7/8

Normes de représentation graphique en électrotechnique et électronique

Table des matières

7/8.1 Introduction
(publié dans le 11e complément)

7/8.2 Symboles graphiques pour schémas. Appareils et dispositifs de commande et de protection
(publié dans le 11e complément)

7/8.3 Relais électromécaniques (organes de commande)
(publié dans le 11e complément)

7/8.4 Relais de mesure et organes similaires
(publié dans le 11e complément)

7/8.5 Dispositifs sensibles à la proximité ou à l'effleurement
(publié dans le 11e complément)

7/8.6 Dispositifs de protection
(publié dans le 11e complément)

7/8.1

Introduction

La représentation graphique des schémas électrotechniques et électroniques utilise des symboles conventionnels pour la représentation des divers appareils, ainsi que pour celle des composants actifs et passifs, avec leurs fonctions ; l'on emploie souvent l'appellation d''''opérateurs''. Ces symboles conventionnels ont fait l'objet de nombreuses normalisations.

Il est naturellement excessivement important que les symboles employés puissent être correctement interprétés par tous les électriciens, électroniciens, etc. quelles que soient leur nationalité ou leur langue.

Il existe un organisme international, ISO (''International Standard Organisation'') dont la vocation est de faire établir et de publier les normes adoptées, dans tous les domaines d'activités. L'ISO rassemble différents comités constitués par les nombreuses et diverses organisations nationales, telles que, pour la France, l'AFNOR. Chaque pays dispose ainsi d'une organisation ou d'un bureau de normalisation industrielle.

L'activité de ces organismes qui couvrent des techniques et des activités extrêmement variées est répartie, tant sur le plan international que sur le plan national, en des ''comités'', des ''bureaux'', des ''unions'', dont la vocation est plus spécifique.

Ainsi, dans le domaine de l'électronique et de l'électrotechnique, la ''Commission électrotechnique internationale'' (CEI), auquel participe le Comité électronique français, a défini des symboles graphiques et publié la norme CEI 617.

Les normes de la CEI sont reprises avec ou sans modification, sous d'autres numéros, par des organisations nationales ; en France, l'Union technique de l'électricité (UTE) a ainsi publié à partir de la norme CEI 617 les normes françaises NF C 03-201 à NF C 03-213. La norme CEI 617-12 a donné lieu à la norme NF C 03 212 ''Opérateurs logiques binaires'' que nous présenterons ultérieurement, ainsi que la norme NF C 03 213 ''Opérateurs analogiques'', issue de la norme CEI 617-13.

Nous commencerons par la présentation des dispositions principales de la norme NF C 03-207 ; Appareils et dispositifs de commande et de protection.

7/8.2

Symboles graphiques pour schémas Appareils et dispositifs de commande de protection.

Cette norme a été adoptée en France par le Comité de Direction de l'UTE le 20 septembre 1984 et a pris effet à compter du 20 avril 1985.

Contacts mécaniques

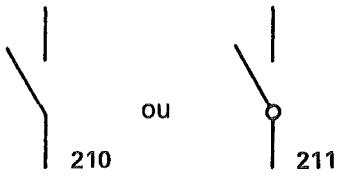
Symboles distinctifs

Les symboles élémentaires de fonction sont les suivants :

	Contacteur		Disjoncteur
	Sectionneur		Interrupteur-sectionneur
	Déclenchement automatique		Contact de position
	Retour automatique		Position maintenue

8.2 Symboles graphiques pour schémas - Appareils et dispositifs de commande et de protection

Contacts à deux ou trois positions



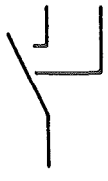
Contact à fermeture (travail). Le symbole est utilisé comme symbole général d'interrupteur. Les deux formes sont acceptées.

Contact à ouverture (repos)

Contact à deux positions, sans chevauchement

Contact à deux directions actives et position médiane ouverte

Contact à deux directions avec chevauchement. Les deux formes sont admises.



Contact à deux fermetures

Contact à deux ouvertures

Contact de passage (à fermeture momentanée lors de la commande)

8.2 Symboles graphiques pour schémas - Appareils et dispositifs de commande et de protection

Contact de passage (à fermeture momentanée au relâchement de la commande)

Contact de passage (à fermeture momentanée lors de l'action et du relâchement de la commande)

Contacts à fonctionnement décalé

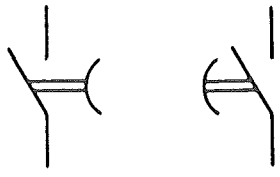
Contact à fermeture anticipée (avant les autres du même appareil)

Contact à fermeture retardée (après les autres du même appareil)

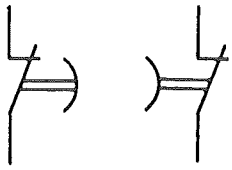
Contact à ouverture retardée (après les autres du même appareil)

Contact à ouverture anticipée (avant les autres du même appareil)

Exemples de contacts à temps spécifié



Contact à fermeture, retardé à la fermeture



Contact à ouverture, retardé à la fermeture

Appareils de commande, de connexion et démarreurs

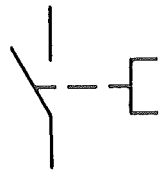
Les appareils à pousser ou tirer sont généralement à retour automatique. Dans le cas contraire, cela doit être indiqué sur le symbole.

Par contre, les commutateurs rotatifs sont généralement sans retour automatique ; si ce n'est pas le cas, le symbole doit l'indiquer.

