

Conception d'un système séquentiel dans Automgen

Domaine d'application :
Traitement programmé de l'information

Type de document :
Travaux Pratiques

Classe :
Première

Date :

☞ Mise en situation et objectifs du TP ☞

L'objectif de ce TP est de découvrir la conception d'un système en logique séquentielle dans Automgen dont le fonctionnement est décrit sous forme d'un **grafcet**. Les notions abordées dans ce TP sont :

- * Création d'un **grafcet** dans Automgen
- * Utilisation d'une **temporisation**
- * Utilisation de la **divergence en OU** dans le grafcet
- * Notion de **grafcet maître** et de grafcet esclave

Ce TP est structuré en 2 parties :

- * La **partie apprentissage** qui vous explique les principes de base à savoir mettre en pratique
- * La **partie application** dans laquelle vous devez proposer une solution à une problématique donnée

☞ Travail demandé ☞

I - Partie apprentissage

Cette première partie va vous expliquer le principe de la conception d'un **grafcet** dans le logiciel Automgen. Tout ce qui est dit dans cette première partie :

- * Ne sera ni rappelé dans la partie application, ni rappeler dans les futurs TP Automgen
- * Doit être mémorisé afin de le reproduire dans les TP futurs

Il vous appartient donc de retenir le contenu de cette première partie et de ressortir de vous-même ce document dans les TP futurs en cas de besoin : ce TP vous servira par la suite de document ressource pour Automgen.

I - 1 - Syntaxe du logiciel Automgen

Automgen est un atelier d'automatisme, de supervision et de simulation interactive des systèmes. Il permet de :

- * Créer un système logique **combinatoire** (décrit par un **logigramme**)
- * Créer un système logique **séquentiel** (décrit par un **grafcet**)

Quelle est la différence entre un système en **logique combinatoire** et un système en **logique séquentielle** ?

- * Dans un système logique **combinatoire**, chaque sortie du système est décrite par une équation logique en fonction des entrées du système : à une combinaison des entrées correspond une combinaison des sorties.
- * Dans un système logique **séquentiel**, les sorties évoluent dans le temps d'un état à un autre. Le passage d'une étape à la suivante peut se faire en fonction des entrées ou peut être automatisé avec une temporisation : l'état des sorties dépend alors de l'étape dans laquelle se trouve le système et non directement de l'état des entrées.

Automgen permet d'utiliser jusqu'à 24 entrées, 16 sorties, 10 000 temporisations et 10 000 étapes. La syntaxe des entrées, des sorties, des temporisations et des étapes sous Automgen est normalisée selon le tableau suivant :

| | |
|-----------------------|-------------------|
| Les entrées | i0 à i23 |
| Les sorties | o0 à o15 |
| Les temporisations | t0 à t9999 |
| Les étapes du grafcet | x0 à x9999 |

Pour les 5 paragraphes suivants dont les titres sont sous forme d'une question, effectuez dans Automgen toutes les actions demandées puis dégager et reprenez de votre expérimentation la réponse à chacune des 5 questions.

I - 2 - Comment créer un grafcet dans Automgen ?

Dans Automgen il y a deux solutions pour dessiner un grafcet :

- * La solution « manuelle » consistant à dessiner le grafcet élément par élément en utilisant **les raccourcis clavier**
- * La solution « automatique » dessinant d'un coup le grafcet complet en utilisant **l'assistant**

Les deux solutions sont à connaître à condition de garder à l'esprit que :

