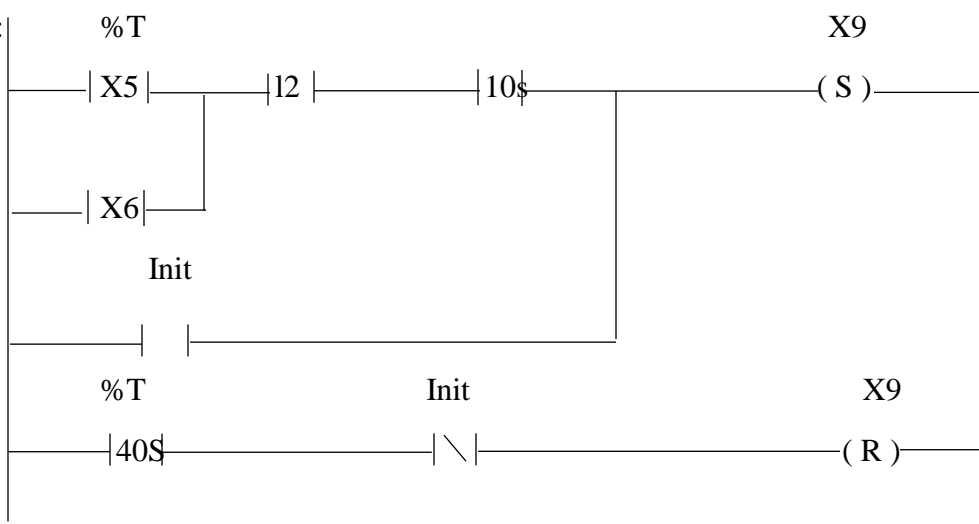
X7:



X8:

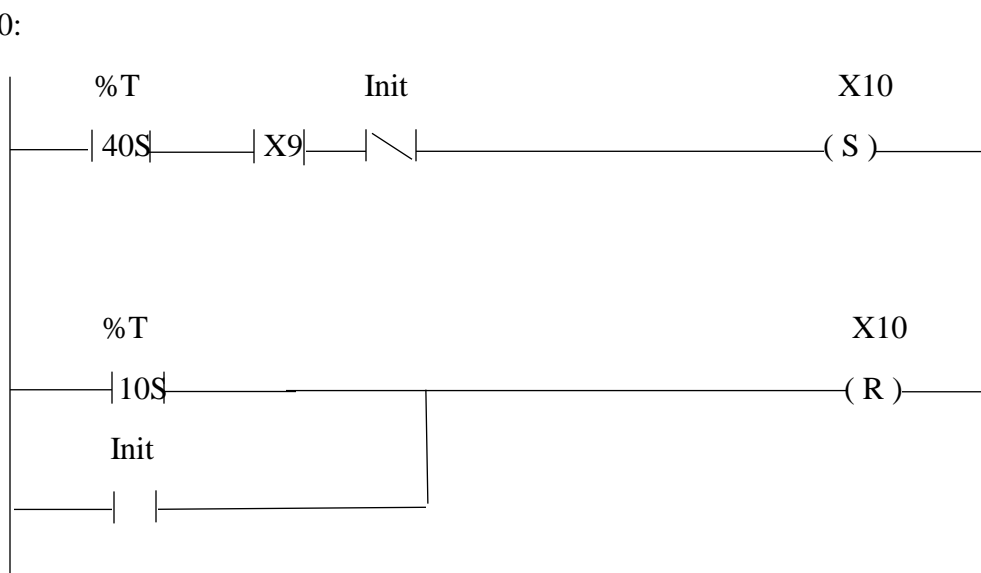


X9:

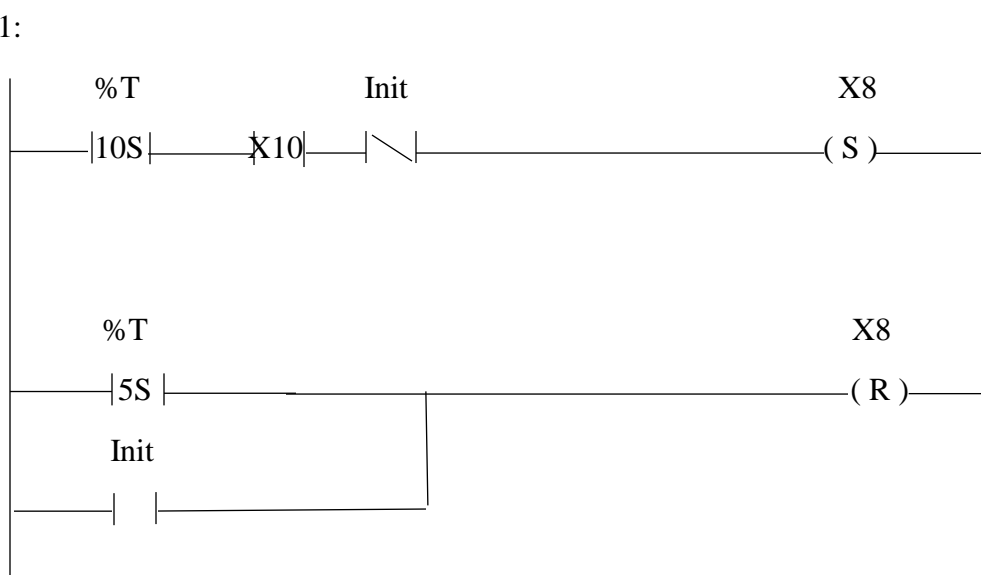


# Chapitre III : Gestion de feux de croisement par un automate Zélio Logic

X10:



X11:



# Chapitre III : Gestion de feux de croisement par un automate Zélio Logic

## III-2.2.D. Séquence de fonctionnement classique des feux tricolores avec feux passage piétons et bouton de demande de passage et possibilité de passage au feu orange clignotant (faible circulation)

Dans ce cas, nous allons réaliser une séquence tournante des feux tricolores avec des feux de piétons qui fonctionnent avec des boutons de demande de passage pour les piétons, au cas où les feux piétons sont au rouge, avec un délai de 10s après l'appui sur le bouton. Nous pouvons ajouter un détecteur de faible circulation (basculement sur les feux oranges clignotants).