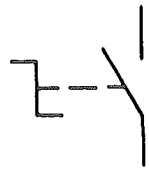
Commutateurs unipolaires

Contact à fermeture, à commande manuelle

Bouton-poussoir à fermeture à retour automatique



Tirette à fermeture à retour automatique



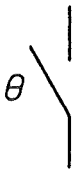
Bouton rotatif, sans retour automatique

Interrupteurs

Interrupteur de position, contact à fermeture

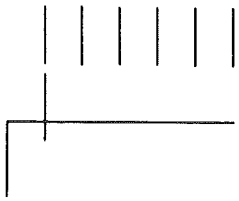
8.2 Symboles graphiques pour schémas - Appareils et dispositifs de commande et de protection

Interrupteur de position, contact à ouverture



Interrupteur à contact à fermeture par effet thermique

Interrupteur à ouverture, à effet thermique direct



Nota : Les symboles élémentaires ci-dessus peuvent être combinés pour indiquer des commutateurs multipolaires et à plusieurs directions ; par exemple, commutateur à n directions, représenté pour n = 6.

Contacteur

Discontacteur

Disjoncteur

Démarreur de moteurs, symbole général

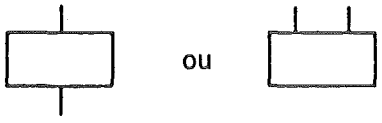
Démarreur à plusieurs échelons

8.2 Symboles graphiques pour schémas - Appareils et dispositifs de commande et de protection

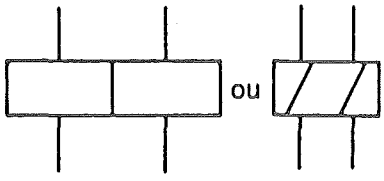
Démarreur étoile-triangle

7/8.3

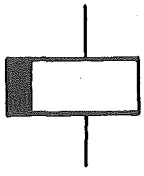
Relais électromécaniques (Organes de commande)



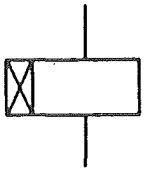
Relais, symbole général



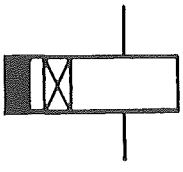
Relais à deux enroulements séparés



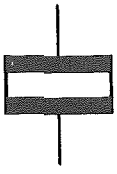
Commande de relais à déclenchement retardé



Commande de relais à enclenchement retardé

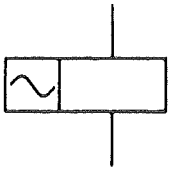


Commande de relais à enclenchement et déclenchement retardés

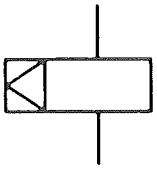


Commande de relais insensible au courant alternatif

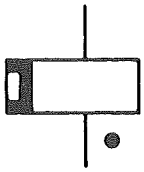
8.3 Relais électromécaniques



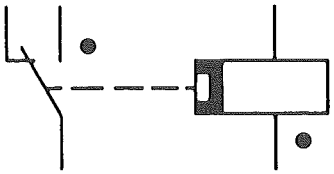
Commande de relais à courant alternatif



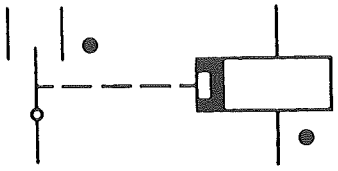
Commande de relais à verrouillage mécanique



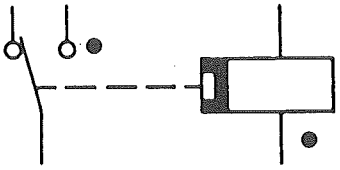
Commande de relais polarisé. Le point indique la borne positive qui provoque le mouvement vers le contact repéré par un point



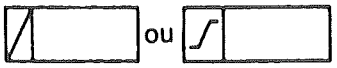
Relais polarisé revenant en position repos après coupure



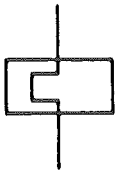
Relais polarisé à deux sens de courant et position de repos médiane



Relais polarisé à deux positions stables



Commande de relais à rémanence



Commande de relais thermique

7/8.4

Relais de mesure et organes similaires

Symbole fonctionnel et symboles distinctifs

*	Relais de mesure (général). L'astérisque indique le ou les lettres ou symboles précisant les caractéristiques.
U ⏚	Tension de défaut à la masse (U peut être remplacé par V)
U_{rsd}	Tension résiduelle
I ←	Courant de retour
I_d	Courant différentiel
I_d/I	Pourcentage de courant différentiel

8.4 Relais de mesure et organes similaires

$I_{\perp}$ Courant de défaut à la terre

I_N Courant dans le conducteur neutre

Exemples :

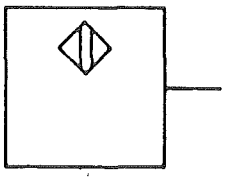
$U = 0$	Relais à manque de tension
$I \leftarrow$	Relais à retour de courant
$U <$ 50...80V 130 %	Relais à minimum de tension
	Relais Bucholz

7/8.5

Dispositifs sensibles à la proximité ou à l'effleurement

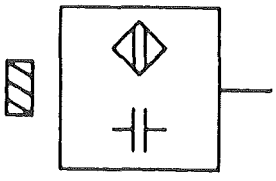
Capteurs et détecteurs

Capteur sensible à la proximité



Dispositif sensible à la proximité. (Le mode d'action peut être indiqué)

