

GRAFCET : multiplicité de représentation et d'interprétation

Support de référence : GRAFCET – nouveaux concepts - GREPA

Un GRAFCET n'est jamais qu'une représentation du comportement prévu d'une Partie Commande.

Le même comportement peut être décrit par de multiples GRAFCET, différent :

- soit par leur structure ;
- soit par leur interprétation : expression des réceptivités et des actions ;
- soit par leur caractère sensible ou réceptif ;
- soit par leur perméabilité aux interactions non déterministes (même comportement en fonctionnement normal, mais comportements différents en cas de défauts).

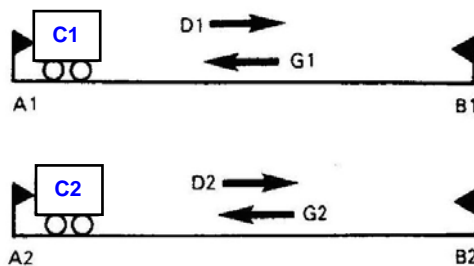
Le choix d'une représentation particulière résulte de multiples considérations où « l'habitude » joue toujours un rôle important.

Le cahier des charges d'une application très simplifiée va nous servir à illustrer ce propos.

Pour chaque GRAFCET proposé, un commentaire en résume les principales caractéristiques, ainsi que les avantages et les inconvénients éventuels. En particulier un modèle pourra être plus ou moins perméable aux variations d'entrées non prévues (en fonctionnement) suivant l'importance de l'écart entre le comportement résultant de cette anomalie et le comportement prévu.

Cahier des charges de l'application

Les deux chariots **C1** et **C2** sont supposés initialement en position de référence : A1 pour C1, A2 pour C2.



Chacun des chariots effectue un aller-retour dès réception de la consigne « m », supposée initialement non délivrée.

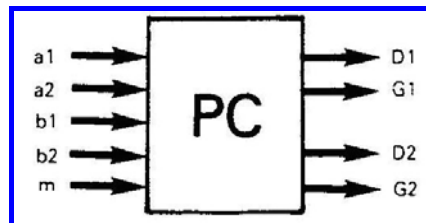
Un nouveau départ n'est possible que si les deux chariots sont revenus chacun en position de référence et si la consigne « m » est présente (si « m » est présente les chariots repartent dès l'obtention de l'état de référence : A1 pour C1, A2 pour C2).

On se propose de représenter, selon un point de vue système, le comportement attendu de la Partie Commande.

La classification des E/S correspondante est donnée page suivante :

La notation symbolique des E/S est explicitée par le tableau de correspondance littérale.

Chacune des représentations proposées sera commentée selon un point de vue réalisation afin d'examiner la perméabilité de chaque modèle.

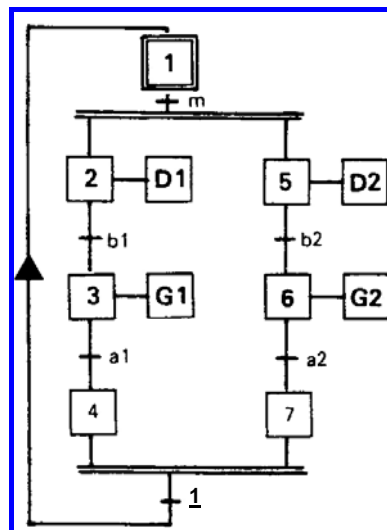


Correspondance littérale

a1 = chariot C1 en position A1
 b1 = chariot C1 en position B1
 m = consigne de marche
 G1 = déplacement vers la gauche de C1
 D1 = déplacement vers la droite de C1
 et (a2, b2, G2, D2) : idem pour le chariot C2.

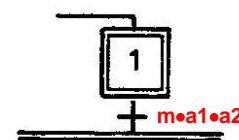
Représentation 1

Représentation la plus « classique » avec parallélisme structural.
 Les étapes d'attente 4 et 7 assurent la synchronisation.
 Le modèle est de caractère réceptif.



