

GRAFCET

1. La logique séquentielle	2
1.1. Introduction	2
1.2. Cahier des charges du TP302	2
1.3. Diagramme des relations	3
2. Le graphe de fluence	3
2.1. Introduction	3
2.2. Définition	3
2.3. Représentation d'un état	4
2.4. Groupes de sorties	4
2.5. TP203	4
3. GRAFCET	4
3.1. Définitions	4
3.2. Exemple	5
3.3. Un ou plusieurs Grafcet	5
3.4. Les étapes	5
3.4.1. Représentation graphique des étapes	5
3.4.2. Les actions associées à une étape	6
3.4.3. Les étapes sont des objets	6
3.5. Les liaisons orientées	6
3.6. Les transitions	6
3.6.1. Réceptivités	6
3.6.2. Évolution du GRAFCET	7
3.6.3. Divergences	7
3.6.4. Convergences	7
3.7. TP203	8
4. Codesys	9
4.1. Créer un nouveau fichier	9
4.2. Réaliser le GRAFCET	9
4.3. Étape + transition	10
4.4. Les différents types d'action	10
4.5. Les réceptivités	10
4.6. Action d'entrée et de sortie	11
4.7. Activation d'un GRAFCET	11
4.8. Forçage	11

1. La logique séquentielle

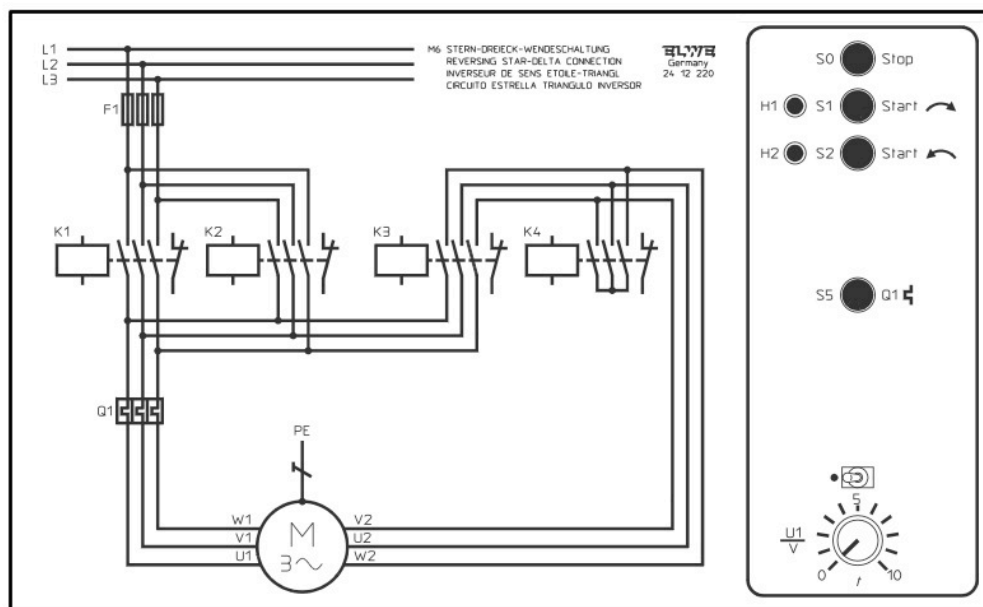
1.1. Introduction

On a vu dans la chapitre précédent la logique séquentielle nous apporter les éléments suivants qui nous permettent de répondre aux cahiers des charges :

- Les chronogrammes ;
- Les quatre états ;
- Les bascules RS ;
- Les temporisation ;
- Les compteurs ;
- Le diagramme des relations ;

Nous allons utiliser le TP302 et son diagramme des relations pour introduire le GRAFCET et les éléments qu'il nous amène pour résoudre les problèmes de logique séquentielle.