Exemple :

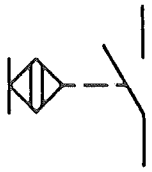


Détecteur capacitif sensible à un matériau solide

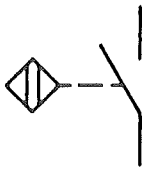
Capteur sensible à l'effleurement

8.5 Dispositifs sensibles à la proximité ou à l'effleurement

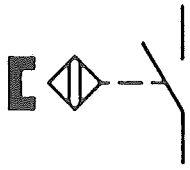
Exemples :



Dispositif sensible à l'effleurement avec contact à fermeture



Dispositif sensible à la proximité avec contact à fermeture



Dispositif sensible à la proximité d'un aimant

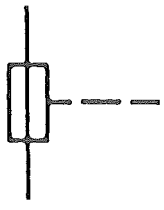
7/8.6

Dispositifs de protection

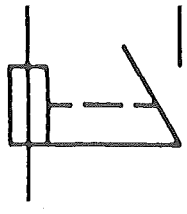
Fusibles et interrupteurs à fusibles

Fusible, symbole général

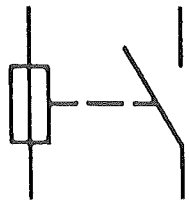
Fusible avec indication de l'extrémité demeurant sous tension



Fusible à percuteur

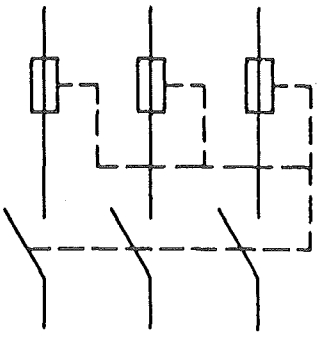


Fusible à percuteur avec circuit de signalisation à point commun



Fusible à percuteur avec circuit de signalisation séparé

8.6 Dispositifs de protection



Interrupteur triphasé à ouverture automatique commandée par fusible

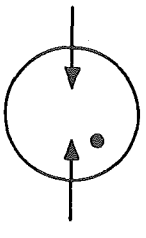
Fusible interrupteur

Fusible sectionneur

Eclateurs et parafoudres

Eclateur

Parafoudre



Tube à gaz, limiteur de tension

7/8.7

Symboles graphiques pour schémas. Conducteur et dispositifs de connexion

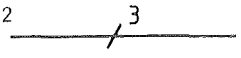
Conducteurs

Conducteur, groupe de conducteurs, fibre optique.

Notes : Lorsqu'un trait unique représente un groupe de conducteurs, leur nombre est indiqué soit par plusieurs traits obliques, soit par un seul trait oblique et un nombre.

Forme 1

Forme 2



Exemples : Trois conducteurs

Des renseignements complémentaires peuvent être indiqués, au dessus du trait la nature du courant (tension, fréquence, etc.) et au-dessous du trait le nombre de conducteurs suivi du signe "x" et de la section de chaque conducteur, ainsi qu'éventuellement le métal du conducteur.

Conducteur flexible

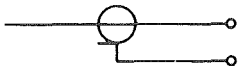
Conducteur sous écran

Conducteur dans un câble

Paire coaxiale

Note : Si le câble coaxial ne continue pas, le trait tangent ne doit être représenté que du côté coaxial.

8.7 Symboles graphiques pour schémas
Conducteur et dispositifs de connexion



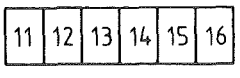
Exemple : Paire coaxiale raccordée sur bornes

Paire coaxiale sous écran

Bornes et connexions

Connexion des conducteurs

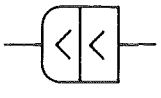
Borne (le cercle peut être rempli)



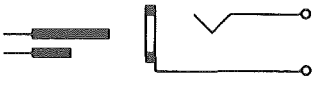
Barette à bornes, avec repères

Prise de connecteur

Fiche de connecteur

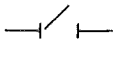


Ensemble de connecteurs, fixe et mobile (la fiche est fixe, la prise est mobile)

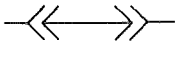


Fiche et jack, bipolaires

Fiche et prise coaxiale



Barette de connexion



Fiche et prise de connexion (par ex. cavalier)

7/8.8

Symboles graphiques pour schémas. Composants passifs

Résistances, condensateurs, inductances

Forme préférée

Résistance (symbole général)

Autre forme

Résistance variable

Résistance ajustable

Varistance

Résistance variable à contact mobile

Potentiomètre à contact mobile

8.8 Symboles graphiques pour schémas.
Composants passifs

Shunt

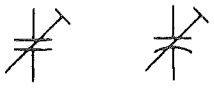
Condensateur

Notes : La ligne courbe représente l'armature externe pour un condensateur papier ou céramique ou l'armature mobile pour un condensateur variable ou ajustable ou l'armature au plus faible potentiel pour un condensateur de traversée.