Comme pour tout modèle réceptif une variation fugitive d'une entrée peut provoquer une évolution si cette entrée intervient dans la réceptivité d'une transition validée.
 Une variation fugitive sur m dans la situation (1) provoque un aller-retour.
 Une variation sur b1 dans la situation (2) provoque le retour du chariot C1 même s'il n'a pas atteint la position B1.
 Une variation sur a1 dans la situation (3) se traduit par un arrêt du mouvement de retour de C1 avant la position A1.

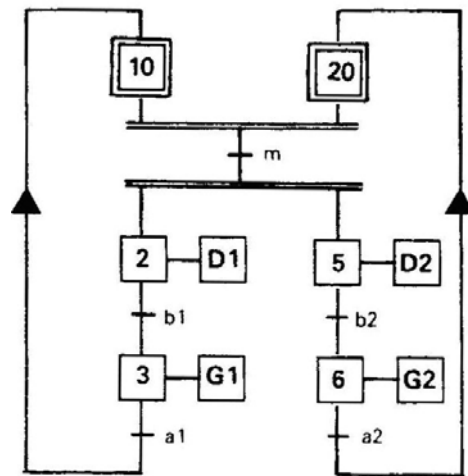
L'aléa du à a1 (ou a2) peut être en partie résolu par une redondance du type $m \cdot a1 \cdot a2$ (au lieu de m) pour la réceptivité de la transition 1→2,5. Redondance qui se traduit alors par un blocage dans la situation (1) en cas de variation fugitive sur ai.



Cette redondance assure par ailleurs une vérification que la situation de référence est bien obtenue pour autoriser le premier départ à partir de la situation initiale. Elle pourra cependant poser problème si les détecteurs de position (obtention de a1 ou a2) sont des capteurs de passage.

Représentation 2 : situation initiale comportant 2 étapes

Il s'agit d'une variante de la représentation précédente pour laquelle en choisissant comme initiales les étapes de synchronisation la description s'en trouve simplifiée (suppression de l'étape (1) de la représentation précédente). L'initialisation multiple apporte en outre une certaine symétrie dans la représentation, mettant mieux en évidence le parallélisme des tâches. La perméabilité est exactement la même qu'avec le modèle précédent.

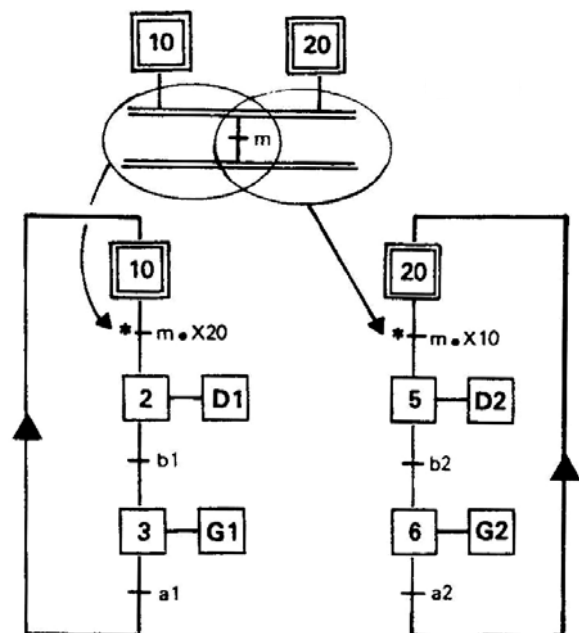


Représentation 3 : diagramme séparés et parallélisme interprété

La symétrie de comportement des deux chariots s'exprime encore mieux en représentant par des diagrammes séparés le fonctionnement de chaque chariot.

La transition de la représentation précédente, qui exprimait le parallélisme structural, est scindée en deux transitions et la synchronisation entre les évolutions est réalisée par les termes de couplage implicite des réceptivités $m \cdot X10$ et $m \cdot X20$ (parallélisme interprété).

Selon un point de vue réalisation, il y aura alors nécessité d'assurer un franchissement synchrone des deux transitions pour respecter la règle 4 du GRAFCET.