Les séquences de fonctionnement sont comme suit :

- Feux rouges dans les deux voies pour 5s avec feux piétons 1 clignotant pour 5s et feux piétons 2 au vert pour une durée de 60s
- Feux verts 1(Avenue Cheikh Abdelkader) pour 40s et feux rouges 2(avenue des Martyrs) pour 50s avec feux piétons 1 rouges pour 50s et possibilité de demander le passage piétons, en appuyant sur le bouton de demande.
- Feux orange 1(avenue cheikh Abdelkader) pour 10s
- Feux rouges dans les deux voies pour 5s avec feux piétons 1 verts pour 60s et feux piétons 2 clignotant pour une durée de 5s
- Feux verts 2 (Avenue des Martyrs) pour 40s et feux rouges (avenue Cheikh Abdelkader) pour 50s avec feux piétons 2 rouges pour 50s et possibilité de demander le passage pour piétons après 10s de l'appui sur le bouton de demande.
- Feux orange 2 Avenue des Martyrs activés pour une durée de 10s.
- Dans les cas des feux orange, le bouton de demande de passages piétons est inutile.
- On note qu'après chaque 2 minutes et lorsque la circulation est faible (6 véhicules chaque 2mn), il y'a possibilité de basculement vers les feux oranges clignotants.
- Retour à l'état initial



# Chapitre III : Gestion de feux de croisement par un automate Zélio Logic

## III-2.2.D.1 Tableau des entrées et des sorties du Grafcet :

Tableau 8 : Sorties du Grafcet de la séquence tournante, avec possibilité de passage au feu orange clignotant

Les Actions (Sorties)
FR1 : Feu au rouge 1(avenue Cheikh Abdelkader)
FR2 : Feu au rouge 2 (Avenue des Martyrs)
FV1 : Feu au vert 1(avenue Cheikh Abdelkader)
FV2 : Feu au vert 2 (Avenue des Martyrs)
FO1 : Feu orange 1(avenue Cheikh Abdelkader)
FO2 : Feu orange 2 (Avenue des Martyrs)
FC2 : Feu orange clignotant (Avenue des Martyrs)
PR1 : Feu Piétons rouge (Avenue Cheikh Abdelkader)
PR2 : Feu Piétons rouge (Avenue des Martyrs)
PV1 : Feu Piétons vert (Avenue Cheikh Abdelkader)
PV2 : Feu Piétons vert (Avenue des Martyrs)
PC1 : Feu Piétons clignotant (Avenue Cheikh Abdelkader)
PC2 : Feu Piétons clignotant (Avenue des Martyrs)
FC1 : Feu Orange clignotant (avenue cheikh Abdelkader)

### Les sorties :

Les Feux tricolores au niveau de l'avenue Cheikh Abdelkader :

- FR1 : Feu au rouge 1
- FV1 : Feu vert 1
- FO1 : Feu orange 1
- FC1 : Feu Orange Clignotant 1
- PR1 : Feu piétons rouge 1
- PV1 : Feu piétons vert 1
- PC1 : Feu piétons clignotant 1

Les Feux tricolores au niveau de l'avenue des Martyrs:

# Chapitre III : Gestion de feux de croisement par un automate Zélio Logic

- FR2 : Feu rouge 2
- FV2 : Feu vert 2
- FO2 : Feu orange 2
- FC2 : Feu orange Clignotant 2
- PR2 : Feu piétons rouge 2
- PV2 : Feu piétons vert 2
- PC2 : Feu piétons clignotant 2

## Les entrées :

Les entrées sont deux boutons poussoirs :

- L1 → Bouton poussoir au niveau de l'avenue Cheikh Abdelkader, demande de passage après 10s
- L2 → Bouton poussoir au niveau de l'avenue des Martyrs, demande de passage après 10s
- D3 → Détecteur du nombre de véhicule au niveau de l'intersection

- Les temporisateurs utilisés dans ce Grafcet sont comme suit :

T/X1/5s : Temporisateur 1 à l'état 1 pour 5s → les actions : FR1 et FR2, PC1 et PV2 pour 5s, sont exécutées.

T/X2/40s : Temporisateur 2 à l'état 2 pour 40s. → Les actions : passage de FR1 au FV1 et de PC1 au PR1 et maintien de PV2 et FR2 pour 40s, sont exécutées.

T/X3/10s : Temporisateur 3 à l'état 3 pour 10s. → Les actions : passage de FV1 au FO1, PR1, PV2 et FR2 pour 10s, sont exécutées.

T/X4/5s : Temporisateur 4 à l'état 4 pour 5s. → Les actions : état transitoire pour 5s en allumant FR1, et FR2 et clignotement de PC2 pour 5s, passage de PR1 au PV1 pour 55s, sont exécutées.

T/X5/40s : Temporisateur 5 à l'état 5 pour 40s. → Les actions : changement de FR1 au FV2 pour 40s et de PC2 au PR2 pour 50s, sont affichées.

T/X6/10s : Temporisateur 6 à l'état 6 pour 10s. → L'action : Affichage de FO2 pour 10s, est exécutée.

T/X7/40s : Temporisateur 7 à l'état 7 pour 40s. → Les actions : passage de FV1 au FR1 pour 55s et de FR2 au FV2 pour 40s, et changement de PR1 au PV1 pour 50s, sont exécutées.

# Chapitre III : Gestion de feux de croisement par un automate Zélio Logic

T/X8/10s: Temporisateur 8 à l'état 8 pour 10s. ➡ L'action : passage de FV2 au FO2 pour une période de 10s, est exécutée.

T/X9/40s: Temporisateur 9 à l'état 9 pour 40s. ➡ Les actions : passage de FR1 au FV1 pour 40s et de FV2 ou FO2 au FR2 pour 55s, et un changement de PR2 au PV2 pour 50s, sont exécutées.

T/X10/10s: Temporisateur 10 à l'état 10 pour 10s. ➡ L'action : passage de FV1 au FO1 pour une période de 10s, est exécutée.

T/X11/5s: Temporisateur 11 à l'état 11 pour 5s. ➡ Les actions : chevauchement des FR1 et FR2 et clignotement de PC2 pour 5s, sont exécutées.

## ❖ En cas où les boutons I1 ou I2 sont appuyés :

T/X5/10s ou T/X6/10s ou T/X2/10s ➡ En cas d'appui sur le bouton I1, le passage de l'étape 2 à l'étape suivante est effectué après l'écoulement de 10s. En cas d'appui sur le bouton I2, le passage de l'étape 5 ou 6, est effectué après l'écoulement d'une durée de 10s.

## ❖ En cas de faible circulation

T/X/120s ➡ Temporisateur qui assure la transition vers le feu orange clignotant après 2 minutes de faible circulation.

## ➤ Note :

Lorsque l'un des boutons est appuyé, il est impossible d'appuyer sur l'autre bouton jusqu'au retour à l'état initial.

- Les actions au niveau des étapes 7, 8, 9, 10, et 11 :

L'étape 7 ↔ Les actions : FR1+ FV2+PV1+PR2

L'étape 8 ↔ Les actions : FR1+ FO2+PV1+PR2

L'étape 9 ↔ Les actions : FV1+ FR2+PR1+PV2

L'étape 10 ↔ Les actions : FO1+ FR2+PR1+PV2

L'étape 11 ↔ Les actions : FR1+ FR2+PV1+PC2

L'étape 12 ↔ Les actions : FC1 + FC2

# Chapitre III : Gestion de feux de croisement par un automate Zélio Logic

III-2.2.D.2.Grafcet :