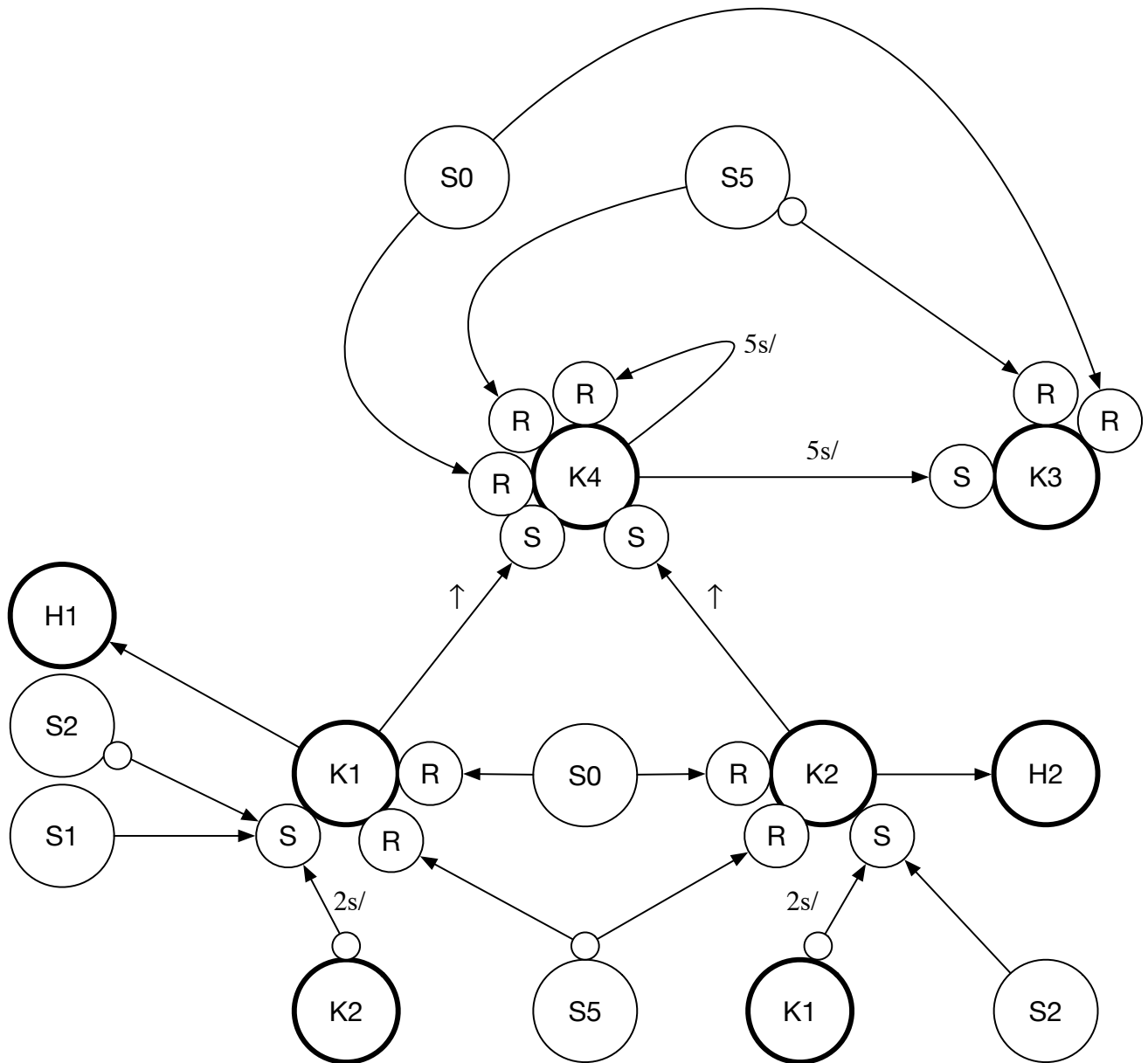
1.2. Cahier des charges du TP302



- La mise en marche du moteur dans le sens de rotation souhaité est assurée par les boutons-poussoirs S1 pour la marche à droite et S2 pour la marche à gauche. Pour ce faire, le contacteur secteur K1 s'arme pour la marche à droite et K2 pour la marche à gauche.
- Le contacteur secteur enclenche aussi le contacteur étoile K4 et la fonction de temporisation.
- Après l'écoulement d'un temps de démarrage de 5 s, il s'effectue une commutation automatique en montage triangle ; le contacteur secteur étant encore enclenché, le contacteur étoile K4 est alors mis au repos puis le contacteur triangle K3 est enclenché.
- La mise hors service doit être réalisable à tout instant, quel que soit l'état de commutation, par le biais du bouton-poussoir S0.
- Un changement de sens de rotation ne doit être possible qu'après un arrêt préalable du moteur pendant 2s.
- En cas de surcharge du moteur, celui-ci devra être automatiquement mis hors service par le biais d'un contact du relais de protection du moteur S5.