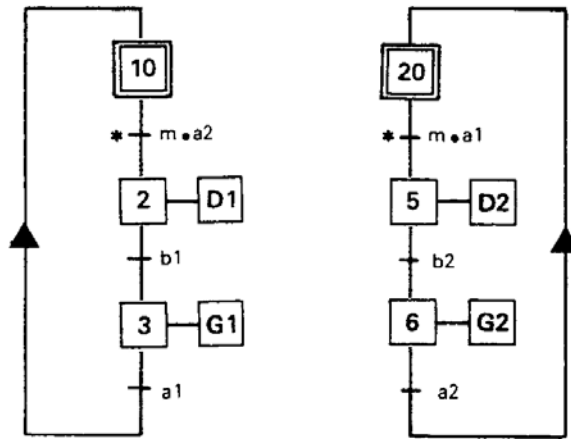
Il faut noter que cette règle ne pourra pas être respectée (en général) si chaque diagramme est implanté sur un constituant de commande séparé pour chaque chariot.

La perméabilité reste la même que celle des représentations précédentes.

Représentation 4 : couplage par l'état de la Partie Opérative

Il s'agit ici d'une variante de la représentation précédente qui réalise la synchronisation des deux chariots par l'état de leurs parties opératives : mouvement de C1 en référence (10 active) et consigne de marche (m) et C2 en position de référence (a2).

Ce modèle correspond également à un parallélisme interprété (règle 4).

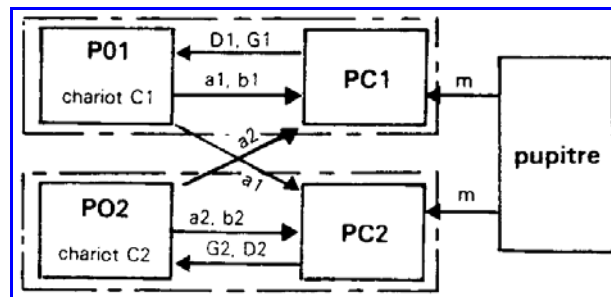


D'un point de vue réalisation, cette représentation n'oblige plus à franchir les deux transitions 10→2 et 20→5 en synchronisme, à condition :

- d'une part que les détecteurs délivrant a1 et a2 ne soient pas des capteurs de passage (dépassement accepté des positions A1 et A2)
- d'autre part que le temps séparant les deux franchissements 10→2 et 20→5 soit suffisamment petit pour que le chariot lancé (par ex. C1) n'ait pas quitté la position A (A1).

Ce modèle présente une grande perméabilité aux anomalies : dans le cas où, par exemple, le chariot C1, plus rapide, a terminé son aller-retour alors que C2 est encore en route, une anomalie sur a2 (défaut capteur ou parasite transitoire) provoque intempestivement un nouvel aller-retour de C1 dès que m est présent.

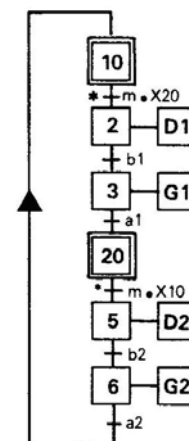
En outre, si la réalisation fait appel à des constituants séparés, les deux sous-systèmes échangent des informations par l'intermédiaire de leurs PO comme le montre le schéma ci-dessous. De tels couplages sont en général peu recommandés.



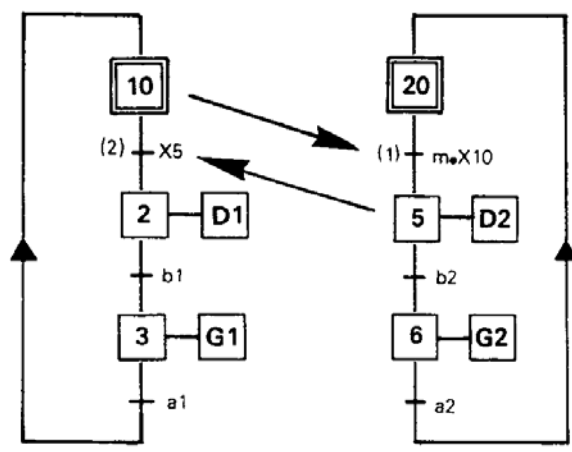
Représentation 5 : parallélisme et structure linéaire

Cette représentation exprime le fait que le parallélisme n'est pas nécessairement topologique.

