

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60848

Deuxième édition
Second edition
2002-02

**Langage de spécification GRAFCET
pour diagrammes fonctionnels en séquence**

**GRAFCET specification language
for sequential function charts**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60848:2002

Numérotation des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000. Ainsi, la CEI 34-1 devient la CEI 60034-1.

Editions consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique. Des renseignements relatifs à cette publication, y compris sa validité, sont disponibles dans le Catalogue des publications de la CEI (voir ci-dessous) en plus des nouvelles éditions, amendements et corrigenda. Des informations sur les sujets à l'étude et l'avancement des travaux entrepris par le comité d'études qui a élaboré cette publication, ainsi que la liste des publications parues, sont également disponibles par l'intermédiaire de:

- Site web de la CEI (www.iec.ch)
- Catalogue des publications de la CEI

Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI (www.iec.ch/catlg-f.htm) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.

- IEC Just Published

Ce résumé des dernières publications parues (www.iec.ch/JP.htm) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.

- Service clients

Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:

Email: custserv@iec.ch
Tél: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

Publication numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series. For example, IEC 34-1 is now referred to as IEC 60034-1.

Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Further information on IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology. Information relating to this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is also available from the following:

- IEC Web Site (www.iec.ch)
- Catalogue of IEC publications

The on-line catalogue on the IEC web site (www.iec.ch/catlg-e.htm) enables you to search by a variety of criteria including text searches, technical committees and date of publication. On-line information is also available on recently issued publications, withdrawn and replaced publications, as well as corrigenda.

- IEC Just Published

This summary of recently issued publications (www.iec.ch/JP.htm) is also available by email. Please contact the Customer Service Centre (see below) for further information.

- Customer Service Centre

If you have any questions regarding this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre:

Email: custserv@iec.ch
Tel: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60848

Deuxième édition
Second edition
2002-02

**Langage de spécification GRAFCET
pour diagrammes fonctionnels en séquence**

**GRAFCET specification language
for sequential function charts**

© IEC 2002 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

International Electrotechnical Commission, 3, rue de Varembé, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: inmail@iec.ch Web: www.iec.ch



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE **XA**

*Pour prix, voir catalogue en vigueur
For price, see current catalogue*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	4
INTRODUCTION.....	6
1 Domaine d'application et objet	8
2 Références normatives	8
3 Termes et définitions	8
4 Principes généraux	12
4.1 Contexte.....	12
4.2 Le GRAFCET, un langage de spécification comportementale	14
4.3 GRAFCET, présentation sommaire	14
4.4 Règle de syntaxe	18
4.5 Règles d'évolution	18
4.6 Événements d'entrée	20
4.7 Événements internes	20
4.8 Modes de sortie	22
4.9 Application des règles d'évolution	22
4.10 Comparaison entre les deux modes de sortie	28
5 Représentation graphique des éléments	30
6 Représentation graphique des structures de séquences	56
6.1 Structures de base	56
6.2 Structures particulières	62
7 Structuration.....	68
7.1 Partition d'un grafcet.....	68
7.2 Structuration par forçage d'un grafcet partiel.....	72
7.3 Structuration par encapsulation.....	74
7.4 Structuration par macro-étapes.....	80
Annexe A (informative) Exemple de commande d'une presse	82
Annexe B (informative) Exemple: Doseur malaxeur automatique.....	84
Annexe C (informative) Les relations entre le GRAFCET selon la CEI 60848 et le SFC selon la CEI 61131-3.....	96
Bibliographie	100

CONTENTS

FOREWORD.....	5
INTRODUCTION.....	7
1 Scope and object.....	9
2 Normative references.....	9
3 Terms and definitions	9
4 General principles.....	13
4.1 Context.....	13
4.2 GRAFCET, a behaviour specification language	15
4.3 GRAFCET, short presentation.....	15
4.4 Syntax rule	19
4.5 Evolution rules.....	19
4.6 Input events.....	21
4.7 Internal events.....	21
4.8 Output modes.....	23
4.9 Application of the evolution rules.....	23
4.10 Comparison between the two output modes.....	29
5 Graphical representation of the elements.....	31
6 Graphical representation of sequential structures.....	57
6.1 Basic structures.....	57
6.2 Particular structures	63
7 Structuring.....	69
7.1 Partition of a grafcet.....	69
7.2 Structuring using the forcing of a partial grafcet	73
7.3 Structuring using the enclosure.....	75
7.4 Structuring using the macro-steps.....	81
Annex A (informative) Example of control of a press.....	83
Annex B (informative) Example: Automatic weighing-mixing.....	85
Annex C (informative) Relations between the GRAFCET of IEC 60848 and the SFC of IEC 61131-3.....	97
Bibliography.....	101

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

LANGAGE DE SPÉCIFICATION GRAFCET POUR DIAGRAMMES FONCTIONNELS EN SÉQUENCE

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Électrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, spécifications techniques, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60848 a été établie par le sous-comité 3B: Documentation, du comité d'études 3 de la CEI: Structures d'informations, documentation et symboles graphiques.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 1988, dont elle constitue une révision technique générale comprenant l'ajout des principaux concepts suivants: événement d'entrée, événement interne, assignation, affectation, forçage, macro-étape et encapsulation.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
3B/344/FDIS	3B/346/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 3.

Les annexes A, B et C sont données uniquement à titre d'information.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2006. A cette date, la publication sera

- reconduite;
- supprimée;
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**GRAFCET SPECIFICATION LANGUAGE
FOR SEQUENTIAL FUNCTION CHARTS**

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical specifications, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and can not be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60848 has been prepared by subcommittee 3B: Documentation, of IEC technical committee 3: Information structures, documentation and graphical symbols.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 1988 and constitutes a global technical revision with the addition of the following main concepts: input event, internal event, assignment, allocation, forcing, macro-step and enclosure.

The text of this standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
3B/344/FDIS	3B/346/RVD

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 3.

Annexes A, B and C are for information only.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2006. At this date, the publication will be

- reconfirmed;
- withdrawn;
- replaced by a revised edition, or
- amended.

INTRODUCTION

La principale raison de la révision de la première édition de cette norme est la volonté des utilisateurs d'enrichir l'outil de spécification normalisé par de nouveaux concepts, permettant une description structurée et hiérarchisée.

Par ailleurs, il apparaît maintenant nécessaire d'ajouter aux aspects descriptifs et fonctionnels de la première édition les aspects formels et comportementaux essentiels à la définition d'un véritable langage de spécification.

Toutes ces raisons ont rendu nécessaire une révision générale de la norme.

Cette norme est destinée principalement aux utilisateurs (concepteurs, réalisateurs, agents de maintenance, etc.) qui ont besoin de spécifier le comportement d'un système (commande d'une machine automatique, composant de sûreté, etc.). Ce langage de spécification peut également servir de moyen de communication entre les concepteurs et les utilisateurs de systèmes automatisés.

Withdrawn

INTRODUCTION

The main reason for the revision of this standard is the desire of the users to increase the standardised specification language with new concepts, allowing a structured and hierarchical description.

Otherwise, in addition to the descriptive and functional aspects of the first edition, it now seems necessary to add the formal and behavioural aspects, which are essential for the definition of a real specification language.

For all these reasons, an overall review of the document is required.

This standard is mainly for people (design engineers, realisation engineers, maintenance engineers, etc.) who need to specify the behaviour of a system (control-command of an automatic machine, safety component, etc.). This specification language should also serve as a communication means between designers and users of automated systems.

Withdrawn

LANGAGE DE SPÉCIFICATION GRAFCET POUR DIAGRAMMES FONCTIONNELS EN SÉQUENCE

1 Domaine d'application et objet

La présente Norme internationale définit le langage de spécification GRAFCET ¹⁾ pour la description fonctionnelle du comportement de la partie séquentielle des systèmes de commande.

Cette norme définit les symboles et les règles nécessaires à la représentation graphique de ce langage, ainsi que l'interprétation qui en est faite.

Cette norme a été établie pour les systèmes automatisés de production des applications industrielles, cependant aucun champ d'application n'est exclu.

Les méthodes de réalisation d'une spécification utilisant le GRAFCET ne font pas partie du domaine d'application de cette norme. Une méthode possible est l'utilisation du langage «SFC» décrit dans la CEI 61131-3, qui définit un ensemble de langages de programmation destinés aux automates programmables.

NOTE Voir l'annexe C pour de plus amples informations sur les relations entre la CEI 60848 et les langages de réalisation comme le SFC de la CEI 61131-3.

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 60050-351:1998, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Partie 351: Commande et régulation automatiques*

CEI 60617-12:1997, *Symboles graphiques pour schémas – Partie 12: Opérateurs logiques binaires*

3 Termes et définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les termes et définitions suivants s'appliquent. Les définitions des termes précédés d'un astérisque ne s'appliquent que dans le contexte du langage de spécification GRAFCET.

3.1

* action

élément du langage GRAFCET associé à une étape, l'action indique le comportement d'une variable de sortie

¹⁾ GRAFCET, GRAPhe Fonctionnel de Commande Etape Transition.