Condensateur de traversée

Condensateur de traversée (sans connexion de sortie)

Condensateur polarisé, par ex. électrolytique



Condensateur ajustable

Forme préférée

Bobine d'induction ou enroulement

Autre forme

Inductance à noyau magnétique

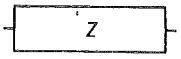
Inductance à noyau magnétique avec entrefer

Inductance variable à noyau magnétique

8.8 Symboles graphiques pour schémas.
Composants passifs

Inductance à prises fixes (2 prises représentées)

Perle de ferrite sur un conducteur

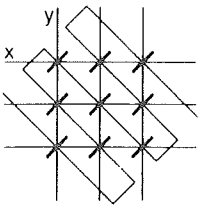


Impédance (la lettre Z est remplacée par la lettre L pour une impédance réactive)

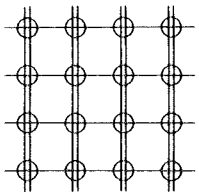
Tores de ferrite et mémoires magnétiques

Tore de ferrite

Tore de ferrite à un seul enroulement



Matrice à tores de ferrite avec enroulements x et y et un enroulement de lecture

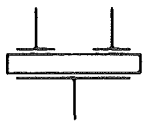


Matrice à mémoire magnétique

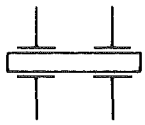
Cristaux piézoélectriques, électrets et lignes à retard

Cristal piézoélectrique avec deux électrodes

8.8 Symboles graphiques pour schémas
Composants passifs



Cristal piézoélectrique avec trois électrodes

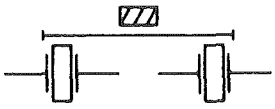


Cristal piézoélectrique avec deux paires d'électrodes

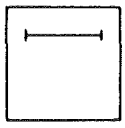
Electret avec électrodes et connexions (le trait le plus long représente le pôle positif)

Ligne à retard, de type magnétostrictif

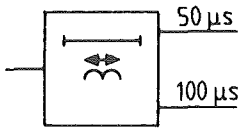
Ligne à retard, type coaxial



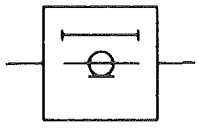
Ligne à retard à transducteurs piézoélectriques



Ligne à retard, symbole général fonctionnel

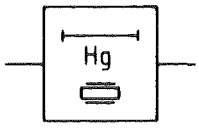


Ligne à retard, type magnétostrictif, symbole fonctionnel

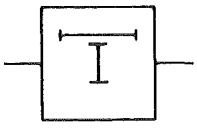


Ligne à retard, type coaxial, symbole fonctionnel

8.8 Symboles graphiques pour schémas
Composants passifs



Ligne à retard, type à mercure, à transducteurs piézoélectriques



Ligne à retard, type ligne artificielle

7/8.9

Symboles graphiques pour schémas. Semi-conducteurs et tubes électroniques

La norme comporte d'une part des éléments de symboles et d'autre part des exemples où les symboles élémentaires sont assemblés pour représenter des composants déterminés.

Dispositif à semi-conducteur - Eléments de symbole

Région de semi-conducteur avec une connexion ; le trait vertical représente la connexion.

Forme 1

Forme 2

Région de semi-conducteur avec plusieurs connexions

Forme 3

Canal conducteur pour dispositif à déplétion

Canal conducteur pour dispositif à enrichissement

8.9 Symboles graphiques pour schémas.
Semi-conducteurs et tubes électroniques

Forme préférée

Autre forme

Jonction redresseuse

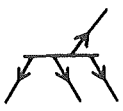
Jonction P influençant une région N

Jonction N influençant une région P

Emetteur P sur région N

Plusieurs émetteurs P sur région N

Emetteur N sur région P



Plusieurs émetteurs N sur région P

Collecteur sur une région de conductivité différente

Transition entre régions de conductivités différentes (trait court, sans connexion)

Effet Schottky

Effet tunnel

Effet de claquage dans un seul sens

Effet de claquage symétrique

Effet unitunnel

8.8 Symboles graphiques pour schémas
Semi-conducteurs et tubes électroniques

Exemples de composants semi-conducteurs

A. Diodes

Diode, symbole général

Diode électroluminescente, symbole général

Diode à effet de température

Diode à capacité variable

Diode tunnel

Diode régulatrice de tension

Diode symétrique - Diac

B. Thyristors

Thyristor diode bloqué en sens inverse

Thyristor diode passant en inverse

Thyristor diode symétrique

Thyristor triode, type non spécifié

Thyristor triode bloqué en inverse, gachette N (côté anode)

8.9 Symboles graphiques pour schémas
Semi-conducteurs et tubes électroniques

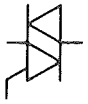
Thyristor triode bloqué en inverse, gachette P (côté cathode)

Thyristor triode blocable, gachette non précisée

Thyristor triode blocable par gachette N (côté anode)

Thyristor triode blocable par gachette P (côté cathode)

Thyristor tétrode bloqué en inverse



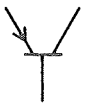
Thyristor triode symétrique - Triac

Thyristor triode passant en inverse

Thyristor triode passant en inverse, gachette N (côté anode)

Thyristor triode passant en inverse, gachette P (côté cathode)

C. Transistors



Transistor PNP

Transistor NPN avec collecteur relié au boîtier

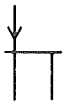
Transistor avalanche NPN

Transistor unijonction avec base P

8.8 Symboles graphiques pour schémas.
Semi-conducteurs et tubes électroniques

Transistor unijonction avec base N

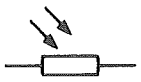
Transistor NPN avec base polarisée transversalement



Transistor à effet de champ à grille-jonction avec canal N
Note : La connexion de grille est alignée avec celle de source.

