

# **Le GRAFCET appliqué à la commande de l'ascenseur ESD 010**

---

**Logiciel "M\_Graf"  
et carte parallèle E.P.P.**

**Auteur:** HANS Thierry



**dms**  **didalab**

avril 2003

Z.A. de Pissaloup  
4, avenue d'Alembert  
78197 Trappes Cédex  
tél. : (33) 01 30 66 08 88  
fax : (33) 01 30 66 72 20

# **SOMMAIRE**

<b>1. INTRODUCTION</b>	<b>3</b>
<b>2. ENCHAINEMENT SEQUENTIEL</b>	<b>9</b>
<b>3. SELECTION ET REPRISE DE SEQUENCES</b>	<b>10</b>
<b>4. PARALLELISME STRUCTURAL ET INTERPRETE</b>	<b>12</b>
<b>5. MACRO-ETAPES</b>	<b>14</b>
<b>6. ACTIONS CONDITIONNELLES</b>	<b>16</b>
<b>7. ACTIONS MEMORISEES</b>	<b>17</b>
<b>8. VARIABLES INTERNES</b>	<b>18</b>
<b>9. VARIABLES D'ENTREE SUR FRONTS</b>	<b>19</b>
<b>10. PARTITION D'UN GRAFCET</b>	<b>20</b>
<b>11. TEMPORISATIONS</b>	<b>21</b>
<b>12. APPLICATION GLOBALE</b>	<b>22</b>

# 1. Introduction

## 1.1 Avant propos

Ce manuel est une introduction "grafcet", outil de programmation des systèmes automatisés. Les notions présentées sont appliquées à la commande de la maquette d'ascenseur **T48**.

Le système de commande utilise le logiciel d'édition et d'exécution d'un "grafcet" **M-Graf** sur micro-ordinateur équipé d'une carte d'interfaçage **CIL**.

### Le "grafcet "

Grafcet = abréviation de **GR**aphe **Fon**Ctionnel **Et**apes-**Tr**ansitions.

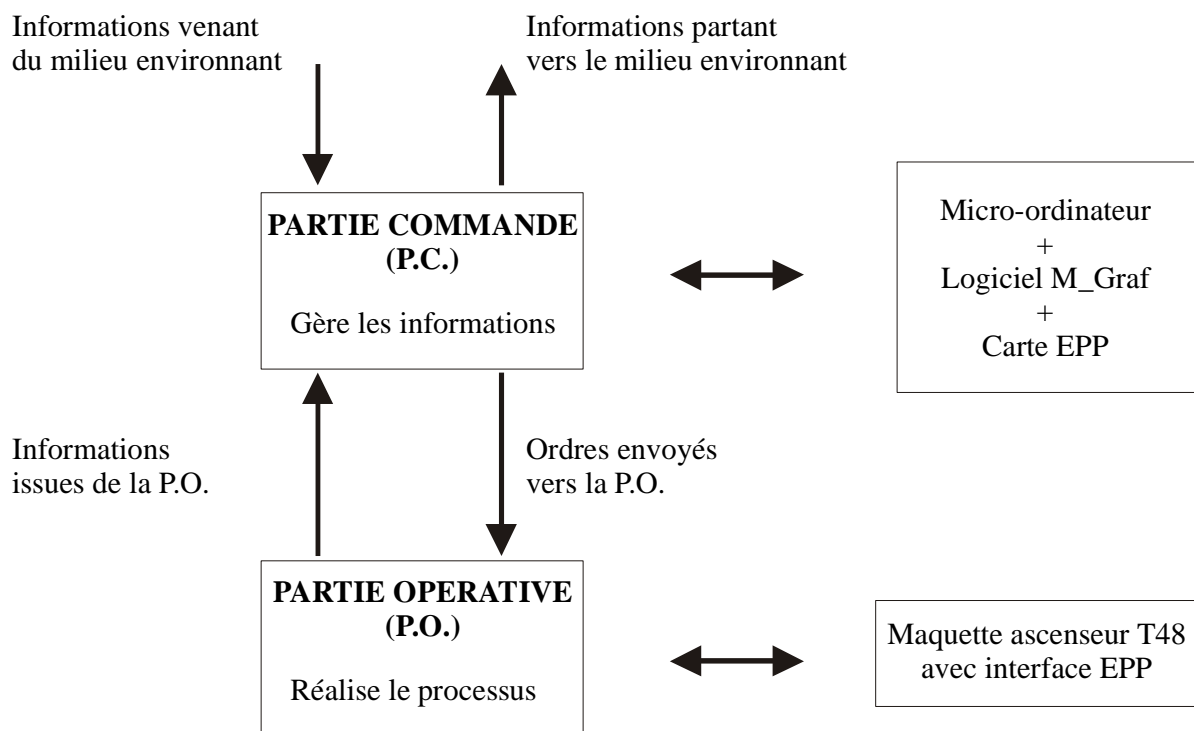
Un "grafcet" définit les séquences du fonctionnement d'un système automatisé.

Il est utile :

- ✓ à la définition du cahier des charges,
- ✓ à la réalisation du système de commande,
- ✓ à l'exploitation,
- ✓ à la maintenance.

### Les systèmes automatisés

Un système automatisé réalise en autonome les tâches définies par un cahier des charges. Il peut être décomposé en deux parties comme le montre la figure ci-après.



## 1.2 Eléments de base du "grafcet"

Le "grafcet" représente, grâce à des éléments graphiques, le comportement attendu d'un système automatisé.

Les éléments graphiques de base sont:

- les **étapes** auxquelles on associe des **actions**,
- les **transitions** auxquelles on associe des **réceptivités**.

### 1.2.1 Les étapes et actions associées

Une étape caractérise le comportement invariant d'une partie ou de la totalité du système.

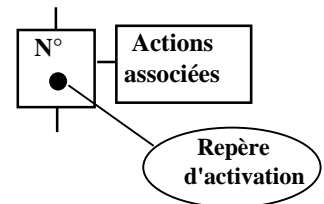
A un instant donné et suivant l'évolution du système, une étape est active ou inactive.

Une étape se représente par un carré identifié par un repère alpha-numérique.

#### Etape Active:

Etape dont les actions associées doivent être en cours d'exécution ou viennent d'être exécutées.

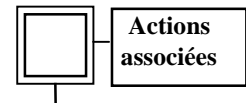
Une étape active peut être distinguée par un repère d'activation (un point ou une coloration particulière du rectangle comme cela est fait dans le logiciel "M-graf").



#### Etape Initiale:

Etape activée au départ du système, lors de la phase d'initialisation.

Elle est représentée par un double carré.



#### Mémoire d'étape:

Une mémoire d'étape, variable binaire interne, est affectée à la représentation de l'état de l'étape. Cette variable est généralement notée  $X_i$  où l'indice  $i$  représente le numéro de l'étape associée:

$X_i$  est au niveau 1 logique lorsque l'étape  $i$  est active

$X_i$  est au niveau 0 logique lorsque l'étape  $i$  n'est pas active.

#### Actions associées à une étape:

Elles définissent "*ce qui doit être fait*" chaque fois que l'étape à laquelle elles sont associées est active.

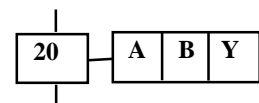
#### Convention:

Une variable binaire de sortie (donc d'action) placée dans le rectangle destiné aux actions est une variable qui sera maintenue au 1 logique durant toute la durée de l'activation de l'étape.

Une variable binaire absente du rectangle est une variable qui sera au 0 logique.

Plusieurs actions associées à une étape peuvent être disposées de différentes façons sans que cette représentation implique une priorité.

Dans l'exemple, l'ordre de mise à 1 des variables de sortie n'est pas forcément A, puis B et enfin Y.



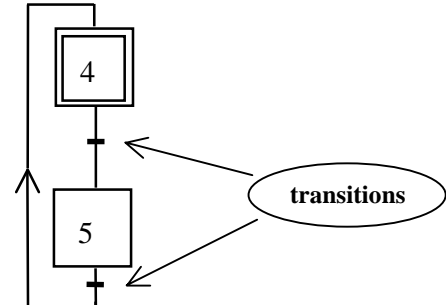
## 1.2.2 Les transitions et réceptivités associées

Une transition indique la possibilité d'évolution entre deux étapes. Elle est repérée par un trait horizontal relié aux étapes par des liaisons orientées.

### Liaison orientée:

Une liaison orientée réunit deux étapes susceptibles de se succéder.

Cette évolution s'accomplit par le franchissement de la transition qui provoque un changement d'activité des étapes.