GRAFCET SPECIFICATION LANGUAGE FOR SEQUENTIAL FUNCTION CHARTS

1 Scope and object

This International Standard defines the GRAFCET¹⁾ specification language for the functional description of the behaviour of the sequential part of a control system.

This standard specifies the symbols and the rules for the graphical representation of this language, as well as for its interpretation.

This standard has been prepared for automated production systems of industrial applications. However no particular area of application is excluded.

Methods of development of a specification that makes use of GRAFCET are beyond the scope of this standard. One method is for example the "SFC language" specified in IEC 61131-3, which defines a set of programming languages for programmable controllers.

NOTE See annex C for further information on the relations between IEC 60848 and implementation languages such as the SFC of IEC 61131-3.

2 Normative references

The following normative documents contain provisions, which, through reference in this text, constitute provisions of this International Standard. For dated references, subsequent amendments to, or revisions of, any of these publications do not apply. However, parties to agreements based on this International Standard are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. For undated references, the latest edition of the normative document referred to applies. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 60050-351:1998, *International Electrotechnical Vocabulary (VEI – Part 351: Automatic control*

IEC 60617-12:1997, *Graphical symbols for diagrams – Part 12: Binary logical elements*

3 Terms and definitions

For the purposes of this International Standard, the following definitions apply. The definitions of the terms preceded by an asterisk apply only in the context of the GRAFCET specification language. The chosen order is the alphabetic one.

3.1

* action

GRAFCET language element associated with a step, indicating an activity to be performed on output variables

1) GRAFCET, GRAphe Fonctionnel de Commande Etape Transition.

3.2

diagramme

représentation graphique décrivant le comportement d'un système, par exemple les relations entre deux ou plus de deux grandeurs variables, actions ou états

3.3

*** liaison orientée**

élément du langage GRAFCET, les liaisons orientées indiquent les voies d'évolution en reliant les étapes aux transitions et les transitions aux étapes

3.4

*** diagramme grafcet**

diagramme fonctionnel utilisant le langage GRAFCET

NOTE Le terme «diagramme grafcet» est, en raccourci, remplacé par «grafcet».

3.5

*** événement d'entrée**

événement caractérisé par le changement de valeur d'une ou plusieurs variables d'entrée de la partie séquentielle du système

3.6

*** événement interne**

événement caractérisé par un événement d'entrée associé à la situation de la partie séquentielle du système

3.7

*** interprétation**

partie du GRAFCET permettant de faire la relation entre:

- les variables d'entrées et la structure, par les réceptivités;
- les variables de sorties et la structure, par les actions

3.8

*** situation**

désignation de l'état du système spécifié par un grafcet et caractérisé par les étapes actives à l'instant considéré

3.9

*** étape**

élément du langage GRAFCET utilisé pour définir la situation de la partie séquentielle d'un système

NOTE 1 Une étape est soit active soit inactive.

NOTE 2 L'ensemble des étapes actives représente la situation du système.

3.10

*** structure**

partie du GRAFCET permettant de décrire l'évolution possible entre les situations

3.11

système

ensemble d'éléments reliés entre eux, considérés dans un contexte défini comme un tout et séparés de leur environnement

[VEI 351-11-01]

NOTE 1 Les éléments du système peuvent être à la fois des objets matériels ou des concepts aussi bien que les résultats de ceux-ci (par exemple formes d'organisation, méthodes mathématiques, langages de programmation).

3.2

chart, graph

graphical presentation describing the behaviour of a system, for example the relations between two or more variable quantities, operations or states

3.3

*** directed link**

GRAFCET language element indicating the evolution paths between steps by connecting steps to transitions and transitions to steps

3.4

*** grafcet chart**

function chart using GRAFCET

NOTE The “grafcet chart” can, in short form, be called “grafcet”.

3.5

*** input event**

event characterized by the change of at least one value of all input variables of the sequential part of the system

3.6

*** internal event**

event characterized by an input event associated with the situation of the sequential part of the system

3.7

*** interpretation**

part of the GRAFCET enabling the linkage of:

- the input variables and the structure, by the means of the transition-condition;
- the output variables and the structure, by the means of the actions

3.8

*** situation**

name of the state of the system described by grafcet and characterised by the active steps at a given instant

3.9

*** step**

GRAFCET language element used for the definition of the state of the sequential part of the system

NOTE 1 A step can be active or inactive.

NOTE 2 The set of active steps represents the situation of the system.

3.10

*** structure**

part of the GRAFCET enabling the description of the possible evolution between situations

3.11

system

a set of interrelated elements considered in a defined context as a whole and separated from their environment

[IEV 351-11-01]

NOTE 1 Such elements may be material objects and concepts as well as their results (e.g. forms of organisation, mathematical methods, programming languages).

NOTE 2 Le système est considéré comme séparé de l'environnement et des autres systèmes extérieurs par une surface imaginaire qui coupe les liaisons entre eux et le système.

NOTE 3 Le langage GRAFCET peut être utilisé pour décrire le comportement logique de n'importe quel type de système.

3.12

* évolution fugace

évolution caractérisée par le franchissement de plusieurs transitions successives à l'occurrence d'un unique événement d'entrée

3.13

* transition

élément du langage GRAFCET, une transition indique la possibilité d'évolution d'activité entre deux ou plusieurs étapes

NOTE Cette évolution possible s'accomplit par le franchissement de la transition.

3.14

* réceptivité

élément du langage GRAFCET associé à une transition, la réceptivité exprime le résultat d'une expression booléenne

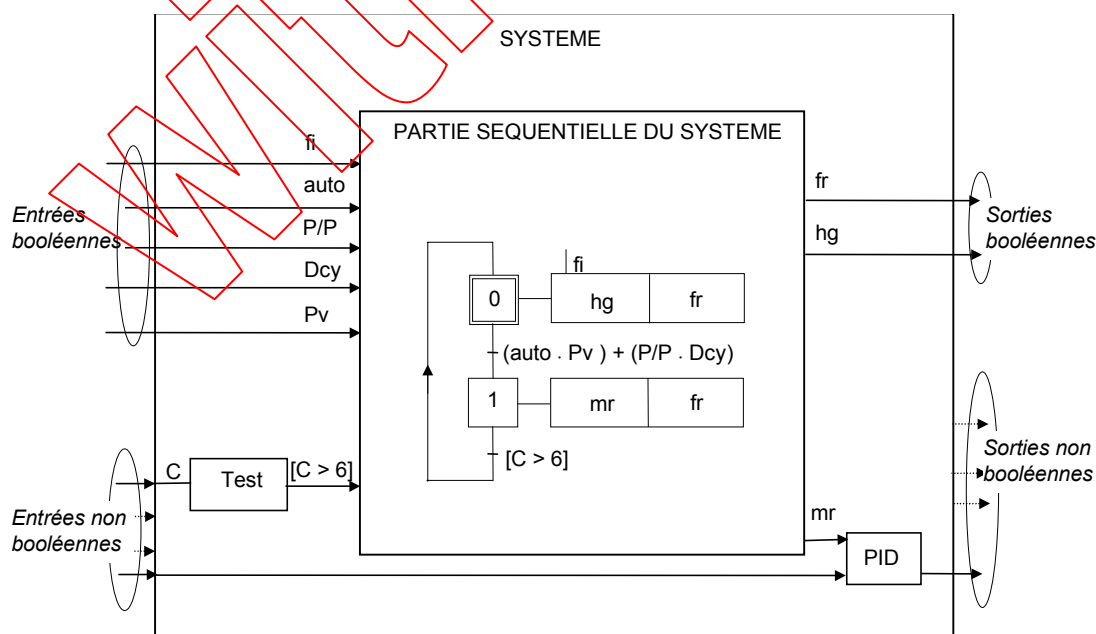
NOTE Une réceptivité est soit vraie soit fausse.

4 Principes généraux

4.1 Contexte

La réalisation d'un système automatisé requiert, notamment, une description liant les effets aux causes. Pour cela, on décrira l'aspect logique du comportement souhaité du système.

La partie séquentielle du système désigne l'aspect logique d'un système physique auquel on accède par des variables d'entrée et des variables de sortie booléennes. Le comportement indique la manière dont les variables de sortie dépendent des variables d'entrée (voir note de la figure 1). Le GRAFCET a pour objet de spécifier le comportement de la partie séquentielle des systèmes.



NOTE La partie séquentielle du système est caractérisée par ses variables d'entrée, ses variables de sortie et son comportement. Cette partie séquentielle ne comporte que des variables d'entrées et de sorties booléennes, toutefois le langage de spécification GRAFCET permet par extension (exemple: évaluation d'un prédicat ou affectation d'une valeur numérique à une variable) de décrire le comportement de variables non booléennes.

Figure 1 – Représentation graphique de la partie séquentielle d'un système

NOTE 2 The system is considered to be separated from the environment and from the other external systems by an imaginary surface, which cuts the links between them and the system.

NOTE 3 The language GRAFCET can be used to describe the logical behaviour of any kind of system.