Transistor à effet de champ à grille-jonction avec canal P

D. Dispositifs photosensibles et magnétosensibles

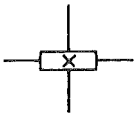


Photorésistance - Cellule photoconductrice symétrique

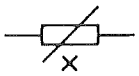
Photodiode - Cellule photoconductrice asymétrique

Cellule photovoltaïque

Phototransistor (type PNP représenté)

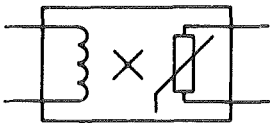


Générateur Hall à quatre connexions

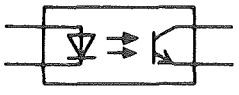


Magnétorésistance (type linéaire représenté)

8.9 Symboles graphiques pour schémas. Semi-conducteurs et tubes électroniques



Coupleur magnétique

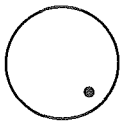


Coupleur optique (Symbole fonctionnel, représenté avec diode électro-luminescente et phototransistor)

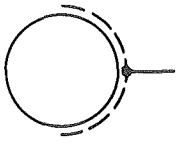
7/8.10

Tubes électroniques

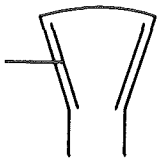
Eléments de symboles généraux



Enveloppe contenant du gaz ou une vapeur



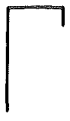
Enveloppe avec écran externe



Revêtement conducteur sur la surface interne de l'enveloppe

Forme préférée

Autre forme



Cathode chaude à chauffage indirect

Forme préférée

Autre forme

Cathode chaude à chauffage direct

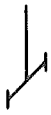
Cathode photoélectrique

8.10 Tubes électroniques

Cathode froide

Electrode servant d'anode ou de cathode ou des deux simultanément

Anode



Anode fluorescente

Grille

Barrière de diffusion d'ions

Forme préférée

Autre forme

Electrodes de déviation latérale

Electrode de modulation d'intensité

Electrode de concentration à diaphragme

Electrode cylindrique de concentration - Elément de lentille électronique

Electrode de quantification

Grille à émission secondaire

Anode à émission secondaire - Dynode

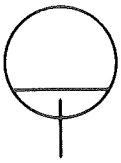
Electrode photoémissive

8.10 Tubes électroniques

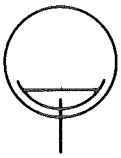
Electrode d'accumulation

Anticathode

Electrode d'amorcage

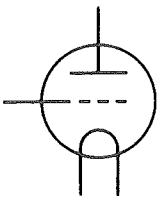


Cathode liquide (figurée avec l'enveloppe)

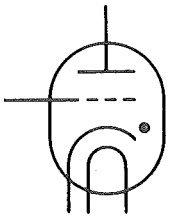


Cathode liquide, isolée de l'enveloppe

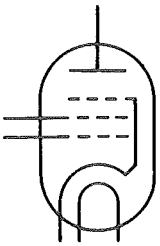
Exemples de tubes électroniques



Triode à cathode à chauffage direct

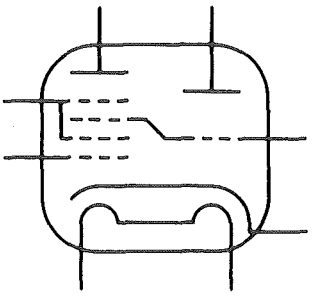


Thyratron - Triode à gaz avec cathode à chauffage indirect

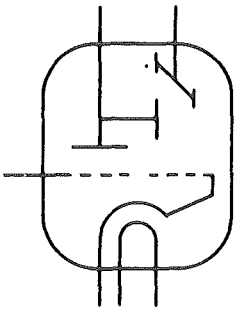


Pentode avec cathode à chauffage indirect

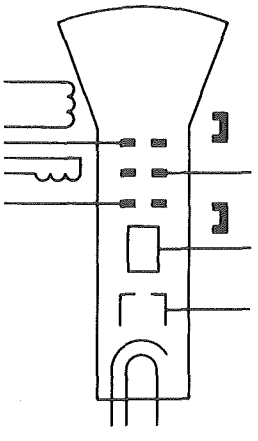
8.10 Tubes électroniques



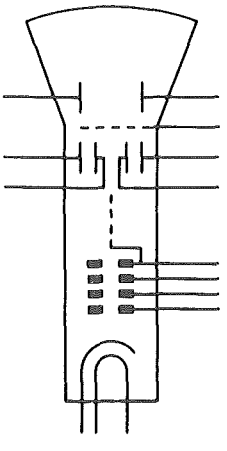
Triode-hexode à chauffage indirect



Indicateur d'accord (oeil magique)

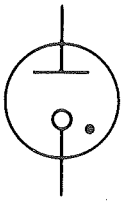


Tube à rayons cathodiques à déviation électromagnétique avec aimants permanents de concentration et piège à ions, électrode de modulation d'intensité et cathode à chauffage indirect (tube image de télévision)

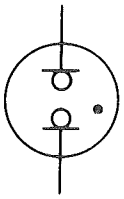


Tube à rayon cathodique à faisceau dédoublé avec déviation électrostatique et cathode à chauffage indirect (tube d'oscilloscope)