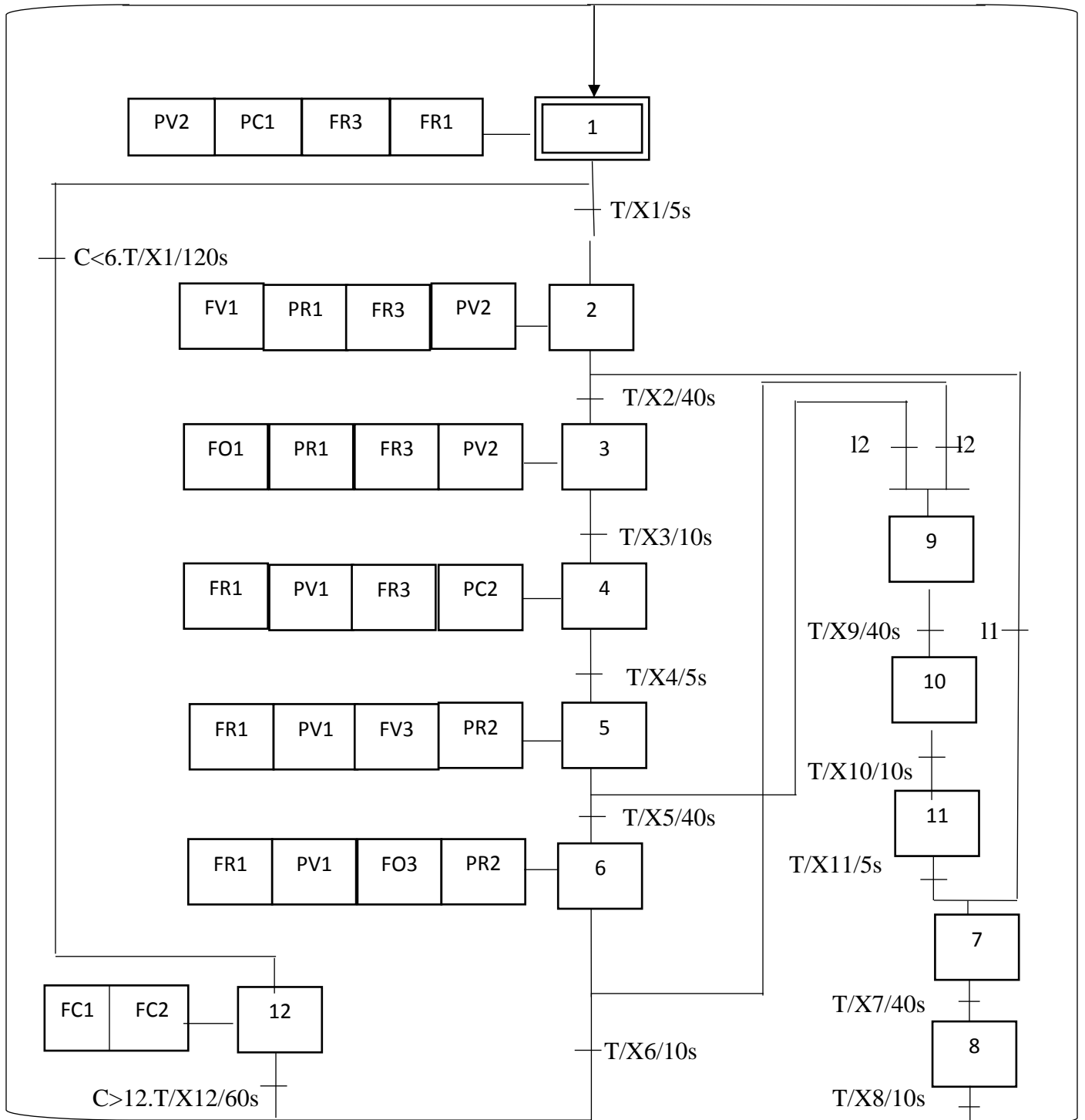


Figure 41 : Grafcet de la séquence cyclique avec feux piétons et deux boutons de demande de passage et feux oranges clignotants

# Chapitre III : Gestion de feux de croisement par un automate Zélio Logic

## III-2.2.D.3- Tableau des Conditions :

Tableau 9 : Les conditions des activations et des désactivations

Xn	XnCa	XnCD
1	$(X8+X6).T/X6/10s+C>12.X12.T/X12/60s$ +init	$T/X1/5s.\overline{\text{init}}+ C<6.T/X/120s$
2	$X1.T/X1/5s.\overline{\text{init}}$	$L1.T/X2/10s +T/X2/40s+\text{init}$
3	$X2.T/X2/40s.\overline{\text{init}}$	$T/X3/10s+\text{init}$
4	$X3.T/X3/10s.\overline{\text{init}}$	$T/X4/5s+\text{init}$
5	$X4.T/X4/5s.\overline{\text{init}}$	$T/X5/40s+\text{init}$
6	$X5.T/X5/40s.\overline{\text{init}}$	$T/X6/10s+\text{init}$
7	$(X2.I1.T/X2/10s + X11.T/X11/5s).\overline{\text{init}}$	$T/X7/40s+\text{init}$
8	$X7.T/X7/40s.\overline{\text{init}}$	$T/X8/10s+\text{init}$
9	$(X5+X6).I2.T/X5/10s.\overline{\text{init}}$	$T/X9/40s+\text{init}$
10	$X9.T/X9/40s.\overline{\text{init}}$	$T/X10/10s+\text{init}$
11	$X10.T/X10/10s.\overline{\text{init}}$	$T/X11/5s+\text{init}$
12	$X12.C<6.T/X1/120s.\overline{\text{init}}$	$C>12.T/X12/60s+\text{init}$

Les Conditions d'activation et de désactivation des actions :

L'action 1 (chevauchement de 5s des feux rouges)  $\longrightarrow$  est activée quand  $T/X6/10s$  ou  $T/X8/10s +\text{init}+C>12.T/X12/60s$ , sont vérifiées : l'un des deux temporisateurs à l'état 6 ou 8 a fini de compter les 10s ou le bouton initialisation a été appuyé , ou bien dans le cas où le détecteur a calculé plus que 12 véhicules dans 1 mn. Elle est désactivés, quand  $T/X1/5s.\overline{\text{init}}$  est vérifiée : le temporisateur a fini de compter les 5s et le bouton initialisation n'a pas été appuyé, ou bien dans le cas où le détecteur a calculé moins de 6 véhicules dans 2 mn (le cycle de feu rouge ).

L'action 2 (feu vert 1et feu rouge 2)  $\longrightarrow$  activée quand  $T/X1/5s$  est vérifiée : le temporisateur à l'état 1 a fini de compter les 5s et le bouton initialisation n'a pas été appuyé. Elle est désactivée quand  $T/X2/40s+\text{init}$  est vérifiée : le temporisateur a fini de compter les 40s ou les 10s, après l'appui sur le bouton I1 ou sur le bouton initialisation.