3.12

* transient evolution

evolution characterized by the clearing of several successive transitions on the occurrence of a single input event

3.13

* transition

GRAFCET language element indicating a possible evolution of the activity between two or more steps

NOTE The possible evolution is realised by clearing the transition.

3.14

* transition-condition

GRAFCET language element associated with a transition indicating the result of a boolean expression

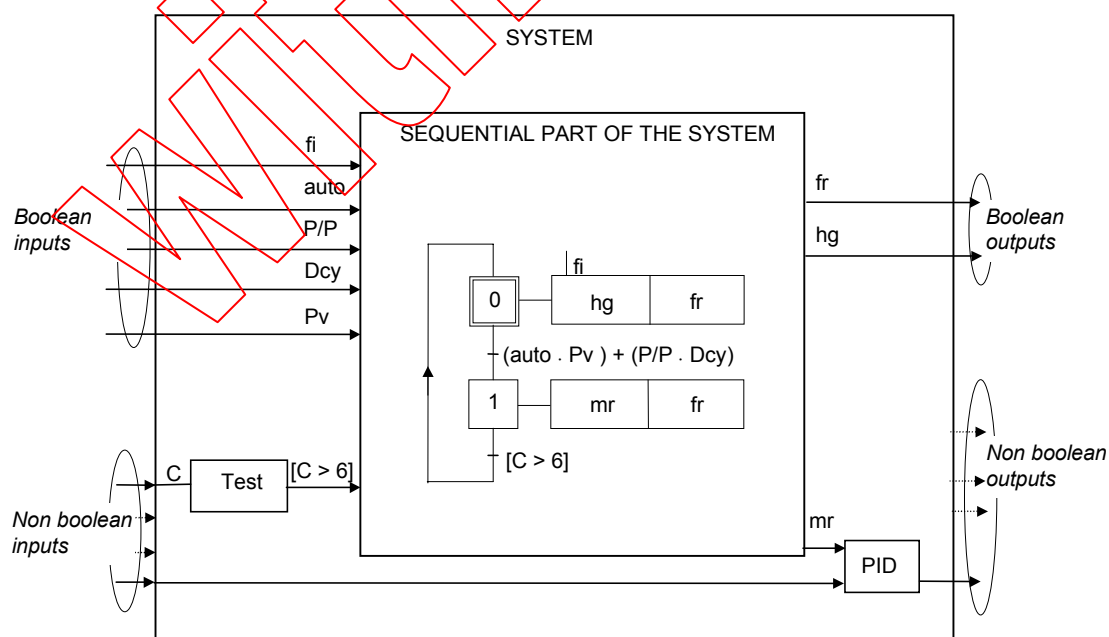
NOTE The transition-condition can be either true or false.

4 General principles

4.1 Context

The implementation of an automated system requires, in particular, a description relating cause and effect. To do this, the logical aspect of the desired behaviour of the system will be described.

The sequential part of the system, which is accessed via Boolean input and output variables, is the logical aspect of this physical system. The behaviour indicates the way in which the output variables depend on the input variables (see note to figure 1). The object of the GRAFCET is to specify the behaviour of the sequential part of the systems.



NOTE The sequential part of the system is characterised by its input variables, its output variables, and its behaviour. This sequential part comprises only input and output boolean variables. However the GRAFCET specification language by extension allows the description of the behaviour of the non Boolean variables (for example: evaluation of an assertion or allocation of a numeric value for a variable).

Figure 1 – Graphical representation of the sequential part of a system

4.2 Le GRAFCET, un langage de spécification comportementale

Le langage de spécification GRAFCET permet d'établir un grafcet exprimant le comportement attendu de la partie séquentielle d'un système déterminé. Ce langage se caractérise principalement par ses éléments graphiques qui, associés à une expression alphanumérique des variables, offre une représentation synthétique du comportement reposant sur une description indirecte de la situation du système.

La description du comportement sous forme d'états est la suivante: les états, «monomarqués», correspondent aux *situations* du GRAFCET, ce qui implique l'unicité de la situation à un instant donné. Les états sont reliés les uns aux autres par des arcs assortis d'une condition d'évolution, ce qui permet de décrire le passage d'une situation à une autre.

Pour des raisons de commodité, la description du comportement sous forme d'états est avantageusement remplacée par une description sous forme d'étapes appelée GRAFCET. Dans le GRAFCET plusieurs étapes peuvent être actives simultanément, la situation étant alors caractérisée par l'ensemble des étapes actives à l'instant considéré. Les conditions d'évolution d'un ensemble d'étapes vers un autre sont alors portées par une ou plusieurs transitions, caractérisées chacune par:

- ses étapes amont,
- ses étapes aval,
- sa réceptivité associée.

NOTE La règle de syntaxe imposant l'alternance étape-transition résulte de ce qui précède.

4.3 GRAFCET, présentation sommaire

Le GRAFCET est utile pour concevoir des grafkets donnant une représentation graphique et synthétique du comportement des systèmes. La représentation (voir figure 2) distingue:

- la *structure*, qui permet de décrire les évolutions possibles entre les situations,
- l'*interprétation*, qui fait la relation entre les variables d'entrées, la structure, et les variables de sorties (des règles d'évolution, d'assignation et d'affectation sont nécessaires pour réaliser cette interprétation).

4.3.1 La structure est constituée des éléments de base suivants

- *Etape* (définition: 3.9, symbole 1). Une étape est soit active, soit inactive, l'ensemble des étapes actives d'un grafcet à un instant donné représente la situation de ce grafcet à l'instant considéré.
- *Transition* (définition: 3.13, symbole 7). Une transition indique la possibilité d'évolution d'activité entre deux ou plusieurs étapes. Cette évolution s'accomplit par le franchissement de la transition.
- *Liaison orientée* (définition: 3.3, symbole 10). Une liaison orientée relie soit une ou plusieurs étapes à une transition, soit une transition à une ou plusieurs étapes.

4.3.2 L'interprétation se fait grâce aux éléments suivants

- *Réceptivité* (définition: 3.14, symbole 13). Associée à chaque transition, la réceptivité est une condition logique qui est soit vraie, soit fausse, et qui est composée de *variables d'entrées* et/ou de variables internes.
- *Action* (définition: 3.1). L'action indique, dans un rectangle, comment agir sur la *variable de sortie*, soit par assignation (action continue, symbole 20), soit par affectation (action mémorisée, symbole 26).

4.2 GRAFCET, a behaviour specification language

The GRAFCET specification language enables a grafcet to be created showing the expected behaviour of a given sequential system. This language is characterized mainly by its graphic elements, which, associated with an alphanumerical expression of variables, provides a synthetic representation of the behaviour, based on an indirect description of the situation of the system.

The behaviour description on states is the following: the "monomarked" states correspond to the GRAFCET *situations*, which implies the uniqueness of the situation at a given instant. The states are connected to each other by means of an evolution condition, which allows the passage from one situation to another one to be described.

For reasons of convenience, the behaviour description based on states is better replaced by a description based on *steps* called GRAFCET. In the GRAFCET, several steps may be active simultaneously, the situation being then characterized by the set of active steps at the considered moment. The evolution of one set of steps to another are translated by one or several transitions, each characterized by:

- its preceding steps,
- its succeeding steps,
- its associated transition-condition.

NOTE These reasons lead to the syntax rule enforcing the alternation step-transition.

4.3 GRAFCET, short presentation

The GRAFCET is used for the design of grafcet charts to provide a graphical and synthetic representation of the sequential systems behaviour. The representation (figure 2) distinguishes:

- the *structure*, which allows possible evolutions between the situations to be described,
- the *interpretation*, which enables the relationship between input, output variables and the structure (evolution, assignation and allocation rules are necessary to achieve this interpretation).

4.3.1 The structure comprises the following basic items

- *Step* (definition: 3.9, symbol 1). A step is either active or inactive, the set of the active steps of a grafcet chart at any given instant represents the *situation* of this grafcet at this instant.
- *Transition* (definition: 3.13, symbol 7). A transition indicates that an evolution of the activity between two or more steps may evolve. This evolution is realized by the clearing of the transition.
- *Directed link* (definition: 3.3, symbol 10). A directed link connects one or several steps to a transition, or a transition to one or several steps.

4.3.2 The following elements are used for the interpretation

- *Transition-condition* (definition: 3.14, symbol 13). Associated with each transition, the transition-condition is a logical expression which is true or false and which is composed of *input variables* and/or *internal variables*.
- *Action* (definition: 3.1). The action indicates, in a rectangle, what shall be done to the *output variable*, either by assignation (continuous action, symbol 20), or allocation (stored action, symbol 26).