### **Convention:**

**L'orientation du bas vers le haut d'une liaison se représente par une flèche montante.**

**L'absence de flèche indique que l'orientation est du haut vers le bas.**

### Transition validée:

Une transition est validée lorsque l' (ou les) étape(s) immédiatement précédente(s) est (sont) active(s).

### Réceptivité associée à une transition:

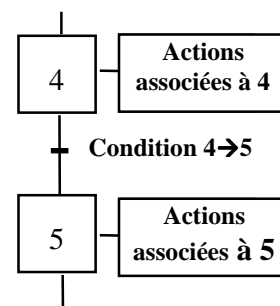
A chaque transition est associée une condition logique appelée "**réceptivité**" qui peut être soit vraie, soit fausse.

La réceptivité est une fonction booléenne (condition vraie  $\rightarrow$  résultat de l'équation logique associée = 1).

### Transition franchissable:

Une transition est franchissable si et seulement si la (ou les) étape(s) amont(s) sont active(s) **ET** que la réceptivité est vraie.

**Si** l'étape 4 est active **ET** la condition  $4 \rightarrow 5$  est vraie, **alors** la transition  $4 \rightarrow 5$  est franchissable, ce qui entraînera l'activation de l'étape 5 puis la désactivation de l'étape 4.



## 1.2.3 Les règles

### Règles de syntaxe

---

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

Deux étapes ou deux transitions ne doivent jamais être reliées par une liaison orientée. La liaison orientée relie obligatoirement une étape à une transition ou une transition à une étape.

### Règles d'évolution

---

#### Règle 1: Situation initiale

Dans la situation initiale, les étapes initiales sont activées.

Elle traduit généralement un comportement de repos avant le début d'un processus.

#### Règle 2: Franchissement d'une transition

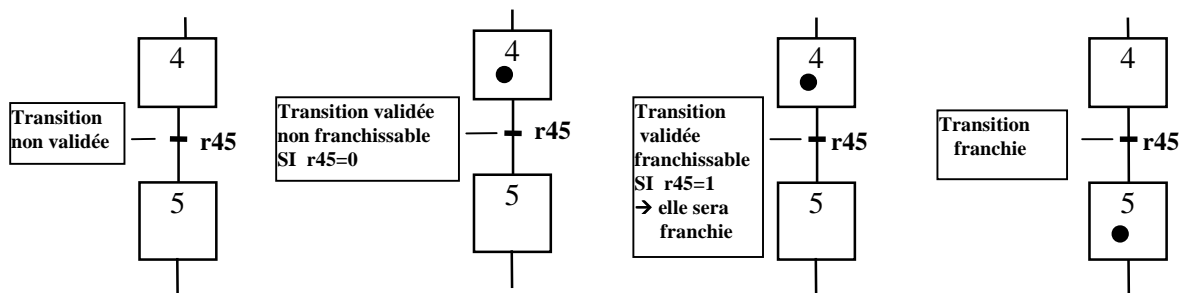
Une transition est dite validée lorsque toutes les étapes immédiatement précédentes reliées à cette transition sont actives.

Le franchissement d'une transition se produit à **deux** conditions:

→ la transition est validée (les étapes précédentes doivent être actives),

→ la réceptivité associée est vraie (la fonction Booléenne vaut 1).

Lorsque ces deux conditions sont réunies, la transition devient alors franchissable. Elle est alors obligatoirement franchie.



#### Règle 3: Evolution des étapes actives

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

#### Règle 4: Evolutions simultanées

Plusieurs transitions simultanément franchissables sont simultanément franchies.

#### Règle 5: Activation et désactivation d'une étape

Si, au cours du fonctionnement, la même étape est simultanément activée et désactivée, elle reste active.

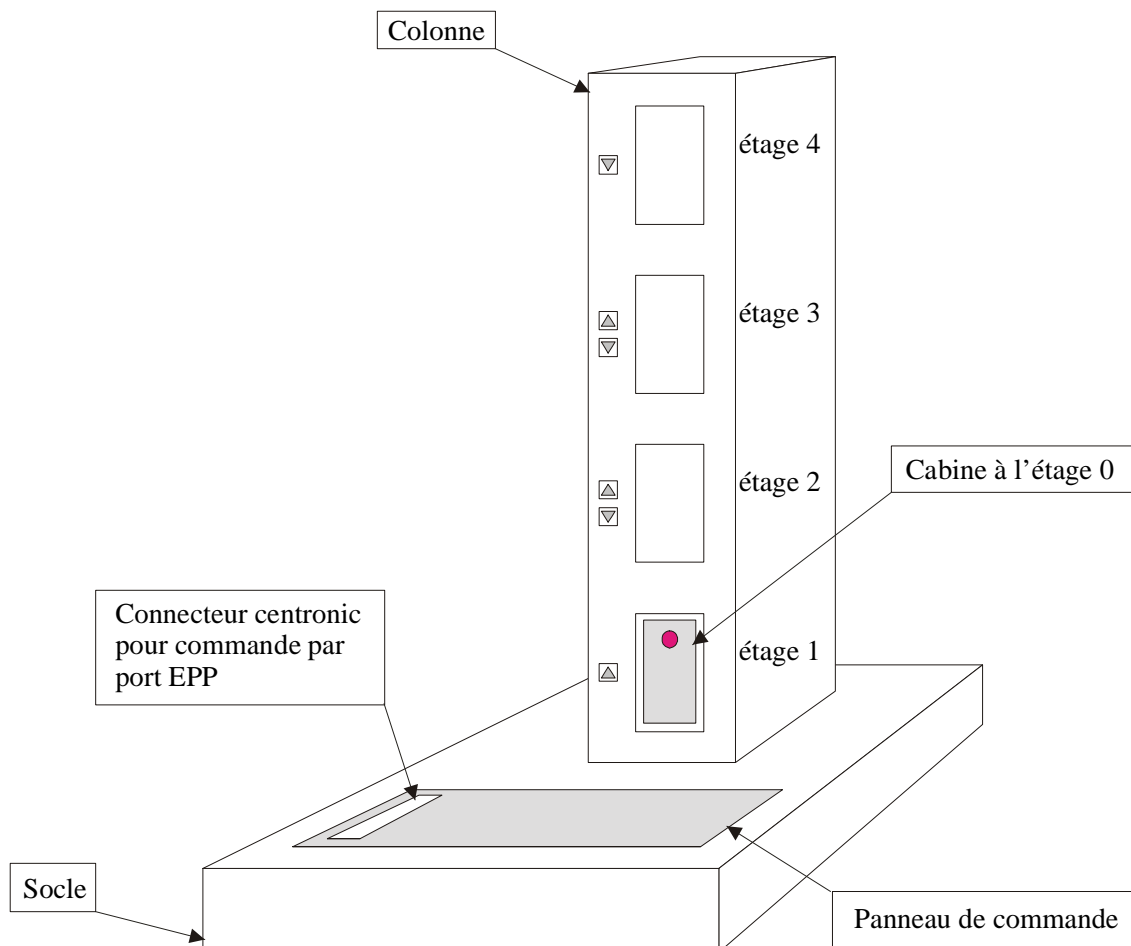
## 1.3 Présentation de la maquette d'ascenseur:

La maquette de l'ascenseur est composée d'une colonne posée sur un socle.

**La colonne** comporte 4 étages repérés de 1 à 4. Une cabine dotée d'une lampe intérieure peut circuler entre ces étages.

A chaque étage, un capteur détecte la présence de la cabine. Une porte équipée d'un micro contact y permet l'accès. Au niveau du système de commande une seule information logique indique que toutes les portes sont fermées (résultat d'une combinaison des 4 micros contacts). Des boutons poussoirs situés aux différents étages permettent l'appel de la cabine. Ceux-ci sont munis de lampes témoins.

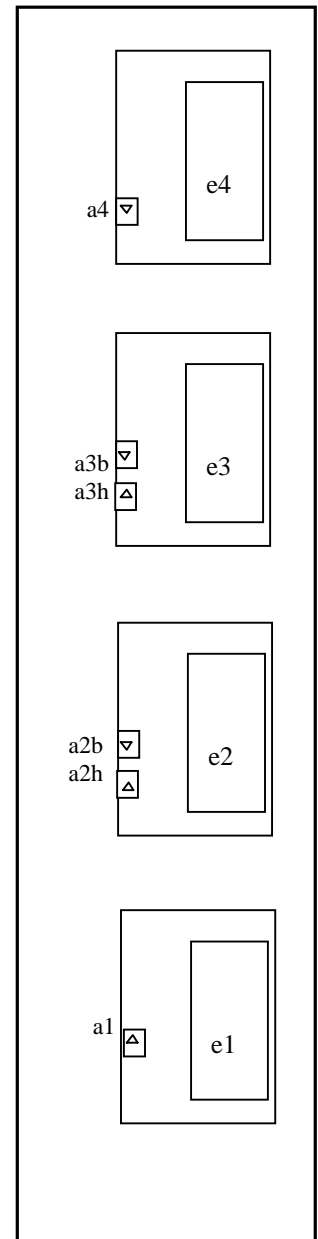
**Le socle** contient le circuit de puissance, le moteur couplé à un réducteur. Il supporte les boutons d'appel intérieurs ainsi qu'un bouton d'arrêt d'urgence.