1.3. Diagramme des relations

Le cahier des charges nous a permis de définir le diagramme suivant :



2. Le graphe de fluence

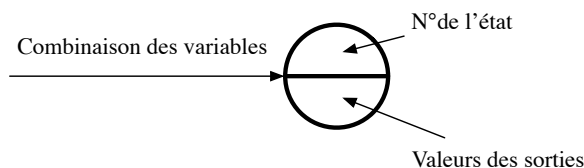
2.1. Introduction

Dans le diagramme des relations il manque un élément important apporté par la logique séquentielle ; le temps. De plus, les situations interdites (moteur dans les deux sens de marches par exemple) ne sont pas facilement visibles.

2.2. Définition

Le graphe de fluence représente tous les états possibles des sorties et l'ordre chronologique (le temps) dans lequel on atteint chacun de ces états à partir des autres en fonction des variations des variables du système.

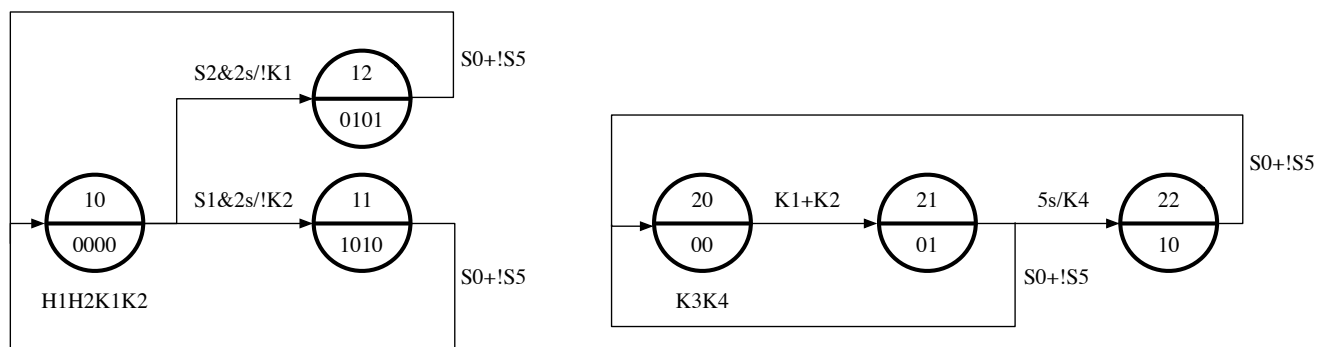
2.3. Représentation d'un état



2.4. Groupes de sorties

D'une manière générale, un cahier des charges sera d'autant plus facile à résoudre qu'il est décomposable en plus de groupes de sortie. Le diagramme des relations du TP302 nous permet de définir deux groupes distincts : (K1, K2, H1, H2) et (K3, K4).

2.5. TP203



Le graphe de fluence est moins complexe que le diagramme des relations, mais il lui manque l'origine des temps.

3. GRAFCET

3.1. Définitions

Le GRAFCET est le résultat du travail bénévole d'une commission réunissant, l'AFCECET (Association Française pour la Cybernétique Economique et Technique), l'ADEPA (Agence pour le Développement de la Productique Appliquée à l'industrie) des industriels et des universitaires. Cette commission, créée le 26 juin 1975, a défini les bases du GRAFCET dans son rapport final achevé en avril 1977. Le GRAFCET a été conçu comme un système unifié d'expression qui n'est la propriété de personne. Dès 1978 le GRAFCET fait son entrée dans l'éducation Nationale. D'autres outils complémentaires du GRAFCET ont été créés, le Guide d'Etude des Modes de Marche et d'Arrêt (GEMMA - 1981), les Technoguides puis les chaînes fonctionnelles.

Depuis 1988, le GRAFCET est un outil de description normalisé (Norme CEI 848) qui fonctionne en logique séquentielle. C'est un outil simple mais extrêmement puissant qui permet les représentations fonctionnelles, opérationnelles et technologiques de la plupart des automatismes industriels.

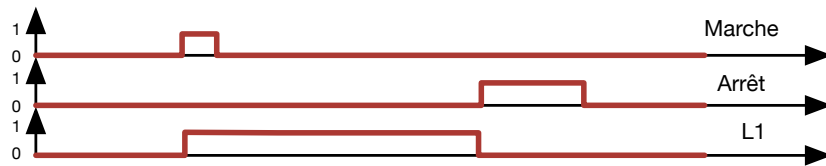
En 1985, SIEMENS (leader européen des automatismes) adopte le GRAFCET et le promeut en Allemagne. En 1986 ALLEN & BRADLEY (leader mondial des automates programmables) adopte et développe le GRAFCET, y compris pour le marché américain.