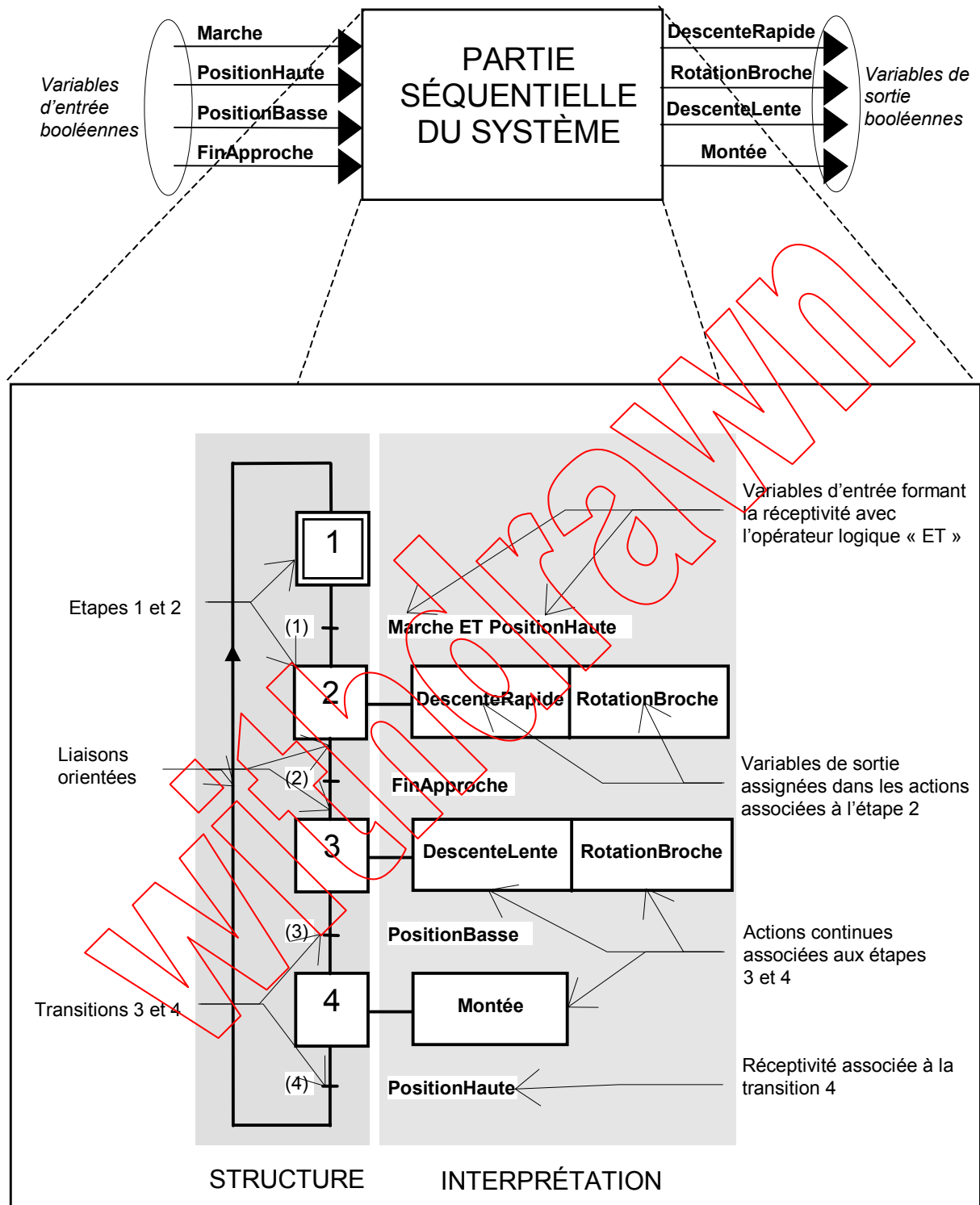


Figure 2 – Éléments de structure et d'interprétation utilisés dans un grafcet pour décrire le comportement de la partie séquentielle d'un système défini par ses variables d'entrée et de sortie

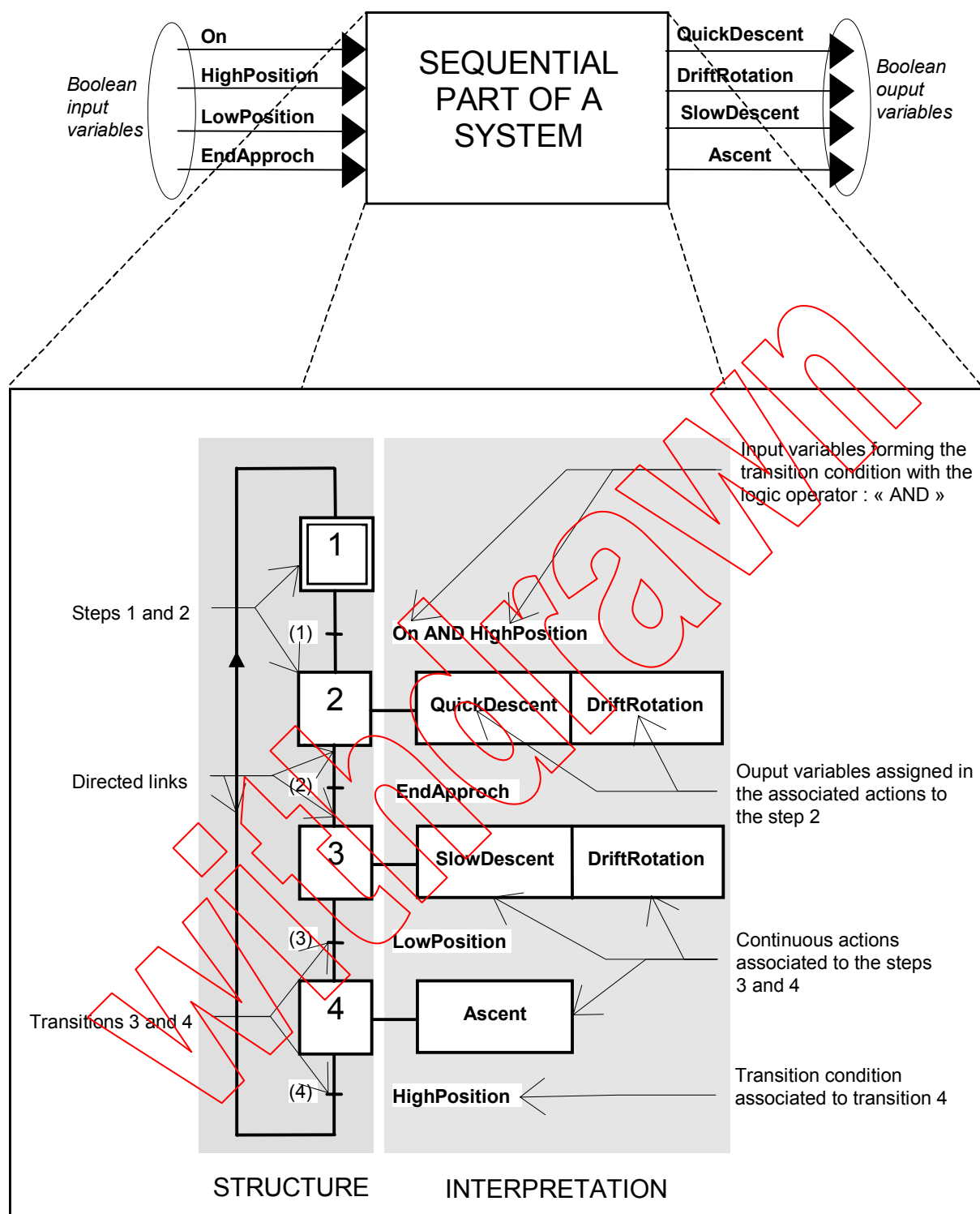


Figure 2 – Structure and interpretation elements used in a grafcet chart to describe the behaviour of a sequential part of the system defined by its input and output variables

4.4 Règle de syntaxe

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

Conséquences:

- 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.

4.5 Règles d'évolution

Sachant que toute situation est caractérisée par l'ensemble des étapes actives à l'instant considéré, les règles d'évolution du GRAFCET ne sont que l'application, sur les étapes, du principe d'évolution entre les situations de la partie séquentielle du système.

4.5.1 Situation initiale

La situation initiale est la situation à l'instant initial, elle est donc décrite par l'ensemble des étapes actives à cet instant. Le choix de la situation à l'instant initial repose sur des considérations méthodologiques et relatives à la nature de la partie séquentielle du système visé.

Règle 1: La situation initiale, choisie par le concepteur, est la situation à l'instant initial.

4.5.2 Franchissement d'une transition

Règle 2: Une transition est dite validée lorsque toutes les étapes immédiatement 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.

4.5.3 Evolution des étapes actives

Règle 3: Le franchissement d'une transition entraîne simultanément l'activation de toutes les étapes immédiatement suivantes et la désactivation de toutes les étapes immédiatement précédentes.

4.5.4 Evolutions simultanées

L'évolution entre deux situations actives implique qu'aucune situation intermédiaire ne soit possible, on passe donc instantanément d'une représentation de la situation par un ensemble d'étapes à une autre représentation.

Règle 4: Plusieurs transitions simultanément franchissables sont simultanément franchies.

4.5.5 Activation et désactivation simultanées d'une étape

Si une même étape participe à la description de la situation précédente et à celle de la situation suivante, elle ne peut, en conséquence, que rester active.

Règle 5: Si, au cours du fonctionnement, une étape active est simultanément activée et désactivée, alors elle reste active.