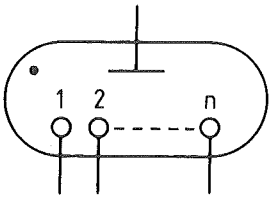
8.10 Tubes électroniques



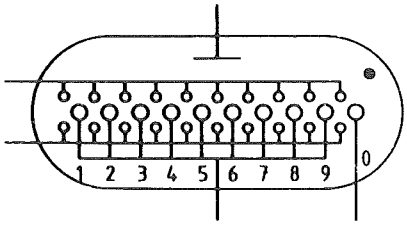
Tube à gaz à cathode froide (stabilisateur de tension)



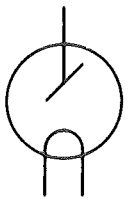
Tube à gaz à cathodes froides symétriques (indicateur au néon)



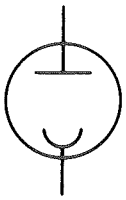
Tube à gaz pour affichage de caractères, à cathodes froides multiples



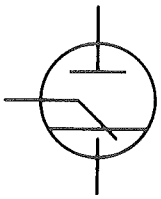
Tube de comptage comportant un ensemble de cathodes principales, deux ensembles de cathodes guides et une électrode de sortie (le sens de rotation de la decharge peut être indiqué par une flèche)



Tube à rayons X à chauffage direct

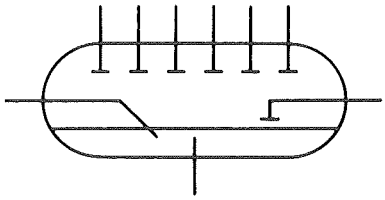


Tube photoélectronique



Ignitron

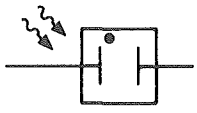
8.10 Tubes électroniques



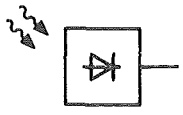
Redresseur à six anodes principales, électrodes d'amorçage et anode d'entretien

7/8.11

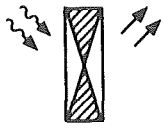
Détecteurs de rayonnements et dispositifs électrochimiques (exemples)



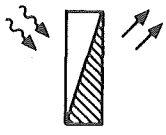
Chambre d'ionisation



Détecteur à semi-conducteur

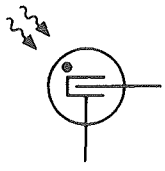


Détecteur à scintillation



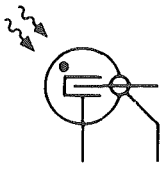
Détecteur Cerenkov

Cylindre de Faraday

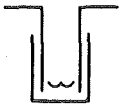


Tube compteur

8.11 Détecteur de rayonnement



Tube compteur à anneau de garde



Elément pour mesure de conductivité d'un liquide

7/8.12

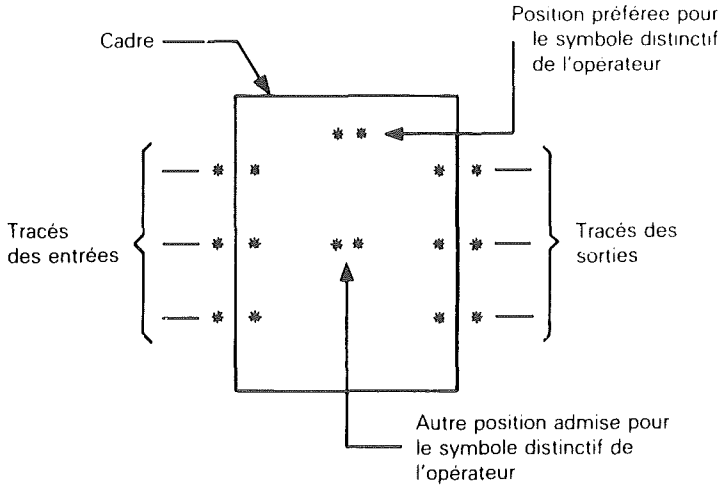
Opérateurs logiques binaires

Les symboles des opérateurs logiques binaires obéissent à des règles bien définies par la norme NF C03-212, conforme à la norme de la Commission Electrotechnique Internationale (CEI) 717-12. La norme a été homologuée en France le 29 janvier 1984 pour prendre effet le 29 février 1984.

La plupart des pays du monde, y compris les Etats-Unis et le Japon ont adopté la norme internationale. Les nouvelles représentations graphiques de fonctions, opérateurs et composants remplaceront progressivement les anciens symboles en "écussons" ; il est donc très important de se familiariser avec ceux-ci.

Formation des symboles

Un symbole comprend un cadre ou un groupement de cadres, avec des symboles distinctifs, l'indication des entrées, sorties et de ou des fonctions.



Notes :

1. Les astérisques simples * indiquent les positions possibles pour les symboles distinctifs intéressant les accès.

2. Un symbole distinctif de l'opérateur n'est pas nécessaire si, et seulement si, les symboles distinctifs associés aux accès définissent entièrement la fonction de l'opérateur.

8.12 Opérateurs logiques binaires

Les cadres auront les aspects suivants :

Symbole	Légende
	Cadre d'opérateur
	Cadre du symbole des communs
	Cadre d'opérateur commun de sortie

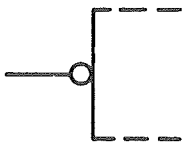
Le symbole des communs se place à la partie supérieure, les opérateurs, dans l'ordre de rang du plus faible au plus élevé au dessous et à la partie inférieure, les opérateurs communs de sortie. Des simplifications, en cas de groupement d'opérateurs semblables, sont admises.