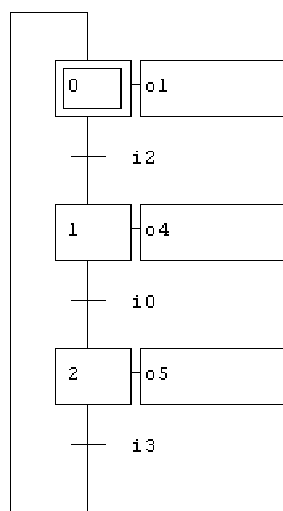
- * La solution manuelle est utilisée aujourd'hui pour **découvrir et identifier** les différents éléments du grafcet
- * Dans la pratique par la suite la solution automatique qui est bien **plus rapide** sera préférable dans les futurs TP
- * On n'utilise pas la même technique aujourd'hui dans un TP découverte et dans un mois dans un TP problématique
- * La maîtrise d'un logiciel passe aussi par l'évolution de son utilisation et par un changement de ses habitudes

Voici les symboles utiles pour créer un grafcet ainsi que leur raccourcis clavier et leur rôle :

| Nom de l'élément | Symbole | Raccourcis clavier | Rôle de cet élément |
|-----------------------|---------|--|--|
| L'étape initiale | | D [comme D épart] | C'est la première étape active au démarrage du système |
| Une transition | | T [comme T ransition] | Elle attend que sa réceptivité soit vraie |
| Une étape | | B [comme étape de B ase] | Elle est associée à un rectangle d'action |
| Un rectangle d'action | | W et Y | Il exécute l' action écrite dans le rectangle lorsque l'étape est active |
| Un lien | | Clic droit + Lien + cliquer sur la première case vide + cliquer sur la dernière case vide | Le lien permet de relier la fin du grafcet à l'étape initiale pour que le grafcet soit fermé |

En utilisant les raccourcis clavier donnés précédemment, réalisez sur votre folio le grafcet ci-dessous sachant que :

- * Pour numéroter une étape il faut **cliquer sur l'étape**
- * Pour écrire une action il faut **cliquer sur le rectangle d'action**
- * Pour écrire une réceptivité il faut cliquer sur la transition **et non dans le vide à droite de la transition ! ! !**



Grafcet à créer dans Automgen

Lancez la simulation de votre grafcet en cliquant sur le bouton **Go !** puis répondez aux questions suivantes sachant que lors de l'exécution du grafcet :

- * L'unique étape **active** du grafcet est repérée par la **bille bleue**
- * Une entrée ou une sortie **verte** est **inactive** [c'est-à-dire à état logique 0]
- * Une entrée ou une sortie **jaune** est **active** [c'est-à-dire à état logique 1]

Dans ce grafcet quel est le numéro de l'étape initiale ? 0 1 2

Au démarrage quelle est l'étape active ? 0 1 2

Activez puis désactivez l'entrée i2. Quelle est maintenant l'étape active ? 0 1 2

Activez puis désactivez l'entrée i0. Quelle est maintenant l'étape active ? 0 1 2

Activez puis désactivez l'entrée i3. Quelle est maintenant l'étape active ? 0 1 2

Lorsque l'étape active est l'étape 0, quelles sont les sorties actives ? o1 o4 o5

Lorsque l'étape active est l'étape 1, quelles sont les sorties actives ? o1 o4 o5

Lorsque l'étape active est l'étape 2, quelles sont les sorties actives ? o1 o4 o5

Pour passer de l'étape 0 à l'étape 1 quelle entrée faut-il activer ? i2 i0 i3

Pour passer de l'étape 1 à l'étape 2 quelle entrée faut-il activer ? i2 i0 i3

Pour passer de l'étape 2 à l'étape 0 quelle entrée faut-il activer ? i2 i0 i3

Lorsque la sortie **o1** est activée [c'est-à-dire lorsque **o1 = 1**], quelle est l'état de chacune des entrées ?

- * **i2** : forcément 0 forcément 1 les deux cas sont possibles car c'est un système logique séquentiel
- * **i0** : forcément 0 forcément 1 les deux cas sont possibles car c'est un système logique séquentiel
- * **i3** : forcément 0 forcément 1 les deux cas sont possibles car c'est un système logique séquentiel

Lorsque la sortie **o4** est activée [c'est-à-dire lorsque **o4 = 1**], quelle est l'état de chacune des entrées ?