4.4 Syntax rule

Step transition and transition step alternation shall always be respected whatever the sequence.

Consequences:

- Two steps shall never be connected directly by a directed link.
- The directed link shall only connect a step to a transition or a transition to a step.

4.5 Evolution rules

As each situation is characterized by the set of active steps at a given instant, the GRAFCET evolution rules only affect the application, on the steps, of the evolution principle between the situations of the sequential part of the system.

4.5.1 Initial situation

The initial situation is the situation at the initial time. Therefore it is described by the set of steps active at this time. The choice of the situation at the initial time depends on the methodology relating to the type of sequential part of the system considered.

Rule 1: The initial situation, chosen by the designer, is the situation at the initial time.

4.5.2 Clearing of a transition

Rule 2: A transition is said to be enabled when all immediately preceding steps linked to this transition are active. The clearing of a transition occurs:

- when the transition is ENABLED,
- AND WHEN its associated transition-condition is TRUE.

4.5.3 Evolution of active steps

Rule 3: The clearing of a transition simultaneously provokes the activation of all the immediate succeeding steps and the deactivation of all the immediate preceding steps.

4.5.4 Simultaneous evolutions

The evolution between two active situations implies that no other intermediate situation is possible, the change from one representation of the situation by a set of steps to another representation is instantaneous.

Rule 4: Several transitions, which can be cleared simultaneously, are simultaneously cleared.

4.5.5 Simultaneous activation and deactivation of a step

If a step is included in the description of the preceding situation and in that of the following one, it can therefore only remain active.

Rule 5: If during the operation, an active step is simultaneously activated and deactivated, it remains active.

4.6 Événements d'entrée

Les règles d'évolution montrent que seul un changement des valeurs des variables d'entrée est susceptible de provoquer l'évolution d'un grafcet. Ce changement, appelé "événement d'entrée" doit être défini par la valeur antérieure et la valeur postérieure de toutes les variables d'entrées pour caractériser cet événement *unique*. Dans la pratique, on ne spécifie que des *ensembles* d'événements d'entrée caractérisés par le changement d'état (front montant ou front descendant) d'une ou plusieurs variables booléennes d'entrée.

NOTE Le front montant d'une variable logique, qui se note par le signe «↑» devant une variable booléenne, indique que ce front montant n'est vrai qu'au passage de la valeur 0 à la valeur 1 de la variable concernée. Le front descendant d'une variable logique, qui se note par le signe «↓» devant une variable booléenne, indique que ce front descendant n'est vrai qu'au passage de la valeur 1 à la valeur 0 de la variable concernée.

On dit que «l'événement se produit» à la date du changement d'état des variables d'entrée qui le caractérisent.

4.6.1 Spécification des événements d'entrée

La spécification des événements d'entrée se fait par une expression logique d'une ou plusieurs variables caractéristiques, souvent dans une réceptivité et plus rarement en vue de spécifier directement un événement interne (voir 4.7).

EXEMPLE 1

↑a L'expression «↑a» décrit l'ensemble de tous les événements d'entrée pour lesquels la valeur antérieure de la variable d'entrée a est 0 et sa valeur postérieure est 1, quelles que soient les valeurs des autres variables d'entrée du système.

EXEMPLE 2

a · ↑b L'expression «a · ↑b» décrit l'ensemble de tous les événements d'entrée pour lesquels la valeur postérieure de la variable d'entrée a est 1, la valeur antérieure de la variable d'entrée b est 0 et sa valeur postérieure est 1, quelles que soient les valeurs des autres variables d'entrée du système.

EXEMPLE 3

a L'expression «a» décrit l'ensemble de tous les événements d'entrée pour lesquels la valeur postérieure de la variable d'entrée a est 1, quelles que soient les valeurs des autres variables d'entrée du système.

NOTE Utilisée dans une réceptivité, cette expression peut conduire à une évolution fugace (voir 3.12).

4.7 Événements internes

Seuls certains événements d'entrée peuvent se produire à partir d'une situation donnée. La conjonction d'une situation et d'un événement d'entrée pouvant se produire à partir de celle-ci s'appelle un événement interne (voir 3.6). Cette notion est principalement utilisée par le spécificateur pour conditionner une affectation de sortie à un ensemble d'événements internes (voir 4.8.2). La description d'un ensemble d'événements internes se fait par l'un des moyens suivants.

4.7.1 Événements internes décrits par l'activation d'une étape

L'activation d'une étape, notée de manière graphique (symbole 27), décrit l'ensemble des événements internes qui ont chacun pour conséquence l'activation de cette étape.

4.7.2 Événements internes décrits par la désactivation d'une étape

La désactivation d'une étape, notée de manière graphique (symbole 28), décrit l'ensemble des événements internes qui ont chacun pour conséquence la désactivation de cette étape.

4.6 Input events

The evolution rules show that only a change in the values of the input variables may cause the evolution of the grafcet. This change called "input event" shall be defined by the preceding value and the succeeding value of all the input variables to characterise this *single* event. In practice, a set of input events is specified only by the characterised state change (rising edge or falling edge) of one or several boolean input variables.

NOTE The rising edge of a logical variable, indicated by the sign " $\uparrow$ " in front of a boolean variable, indicates that this rising edge is only true for the change from value 0 to value 1 of the variable concerned. The falling edge of a logical variable noted by the sign " $\downarrow$ " in front of a boolean variable, indicates that this falling edge is only true for the change from value 1 to value 0 of the variable concerned.

It is said that "the event occurs" at the date of the change of state of the input variables which characterize it.

4.6.1 Input events specification

The input events specification is implemented by a logical expression of one or several characteristic variables, often in a transition-condition. More rarely, it may also directly specify an internal event (see 4.7).

EXAMPLE 1:
 $\uparrow a$ The expression " $\uparrow a$ " describes the set of all input events for which the preceding value of the input variable a is 0 and its succeeding value is 1, regardless of the value of the other input variables of the system.

EXAMPLE 2:
 $a \cdot \uparrow b$ The expression " $a \cdot \uparrow b$ " describes the set of all input events for which the succeeding value of the input variable a is 1, and the preceding value of the input variable b is 0 and its succeeding value is 1, regardless of the value of the other input variables of the system.

EXAMPLE 3:
 a The expression " a " describes the sets of all input events for which the succeeding value of the input variable a is 1, regardless of the value of the other input variables of the system.

NOTE Used in a transition-condition, this expression could lead to a transient evolution (see 3.12)

4.7 Internal events

Only certain input events could occur from a given situation. The connection between a situation and input event, which may occur from this situation, is called internal event (see 3.6). This notion is mainly used by the designer to condition an output allocation to a set of internal events (see 4.8.2). The description of a set of internal events is realized by one of the following ways.

4.7.1 Internal events described by the step activation

The step activation, noted graphically (symbol 27), describes the set of internal events each of which has this step activation as a consequence.

4.7.2 Internal events described by the deactivation of a step

The graphically noted deactivation of a step, (symbol 28), describes the set of the internal events each of which have this step deactivation as consequence.

4.7.3 Événements internes décrits par le franchissement d'une transition

Le franchissement d'une transition, notée de manière graphique (symbole 29), décrit l'ensemble des événements internes qui ont chacun pour conséquence le franchissement de cette transition.

4.8 Modes de sortie

Les actions permettent d'établir le lien entre l'évolution du grafset et les sorties. Deux modes de sortie, mode continu ou mode mémorisé, décrivent comment les sorties dépendent de l'évolution et des entrées du système.

4.8.1 Mode continu (assignation sur état)

En mode continu c'est l'*association d'une action à une étape* qui permet d'indiquer qu'une variable de sortie a la valeur vraie si l'étape est active et si la condition d'assignation est vérifiée. La condition d'assignation est une expression logique de variables d'entrée et/ou de variables internes (voir symbole 22). Si l'une des conditions n'est pas remplie et sous réserve qu'aucune autre action relative à la même sortie ne satisfasse les conditions, la variable de sortie considérée prend la valeur fausse.

On appelle assignation le fait d'imposer la valeur (vraie ou fausse) des variables de sortie.

L'ensemble des assignations locales (relatives aux étapes actives à un instant donné) définit l'assignation de *toutes* les variables de sortie pour cette situation.

Règle d'assignation: Pour une *situation* donnée, les valeurs des sorties relatives aux actions *continues* sont assignées:

- à la valeur vraie, pour chacune des sorties relatives aux actions associées aux étapes actives et pour lesquelles les conditions d'assignation sont vérifiées,
- à la valeur fausse, pour les autres sorties (qui ne sont pas assignées à la valeur vraie).

4.8.2 Mode mémorisé (affectation sur événement)

En mode mémorisé c'est l'*association d'une action à des événements internes* qui permet d'indiquer qu'une variable de sortie prend et garde la valeur imposée si l'un de ces événements se produit.

Des représentations explicites sont nécessaires (activation d'étape, désactivation d'étape, franchissement d'une transition, etc) pour décrire l'association des actions aux événements.