D'un point de vue réalisation (franchissement synchrone des transitions 10→2 et 20→5) et perméabilité, les remarques sont similaires à celles effectuées pour la représentation 3.



Représentation 6 : tentative d'élimination du synchronisme de franchissement par appel-réponse



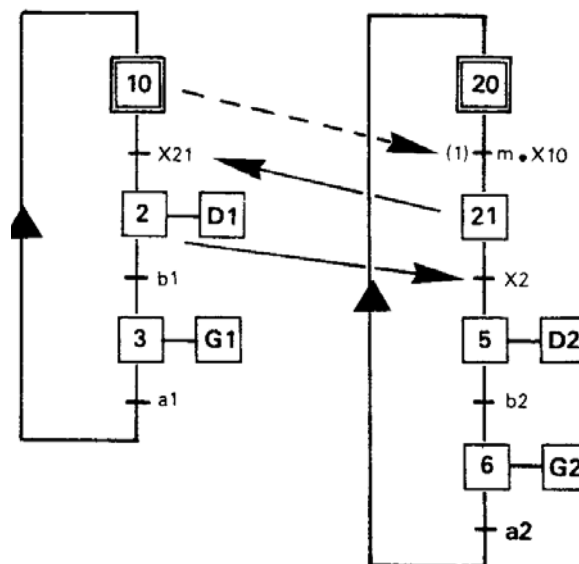
Cette représentation, variante de la représentation 3, est une tentative d'élimination du problème posé par le franchissement synchrone.

Seule la transition $(20 \rightarrow 5)$ est réceptive au contexte $m \cdot X10 \cdot X20$ et c'est l'activation de l'étape 5 qui autorise le franchissement de $(10 \rightarrow 2)$. Ce principe est appelé « APPEL-RÉPONSE », symbolisé par les flèches.

Cependant la perméabilité est très fortement augmentée : en effet si le chariot C1 est beaucoup plus rapide que le chariot C2, C1 pourra effectuer plusieurs aller-retour pendant l'aller de C2 (étape 5 active) tant que la réceptivité $X5$ de $(10-2)$ reste vraie.

Il s'agit ici d'une erreur de conception plus que d'un problème de perméabilité.

Représentation 7 : élimination du synchronisme de franchissement

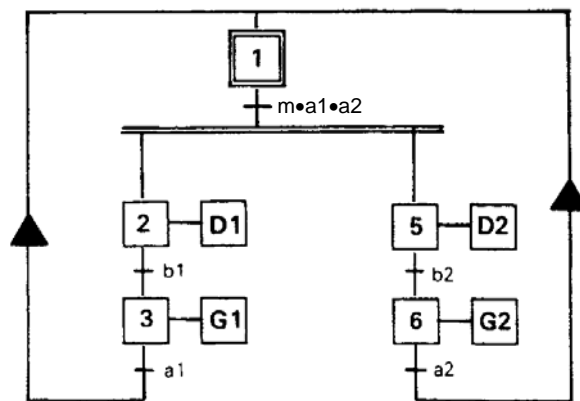


Cette représentation permet d'éliminer complètement le problème du synchronisme de franchissement tout en remédiant à l'erreur de conception précédente par une liaison supplémentaire (synchronisation par la transition (1) + appel-réponse).

C'est certainement la meilleure représentation pour contrôler le dialogue entre les deux diagrammes (ou entre les deux constituants dans le cas d'une réalisation séparée des Parties Commande de chaque chariot).

Ce modèle reste néanmoins perméable à certains défauts, tel que par exemple un défaut sur b_1 à l'activation de l'étape 2.