# Chapitre III : Gestion de feux de croisement par un automate Zélio Logic

L'action 3 (feu orange 1 et feu rouge 2) ➡ activée quand T/X2/40s est vérifiée : le temporisateur à l'état 2 a fini de compter les 40s et le bouton initialisation n'a pas été appuyé. Elle est désactivée quand T/X3/10s+init est vérifiée : le temporisateur a fini de compter les 10s ou le bouton initialisation a été appuyé

L'action 4 (feu rouge 1 et feu rouge 2) ➡ activée quand T/X3/10s est vérifiée : le temporisateur à l'état 3 a fini de compter les 40s et le bouton initialisation n'a pas été appuyé. Elle est désactivée quand T/X4/5s+init est vérifiée : le temporisateur a fini de compter les 5s ou le bouton initialisation a été appuyé

L'action 5 (feu rouge 1, feu vert 2) ➡ activée quand T/X4/5s est vérifiée : le temporisateur à l'état 4 a fini de compter les 5s et le bouton initialisation n'a pas été appuyé. Elle est désactivée quand T/X5/40s+init est vérifiée : le temporisateur a fini de compter les 5s de l'état 5 ou le bouton initialisation a été appuyé

L'action 6 (feu orange 1 et feu rouge 2) ➡ activée quand T/X5/40s est vérifiée : le temporisateur à l'état 5 a fini de compter les 40s et le bouton initialisation n'a pas été appuyé. Elle est désactivée quand T/X6/10s+init est vérifiée : le temporisateur a fini de compter les 10s ou le bouton initialisation a été appuyé

L'action 7 (feu rouge 1 et feu vert 2) ➡ activée quand T/X2/10s est vérifiée : le temporisateur à l'état 2 a fini de compter les 10s, après l'appui sur le bouton I2 ou T/X11/5s est vérifiée : le temporisateur de l'état 11 a fini de compter les 5s et le bouton initialisation n'a pas été appuyé. Elle est désactivée quand T/X7/40s+init est vérifiée : le temporisateur a fini de compter les 40s ou le bouton initialisation a été appuyé.

L'action 8 (feu rouge 1 et feu orange 2) ➡ activée quand T/X7/40s est vérifiée : le temporisateur à l'état 7 a fini de compter les 40s et le bouton initialisation n'a pas été appuyé. Elle est désactivée quand T/X8/10s+init est vérifiée : le temporisateur a fini de compter les 10s ou le bouton initialisation a été appuyé.

L'action 9 (feu vert 1 et feu rouge 2) ➡ activée quand T/X5/10s est vérifiée : le temporisateur à l'état 6 ou à l'état 5 a fini de compter les 10s après l'appui sur le bouton I2, le bouton initialisation n'a pas été appuyé. Elle est désactivée quand T/X9/40s+init est vérifiée : le temporisateur a fini de compter les 40s de l'état 9 ou le bouton initialisation a été appuyé.

L'action 10 (feu orange 1 et feu rouge 2) ➡ activée quand T/X9/40s est vérifiée : le temporisateur à l'état 9 a fini de compter les 40s et le bouton initialisation n'a pas été appuyé. Elle est désactivée quand T/X10/10s+init est vérifiée : le temporisateur a fini de compter les 10s de l'état 10 ou le bouton initialisation a été appuyé.

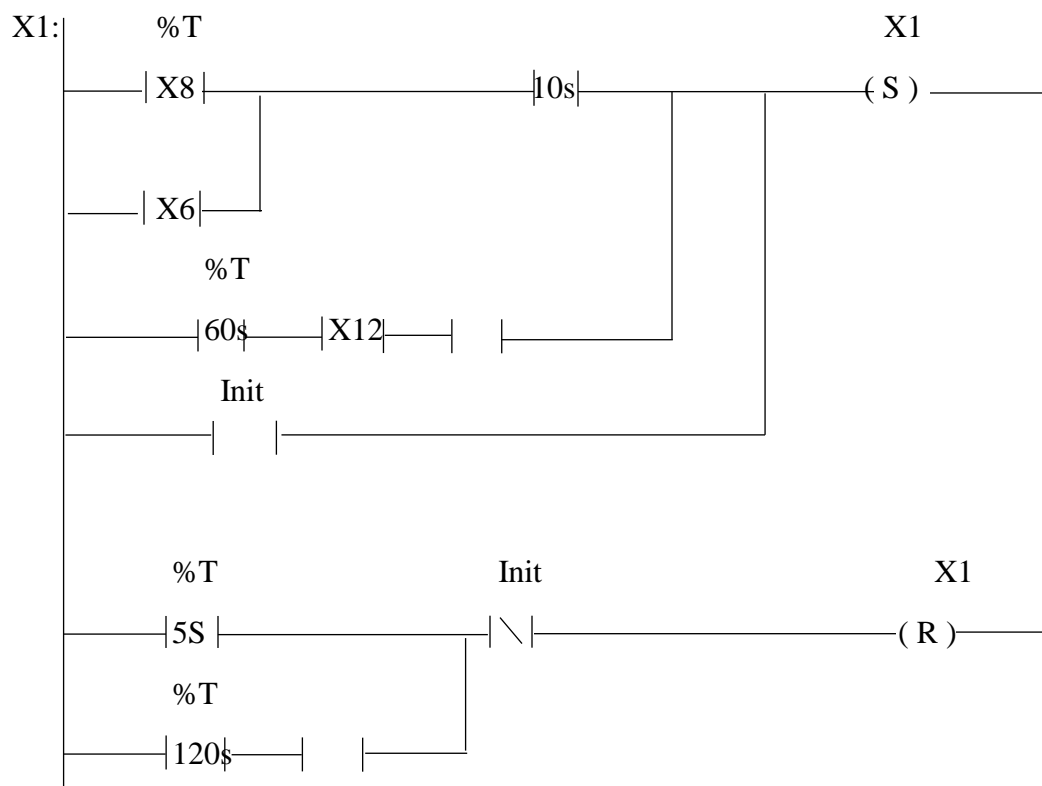
L'action 11 (feu rouge 1 et feu rouge 2) ➡ activée quand T/X10/10s est vérifiée : le temporisateur à l'état 10 a fini de compter les 10s et le bouton initialisation n'a pas été appuyé.

# Chapitre III : Gestion de feux de croisement par un automate Zélio Logic

Elle est désactivée quand  $T/X11/5s+init$  est vérifiée : le temporisateur a fini de compter les 5s de l'état 11 ou le bouton initialisation a été appuyé.