Remarque : les appellations Sequential Function Chart (SFC) ou Chart utilisées par certains logiciels (PL7-2, Orphée, S7, etc.) correspondent au GRAFCET.

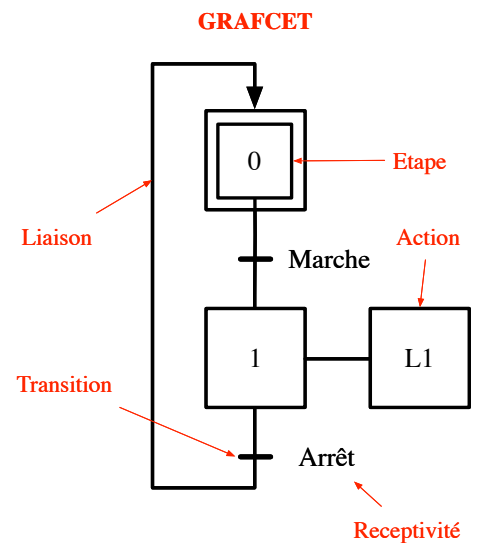
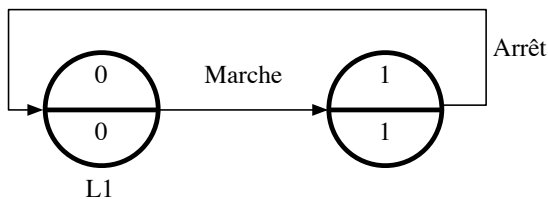
3.2. Exemple

Le GRAFCET ci-contre allume la lampe L1 quand le bouton Marche s'active et éteint la lampe L1 quand le bouton Arrêt s'active.

Chronogramme :



Le graphe de fluence :



3.3. Un ou plusieurs Grafcet

De la même manière que pour le graphe de fluence, un système peut être géré par un ou plusieurs GRAFCET. Pour cela on déterminera un ou plusieurs groupes distincts de sorties. Chaque groupe en sera géré que par un seul GRAFCET. Les GRAFCET pourront se synchroniser à l'aide de leurs étapes. Plusieurs groupements sont possibles, il faudra faire un compromis entre complexité et nombre de GRAFCET.

3.4. Les étapes

3.4.1. Représentation graphique des étapes

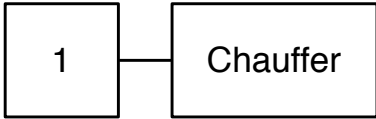
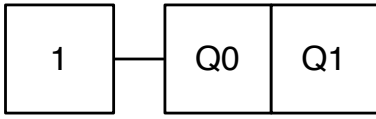
L'entrée d'une étape est forcément en partie supérieure et la sortie en partie inférieure. Une étape active est repérée par un point en partie inférieure du symbole ou par le changement de couleur sur l'écran. Les étapes initiales représentent l'état du système en début de cycle. Elles sont activées inconditionnellement en début de fonctionnement. Il n'y a qu'une étape initiale par GRAFCET.

Etape	Etape active	Etape initiale	Etape initiale active
1	1 •	1	1 •

La notion d'étape active permet d'expliquer l'évolution du GRAFCET.

3.4.2. Les actions associées à une étape

Ces actions sont soit des émissions d'ordre en direction de la partie opérative (moteur en marche, ouvrir une électrovanne...), soit des fonctions opératives telles que comptage, mémorisation, affectation d'une valeur, équation. La description des actions est soit littérale soit symbolique.

Description littérale	Description symbolique
	
Quand l'étape 1 est active, ça chauffe ...	Quand l'étape 1 est active, $Q0 = Q1 = 1$. Les autres sorties sont à 0 si elles ne sont pas activées par une autre étape.

3.4.3. Les étapes sont des objets

Les étapes sont des objets au sens informatique. Elles possèdent les champs suivants :

- Un nombre N ou un repère R unique ;
- Un temps d'activation $XN.t$ ou $R.t$;
- Un état XN ou $R.x$;
- Un statut initial ou non ;
- Une liste d'actions associées. Une étape peut être associée à aucune action, dans ce cas c'est une étape d'attente.

3.5. Les liaisons orientées

Les liaisons orientées relient les étapes et les transitions. Par convention, elles sont toujours orientées du haut vers le bas : sinon on doit préciser leur sens par une flèche verticale. Les croisements de liaisons doivent être évités. Les renvois peuvent être utilisés, mais on coupe de préférence après un ensemble étape-transition.

On ne peut pas avoir deux étapes de suite.