Cette maquette est pilotée par micro-ordinateur de type P.C. par l'intermédiaire d'une interface parallèle de type EPP.

Les labels à utiliser dans les "grafcets" sont décrits dans la nomenclature ci-après :

	Label	Désignation
ENTREES	e1	présence cabine à l'étage <b>1</b>
	e2	présence cabine à l'étage <b>2</b>
	e3	présence cabine à l'étage <b>3</b>
	e4	présence cabine à l'étage <b>4</b>
	a1	<b>appel</b> colonne à l'étage <b>1</b>
	a2b	<b>appel</b> colonne à l'étage <b>2</b> vers le <b>bas</b>
	a2h	<b>appel</b> colonne à l'étage <b>2</b> vers le <b>haut</b>
	a3b	<b>appel</b> colonne à l'étage <b>3</b> vers le <b>bas</b>
	a3h	<b>appel</b> colonne à l'étage <b>3</b> vers le <b>haut</b>
	a4	<b>appel</b> colonne à l'étage <b>4</b>
	ap1	<b>appel</b> étage (sur le <b>panneau</b> ) <b>1</b>
	ap2	<b>appel</b> étage (sur le <b>panneau</b> ) <b>2</b>
	ap3	<b>appel</b> étage (sur le <b>panneau</b> ) <b>3</b>
	ap4	<b>appel</b> étage (sur le <b>panneau</b> ) <b>4</b>
SORTIES	po	<b>porte ouverte</b>
	sb	<b>surcourse bas</b>
	sh	<b>surcourse haut</b>
	aru	<b>arrêt d'urgence</b>
	C	Allumage Cabine
	D	Commande <b>D</b> escente
	M	Commande <b>M</b> ontée
	L1	Lampe colonne étage <b>1</b>
	L2B	Lampe colonne étage <b>2 bas</b>
	L2H	Lampe colonne étage <b>2 haut</b>
	L3B	Lampe colonne étage <b>3 bas</b>
	L3H	Lampe colonne étage <b>3 haut</b>
	L4	Lampe colonne étage <b>4</b>
ETAPE	$x_i$	Etape Active
MEMOIRE	Mxx	Mémoire 8 bits
	Bxx	Bit mémoire



Notes : Les étages 1 et 4 sont dotés d'un seul bouton d'appel tandis que les étages 2 et 3 sont dotés de 2 boutons d'appel (montée et descente).

Les appels issus de la cabine ( $ap_i$ ), n'ont pu être placés à l'intérieur de la cabine, ils sont situés sur le panneau de commande.

Une variable interne  $x_i$  suit l'état d'activation de l'étape correspondante  $i$  c'est à dire que  $x_i=1$  lorsque l'étape de repère  $i$  est active.



## 2. Enchaînement séquentiel

### Eléments Grafcet

L'objectif est de réaliser un enchaînement séquentiel conditionné par des réceptivités simples. Les actions associées aux étapes seront de type monostable.

#### Enchaînement séquentiel:

Un enchaînement séquentiel est représenté par une suite d'étapes qui peuvent être activées les unes après les autres dans un ordre imposé. Chaque étape n'est suivie que par une transition et chaque transition n'est validée que par une seule étape.

#### Action monostable:

Une action associée à une étape est dite monostable lorsque sa durée d'exécution est identique à la durée d'activité de l'étape.

### Cahier des charges application T48

Il s'agit d'établir un "grafcet" permettant de tester le bon fonctionnement des lampes témoins, des boutons d'appel et des micro-contacts d'ouverture de porte.

Pour cela, partant d'un état initial où toutes les lampes sont éteintes :

appui sur **a1** ou **ap1** → **L1** s'allume, **puis**

appui sur **a2b** ou **a2h** ou **ap2** → **L1** s'éteint et **L2B** et **L2H** s'allument, **puis**

appui sur **a3b** ou **a3h** ou **ap3** → **L2B** et **L2H** s'éteignent et **L3B** et **L3H** s'allument, **puis**

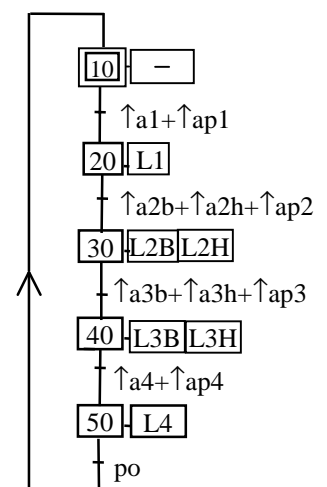
appui sur **a4** ou **ap4** → **L3B** et **L3H** s'éteignent et **L4** s'allume,

ouverture de l'une des portes → **L4** s'éteint et retour à l'état initial.

#### Nomenclature des entrées sorties utilisées et le grafcet :

Nom de fichier : ASC\_CIL1.GRA

	LABEL	DESIGNATION
Entrées	a1	appui sur appel à l'étage 1
	a2b	appui sur appel à l'étage 2b
	a2h	appui sur appel à l'étage 2h
	a3b	appui sur appel à l'étage 3b
	a3h	appui sur appel à l'étage 3h
	a4	appui sur appel à l'étage 4
	po	portes ouverte
Sorties	L1	allumage Lampe étage 1
	L2B	allumage Lampe étage 2 Bas
	L2H	allumage Lampe étage 2 Haut
	L3B	allumage Lampe étage 3 Bas
	L3H	allumage Lampe étage 3 Haut
	L4	allumage Lampe étage 4



# 3. Sélection et reprise de séquences

## Eléments Grafcet

L'objectif est de mettre en œuvre des sélections de séquences, appelées également divergences en OU, et des reprises de séquences, appelées également convergences en OU.

### Sélection (divergence en OU):

Une divergence OU correspond à une sélection entre plusieurs séquences. Elle se représente graphiquement par autant de transitions et réceptivités qu'il peut y avoir d'évolutions possibles.

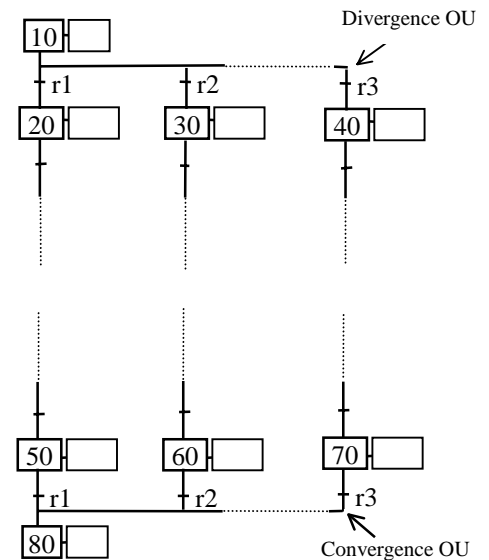
D'après la **Règle N°4** décrite dans le chapitre 1 il faudra que les réceptivités soient disjointes (une seule réceptivité vraie) pour réaliser une sélection exclusive.

### Convergence en OU:

Une convergence OU correspond au retour à une séquence unique suite à une divergence OU.

#### Règle:

**Un grafcet connexe comportant une divergence OU comporte obligatoirement une convergence OU.**



Les convergences et divergences en OU peuvent prendre des formes particulières telles que les sauts d'étapes et reprises de séquence.

### Saut d'étape:

Le saut d'étape permet de sauter une ou plusieurs étapes lorsque les actions associées à ces étapes ne doivent pas être exécutées.

Il faut toujours respecter les règles de syntaxe. On observera dans l'exemple ci-contre la position des réceptivités r1, r2 et r5.

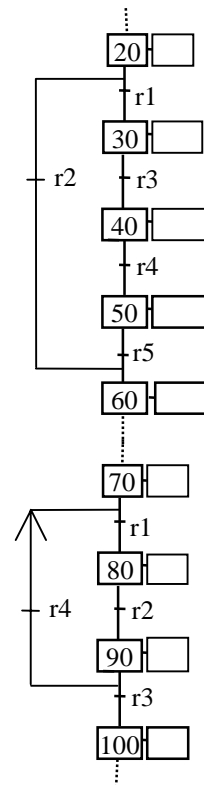
La divergence OU est en aval de l'étape 20 alors que la convergence OU est en amont de l'étape 60.