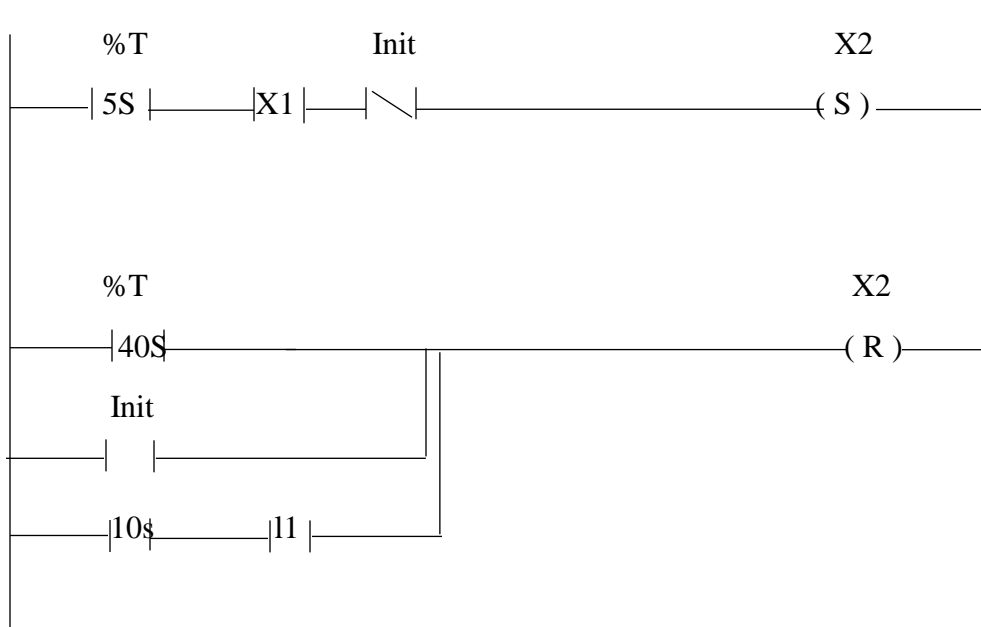
L'action 12 (feu orange clignotant dans les deux sens)  $\longrightarrow$  activée quand  $C<6.T/X/105s$  est vérifiée : le temporisateur a fini de compter les 105s, qui est le cycle de feux tricolores réalisé et les détecteurs du nombre des véhicules ont compté moins de 6 véhicules et le bouton initialisation n'a pas été appuyé. Elle est désactivée quand  $C>12.T/X12/60s$  est vérifiée : les détecteurs ont compté plus que 12 véhicules dans 1 mn.

## III-2.2.D.4. Traduction du tableau des conditions en langage Ladder :

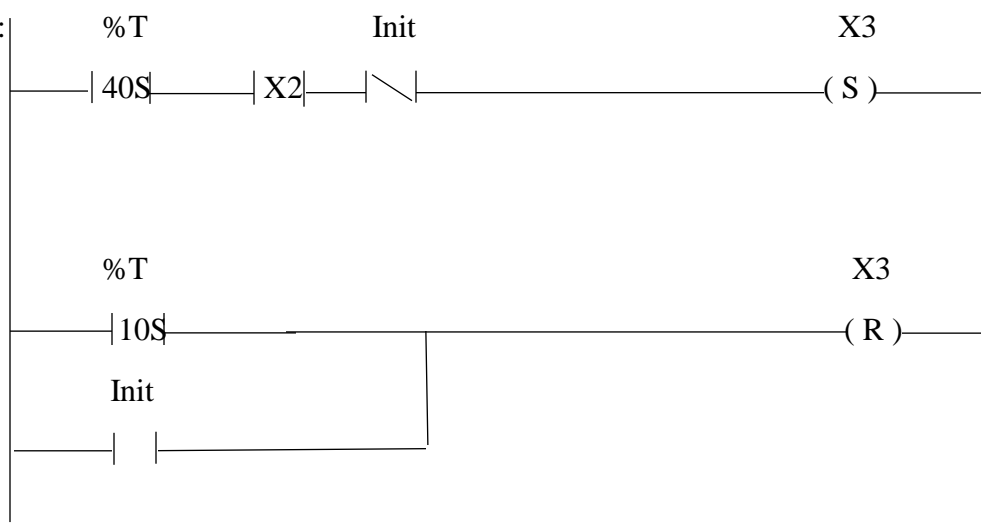


# Chapitre III : Gestion de feux de croisement par un automate Zélio Logic

X2

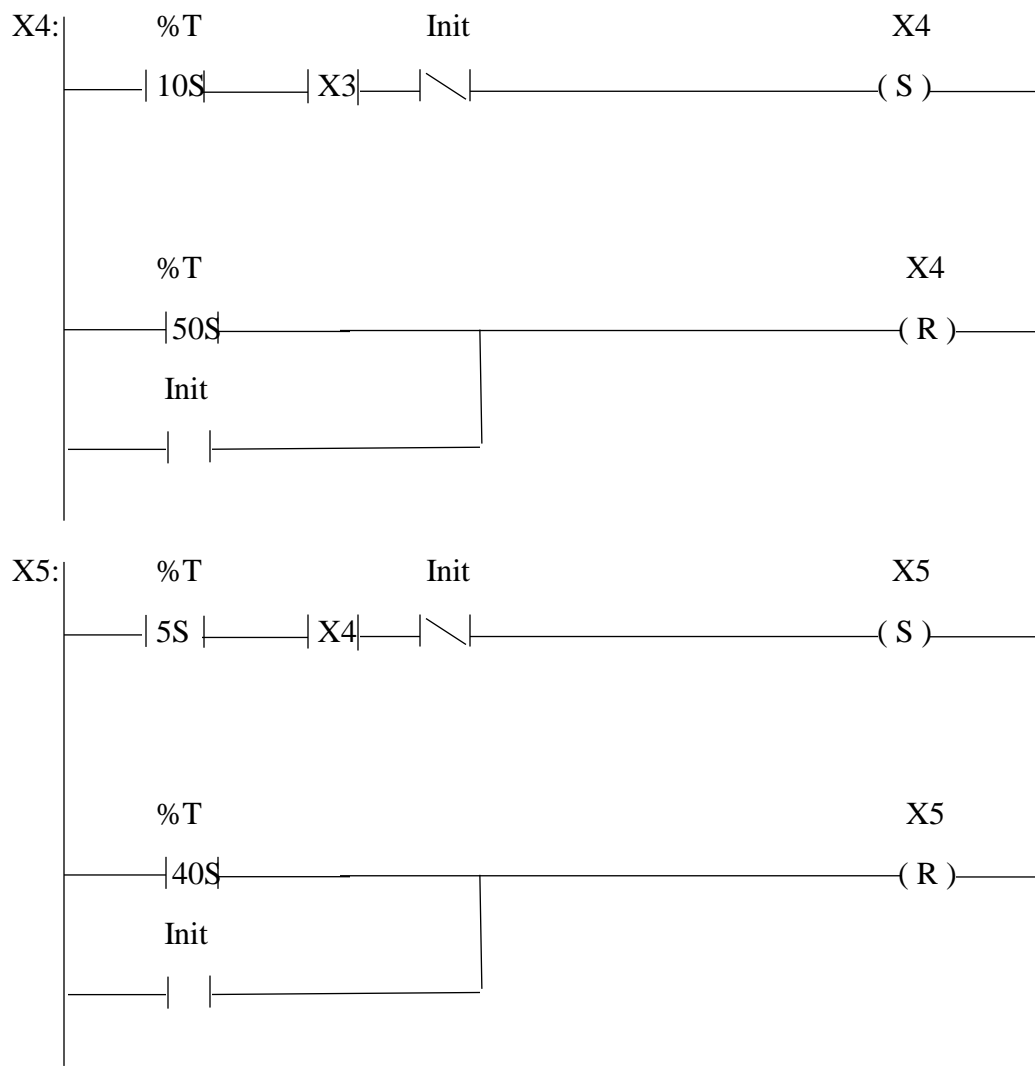


X3:

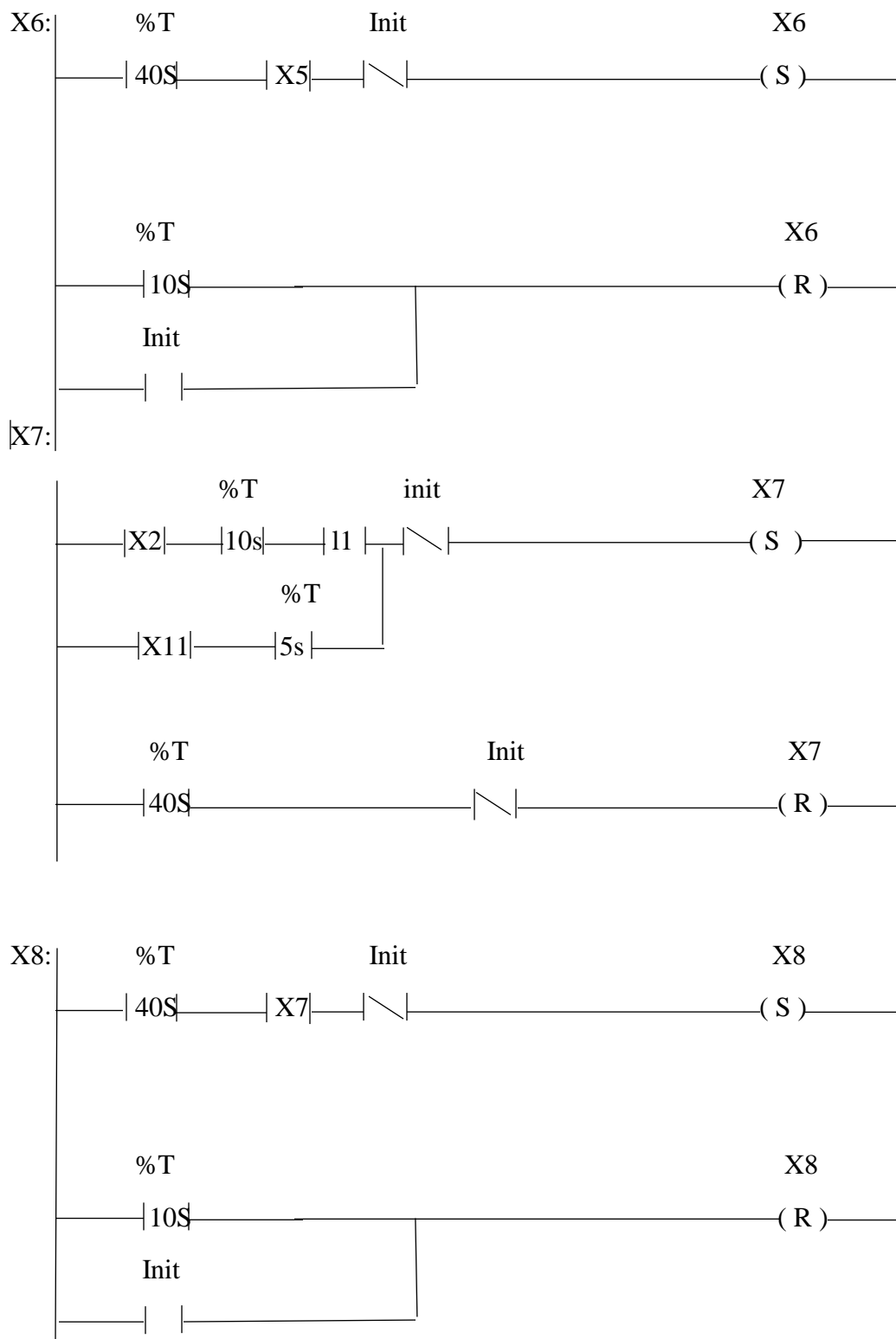




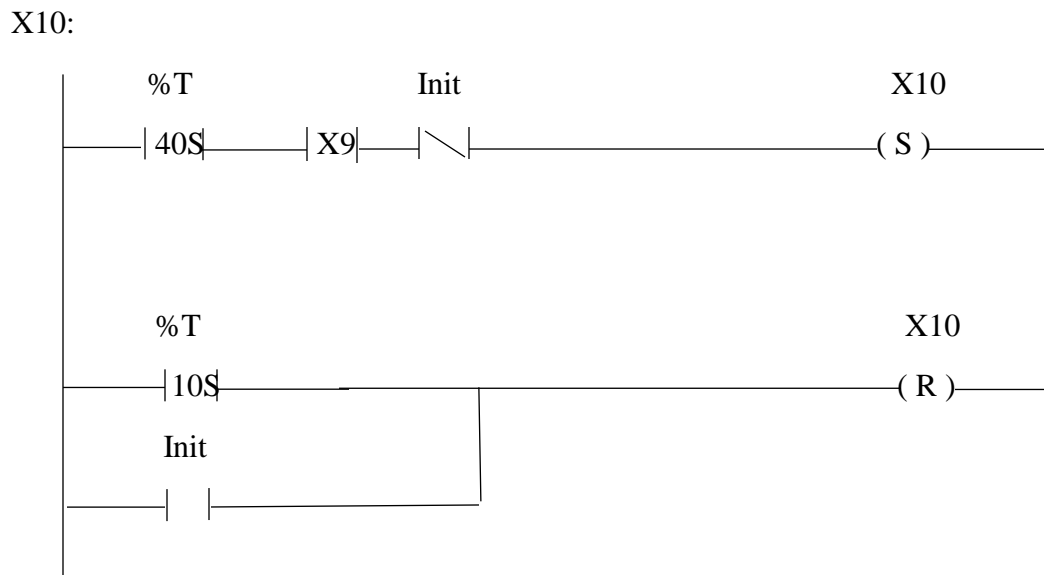
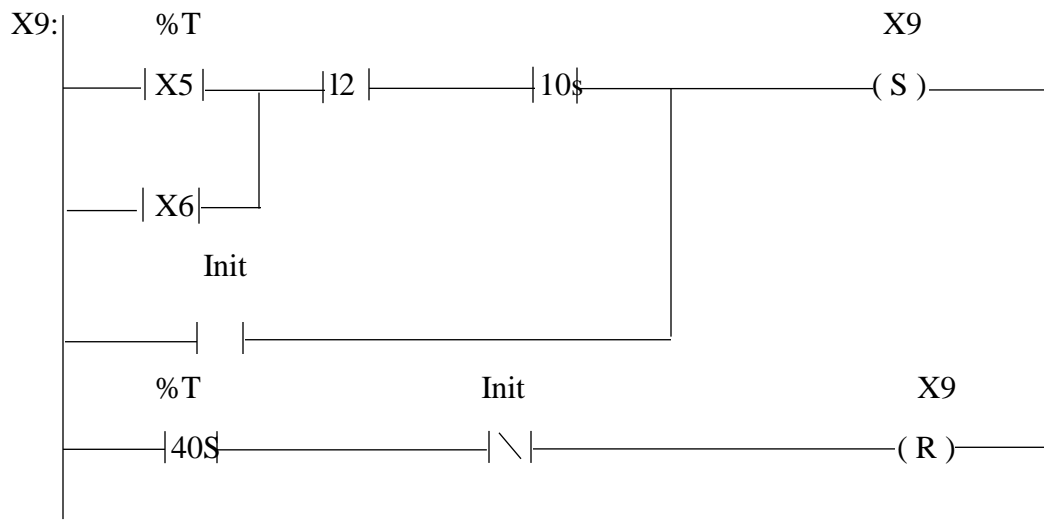
# Chapitre III : Gestion de feux de croisement par un automate Zélio Logic