3.6. Les transitions

Une transition indique la possibilité d'évolution entre plusieurs étapes. Elle se réalise lors de son franchissement qui provoque un changement d'activité des étapes.

Il ne doit y avoir qu'une transition entre deux étapes.

3.6.1. Réceptivités

À chaque transition est associée une condition logique appelée réceptivité qui peut être soit vraie soit fausse. Les réceptivités sont formées d'une équation logique de sorties, d'entrée et d'états d'étapes. Les notations $\uparrow a$ ou $\downarrow a$ indiquent la prise en compte des fronts montants ou descendants des variables. Le temps passé peut-être une réceptivité ($10s/XN$ ou $R.t > T\#10s$).

3.6.2. Évolution du GRAFCET

Une transition est validée lorsque toutes les étapes précédentes reliées à cette transition sont actives. Le franchissement d'une transition se produit lorsque la transition est validée et que la réceptivité associée à cette transition est vraie. Lorsque ces deux conditions sont réunies, la transition devient franchissable et est franchie.

Non validée	Validée	Franchissable	Franchie

3.6.3. Divergences

Divergence ET	Divergence OU
<p>Comme l'étape 1 est active, dès que a=1, les étapes 11 et 21 s'activent et l'étape 1 se désactive.</p>	<p>Comme l'étape 1 est active, dès que a=1, l'étape 11 s'active et l'étape 1 se désactive. Si b=1 s'active avant, l'étape 21 s'active et l'étape 1 se désactive. C'est un OU EXCLUSIF</p>