- * **i2** : forcément 0 forcément 1 les deux cas sont possibles car c'est un système logique séquentiel
- * **i0** : forcément 0 forcément 1 les deux cas sont possibles car c'est un système logique séquentiel
- * **i3** : forcément 0 forcément 1 les deux cas sont possibles car c'est un système logique séquentiel

Lorsque la sortie **o5** est activée [c'est-à-dire lorsque **o5 = 1**], quelle est l'état de chacune des entrées ?

- * **i2** : forcément 0 forcément 1 les deux cas sont possibles car c'est un système logique séquentiel
- * **i0** : forcément 0 forcément 1 les deux cas sont possibles car c'est un système logique séquentiel
- * **i3** : forcément 0 forcément 1 les deux cas sont possibles car c'est un système logique séquentiel

Que se passe-t-il si les 3 entrées **i2**, **i0** et **i3** sont toutes les trois actives simultanément (**i2 = i0 = i3 = 1**) ?

- le grafcet se stabilise sur l'étape 0 qui est la seule étape active
- le grafcet se stabilise sur l'étape 1 qui est la seule étape active
- le grafcet se stabilise sur l'étape 2 qui est la seule étape active
- le grafcet se stabilise sur l'étape correspondant à la dernière réceptivité rendue vraie
- le grafcet est instable et « tourne en rond » : chaque étape est activée à tour de rôle
- Automgen arrête la simulation et renvoie une erreur indiquant qu'il s'est produit un problème

Appuyez sur le bouton **Go !** pour arrêter la simulation du grafcet puis prenez connaissance des 10 règles suivantes.

Les 10 règles de construction d'un GRAFCET à surligner, à retenir et à appliquer désormais :

- * Dans un grafcet les étapes et les transitions doivent être **alternées**
- * **Deux étapes ne peuvent pas se suivre** : elles doivent être séparées par une transition
- * **Deux transitions ne peuvent pas se suivre** : elles doivent être séparées par une étape
- * Chaque étape doit porter un **numéro unique** [la valeur et l'ordre des numéros n'ayant aucune importance]
- * La condition écrite à droite d'une transition est appelé **une réceptivité**
- * La commande à exécuter écrite dans un rectangle d'action est appelée **une action**
- * Le grafcet doit **obligatoirement être fermé** : un lien doit joindre sa fin à son début
- * Le grafcet doit obligatoirement contenir une et **une seule étape initiale**
- * A un instant donné **une seule étape est active** [l'étape active au démarrage est l'étape initiale]
- * L'étape active deviendra inactive lorsque **la réceptivité de la transition suivante deviendra vraie**

Le respect de ces règles est obligatoire pour réaliser un grafcet fonctionnel. Si Automgen vous renvoie une erreur lors de la simulation d'un grafcet commencez par vous demander « *Ai-je bien respecté chacune de ces 10 règles ?* ».

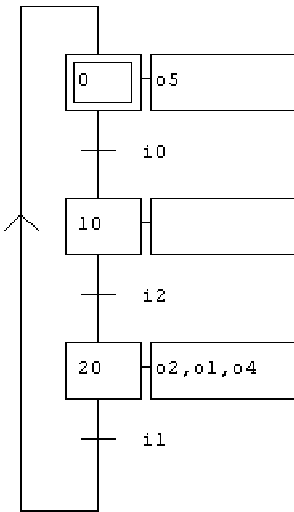
Astuces et compléments à savoir :