### Reprise de séquence:

La reprise de séquence permet au contraire de recommencer plusieurs fois la même séquence tant que, par exemple, une condition fixée n'est pas vérifiée.

Il faut toujours respecter les règles de syntaxe. Observez dans l'exemple ci-contre la position des réceptivités r1, r3 et r4.

La divergence OU est en aval de l'étape 90 alors que la convergence OU est en amont de l'étape 80.



# Cahier des charges application T48

Comme pour l'application précédente, il s'agit d'établir un grafcet permettant le test du bon fonctionnement des lampes témoins à chaque étage, des boutons d'appel aux étages, des boutons de destination et l'information "porte ouverte".

Pour cela, partant d'un état initial où toutes les lampes témoins sont éteintes, il faudra envisager les cinq possibilités:

- 1 → appui sur **a1** → **L1** s'allume, **OU**
- 2 → appui sur **a2b** → **L2B** s'allume, **OU**
- 3 → appui sur **a2h** → **L2H** s'allume, **OU**
- 4 → appui sur **a3b** → **L3B** s'allume, **OU**
- 5 → appui sur **a3h** → **L3H** s'allume, **OU**
- 6 → appui sur **a4** → **L4** s'allume.

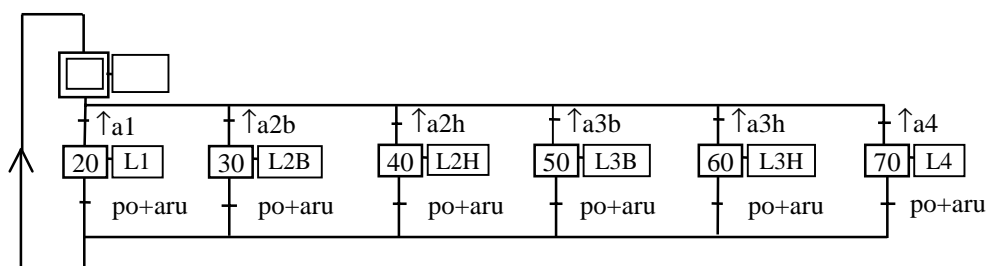
Une fois qu'une lampe témoin est allumée, l'ouverture d'une porte ou l'appui sur le bouton d'arrêt d'urgence conduit le retour à l'état initial.

## Nomenclature des entrées sorties utilisées:

	LABEL	DESIGNATION
entrées	a1	appui sur appel à l'étage <b>1</b>
	a2b	appui sur appel à l'étage <b>2b</b>
	a2h	appui sur appel à l'étage <b>2h</b>
	a3b	appui sur appel à l'étage <b>3b</b>
	a3h	appui sur appel à l'étage <b>3h</b>
	a4	appui sur appel à l'étage <b>4</b>
	po	<b>porte ouverte</b>
sorties	L1	allumage Lampe étage <b>1</b>
	L2B	allumage Lampe étage <b>2 Bas</b>
	L2H	allumage Lampe étage <b>2 Haut</b>
	L3B	allumage Lampe étage <b>3 Bas</b>
	L3H	allumage Lampe étage <b>3 Haut</b>
	L4	allumage Lampe étage <b>4</b>

## Grafcet:

Nom de fichier : ASC\_CIL2.GRA



# 4. Parallélisme structural et interprété

## Eléments Grafcet

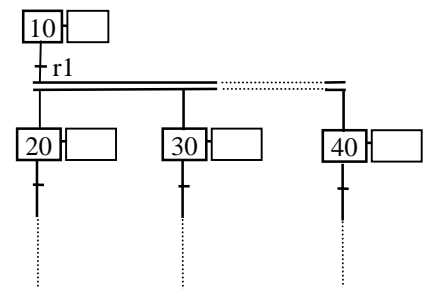
L'objectif est de mettre en œuvre des séquences à évolutions indépendantes et à exécutions en parallèle. Cette simultanéité d'exécution est schématisée dans le "grafcet" par des divergences et convergences en ET.

### **Divergence en ET (Distribution):**

Une divergence ET correspond à une distribution des activations lorsque la réceptivité est vraie et que l'étape amont est active.

Elle se représente graphiquement par deux traits horizontaux.

D'après la figure ci contre, SI l'étape 10 est active ET que r1 est à 1, ALORS les trois étapes 20,30 et 40 sont activées, puis l'étape 10 est désactivée.



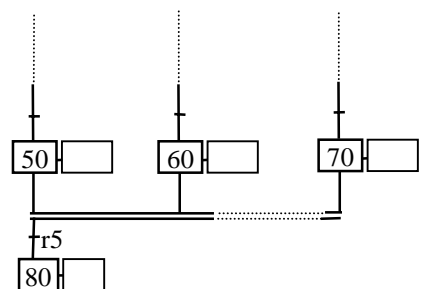
### **Convergence en ET:**

Une convergence ET correspond au retour à une séquence unique suite à une divergence ET.

#### **Règle:**

**Un "grafcet" comportant une divergence ET comporte obligatoirement une convergence ET.**

D'après la figure ci contre, l'étape 80 est activée SI la réceptivité r5 est vraie ET que les trois étapes 50, 60 et 70 sont actives.



Les séquences en parallèle mises en œuvre dans les divergences / convergences en ET se terminent généralement par des étapes d'attente. La première séquence terminée, devra attendre que toutes les autres soient terminées pour que la transition soit validée.

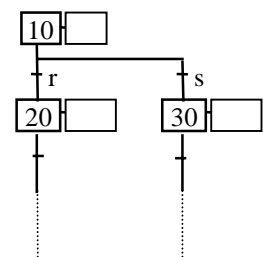
Il faut bien remarquer le placement et le nombre des réceptivités dans les deux cas:

- convergence et divergence en OU → autant de réceptivités que de branches, en amont de la convergence
- convergence et divergence en ET → une seule réceptivité à l'extrémité, en aval de la convergence

### **Parallélisme interprété:**

C'est une conséquence qui découle de la règle d'évolution n° 4 qui indique "des réceptivités simultanément franchissables sont simultanément franchies".

Dans l'exemple ci-contre, si on a  $r = s = 1$  lorsque l'étape 10 est activée, les 2 transitions seront simultanément franchies, ce qui entraînera l'activation simultanée des étapes 20 et 30.



# Cahier des charges application T48

On désire compléter le cahier des charges donné dans le chapitre 2. On effectue en parallèle, le test de montée et de descente de la cabine ainsi que des capteurs de détection de la cabine aux étages.

Pour cela, partant d'un état initial où toutes les lampes témoins sont éteintes et la cabine à l'arrêt, l'appui sur l'un des boutons d'appel cabine alors que toutes les portes sont fermées entraîne le démarrage simultané de deux enchaînements séquentiels:

- enchaînement 1
  - appui sur **ap1** → **L1** s'allume, **puis**
  - appui sur **ap2** → **L1** s'éteint et **L2B** s'allume, **puis**
  - appui sur **ap3** → **L2B** s'éteint et **L3B** s'allume, **puis**
  - appui sur **ap4** → **L3B** s'éteint et **L4** s'allume, **puis**
  - attente fin de l'enchaînement 2
- enchaînement 2
  - descente de la cabine jusqu'à l'étage 1 si elle n'y est pas déjà, **puis**
  - montée jusqu'à l'étage 4 avec lampe intérieure allumée, **puis**
  - éteindre lampe cabine au passage à l'étage 2, **puis**
  - rallumer lampe cabine au passage à l'étage 3, **puis**
  - arrêter à l'étage 4 puis redescendre jusqu'à l'étage 1 en commutant la lampe cabine aux différents étages, **puis**
  - attente fin de l'enchaînement 1.