# Chapitre III : Gestion de feux de croisement par un automate Zélio Logic

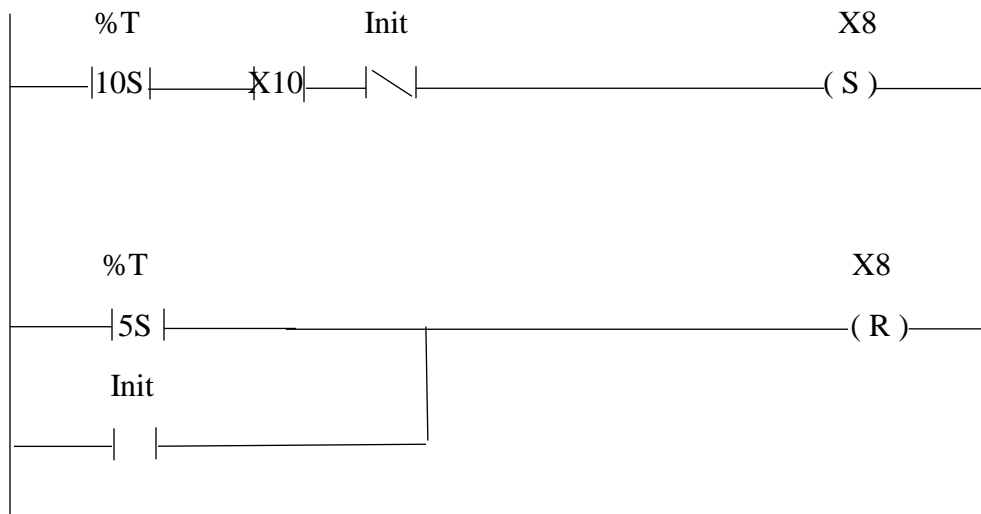


# Chapitre III : Gestion de feux de croisement par un automate Zélio Logic

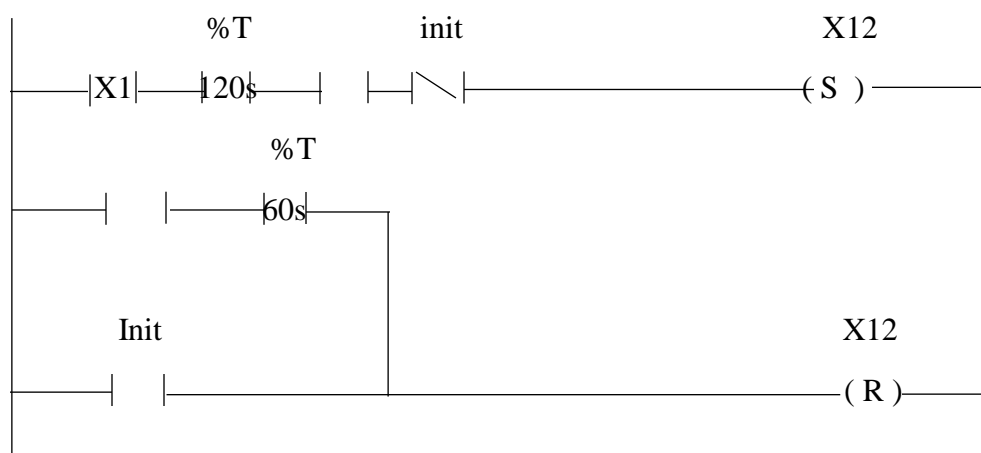


# Chapitre III : Gestion de feux de croisement par un automate Zélio Logic

X11:



X12



# Chapitre III : Gestion de feux de croisement par un automate Zélio Logic

- Passage du Grafcet au SFC, séquence cyclique avec passage piétons et boutons poussoirs de demande de passage et séquence de feu orange clignotant en cas de circulation faible

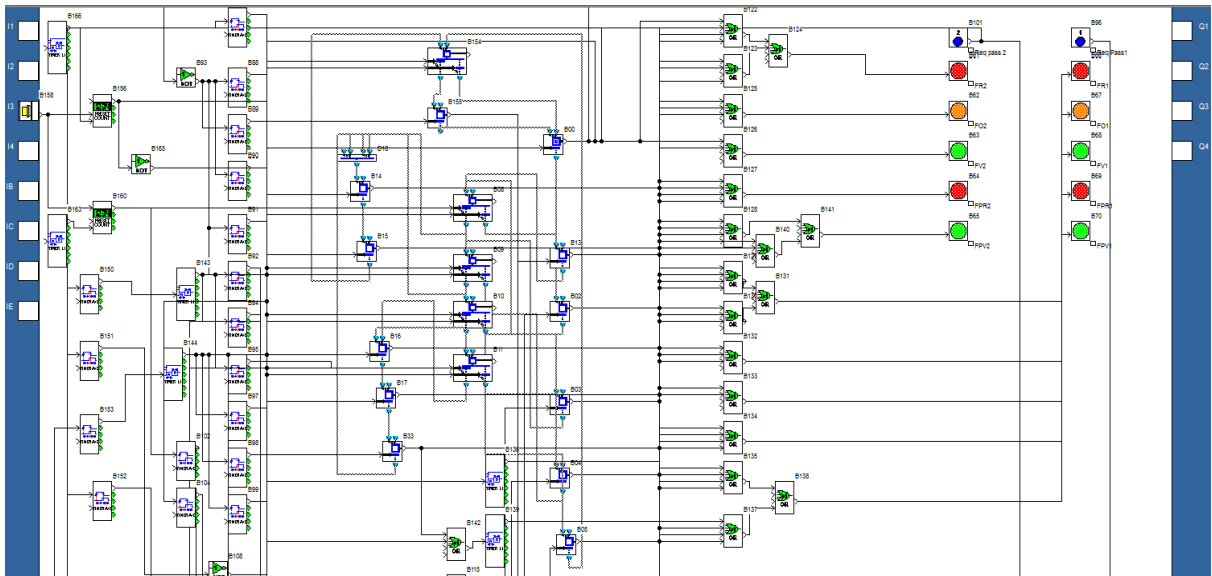


Figure 42 : Passage du grafcet au langage SFC

## III.3-Conclusion

Nous avons mené une étude pour la réalisation d'une installation de la commande automatisée des feux tricolores d'un carrefour, situé dans la commune d'Oran. Nous avons utilisé un automate programmable de Schneider électrique type Zélio Logic. L'utilisation de cet automate nous a permis de manipuler deux principaux langages de programmation LD (Ladder) et le langage SFC (Sequential functional Chart). Le déroulement de l'étude a été réalisé dans le respect d'un cahier des charges que nous avons reçu.