- * Ne pas confondre une **transition** et une **réceptivité** : la transition est l'élément graphique [en forme de croix] permettant de dessiner le grafcet alors que la réceptivité est la condition écrite à droite de la transition
- * Ne pas confondre une **étape** et une **action** : l'étape est l'élément graphique [en forme de carré] permettant de dessiner le grafcet alors que l'action est la commande à exécuter écrite dans le rectangle d'action
- * On n'est pas obligé de dessiner un grafcet simple élément par élément : cliquez droit sur le fond du folio + **Assistant** + choisissez le nombre d'étapes + OK + placez le grafcet sur le folio : à utiliser sans modération !
- * On n'est pas obligé de numéroter à la main chaque étape du grafcet : cliquez sur **Renommer les étapes Grafcet** dans le menu **Outils** puis sur OK : Automgen renomme alors automatiquement toutes les étapes du grafcet en veillant à ce que chaque numéro soit unique, ce qui est **la seule règle à respecter** pour les numéros d'étapes [*appel* : la valeur et l'ordre des numéros d'étapes n'a aucune importance] : à utiliser sans modération !

A l'aide de la gomme [raccourcis clavier **A**], effacer un à un tous les éléments de votre folio.

I - 3 - Comment activer aucune ou plusieurs sorties à la fois dans le même rectangle d'action ?

En utilisant **l'assistant**, dessinez d'un seul coup le grafcet suivant, complétez ses **actions** et ses **réceptivités**, lancez la simulation puis répondez aux questions suivantes en utilisant les fonctionnalités interactive du logiciel :



Grafcet à créer dans Automgen

Lorsque l'étape 0 est active, combien de sorties sont à 1 ?

- aucune une seule plusieurs

Lorsque l'étape 10 est active, combien de sorties sont à 1 ?

- aucune une seule plusieurs

Lorsque l'étape 20 est active, combien de sorties sont à 1 ?

- aucune une seule plusieurs

Lorsqu'une étape est active quelle est l'état des sorties **présentes dans cette étape** ?

- 0 logique 1 logique

Lorsqu'une étape est active quelle est l'état de toutes les sorties **qui ne sont pas inscrites** dans le rectangle de cette étape ?

- 0 logique 1 logique

Quel est le séparateur utilisé pour écrire plusieurs sorties dans la même étape ?

- le point la virgule le point virgule le signe plus

Reliez par un trait chacune des 3 questions suivantes à sa bonne réponse et **mémorisez** à jamais ces 3 remarques :

- | | |
|--|---|
| Comment activer aucune sortie dans une étape ? ● | ● En séparant les différentes sorties par une virgule |
| Comment activer une seule sortie dans une étape ? ● | ● En laissant le rectangle d'action vide |
| Comment activer plusieurs sorties dans une étape ? ● | ● En inscrivant une seule sortie dans le rectangle |

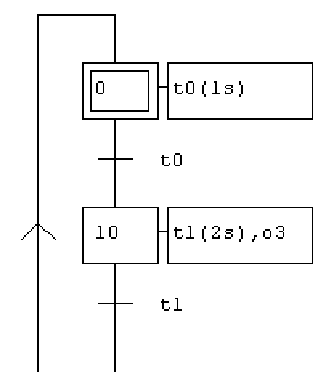
RAPPEL : le séparateur « **virgule** » dans un rectangle d'action permet d'activer simultanément plusieurs sorties.

Arrêtez la simulation en appuyant sur le bouton **Go** ! puis effacez d'un coup le grafcet sur le folio. Pour cela :

- * Cliquez sur **Sélectionner tout** dans le menu **Edition** [il n'y a pas de raccourcis clavier correspondant]
- * Appuyez sur la touche **Suppr** du clavier pour « vider » le folio

I - 4 - Comment réaliser une temporisation pour automatiser le passage d'une étape à la suivante ?