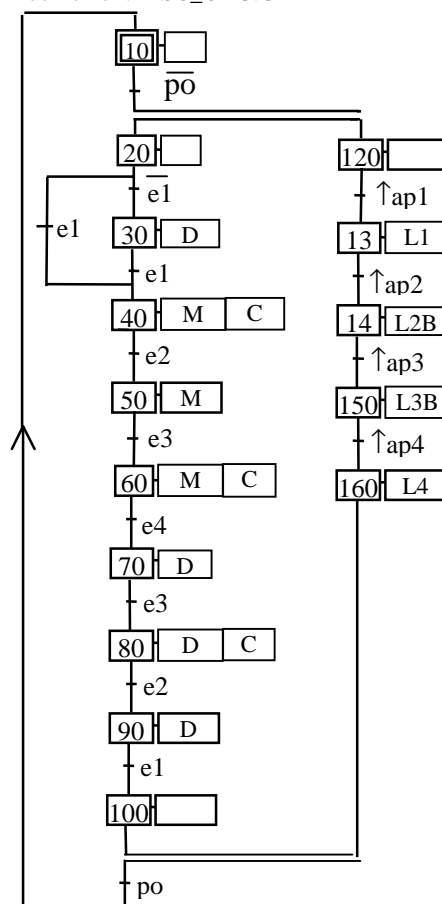
Le retour à l'état initial se fait si on ouvre l'une des portes alors que les 2 enchaînements sont terminés.

## Nomenclature des entrées sorties

### et grafcet

Label	Désignation
C	Allumer lampe interne Cabine
D	Commande Descente cabine
M	Commande Montée
L1	Allumage Lampe étage 1
L2B	Allumage Lampe étage 2 Bas
L3B	Allumage Lampe étage 3 Bas
L4	Allumage Lampe étage 4
e1	présence cabine à l'étage 1
e2	présence cabine à l'étage 2
e3	présence cabine à l'étage 3
e4	présence cabine à l'étage 4
a1	appel colonne étage 1
a2b	appel colonne étage 2 bas
a3b	appel colonne étage 3 bas
a4	appel colonne étage 4
po	l'une des portes est ouverte
ap1	appel étage 1 ( panneau )
ap2	appel étage 2 ( panneau )
ap3	appel étage 3 ( panneau )
ap4	appel étage 4 ( panneau )

Nom de fichier : ASC\_CIL3.GRA



## 5. Macro-étapes

### Eléments Grafcet

Une macro-étape est l'*unique* représentation d'un ensemble *unique* d'étapes et de transitions nommé "**expansion de la macro-étape**".

L'utilisation des macro-étapes permet une représentation à des niveaux successifs de détails en commençant par une "macro représentation" exprimant globalement le cahier des charges.

---

**Règles:**

---

Il y a bijection entre la macro-étape et son expansion.

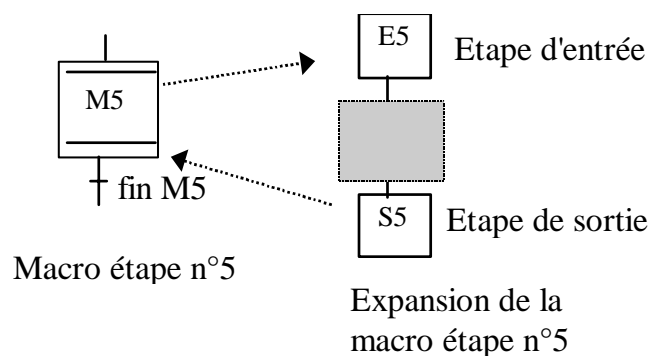
---

L'expansion commence par une seule étape d'entrée et se termine par une seule étape de sortie, étapes qui représentent les seuls liens possibles avec le grafcet auquel elle appartient.  
Une macro est active si au moins une étape de l'expansion est active.

---

La ou les transitions qui suivent le symbole de la macro dans le grafcet principal ne sont validées que si l'étape de sortie de l'expansion de la macro est active.

---



# Application ascenseur T48

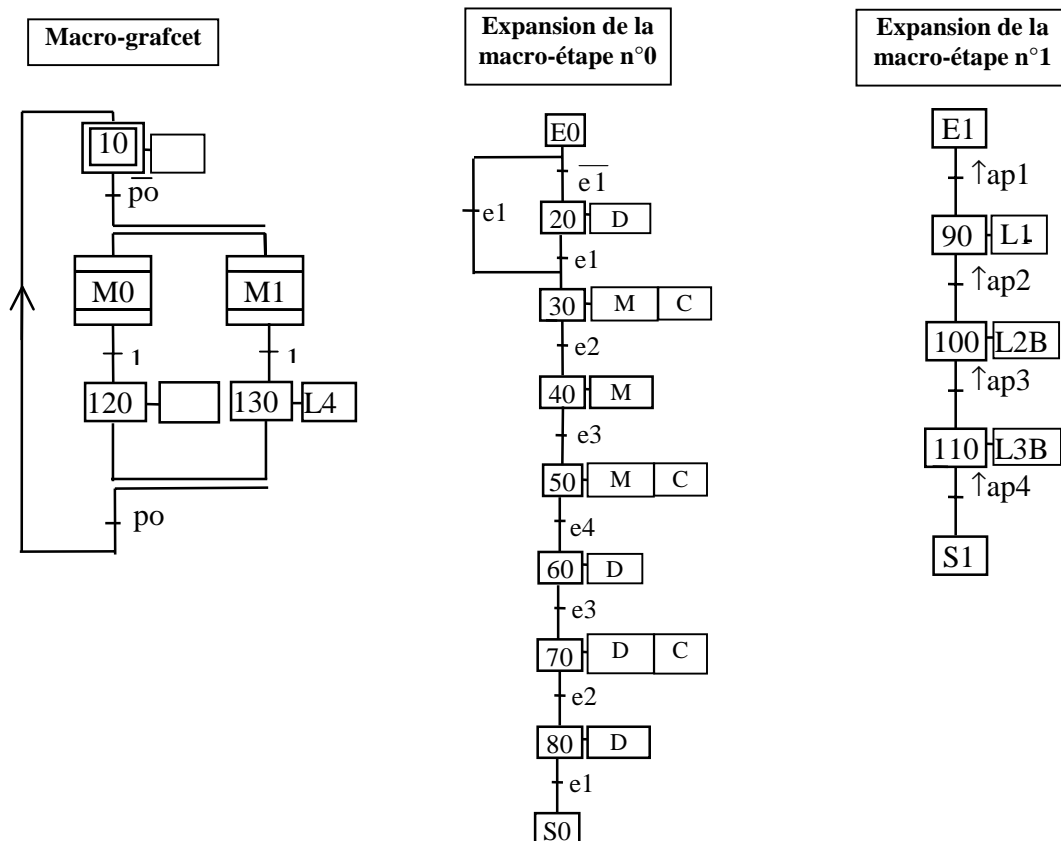
## Cahier des charges

Soit l'exemple précédent où les deux enchaînements sont représentés par des macro-étapes:

- la macro-étape M0 représente la séquence de déplacement de la cabine entre les étages (aller retour étage 1  $\leftrightarrow$  étage 4) avec détection des passages aux étages,
- la macro-étape M1 représente le test séquentiel des boutons et lampes témoins.

## Grafcet

Nom de fichier : ASC\_CIL4.GRA



### Remarques:

Les étapes E0 et E1 sont appelées étapes "sources"

- l'étape E0 est activée lorsque M0 entre en activation,
- l'étape E1 est activée lorsque M1 entre en activation.

Les étapes S0 et S1 sont des étapes "puits"

- le retour à l'étape initiale (étape n°10) ne se fait que si les étapes S0 et S1 sont actives et que la réceptivité po vaut 1.

## 6. Actions conditionnelles

### Eléments Grafcet

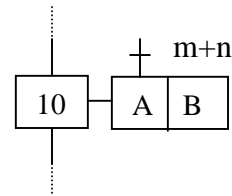
Une action conditionnelle est une action dont la réalisation est soumise à une condition supplémentaire qui peut être une fonction des variables d'entrée ainsi que des variables internes.

La symbolisation utilisée est comparable à celle d'une transition associée à une réceptivité, mais positionnée au niveau de l'action concernée.

Dans l'exemple ci-contre la variable de sortie **A** sera à l'état **1 SI**:

→ l'étape 10 est active **ET**

→ le résultat de la fonction logique **m+n** vaut **1**



### Application ascenseur T48

#### Cahier des charges

A partir d'une position de repos où la cabine est à une situation quelconque, on souhaite que la cabine se rende à l'étage 1

→ dès que l'on appuie sur le bouton d'appel **a1** ou sur le bouton de destination **ap1**

→ à condition que toutes les portes soient fermées.

Lorsque la cabine s'arrête à l'étage 1, la lampe témoin à l'étage 1 s'allume.