# Conclusion générale

Le travail que nous avons développé porte sur la gestion et la réalisation des feux de signalisation d'un carrefour (feux tricolores), en utilisant un automate programmable de type Zelio Logic de Schneider électrique, que nous avons programmé par ses deux types de langages à savoir, le FBD et le langage Ladder.

Nous avons présenté les raisons du développement et de l'automatisation de la signalisation routière. En particulier, la gestion de la circulation au niveau des différents types de carrefours.

L'exploitation de l'évolution de l'automatisme, nous a permis d'assurer la fluidité du trafic à travers les carrefours des grandes villes, dont Oran, deuxième grande ville d'Algérie, en fait partie.

Pour la réalisation, nous avons utilisé l'automate Zelio Logic et les composants nécessaires qui l'accompagnent. Nous signalons que l'étude a été concrétisée par la réalisation d'une maquette fonctionnelle, représentant le carrefour constitué par le croisement des deux grandes avenues : des Martyrs et Cheikh Abdelkader.

En respectant les spécifications du cahier des charges, et en utilisant le Grafset, SFC et les langages LD, FBD, notre travail a consisté à réaliser quatre différents programmes, répondant aux besoins de la circulation, au niveau de ce carrefour.

D'après les résultats de réalisations obtenues nous pouvons dire que :

- ❖ L'automate de type Zelio Logique peut être également utilisé pour l'automatisation de tâches complexes, telles que la gestion des feux d'un carrefour avec contraintes : demande passage piétons, mode clignotant....
- ❖ Cet automate nous offre le choix entre deux principaux langages de programmation (LD, FBD), très utilisés en industrie.
- ❖ Le grand nombre de véhicules en circulation, peut être pris en considération par notre système.
- ❖ L'utilisation des automates programmables dans le domaine de signalisation routière a facilité l'utilisation de la route et à augmenter la sécurité des usagers

Comme perspective de futur, nous prévoyons d'utiliser plusieurs automates gérant différents carrefours, et communiquant entre eux, afin d'assurer une synchronisation de la circulation.

# Liste de figures

## Chapitre I

Figure 1 : Signalisation routière type Zebracross.....	4
Figure 2 : Panneaux de signalisation.....	5
Figure 3 : Signalisation par balisage.....	5
Figure 4 : Signalisation par bornage.....	5
Figure 5 : Signalisation par feux.....	6
Figure 6 : Carrefour.....	7
Figure 7 : Carrefour en T.....	7
Figure 8 : Carrefour en Y.....	8
Figure 9 : Carrefour en Croix simple.....	8
Figure 10 : Carrefour en X.....	8
Figure 11 : Carrefour à branches multiples.....	9
Figure 12 : carrefour giratoire.....	9

## Chapitre II

Figure 13 : Zelio Logic.....	14
Figure 14 : les constituants du module zelio SR2B121BD.....	15
Figure 15 : Bornier à vis d'alimentation.....	16
Figure 16 : Type d'alimentation pour le module Zelio Logic.....	16
Figure 17 : Raccordement des entrées.....	17
Figure 18 : Raccordement des sorties.....	17
Figure 19 : Afficheur du module Zelio Logic.....	17
Figure 20 : Éléments de communication.....	18
Figure 21 : (a) Langage LD, (b) langage FBD.....	19
Figure 22 : Mode Simulation de Zelio Soft 2.....	20
Figure 23 : Mode Monitoring.....	21
Tableau 1 : Différentes entrées et Sorties.....	22
Figure 24 : schéma logique.....	23
Figure 25: Fonction AND en Ladder.....	23

Figure 26 : Fonction OR en Ladder.....	24
Figure 27 : Bloc Fonctionnel .....	25
Figure 28 : Différentes composantes d'un GRAFCET.....	26
Figure 29 : Étapes en SFC .....	27
Figure 30 : Réceptivité en SFC.....	27
Figure 31 : Réceptivité on utilisant un connecteur .....	27
Figure 32 : Utilisation du nom de réceptivité pour la transition.....	28
Figure 33: Conversion de types.....	28

### Chapitre III

Figure 34 : le site de notre projet Avenue Des Martyres et Avenue Cheikh Abdelkader.....	32
Tableau2 : les entrées/sorties du Grafcet.....	32
Figure 35 : Grafcet du fonctionnement classique .....	34
Figure 36 : Réalisation du Grafcet au SFC de la séquence classique .....	35
Tableau 3: Les conditions de Set et Reset des étapes.....	35
Tableau 4 : Les entrées/sorties du Grafcet.....	42
Figure 37 : Grafcet de séquence normal avec les feux piétons.....	44
Figure 38 : Réalisation du Grafcet au SFC de Séquence classique avec les feux piétons.....	45
Tableau 5 : Les conditions de Set et Reset des étapes.....	45
Tableau 6 : Sorties du Grafcet de la séquence tournante avec bouton demande de passages piétons .....	52
Figure 39 : Grafcet de la séquence cyclique avec feux piétons et deux boutons de demande de passage .....	55
Tableau 7 : Tableau des conditions des activations et des désactivations .....	56
Figure 40 : Passage du Grafcet au SFC de la séquence classique.....	58
Tableau 8 : Sorties du Grafcet de la séquence tournante, avec possibilité de passage au feu orange clignotant .....	64
Figure 41 : Grafcet de la séquence cyclique avec feux piétons et deux boutons de demande de passage et feux oranges clignotants .....	67
Tableau 9 : Les conditions des activations et des désactivations.....	68
Figure 42 : Passage du grafcet au langage SFC.....	76



# Bibliographie

- (1) : Marina Duhamel, Un demi-siècle de signalisation routière en France 1894-1946
- (2) : Marina Duhamel, Un demi-siècle de signalisation routière en France 1894-1946
- (3) : Fiche de synthèse - Oujda : Etat des lieux des aménagements de carrefour
- (4) : Site internet [Openclassrooms.com](https://www.openclassrooms.com) : Code de la route 1 les carrefours giratoires
- (5) : chronologie de la sécurité routière aux États-Unis\_Federal Highway Administration
- (6) : Évolution du manuel de signalisation américain –US Departement of transportation
- (7) : Aménagement des carrefours au milieu urbain –GIZ Gouvernance local et participative au Maghreb
- (8) : « *Le premier feu de signalisation électrique fête ses 101 ans !* » sur lepoint.fr [5 août 2015
- (9) : Site Internet [Futura-sciences.com](https://www.futura-sciences.com) : Informatique automate programmable
- (10) : Site Internet : [Schneider-Electric.com](https://www.schneider-electric.com) : Smart relays zelio logic SR2-SR3.
- (11) : Programmation Ladder de Philippe Berger
- (12) : Programmer un automate : Programmation zelio : Fiche de séquence technologie collège jeudi 27 juillet 2017
- (13): Lewis, R. W. *Programming industrial control systems using IEC 1131-3*
- (14) : René David et Hassane Alla, *Du Grafcet aux réseaux de Petri*, Paris, Hermès, coll. « *Traité des nouvelles technologies / Automatique* »
- (15) : Site Internet [Automation-Sense.com](https://www.automation-sense.com) : Langage de programmation LAD, SCL, SFC, FBD, STL