En utilisant l'**assistant**, dessinez le grafcet suivant qui utilise 2 temporisations (**t0** et **t1**), complétez ses **actions** et ses **réceptivités**, lancez la simulation, observez l'évolution du grafcet puis répondez aux questions suivantes :



Grafcet à créer dans Automgen

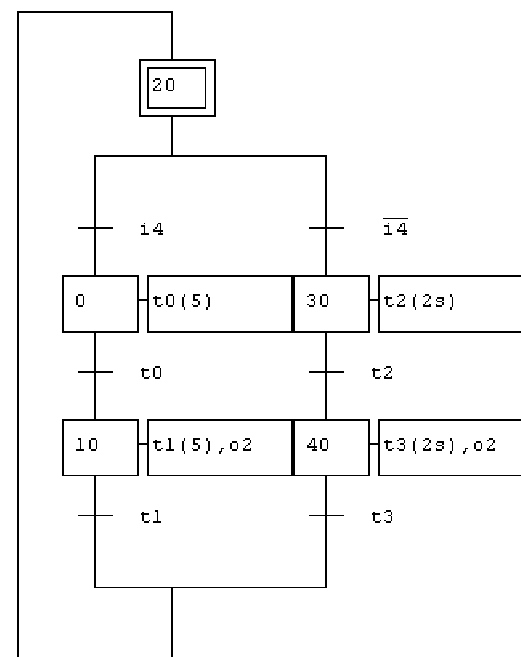
- Quelle est la durée de la temporisation t0 ? 1 seconde 2 secondes
 Quelle est la durée de la temporisation t1 ? 1 seconde 2 secondes
 A quelle étape la temporisation t0 est-elle déclenchée ? à l'étape 0 à l'étape 10
 A quelle étape la temporisation t1 est-elle déclenchée ? à l'étape 0 à l'étape 10
 Combien de temps la sortie o3 reste-t-elle stable à 0 ? 1 seconde 2 secondes
 Combien de temps la sortie o3 reste-t-elle stable à 1 ? 1 seconde 2 secondes
 La réceptivité t0 devient vraie combien de temps après l'activation de l'étape 0 ?
 1 seconde 2 secondes
 La réceptivité t1 devient vraie combien de temps après l'activation de l'étape 10 ?
 1 seconde 2 secondes

Le grafcet précédent est entièrement **automatique** et non **interactif** : il évolue tout seul d'une étape à l'autre sans que l'utilisateur agisse sur les entrées du système.

Remarques concernant les temporisations dans un grafcet :

- * Dans un grafcet les temporisations sont nommées de **t0** à **t9999**
- * La durée d'une temporisation peut être exprimée en **jours, heures, minutes, secondes et millisecondes** en utilisant respectivement les suffixes **d, h, m, s** et **ms**
- * Par défaut [sans aucun suffixe], la durée d'une temporisation est exprimée en **dixièmes de seconde**
- * Exemple : **1d30s** = 1 jour et 30 secondes ; **40** = 40 **dixièmes de seconde** = 4 secondes
- * La valeur numérique d'une temporisation doit toujours être **un nombre entier**. Par exemple pour programmer une temporisation de 0.5 seconde on ne peut pas écrire **t0(0.5s)** : il faut écrire soit **t0(5)** soit **t0(500ms)**
- * Le déclenchement d'une temporisation [début du décompte] se fait dans une **étape** en précisant la durée
- * Le test d'une temporisation [la durée programmée est-il écoulée ?] se fait dans une **transition**
- * La réceptivité **tn** [avec $0 \leq n \leq 9999$] devient vraie lorsque la temporisation **tn** est terminée
- * Il existe en réalité plusieurs syntaxes dans Automgen pour écrire une temporisation dans un grafcet. Les autres syntaxes seront vues plus tard en cas de besoin [le jour où cette première syntaxe sera insuffisante]

I - 5 - Comment diviser le grafcet en 2 branches distinctes ?