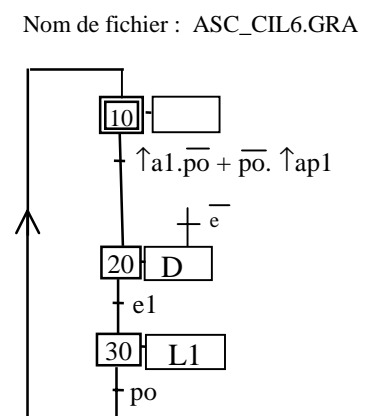
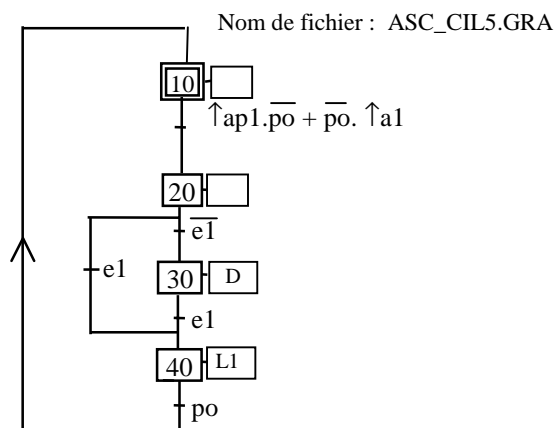
Le retour à l'état initial se fait par l'ouverture d'une des portes.

Si la cabine se trouve déjà à l'étage 1, elle ne se déplace pas.

#### Nomenclature des entrées sorties

Label	Désignation
D	Commande <b>D</b> escente cabine
L1	<b>L</b> ampe colonne étage 1
a1	<b>A</b> ppel cabine depuis l'étage 1
po	l'une des <b>p</b> ortes est <b>o</b> uverte
ap1	<b>A</b> ppel étage 1

#### Grafcets



Remarque:

En général l'utilisation des actions conditionnelles simplifie la structure du grafcet.



# 7. Actions mémorisées

## Eléments Grafcet

Contrairement aux actions "monostables", dont la durée d'exécution est identique à la durée d'activation de l'étape à laquelle elles sont associées, les actions mémorisées (appelées également actions "bistables") ont un effet qui se prolonge tant qu'une action de modification n'est pas exécutée.

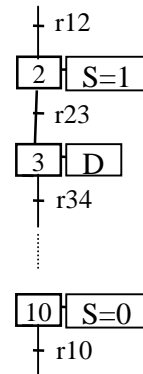
### Représentation grafcet

Pour une variable binaire de sortie S,

S = 1 placé dans les actions, impose la mise à 1 logique de S et reste dans cet état tant que l'on ne fera pas

S = 0 dans une autre étape qui impose la mise à 0 de S et qui le restera tant que l'on ne fera pas S = 1.

Dans l'étape n°3 la variable S est toujours égal à 1, elle ne repasse à 0 que lorsque l'étape 10 est activée.



## Application ascenseur T48

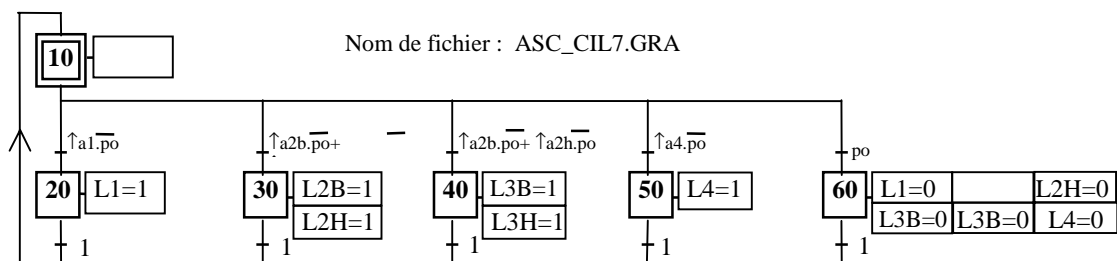
### Cahier des charges

L'appui sur l'un des boutons d'appel allume la lampe témoin correspondante.

L'extinction des lampes se fera si l'on ouvre l'une des portes.

### Nomenclature des entrées sorties utilisées et grafcet

Label	Désignation	Label	Désignation
L1	Allumage Lampe étage 1	a1	Appel colonne étage 1
L2B	Allumage Lampe étage 2 Bas	a2b	Appel colonne étage 2 bas
L2H	Allumage Lampe étage 2 Haut	a2h	Appel colonne étage 2 haut
L3B	Allumage Lampe étage 3 Bas	a3b	Appel colonne étage 3 bas
L3H	Allumage Lampe étage 3 Haut	a3h	Appel colonne étage 3 haut
L4	Allumage Lampe étage 4	a4	Appel colonne étage 4
po	l'une des portes est ouverte		



**Remarque:** Le passage dans les étapes 20, 30, 40, 50 et 60 est fugitif car les réceptivités avals sont toujours vraies.

## 8. Variables internes

### Eléments Grafcet

Outre les variables binaires, images de l'activation des étapes, il est utile de définir d'autres variables internes. Suivant les applications, ces variables peuvent être de type binaire, entier relatif, voire flottant.

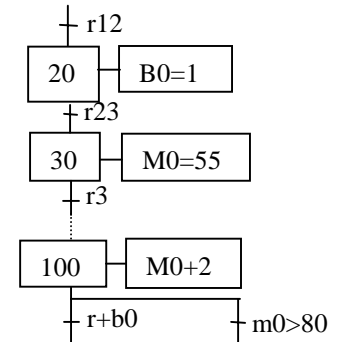
L'état, ou la valeur de ces variables sont définies, ou modifiées par des actions associées aux étapes:

- variable binaire B0 mise à 1 dans l'étape n°20
- la variable entière M0 prend la valeur 55 à partir de l'étape 30.

L'état, ou la valeur de ces variables, peut intervenir dans les réceptivités associées aux transitions.

La sortie de l'étape 100 peut intervenir de 2 façons:

- la valeur de la variable m0 est supérieure à 80 **OU**
- le résultat de la fonction logique ( $r=1$  OU  $b0=1$ ).



#### Remarque:

Les variables dans les actions sont notées en majuscules alors qu'elles le sont en minuscules dans les réceptivités.

## Application ascenseur T48

### Cahier des charges

On souhaite mémoriser dans des mémoires internes les appels aux étages. On suivra l'état de ces variables grâce aux lampes témoins correspondantes.

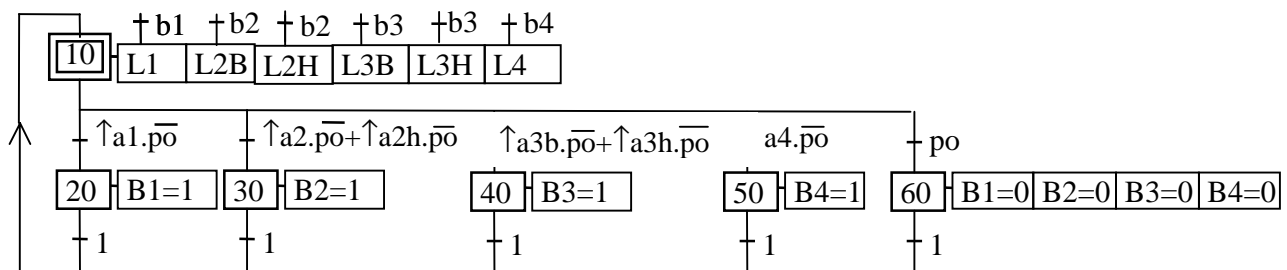
Le retour à l'état initial se fera dès l'ouverture de l'une des portes.

### Nomenclature

Label	Désignation	Label	Désignation
B1	variable binaire interne mémorisant l'appel au 1	L3B	allumage lampe Témoin de l'étage 3 Bas
B2	variable binaire interne mémorisant l'appel au 2	L3H	allumage lampe Témoin de l'étage 3 Haut
B3	variable binaire interne mémorisant l'appel au 3	L4	allumage lampe Témoin de l'étage 4
B4	variable binaire interne mémorisant l'appel au 4	a1	appel cabine depuis l'étage 1
L1	allumage lampe Témoin de l'étage 1	a2	appel cabine depuis l'étage 2
L2B	allumage lampe Témoin de l'étage 2 Bas	a3	appel cabine depuis l'étage 3
L2H	allumage lampe Témoin de l'étage 2 Haut	a4	appel cabine depuis l'étage 4
		po	l'une des portes est ouverte

### Grafcet

Nom de fichier : ASC\_CIL8.GRA



# 9. Variables d'entrée sur fronts

## Eléments Grafcet

Il peut être utile de faire intervenir dans les réceptivités non pas l'état d'une variable d'entrée mais plutôt le changement d'état de cette variable,

0 → 1 appelé front montant ou 1 → 0 appelé front descendant.