La valeur d'une variable de sortie relative à une action mémorisée reste inchangée tant qu'un nouvel événement spécifié ne la modifie pas.

On appelle affectation le fait de mémoriser, à un instant donné, la mise à une valeur déterminée d'une variable de sortie.

Règle d'affectation: La valeur d'une sortie, relative à une action mémorisée et associée à un événement, est affectée à la valeur indiquée si l'événement interne spécifié se produit; à l'initialisation la valeur de cette sortie est nulle.

4.9 Application des règles d'évolution

L'interprétation intuitive de l'évolution, dite «pas à pas», désigne la démarche progressive qui permet, sur occurrence d'un événement d'entrée et à partir de la situation antérieure, de déterminer, par application successive des règles d'évolution sur chaque transition, la situation postérieure à l'événement considéré. Cette facilité d'interprétation est un artifice autorisant une spécification indirecte de l'évolution, mais le spécificateur doit prendre garde au fait que le franchissement des transitions situées sur ce chemin n'implique pas l'activation effective des situations intermédiaires.

4.7.3 Internal events described by the clearing of a transition

The graphically noted clearing of a transition (symbol 29), describes the set of internal events each of which have the clearing of this transition as consequence.

4.8 Output modes

The actions enable links to establish the connection between the evolution of the grafcet chart and the outputs. Two output modes, continuous mode or stored mode, describe how the outputs depend on the evolution and on the system inputs.

4.8.1 Continuous mode (assignation on state)

In the continuous mode, *the association of an action with a step* indicates that an output variable has a true value if the step is active and if the assignation condition is verified. The assignation condition is a logical expression of the input variables and/or the internal ones (see symbol 22). If one of the conditions is not met and provided that no other action relating to the same output meets the conditions, the output variable concerned takes the false value.

Assignation refers to imposing the value of the output variables (true or false).

The set of the local assignation (relating to the active steps at a given instant) defines the assignation of *all* the output variables for this situation.

Assignation rule: For a given situation, the value of the outputs relating to the *continuous* actions is assigned:

- to the true value, for each output relating to the actions associated with active steps and for which the assignation conditions are verified,
- to the false value, for the other outputs (which are not assigned to the true value).

4.8.2 Stored mode (allocation on event)

In the stored mode, *the association of an action to internal events* is used to indicate that an output variable takes and maintains the enforced value if one of these events occurs.

Explicit representations are necessary to describe the association of the actions with the events (activation step, deactivation step, clearing of a transition, etc.).

The value of an output relating to a stored action remains unchanged until a new specified event modifies its value.

Allocation refers to storing, at a considered moment, a determined value affected to an output variable.

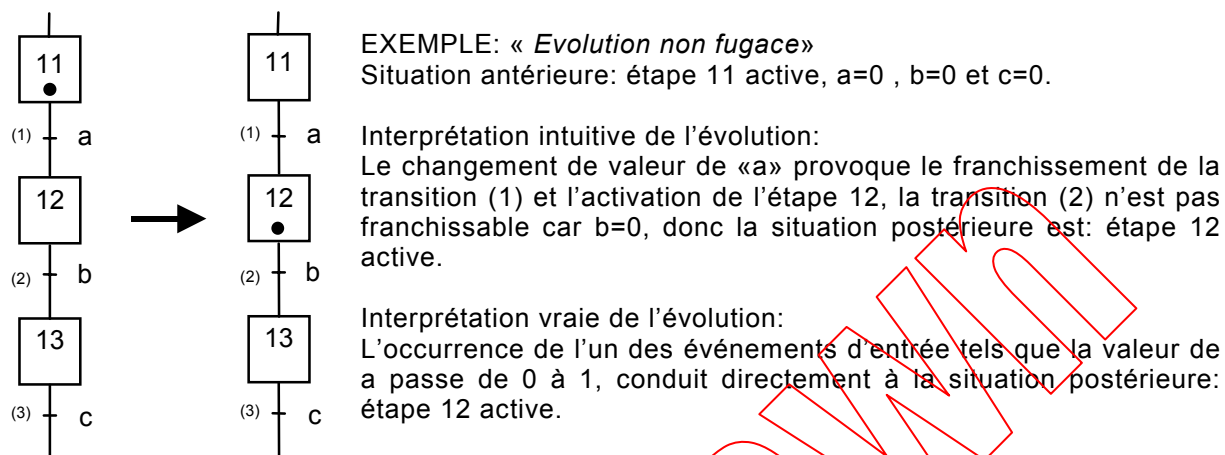
Allocation rule: The value of an output, relating to a stored action and associated to an event, is allocated to the indicated value, if the specified internal event occurs; the value of this output is null at the initialisation.

4.9 Application of the evolution rules

Intuitive interpretation of the evolution, called “step by step”, designates the progressive way which allows, on the occurrence of an input event and from the preceding situation, to determine the succeeding situation of this event, by the successive application of the evolution rules on each transition. The interpretation facility is a device to enable an indirect specification of the evolution, but the designer shall take care that the clearing of the transitions on this path does not involve the effective activation of the intermediate situations.

4.9.1 Evolution non fugace

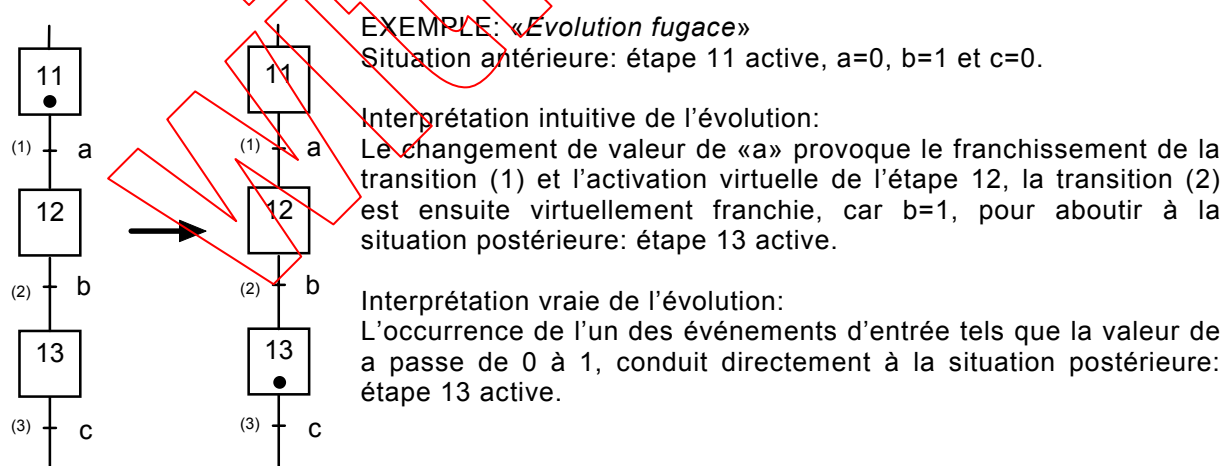
Dans le cas général, l'évolution est non fugace, c'est-à-dire que l'événement d'entrée ne provoque qu'un seul pas d'évolution (le franchissement simultané d'une ou plusieurs transitions).



4.9.2 Evolution fugace

Dans certains cas, l'application des règles d'évolution peut conduire à franchir successivement des transitions (en plusieurs pas d'évolution) si les réceptivités associées aux transitions postérieures sont déjà vraies lors du franchissement de la ou des premières transitions considérées. L'évolution correspondante, dite fugace, utilise le chemin parcouru pour indiquer comment on passe d'une situation antérieure à une situation postérieure (voir 3.9).

Les étapes intermédiaires correspondantes, dites étapes *instables*, ne sont pas activées, mais on considère qu'elles ont été «virtuellement» activées et désactivées le long du chemin d'évolution intuitive, et de même que les transitions correspondantes ont été «virtuellement» franchies.

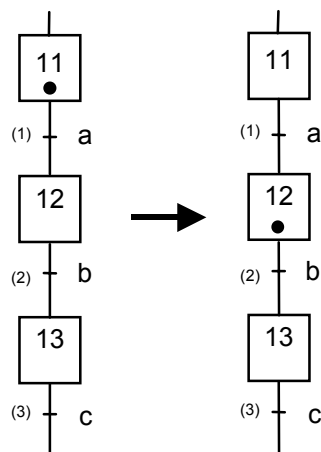


4.9.3 Conséquence d'une évolution fugace sur les assignations

L'assignation d'une valeur de sortie par une action continue associée à une étape, qui à l'occasion d'une évolution fugace est une étape instable, n'est pas effective puisque l'étape n'est pas réellement activée (voir 4.8.1).

4.9.1 Non transient evolution

In general, the evolution is non-transient, which means that the input event only leads to one evolution stage (the simultaneous clearing of one or more transitions).



EXAMPLE: "*Non transient evolution*"

Preceding situation: step 11 active, $a=0$, $b=0$ and $c=0$.

Intuitive interpretation of the evolution:

The change in the value "a" involves the clearing of the transition (1) and the activation of the step 12, the transition (2) can not be cleared, because $b=0$, the subsequent situation is therefore: step 12 active.