Grafcet à créer dans Automgen

Il arrive parfois que le système doive fonctionner selon deux modes différents. Exemple : on veut réaliser un grafcet qui fasse clignoter la sortie **o2** mais selon deux fréquences différentes choisie par l'utilisateur :

- * Si **i4 = 1** alors la sortie **o2** reste stable **0.5 s** dans chaque état
- * Si **i4 = 0** alors la sortie **o2** reste stable **2 s** dans chaque état

La solution consiste alors à diviser le grafcet en deux branches : une branche pour décrire chacun des modes comme le montre le grafcet ci-contre. Une telle structure est appelé **une divergence en OU**. Créez le grafcet ci-contre dans un folio vide. Pour optimiser le tracé :

- * Utilisez l'assistant pour dessiner la divergence en OU [clic droit + assistant + choisir **divergence en OU** + OK]
- * Ajoutez l'étape initiale à la main [raccourcis clavier **D**]
- * Ajoutez un lien entre le bas et le haut du grafcet
- * Demandez une renumérotation automatique des étapes
- * Renseignez les actions et les réceptivités
- * Puis lancez la simulation, observez, et agissez sur **i4**

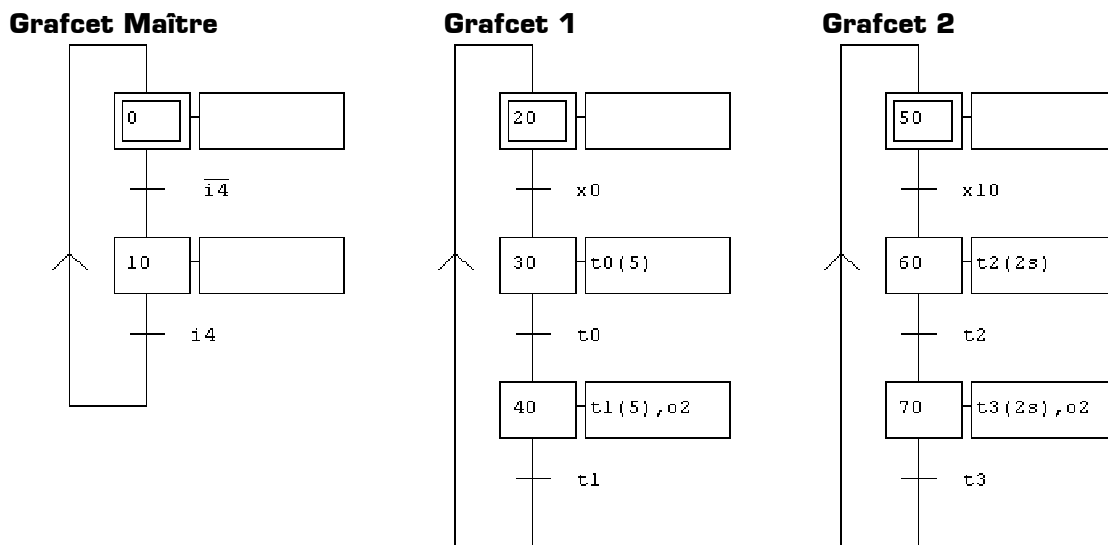
Lorsque l'entrée **i4 = 1**, le grafcet évolue en utilisant quelle branche ?
 celle de gauche celle de droite

Lorsque l'entrée **i4 = 0**, le grafcet évolue en utilisant quelle branche ?
 celle de gauche celle de droite

Cette exemple vous a montré comment changer le mode de fonctionnement du système. Pour dessiner une **divergence en OU** on utilise toujours l'assistant : on a alors le choix du nombre de branches et du nombre d'étapes dans chaque branche. Seules les finitions du grafcet [étape initiale et lien final] sont réalisées en mode « manuel ».

I - 6 - Comment faire un lien entre plusieurs grafquets ?