### Représentation « grafcet »

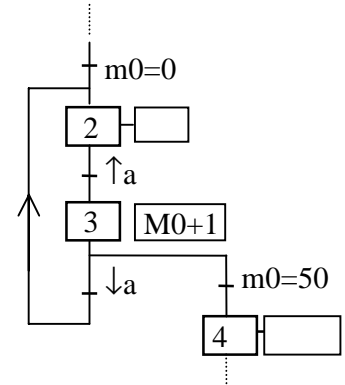
Un changement d'état:

0 → 1 attendu sur la variable d'entrée a est représenté : ↑a

1 → 0 attendu sur la variable d'entrée a est représenté : ↓a.

Dans l'exemple ci-contre, la variable M0 compte les passages de pièces sous un capteur a. Le comptage se termine lorsque l'on a atteint 50 pièces.

Remarque: Les Mi dans les actions deviennent mi dans les réceptivités.



## Application ascenseur T48

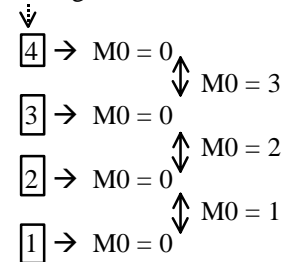
### Cahier des charges

On souhaite disposer d'une variable interne notée I0 informant de la situation de la cabine lorsque celle-ci se déplace entre deux étages comme le montre la figure ci-contre.

On vérifiera le bon suivi de ce codage en imposant à la cabine un déplacement de va et vient entre les étages 1 et 4 et en indiquant, grâce aux lampes témoins, l'étage où va arriver la cabine.

Le déplacement de la cabine sera stoppé dès que l'on ouvrira l'une des portes.

N° étage

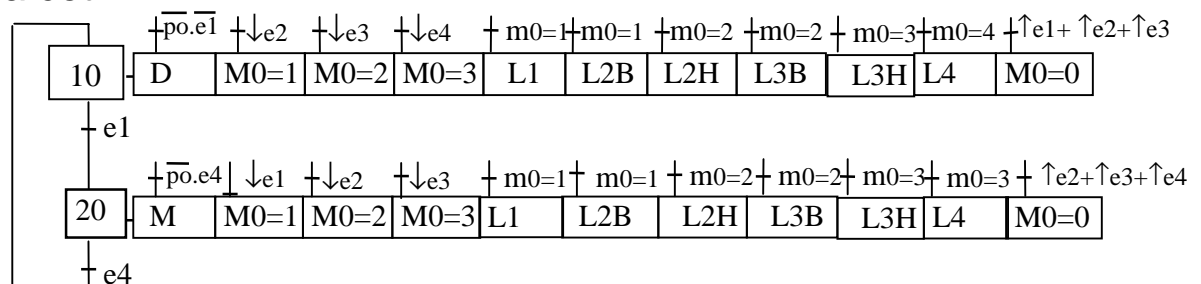


### Nomenclature

Label	Désignation	Label	Désignation
L1	allumage lampe Témoin de l'étage 1	e1	Cabine à l'étage 1
L2B	allumage lampe Témoin de l'étage 2 bas	e2	Cabine à l'étage 2
L2H	allumage lampe Témoin de l'étage 2 Haut	e3	Cabine à l'étage 3
L3 B	allumage lampe Témoin de l'étage 3 bas	e4	Cabine à l'étage 4
L3 H	allumage lampe Témoin de l'étage 3 Haut	po	l'une des portes est ouverte
L4	allumage lampe Témoin de l'étage 4	M0	Variable interne de suivi situation cabine

### Grafcet

Nom de fichier : ASC\_CIL9.GRA



# 10. Partition d'un grafcet

## Eléments Grafcet

Un "grafcet" représentant le comportement d'un système automatisé complexe peut être décomposé en un ensemble de "grafcets" élémentaires appelés "grafcets" partiels.

### Définitions

On appelle "grafcet" "**connexe**" un grafcet tel qu'il existe toujours une liaison orientée explicite entre deux éléments quelconques (étape ou transition). Il doit respecter les règles de syntaxes.

Le "grafcet" "**global**" d'un système automatisé se compose de tous les "grafcets" "**partiels**" décrivant le comportement de ce système.

Remarque:

Les liens informationnels entre les différents grafcets peuvent être réalisés grâce aux variables internes, variables images de l'activation des étapes ou variables définies et gérées par le concepteur.

## Application ascenseur T48

### Cahier des charges

On reprend le cahier des charges précédent mais, pour une meilleure lisibilité, on décompose le grafcet en deux grafcets élémentaires:

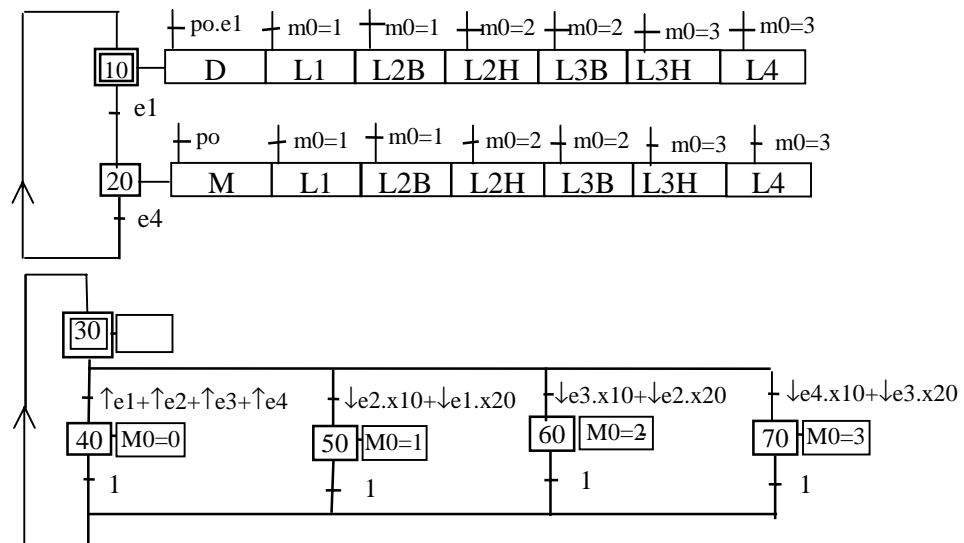
- grafcet de gestion du déplacement de la cabine et des lampes témoins,
- grafcet d'activation des variables internes.

### Nomenclature

Label	Désignation	Label	Désignation
L1	allumage lampe étage 1	E1	cabine à l'étage 1
T2	allumage lampe étage 2	E2	cabine à l'étage 2
T3	allumage lampe étage 3	E3	cabine à l'étage 3
T4	allumage lampe étage 4	E4	cabine à l'étage 4
M0	Mémoire 8 bits	Po	l'une des portes est ouverte

### Grafcets

Nom de fichier : ASC\_CIL10.GRA



# 11. Temporisations

## Eléments Grafcet

Les actions retardées ou limitées dans le temps sont des cas particuliers d'actions conditionnelles où le temps intervient comme condition logique.

Dans le cas d'une représentation grafcet, la locution " $t/x_i / b$ " prend la valeur logique "1" dès que  $b \cdot u$  secondes ( $u$  étant la durée unitaire de temps) se sont écoulées depuis le début d'activation de l'étape  $i$ .

$$t / x_{20} / 100$$

**temporisation activée par l'étape n°20  
pour une durée de  $100 \cdot u$  en s**

## Application ascenseur T48

### Cahier des charges

On souhaite faire clignoter la lampe cabine avec une fréquence de 1 Hz dès que l'on a appuyé sur l'un des boutons poussoirs d'appel aux étages.

Le clignotement s'arrête dès que l'on ouvre l'une des portes.

### Nomenclature des entrées sorties utilisées

Label	Désignation
C	allumer lampe interne Cabine
a1	appel cabine depuis l'étage 1
a2b	appel cabine depuis l'étage 2
a2h	appel cabine depuis l'étage 2
a3b	appel cabine depuis l'étage 3
a3h	appel cabine depuis l'étage 3
a4	appel cabine depuis l'étage 4
po	l'une des portes est ouverte

### Grafcet

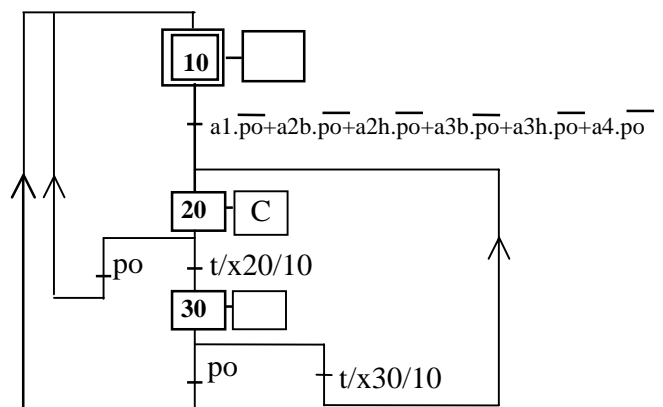
Nom de fichier : ASC\_CIL11.GRA

#### Remarque:

Sous le logiciel "M-GRAF" la base de temps est de 50 ms.