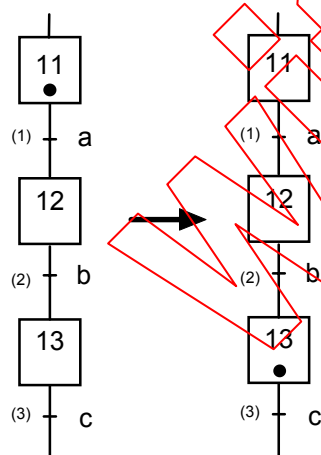
Real interpretation of the evolution:

The occurrence of one of the input events such as the value of a changes from 0 to 1 leads straight to the subsequent situation: step 12 active.

4.9.2 Transient evolution

In some cases, the application of the evolution rules can lead to successively clearing some transitions (in several evolution stages) if the transition-conditions associated with the subsequent transitions are already true, when the first transitions considered are cleared. The corresponding description, referred to as transient, uses the path taken to indicate how to move from a preceding situation to a succeeding situation (see 3.9).

The corresponding intermediate steps, referred to as *unstable* are not activated, but we consider that they have been "virtually" activated and deactivated along the intuitive evolution path, as well as for the corresponding transitions which have been "virtually" cleared.



EXAMPLE: "*Transient evolution*"

Preceding situation: step 11 active, $a=0$, $b=1$ and $c=0$.

Intuitive interpretation of the evolution:

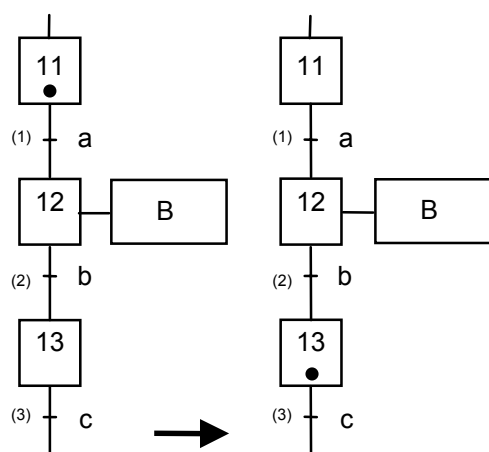
The change in the value "a" involves the clearing of the transition (1) and the virtual activation of the step 12, then the transition (2) is virtually cleared, because $b=1$, leading to the succeeding situation: step 13 active.

Real interpretation of the evolution:

The occurrence of one of the input events, such as the value of a change from 0 to 1, leads to the succeeding situation: step 13 active.

4.9.3 Consequence of a transient evolution on the assignments

The assignment of an output value by a continuous action associated with a step, which is an unstable step in the case of a transient evolution, is not effective, since the step is not really activated (see 4.8.1).



EXEMPLE: «Action continue associée à une étape instable»

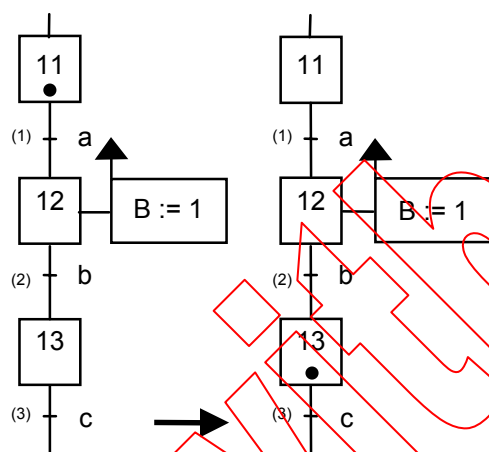
Situation antérieure: étape 11 active, $a=0$, $b=1$ et $c=0$.

L'occurrence de l'un des événements d'entrée tels que la valeur de «a» passe de 0 à 1, conduit directement à la situation postérieure: étape 13 active.

La situation antérieure (étape 11 active) et la situation postérieure (étape 13 active) assignent à la valeur 0 la variable de sortie B. L'étape instable 12 n'étant pas réellement activée, l'assignation à la valeur 1 de B n'est pas effective au cours de cette évolution fugace.

4.9.4 Conséquence d'une évolution fugace sur les affectations

L'affectation à une valeur déterminée d'une sortie par une action mémorisée (symbole 26) associée à une étape, qui à l'occasion d'une évolution fugace est une étape instable, est effective puisque cette affectation est associée aux événements déclenchant cette évolution (voir 4.8.2).

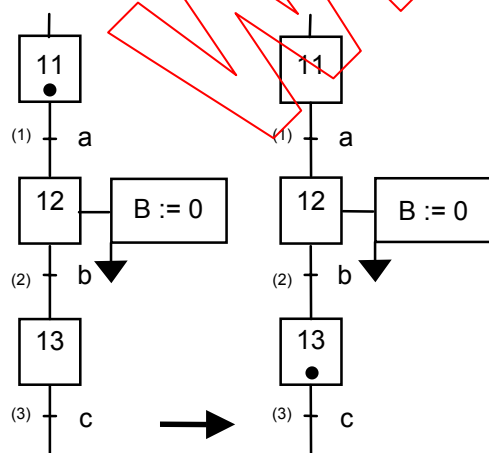


EXEMPLE 1: «Action mémorisée associée à l'activation d'une étape instable»

Situation antérieure: étape 11 active, $a=0$, $b=1$ et $c=0$.

L'occurrence de l'un des événements d'entrée tels que la valeur de «a» passe de 0 à 1, conduit directement à la situation postérieure: étape 13 active.

L'affectation de la valeur 1 à la variable de sortie B se fait sur occurrence d'un des événements internes ayant pour conséquence l'activation réelle ou virtuelle de l'étape 12.

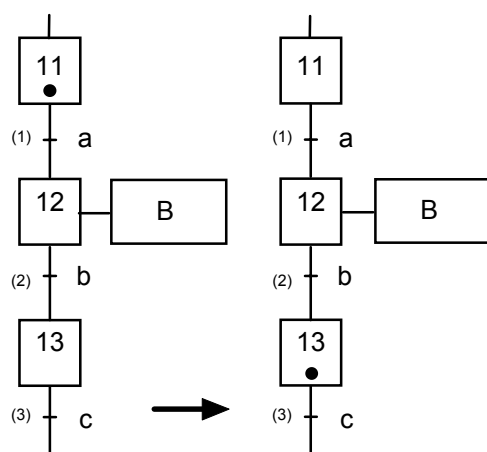


EXEMPLE 2: «Action mémorisée associée à la désactivation d'une étape instable»

Situation antérieure: étape 11 active, $a=0$, $b=1$ et $c=0$.

L'occurrence de l'un des événements d'entrée tels que la valeur de «a» passe de 0 à 1 conduit directement à la situation postérieure: étape 13 active.

L'affectation de la valeur 0 à la variable de sortie B se fait sur occurrence d'un des événements internes ayant pour conséquence la désactivation réelle ou virtuelle de l'étape 12.



EXAMPLE: "Continuous action associated with an unstable step"

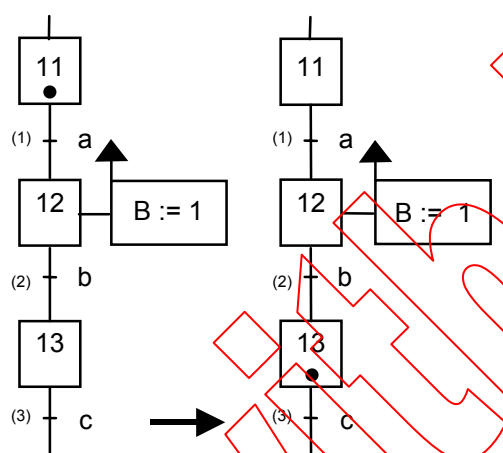
Preceding situation: step 11 active, $a=0$, $b=1$ and $c=0$.

The occurrence of one of the input events such as the value of "a" changes from 0 to 1, leads straight to the subsequent situation: step 13 active.

The preceding situation (step 11 active) and the succeeding situation (step 13 active) assign the value 0 to the output variable B. The unstable step 12 being not really activated, the assignation of B to the value 1 is not effective on the transient evolution.

4.9.4 Consequence of a transient evolution on the allocations

The allocation to a determinate value of an output by a stored action (symbol 26) associated to a step, which is an unstable step in the case of a transient evolution, is effective since this allocation is associated to the events releasing this evolution (see 4.8.2).

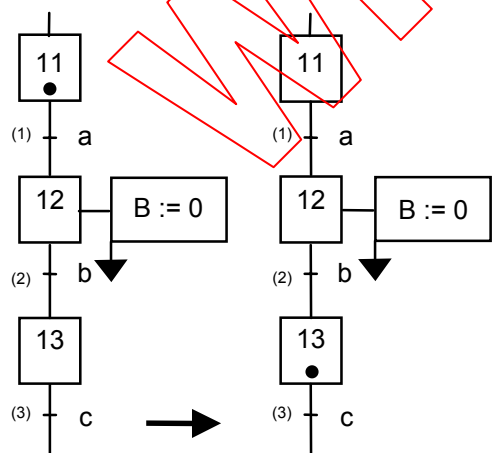


EXAMPLE 1: "Stored action associated with the activation of an unstable step"

Preceding situation: step 11 active, $a=0$, $b=1$ and $c=0$.