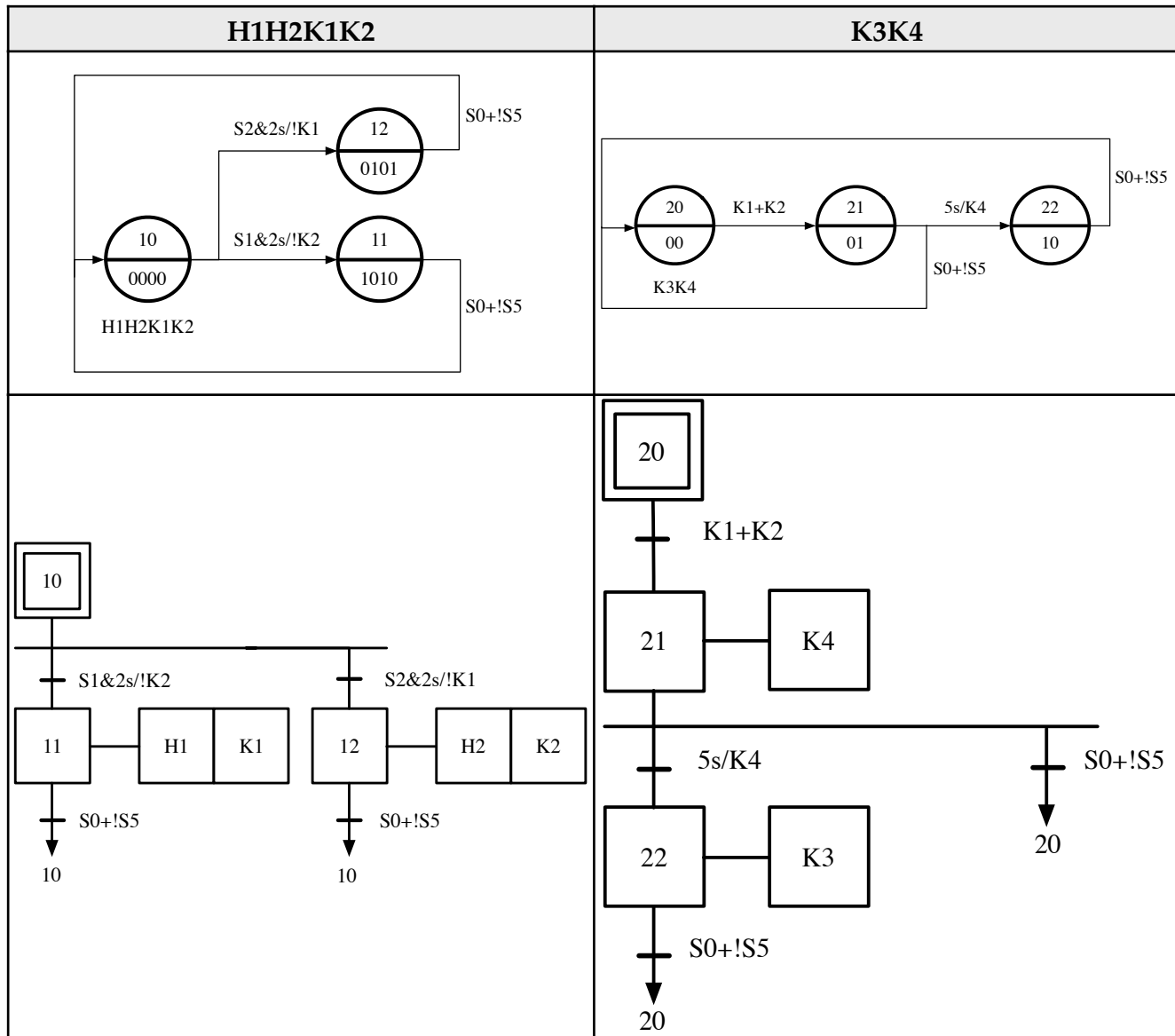
3.6.4. Convergences

Convergence ET	Convergence OU
<p>Pour que la transition soit validée, il faut que les étapes 10 et 20 soient actives.</p>	<p>Pour que la transition soit validée, il faut que l'étape 10 ou 20 soit active.</p>

Phrase mnémotechnique : Pour une fonction OU, il suffit d'une entrée (une barre) pour l'activer, alors que pour une fonction ET il faut au moins deux entrées (deux barres) pour l'activer.

3.7. TP203

En s'appuyant sur le graphe de fluence, la solution du TP203 est composée de deux GRAFCET.

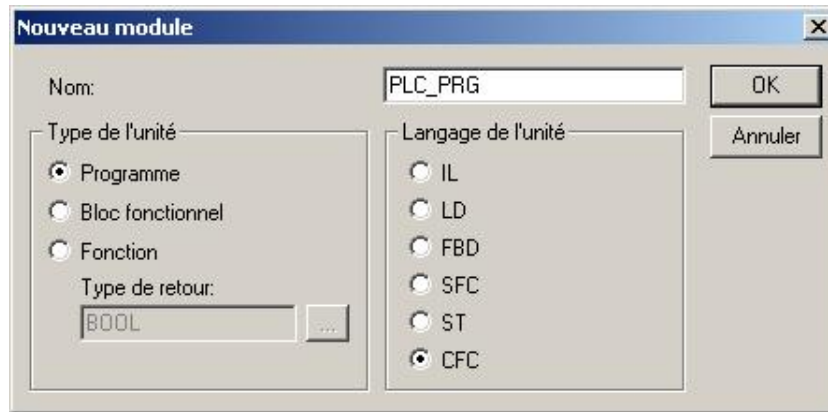


Remarque : L'origine des temps est définie à l'aide des étapes initiales.