Dans un seul et même folio vierge réalisez les 3 grafquets suivants en utilisant 3 fois l'assistant puis en demandant une renumérotation automatique des étapes afin que chaque numéro d'étape soit unique **sur l'ensemble du projet** :



Lancez la simulation, observez l'évolution des grafquets, et modifiez l'état de $i4$. Ce projet, constitué maintenant de 3 grafquets distincts, réalise exactement la même fonction que le grafquet précédent qui utilisait une divergence en OU :

- * Si $i4 = 1$ alors la sortie $o2$ reste stable **0.5 s** dans chaque état
- * Si $i4 = 0$ alors la sortie $o2$ reste stable **2 s** dans chaque état

Explications concernant le lien entre les 3 grafquets (à lire tout en observant les grafquets en action) :

- * Dans le grafquet maître, si $i4 = 1$ alors **l'étape 0 est active**, et si $i4 = 0$ alors **l'étape 10 est active**
- * Le grafcet 1 attend que la réceptivité $x0$ soit vraie pour démarrer
- * Le grafcet 2 attend que la réceptivité $x10$ soit vraie pour démarrer
- * **Or la réceptivité $x0$ est vraie lorsque l'étape 0 est active**
- * **Et la réceptivité $x10$ est vraie lorsque l'étape 10 est active**
- * La conséquence de ces remarques est que
 - si $i4 = 1$ alors le grafcet 1 évolue et le grafcet 2 est en attente
 - si $i4 = 0$ alors le grafcet 2 évolue et le grafcet 1 est en attente

Lors de problématiques complexes on a souvent le choix entre :

- * faire un seul grafquet complexe contenant plusieurs branches et difficilement modifiable
- * décomposer le grafquet en différents petits grafquets simples réalisant chacun une tâche particulière

La seconde solution est largement préférable à la première car elle permet d'organiser et de structurer le projet tout en gardant des grafquets ordonnés, lisibles, et facilement évolutifs.

Remarques à surligner et à retenir concernant la décomposition d'un projet en plusieurs grafquets :

- * Dans le cas d'un projet décomposé en plusieurs grafquets, le grafquet principal qui appelle les autres grafquets est appelé **le grafquet maître**
- * Tous les grafquets appelés par le grafquet maître sont appelés **les grafquets esclaves**
- * Dans le projet ci-dessus le grafcet 1 et le grafcet 2 sont des **grafquets esclaves**
- * La réceptivité xn (avec $0 \leq n \leq 9999$) est vraie lorsque **l'étape n est active**
- * **L'étape n** et la réceptivité xn n'appartiennent pas obligatoirement au même grafquet
- * Afin que la réceptivité xn fasse référence à une seule étape du projet sans ambiguïté il est indispensable que chaque numéro d'étape **soit unique sur l'ensemble du projet** (c'est-à-dire sur l'ensemble des grafquets)

Remarques à surligner et à retenir pour conclure cette première partie apprentissage :

- * Dans une étape, les **actions** peuvent être composées par l'activation d'une **sortie** ou par le déclenchement d'une **temporisation**
- * Pour exécuter plusieurs actions dans la même étape il faut les séparer par une **virgule**. Exemple: $o4, o1, t2(3s)$
- * Dans une **transition** la **réceptivité** peut contenir : le test d'une entrée [ex : $i2$], le test d'une temporisation [ex : $t5$], ou encore le test d'une étape [ex : $x30$]
- * Une réceptivité peut aussi être écrite sous forme d'une équation logique utilisant les opérateurs **ET**, **OU** et **NON** et faisant intervenir plusieurs variables [entrées, temporisations ou étapes] à tester. Exemple : $i1 + x20 \cdot t3 / i8$
- * Une étape vide est possible et a un sens : **elle désactive toutes les sorties**
- * Une transition vide est possible et a un sens : **elle est toujours vraie** (utile dans certains cas, s'écrit aussi =1)

II - Partie application

Proposez dans Automgen une solution pour chacune des 5 applications suivantes dans lesquelles seule la problématique à résoudre est indiquée : on ne vous rappelle plus ici la procédure à suivre ni les conseils d'utilisation du logiciel. Il vous est demandé de mettre en pratique tous vos savoir-faire acquis précédemment (conception d'un pupitre, rédaction d'une table des symboles, création d'un grafcet, divergence en OU, lien entre plusieurs grafcets).