The occurrence of one of the input events such as the value of "a" changes from 0 to 1, leads straight to the subsequent situation: step 13 active.

The allocation of the value 1 to the output variable B is realized on the occurrence of one of the input events having the real or the virtual activation of the step 12 as consequence.



EXAMPLE 2: "Stored action associated with the deactivation of an unstable step"

Preceding situation: step 11 active, $a=0$, $b=1$ and $c=0$.

The occurrence of one of the input events such as the value of "a" changes from 0 to 1, leads straight to the subsequent situation: step 13 active.

The allocation of the value 0 to the output variable B is realized on the occurrence of one of the input events having the real or the virtual deactivation of the step 12 as consequence.

4.10 Comparaison entre les deux modes de sortie

Le choix du mode de sortie dépend des habitudes et des méthodologies, toutefois l'attention des spécificateurs est attirée sur les importantes différences entre les deux modes.

4.10.1 Détermination de la valeur des sorties

- En mode continu, *toutes* les sorties sont assignées selon la *situation*, à la *valeur vraie* pour les sorties désignées explicitement dans les actions associées aux étapes actives, à la *valeur fausse* pour les autres qui sont désignées implicitement par omission (voir règle d'assignation, 4.8.1).
- En mode mémorisé, *seules* les sorties affectées sont modifiées à la *valeur indiquée*, les valeurs des autres sorties mémorisées restent inchangées (voir règle d'affectation, 4.8.2).

4.10.2 Analyse de la valeur des sorties d'un grafcet à un instant déterminé

- En mode continu, la connaissance de la situation et de la valeur des entrées *suffit* pour déterminer la valeur des sorties (voir 4.8.1).
- En mode mémorisé, la connaissance de la situation et de la valeur des entrées *ne suffit pas*, il faut connaître également les évolutions antérieures pour déterminer la valeur des sorties (voir 4.8.2).

4.10.3 Actions relatives à une évolution fugace

- En mode continu, les actions associées à une étape instable *ne sont pas* prises en compte car cette étape n'est pas activée (voir 4.9.1).
- En mode mémorisé, les actions associées à des événements correspondant à une évolution fugace *sont* prises en compte car les événements déclenchant cette évolution se produisent (voir 4.9.2).

4.10.4 Conflit éventuel sur la valeur des sorties

- En mode continu, les principes de l'assignation *permettent d'éviter* tout conflit d'assignation sur une même sortie.
- En mode mémorisé, les principes de l'affectation *ne permettent pas d'éviter* les éventuels conflits d'affectation sur une même sortie. Le spécificateur doit alors s'assurer lui-même que deux affectations contradictoires ne peuvent pas se produire simultanément.

NOTE 1 Les deux modes de sortie peuvent être utilisés dans une même spécification en GRAFCET, mais la valeur d'une variable de sortie est déterminée soit par assignation soit par affectation. La spécification d'une affectation sur une variable de sortie (mode mémorisé) exclut cette variable de toute assignation (mode continu).

NOTE 2 L'article 5 donne les symboles graphiques qui permettent de distinguer les actions continues (représentation par défaut) des actions mémorisées (représentation explicite selon l'ensemble des événements spécifiés).

NOTE 3 Dans le cas fréquent d'une spécification du comportement de la partie commande, l'usage industriel courant impose d'employer le mode continu pour toutes les sorties à destination des actionneurs, et le mode mémorisé pour décrire des tâches internes de commande. Ces tâches, telles qu'incrémenter d'un compteur, ou modification de la valeur d'un registre numérique, portent sur des variables internes non nécessairement booléennes. Associées aux actions mémorisées, les tâches internes, ainsi que le calcul de prédicat associé aux réceptivités, ne sont pas décrites dans la présente norme, mais sont associées par l'usage à la description logique des évolutions du grafcet. Il appartient aux spécificateurs de s'assurer de la cohérence et de la clarté de leurs descriptions.

4.10 Comparison between the two output modes

The choice of the output mode depends on the practice and methodology used. However the designers attention is drawn to the important differences between the two modes.

4.10.1 Determination of the value of the outputs

- In continuous mode, all the outputs are assigned according to the *situation*, to the *true value* for the outputs explicitly indicated in the actions associated to the active steps, and to the *false value* for the other ones which are implicitly set by omission (see assignation rule, 4.8.1).
- In the stored mode, *only* the considered outputs are modified according to the *indicated value*, the other stored values of the outputs remain unchanged (see allocation rule, 4.8.2).

4.10.2 Analysis of the value of the outputs for a grafcet-chart at a defined instant

- In the continuous mode, the knowledge of the situation and the value of the inputs *is sufficient* to determine the value of the outputs (see 4.8.1).
- In the stored mode, the knowledge of the situation and the value of the inputs *is not sufficient*, the preceding evolutions shall also be known to determine the value of the outputs (see 4.8.2).

4.10.3 Actions relative to transient evolution

- In the continuous mode, the actions associated with an unstable step *are not taken* into consideration because this step is not activated (see 4.9.1).
- In the stored mode, the actions associated with events and in relation with a transient evolution *are taken* into consideration because the triggered events releasing this evolution occur (see 4.9.2).

4.10.4 Possible conflict on the value of the outputs

- In the continuous mode, the assignation principles ensure every assignation conflict on the particular output to be avoided.
- In the stored mode, the allocation rules do not *allow the possible assignation conflicts on a same output to be avoided*. The designer shall ensure that two contradictory allocations can not occur simultaneously.

NOTE 1 Both output modes can be used in one specification in GRAFCET, but the value of an output variable is determined either by assignation or by allocation. The specification of an allocation to an output variable (stored mode), excludes this output variable of any assignation (continuous mode).

NOTE 2 Clause 5 gives the graphic symbols which enable the stored actions (indicated by explicit representation according to the set of specified events) to be distinguished from the continuous ones (indicated by absence of any representation).

NOTE 3 In the frequent case of the specification of control system behaviour, the current industrial practice forces the employment of the continuous mode for all the outputs to the actuators, and the stored mode for describing internal control tasks. These tasks, such as the incrementation of a counter, or the modification of the value for a numerical register, refer to internal variables, which are not necessarily Boolean ones. The internal tasks associated with the stored actions, as well as the calculation of expressions associated with transition-conditions, are not described in the present standard, but are associated by the use of the logical description of the grafcet evolutions. The designers should take care to make their descriptions consistent and clear.

5 Représentation graphique des éléments

Les éléments du GRAFCET possèdent une représentation symbolique qui permet, en les associant correctement, de réaliser des diagrammes fonctionnels clairs et synthétiques.

NOTE 1 Seule la représentation globale des symboles est imposée, les dimensions et les éléments de détail (épaisseur des traits, police de caractère, etc.) sont laissés libres aux utilisateurs.

NOTE 2 Les représentations en trait pointillé indiquent le contexte du symbole.

Tableau 1 – Étapes

N°	Symbole	Description
[1]		Étape: A un instant donné une étape est soit active, soit inactive. L'ensemble des étapes actives définit la situation du système à l'instant considéré. Le rapport longueur/largeur est arbitraire, bien qu'un carré soit recommandé. Les étapes sont identifiées par un repère, par exemple alphanumérique. L'astérisque au centre de la moitié supérieure du symbole général doit être remplacé par le repère attribué à l'étape.  EXEMPLE 1: « Etape 2 »  EXEMPLE 2: « Etape 3 représentée dans son état actif » NOTE Il peut être utile d'indiquer quelles sont les étapes actives à un instant donné en marquant ces étapes par un point. Ce point n'appartient pas au symbole d'étape et est seulement employé à des fins d'explication.
[2]	X*	Variable d'étape: L'état actif ou inactif d'une étape peut être représenté respectivement par les valeurs logiques «1» ou «0» d'une variable booléenne X* dans laquelle l'astérisque * doit être remplacé par le repère de l'étape considérée. EXEMPLE: « Variable d'étape de l'étape 8 » X8
[3]		Étape initiale: Cette notation indique que cette étape participe à la situation initiale. NOTE 1 Les règles du symbole 1 sont applicables. NOTE 2 Une étape initiale peut-être « instable », voir 4.9.2.  EXEMPLE: « Étape initiale 12 »
[4]		Étape encapsulante: Cette notation indique que cette étape contient d'autres étapes dites encapsulées. NOTE 1 Les règles du symbole 1 sont applicables. NOTE 2 Les propriétés et les exemples d'utilisation de l'étape encapsulante sont présentés en 7.3.
[5]		Étape encapsulante initiale: Cette notation indique que cette étape encapsulante participe à la situation initiale. NOTE Une étape encapsulante initiale contient au moins une étape encapsulée initiale.
[6]		Macro étape: Représentation unique d'une partie détaillée de grafcet, appelée <i>expansion</i> de la macro-étape. NOTE Les propriétés et les exemples d'utilisation de la macro-étape sont présentés en 7.4.