L'étape 20 sera donc activée pendant  $10 \cdot 50 = 500$  ms soit 0.5s, de même pour l'étape 40.

La fréquence de clignotement de la lampe sera donc de 1 Hz.



# 12. Application globale

## Cahier des charges

On souhaite réaliser la commande de la maquette d'ascenseur par grafcet.

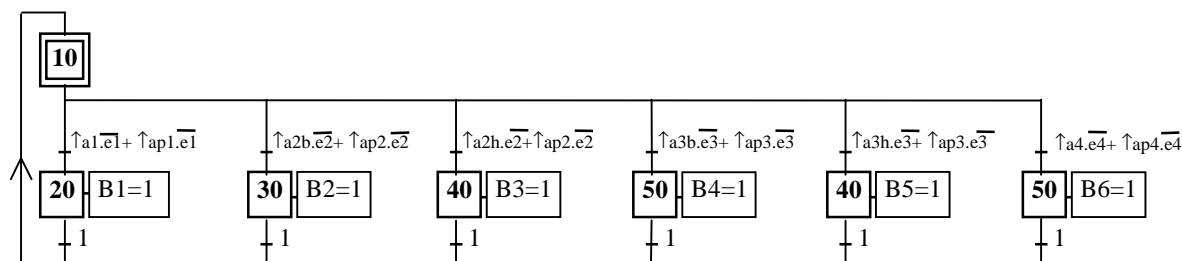
On précise les contraintes suivantes:

- à l'arrivée à un étage, la cabine doit y rester pendant 3s et la lampe témoin correspondante reste allumée pendant ce temps,
- lorsqu'un appel (ou une destination) est pris en compte, la lampe témoin correspondante clignote,
- durant les déplacements et les attentes temporaires aux étages, la lampe intérieure de la cabine reste allumée,
- l'ouverture d'une des portes inhibe la commande de déplacement de la cabine.

## Grafjets

Nom de fichier : ASC\_CIL12.GRA

Grafjet de prise en compte des appuis sur les boutons d'appel et de destination.

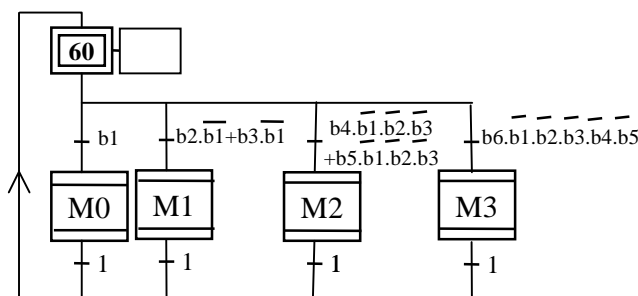


La variable interne Bi est positionnée à 1 lorsque la cabine doit se rendre à l'étage voulu (étage1 → B1, étage2 → B2-B3, étage3 → B4-B5, étage4 → B6).

Un appel à un étage donné alors que la cabine s'y trouve déjà n'est pas pris en compte.

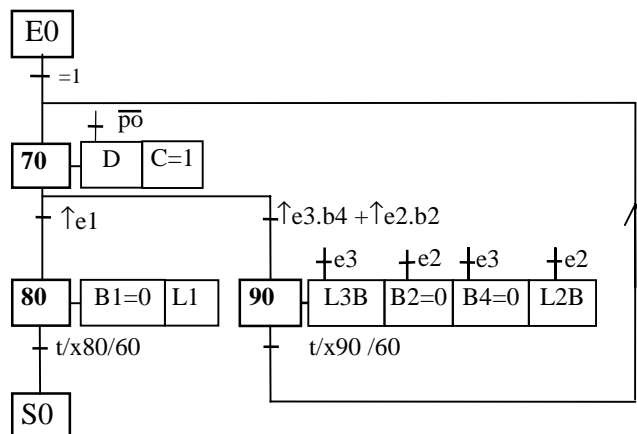
## Macro grafjet de gestion des mouvements

Si la variable interne Bi est à 1, c'est que la cabine doit se rendre à l'étage correspondant. Il y a alors activation de la macro-étape de gestion du déplacement vers la destination correspondante.



## Grafjet d'expansion de M0 (Vers Etage 1)

Si en cours de la descente, un appel Pour les étages 2 ou 3 intervient, Ceux-ci sont pris en compte au passage. La cabine s'arrête 3s à l'étage et pendant ce temps la lampe témoin reste allumée.



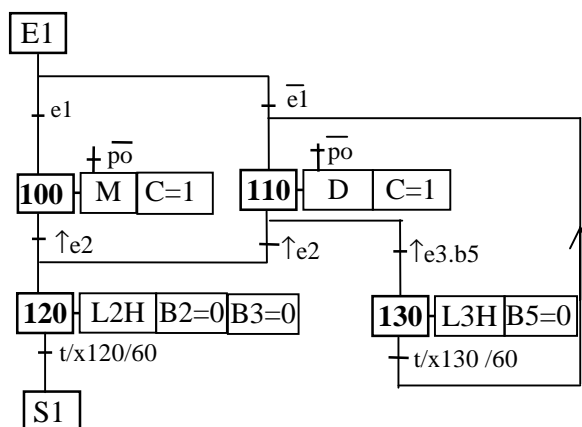
### Grafcet d'expansion de M1 (Vers étage 2)

Si la cabine est à l'étage 1 alors on commande la montée.

Si la cabine n'est pas à l'étage 1 alors on commande la descente.

Si on appelle pour étage 3 en cours de descente, cet appel est pris en compte au passage.

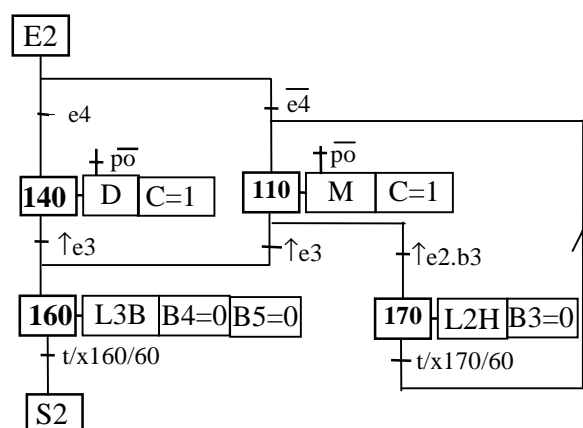
La cabine s'arrête 3s à l'étage et pendant ce temps la lampe témoin reste allumée.



### Grafcet d'expansion de M2 (Vers Etage 3)

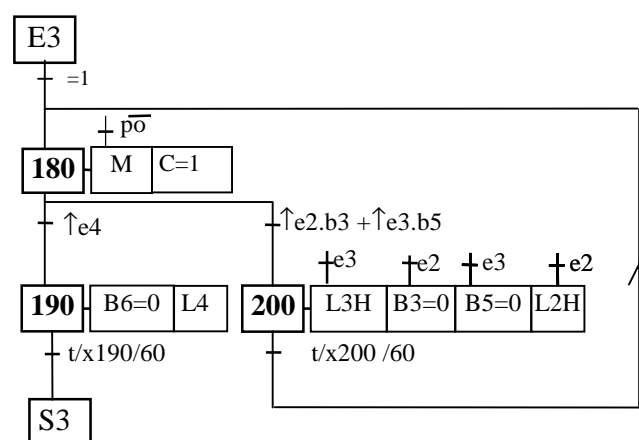
Si la cabine est à l'étage 4 alors, on commande la descente sinon, on commande la montée.

En cours de montée, si un appel pour étage 2 intervient, il est pris en compte au passage.



### Grafcet d'expansion de M3 (Vers Etage 4)

En cours de montée, si un appel pour l'étage 2 ou l'étage 3 intervient, il est pris en compte au passage.



### Grafcet de clignotement des lampes témoins

Une lampe témoin située à un étage clignote lorsqu'un appel à cet étage ou qu'une destination vers cet étage a été enregistré.