Représentation 8 : réactivation

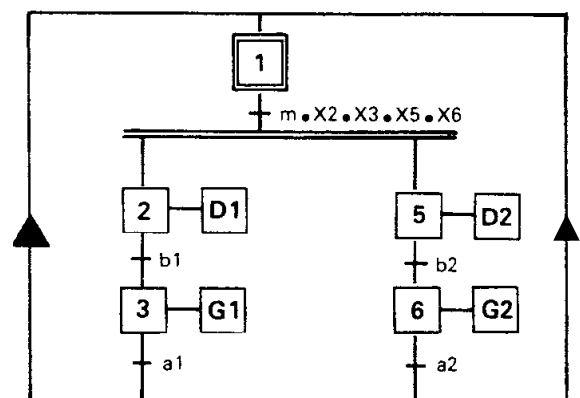


Cette représentation, combinaison des représentations 1 et 2, correspond à un usage particulier de la réactivation de l'étape 1. La réceptivité $m \bullet a_1 \bullet a_2$ est nécessaire pour verrouiller toute évolution tant que les deux chariots ne sont pas revenus en position de référence.

Du point de vue perméabilité on retrouve les problèmes de la représentation 4 (a_1 ou $a_2 = 1$ à l'activation de l'étape 1).

En outre d'autres aléas peuvent survenir : par exemple si, dans la situation (1,6) on a $m = 1$, alors à l'apparition de a_2 on provoque un franchissement synchrone des transitions validées 1-1,5 et 6-1 qui conduit à la situation non prévue (1,2,5).

Représentation 9 : verrouillage par contexte



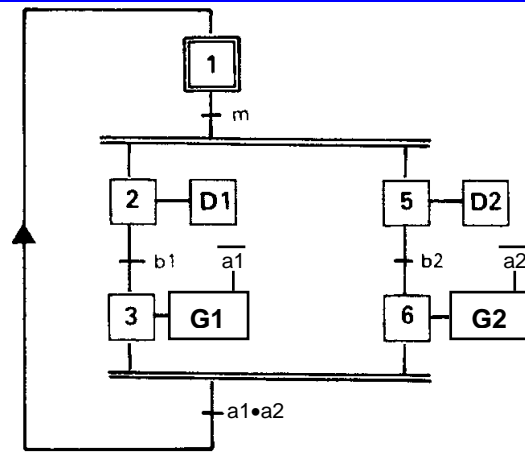
Le contexte $X_2 \bullet X_3 \bullet X_5 \bullet X_6$ remplace $a_1 \bullet a_2$ pour assurer le verrouillage de la transition $1 \rightarrow 2,5$ jusqu'au retour en référence des deux chariots, compte tenu de la réactivation de l'étape 1.

La perméabilité et les anomalies par rapport à la représentation 8 (dus aux a_i) sont alors bien plus faibles.

Représentation 10 : actions conditionnelles

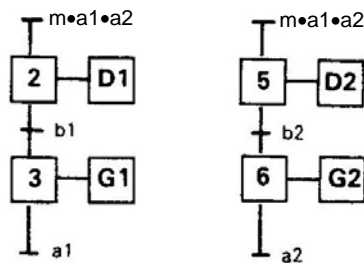
L'utilisation d'actions conditionnelles au lieu d'actions continues permet de simplifier la représentation 1 en supprimant les étapes d'attente.

De réceptif, le modèle est devenu sensible. Sur le plan perméabilité : les défauts fugitifs sur a_1 ou a_2 ont une influence fugitive sur G_1 ou G_2 tant qu'aucun des chariots n'est revenu en référence.



Les défauts permanents ont la même influence que pour la représentation 1.

Représentation 11 : utilisation de transitions sources et puits



Cette représentation illustre l'utilisation de transitions sources et puits, qui permettent une simplification graphique par suppression des étapes initiales.

Cependant cette simplification se paie par une très grande perméabilité, aux conséquences plus graves. Il est possible en effet d'élaborer des ordres contradictoires lors de défauts fugitifs.