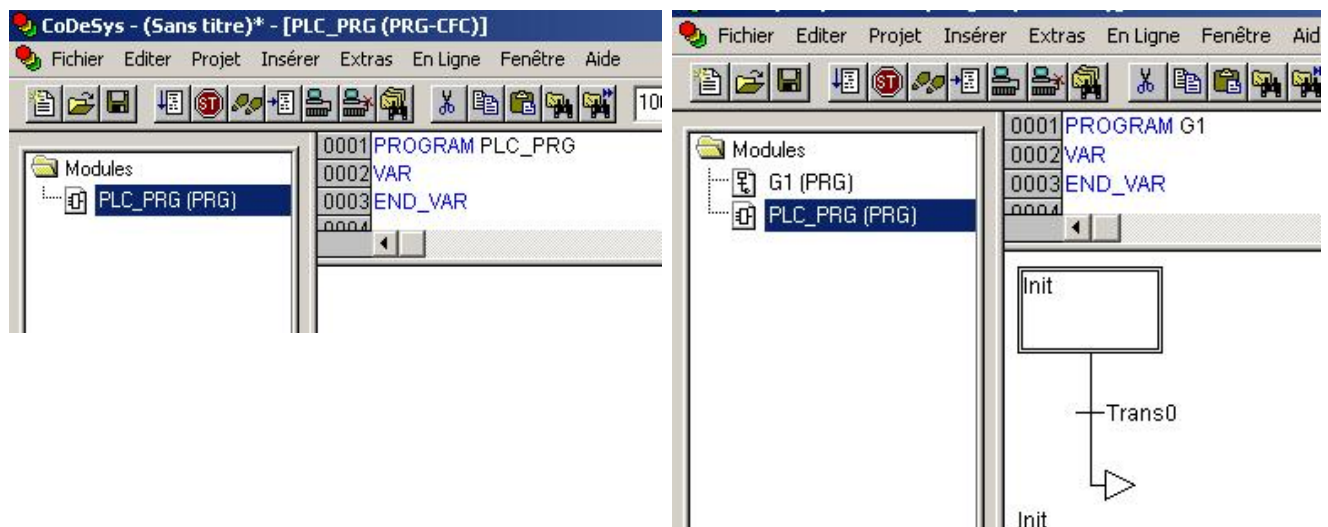
4. Codesys

4.1. Créer un nouveau fichier

Lors de la création d'un nouveau fichier, il vous faudra choisir CFC pour pouvoir utiliser des Grafquets. Il faut aussi ajouter la bibliothèque Iecsf (C:\Program Files\WAGO Software\CoDeSys V2.3\Library).

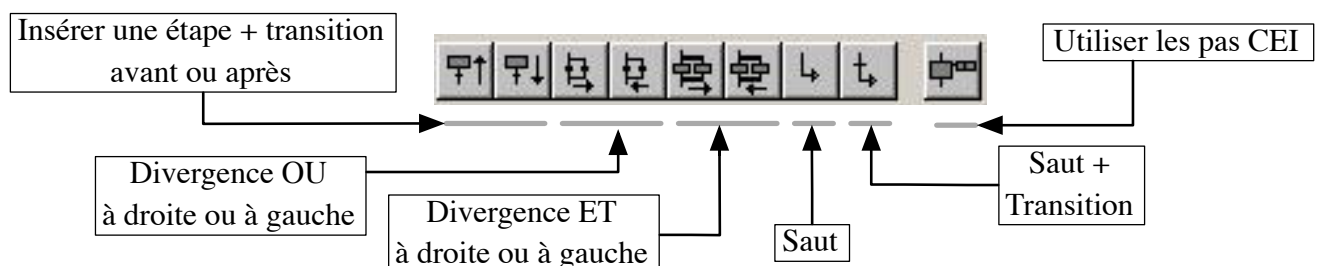


Cela vous créera un programme principal (logigramme), qui vous permettra de gérer l'interaction entre plusieurs GRAFCET. Chaque clic-droit sur Modules vous permettra d'ajouter un Grafquet (SFC).



4.2. Réaliser le GRAFCET

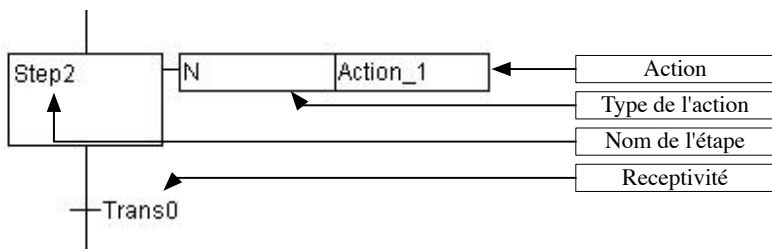
Quand vous sélectionnez un Grafquet, il apparaît la barre d'outils suivante. Cette barre d'outils vous permettra de créer votre GRAFCET.



Important : Ne pas oublier d'activer les pas CEI avant de continuer.

4.3. Étape + transition

Quand on ajoute une étape + transition, on ajoute les éléments suivants :



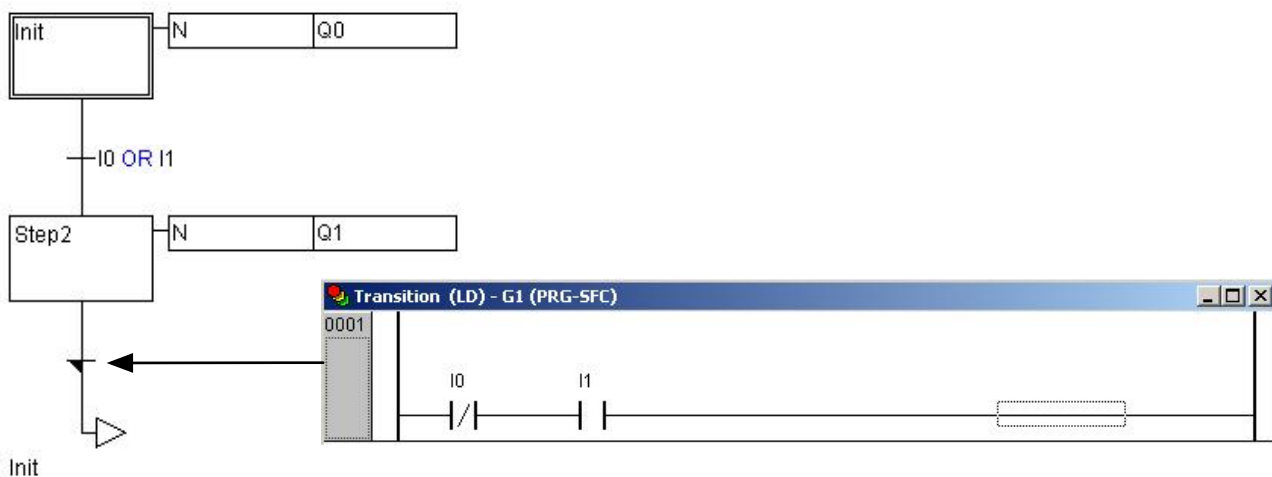
Pour ajouter une action supplémentaire, faire un clic-droit sur l'étape et « Relier Action ».