II - 1 - Application 1

Réalisez un pupitre contenant 4 voyants V1 à V4 et utilisant la table des symboles suivantes :

| Nom | V1 | V2 | V3 | V4 |
|-------------------|----|----|----|----|
| Variable associée | o0 | o1 | o2 | o3 |

Validez une solution **automatique** sous forme d'un grafcet répondant à la problématique suivante :

- * Les voyants doivent s'allumer à tour de rôle dans l'ordre V1, V2, V3 puis V4
- * A un instant donné un seul voyant doit être allumé (jamais aucun, jamais plusieurs)
- * Après l'allumage du voyant V4 le cycle recommence et le voyant V1 s'allume à nouveau
- * Chaque voyant doit rester allumé seulement 500 ms

II - 2 - Application 2

Ajoutez à votre pupitre un bouton bistable **SENS** connecté à l'entrée **i0** dans la table des symboles. On appelle **sens 1** l'allumage des voyants dans le sens V1 à V4 et **sens 2** l'allumage dans le sens V4 à V1.

Validez une solution **interactive** sous forme d'un seul grafcet utilisant **une divergence en OU** répondant à la problématique suivante :

- * Si le bouton SENS est au **repos** (SENS = 0) les voyants s'allument à tour de rôle dans le **sens 1**
- * Si le bouton SENS est au **travail** (SENS = 1) les voyants s'allument à tour de rôle dans le **sens 2**
- * La table des symboles des sorties et la durée d'allumage des voyants sont les mêmes qu'à l'application 1

II - 3 - Application 3

Même problématique que l'application 2 mais en utilisant cette fois **un grafcet maître** associé à 2 grafcets esclaves, et sans utiliser de divergence en OU.

II - 4 - Application 4

On veut maintenant que l'utilisateur choisisse à la fois le sens d'allumage des voyants, mais aussi la durée d'allumage parmi deux valeurs. Ajoutez à votre pupitre un second bouton bistable nommé **TEMPS** et connecté à l'entrée **i1** dans la table des symboles. Validez une solution répondant à la problématique suivante en utilisant la structure de votre choix (soit un seul grafcet possédant une divergence en OU, soit un grafcet maître associé à des grafcets esclaves) :

- * Si le bouton SENS est au **repos** les voyants s'allument à tour de rôle dans le **sens 1** (quelque soit le temps d'allumage demandé)
- * Si le bouton SENS est au **travail** les voyants s'allument à tour de rôle dans le **sens 2** (quelque soit le temps d'allumage demandé)
- * Si le bouton TEMPS est au **repos** chaque voyant doit rester allumé **300 ms** (quelque soit le sens d'allumage demandé)
- * Si le bouton TEMPS est au **travail** chaque voyant doit rester allumé **1 s** (quelque soit le sens d'allumage demandé)

II - 5 - Application 5

Si à l'application 4 vous avez choisi comme structure un seul grafcet avec une divergence en OU, reprenez l'application 4 en utilisant cette fois **un grafcet maître** associé à des grafcets esclaves et sans utiliser de divergence en OU.

Si à l'application 4 vous avez choisi comme structure un grafcet maître associé à des grafcets esclaves, reprenez l'application 4 en utilisant cette fois un seul grafcet possédant **une divergence en OU**.

Dans l'application 4, le système possède combien de modes de fonctionnement différents ?

Pour réaliser l'application 4 avec un grafcet unique en **divergence en OU**, combien de branches possède la divergence en OU ?

Pour réaliser l'application 4 avec un **grafcet maître**, combien de grafcets esclaves a-t-on besoin ?

Quelle structure préférez-vous utiliser pour réaliser l'application 4 ?

un grafcet complexe unique avec une divergence en OU

un grafcet maître associé à des grafcets esclaves