Symboles distinctifs associés aux accès et connexions internes

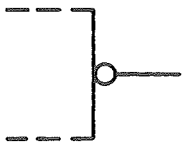
Cette partie correspond au chapitre 3 de la norme NF C 03-212.

Négation logique et entrée dynamique

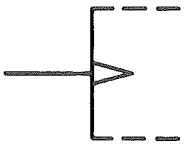
Si aucun symbole ne figure en entrée ou sortie, l'état interne correspond à l'état externe.



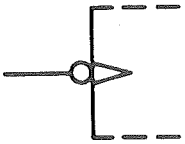
Négation à l'entrée (Logic negation at an input).



Négation logique à la sortie (Logic negation at an output).



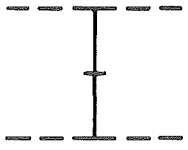
Entrée dynamique (Dynamic input)
L'état interne 1 apparaît seulement pendant la transition de l'état externe 0 à l'état externe 1. Dans les autres cas, il demeure à l'état 0.



Entrée dynamique avec négation logique (Dynamic input with logic negation).

Connexion interne

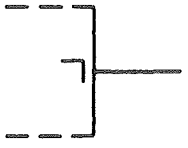
Il peut parfois être utile de représenter une connexion interne d'un opérateur pour indiquer les relations entre opérateurs groupés. Les symboles de négation et de caractéristique dynamique peuvent aussi être utilisés seuls ou combinés.



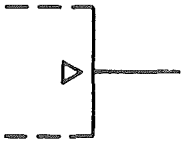
Connexion interne (Internal connection).
L'état interne 1 de l'entrée de l'opérateur de droite correspond à l'état interne 1 de la sortie de l'opérateur de gauche. Les symboles de négation et de caractéristique dynamique peuvent également être utilisés, seuls ou combinés.

Symbole d'accès, intérieurs au cadres

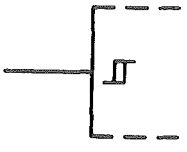
Ces symboles doivent être dessinés dans l'axe de l'accès et au plus près du cadre.



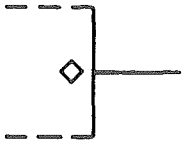
Effet différé sur une sortie (Postponed output).
Le changement d'état est différé jusqu'à ce que le signal provoquant le changement revienne à l'état initial.



Sortie fournissant un courant supérieur à celui des autres sorties (pas dans la norme de la CEI).

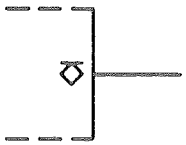


Entrées à seuils - Entrée avec hystérésis (Bi-threshold input - Input with hysteresis).
L'entrée prend l'état 1 quand le niveau du signal externe atteint la valeur du seuil VI et conserve cet état jusqu'à ce que le signal atteigne une valeur de seuil V2.

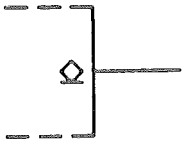


Sortie à circuit ouvert, symbole général (Open-circuit output).
L'un des deux états logiques est vu à "haute impédance". Ce symbole doit être adjacent à la sortie sauf en cas de groupement numérique.

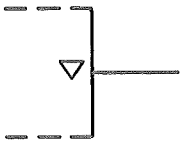
8.12 Opérateurs logiques binaires



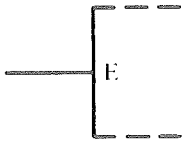
Sortie à circuit ouvert de type H (Open-circuit output, H-type) :
PNP : collecteur ouvert.
NPN : émetteur ouvert.



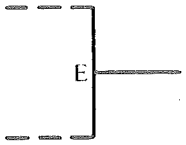
Sortie à circuit ouvert de type L (Open-circuit output, L-type) :
NPN : collecteur ouvert.
PNP : émetteur ouvert.



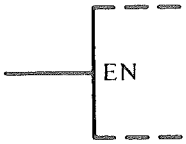
Sortie 3 états (3-state output).
La sortie peut être à haute impédance, sans signification logique. Ce symbole doit être adjacent à la sortie sauf en cas de groupement numérique.



Entrée d'expansion (Extension input).
Entrée d'opérateur connectée à la sortie d'un circuit expanseur.

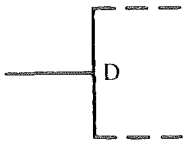


Sortie d'un expanseur (Extender output).
Sortie d'opérateur devant être connectée à l'entrée d'un autre circuit.

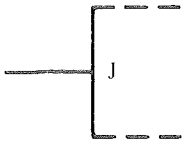


Entrée de validation (Enable input).
Cette entrée doit être au niveau 1 pour que les sorties aient l'état défini par la fonction. Si elle est à l'état 0, les sorties sont à l'état interne 0. Les sorties "haute impédance" sont à haute impédance quand l'entrée EN est au niveau 0.

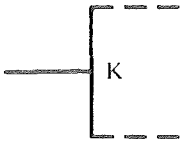
8.12 Opérateurs logiques binaires



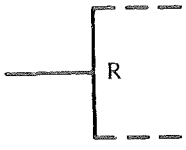
Entrée D d'une bascule (D-input).
Mise en mémoire de l'état logique interne de l'entrée.



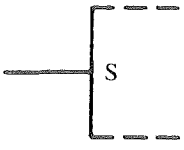
Entrée J d'une bascule (J-input).