4.4. Les différents types d'action

N	Non-stored	L'action demeure active aussi longtemps que l'étape demeure active
R	Reset	Désactivation de l'action
S	Set	Activation de l'action, qui demeure ensuite active jusqu'au prochain reset
L	time Limited	Activation de l'action pendant une durée déterminée
D	time Delayed	Activation de l'action après un certain temps, pour autant que l'étape demeure active

4.5. Les réceptivités

Dans l'éditeur SFC, on peut écrire une condition de transition directement sur l'étiquette de transition (avec les fonctions logiques NOT, OR, AND etc...) ou alors ouvrir une fenêtre d'édition propre à cet effet.



Chaque étape crée deux variables :

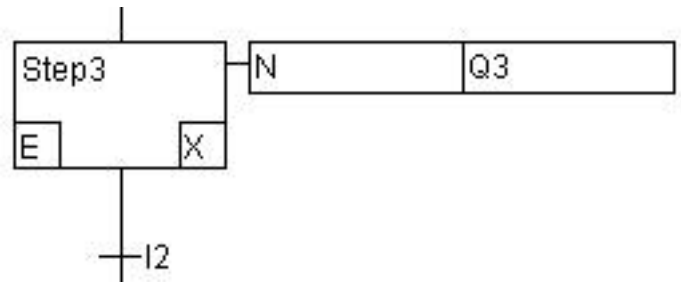
- Un booleen qui fournit l'état de l'étape : x ;
- Un entier qui donne le temps d'activation : t.

Dans toute partie du programme on peut accéder à ces variables. Par exemple G1.E1.x donne l'état de l'étape E1 du Grafset G1.

Pour créer une étape Step10 d'une durée de 10s, il suffit d'utiliser la réceptivité suivante : Step10.t > T#10s.

4.6. Action d'entrée et de sortie

Il est possible d'ajouter à une étape, en plus de l'action d'étape, une action d'entrée et une action de sortie. Une action d'entrée est exécutée une seule fois, immédiatement après que l'étape ait été activée. Une action de sortie est exécutée une seule fois, avant que l'étape ne soit désactivée.



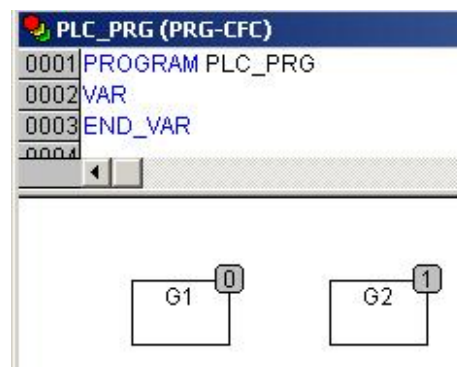
Une étape avec action d'entrée est indiquée par un 'E' dans le coin inférieur gauche, alors qu'une étape avec action de sortie est signalée par un 'X' dans le coin inférieur droit.

Les actions d'entrée et de sortie peuvent être implémentées dans le langage de votre choix. Pour éditer une action d'entrée ou de sortie, double-cliquez sur le coin correspondant de l'étape.

4.7. Activation d'un GRAFCET

Pour que le Grafcet soit actif, il faut le déclarer dans le programme principal.

Exemple : ci-dessous les Grafcets G1 et G2 sont activés.



4.8. Forçage

Pour forcer un GRAFCET sur son étape initiale, il suffit de déclarer SFCReset comme variable d'entrée de type BOOL dans le Grafcet. Puis dans le programme principe de câbler cette nouvelle entrée.