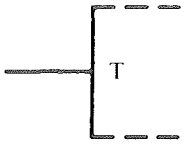
Entrée K d'une bascule (K-input).



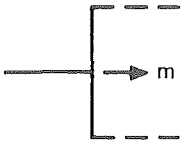
Entrée R d'une bascule RS (R-input).
Entrée niveau 1 : 0 est mémorisé.
Entrée niveau 0 : sans effet.



Entrée S d'une bascule RS (S-input).
Entrée niveau 1 : 1 est mémorisé.
Entrée niveau 0 : sans effet.

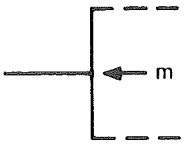


Entrée T d'une bascule (Toggle input).
Changement d'état de la bascule chaque fois que l'entrée prend l'état 1.

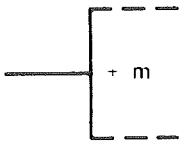


Entrée de décalage d'un registre à droite (Shifting input, left to right).

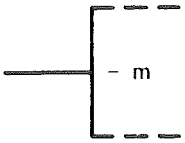
8.12 Opérateurs logiques binaires



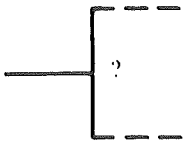
Entrée de décalage d'un registre à gauche (shifting input, right to left).



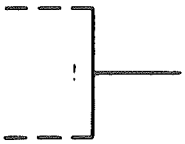
Entrée de comptage (Counting-up-input).



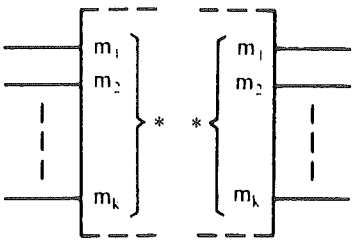
Entrée de décomptage (Counting-down input).



Entrée d'interrogation d'une mémoire associative (Query input of an associative memory).
A l'état 1, l'opérateur est interrogé ; à l'état 0, il n'y a pas d'effet.



Sortie de comparaison d'une mémoire associative (Compare output of an associative memory).
L'état interne 1 indique l'égalité.



Symbole de groupement numérique pour accès à plusieurs bits en parallèle (Bit grouping for multibit input/output).

m1,... mk indiqués dans l'ordre des poids croissants sont remplacés par les valeurs décimales équivalentes aux poids réels. Si ces poids sont des puissances de 2, m1,... mk peuvent être remplacés par les exposants de 2. S'il n'y a pas de risque de confusion, les valeurs intermédiaires peuvent être omises.

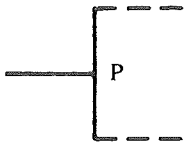
Les accès groupés sous ce symbole déterminent un nombre qui est la somme des poids individuels des entrées à l'état 1. Ce nombre est représenté ici par un astérisque et représente :

En entrée :
— soit un nombre sur lequel une opération mathématique est effectuée, par ex., P ou Q ;
— soit un numéro d'identification ;
— soit une valeur devant devenir le contenu de l'opérateur, lorsque l'astérisque est CT.

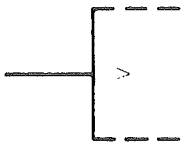
En sortie :
— soit le résultat de l'opération, par ex., P + Q ;
— soit le contenu de l'opérateur lorsque l'astérisque est CT.

8.12 Opérateurs logiques binaires

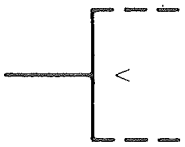
Ci-dessous les significations de m.



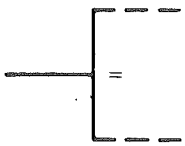
Entrée opérande, entrée P figurée (pas dans la norme de la CEI). Cette entrée indique un opérande, série ou parallèle.
Nota : Les symboles préférés sont P et Q, mais d'autres lettres peuvent être employées.



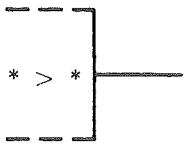
Entrée "PLUS GRAND QUE" d'un comparateur numérique (Greater-than input of a magnitude comparator).
Ce symbole doit être détaché du cadre pour éviter une confusion avec l'entrée dynamique.



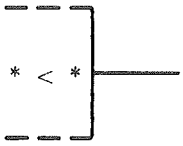
Entrée "PLUS PETIT QUE" d'un comparateur numérique (Less-than input of a magnitude comparator).
Ce symbole doit être détaché du cadre pour éviter une confusion avec l'entrée dynamique



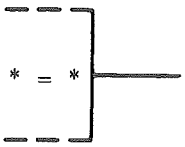
Entrée d'EGALITE d'un comparateur numérique (Equal input of a magnitude comparator).
Ces trois symboles sont destinés au montage en cascade de comparateurs numériques.



Sortie "PLUS GRAND QUE" d'un comparateur numérique (Greater-than output of a magnitude comparator).



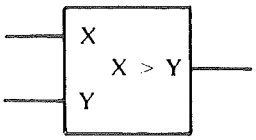
Sortie "PLUS PETIT QUE" d'un comparateur numérique (Less-than output of a magnitude comparator).

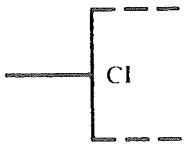


Sortie d'EGALITE d'un comparateur numérique (Equal output of a magnitude comparator).
Chaque astérisque doit être remplacé par la désignation convenable, par ex., P ou Q.

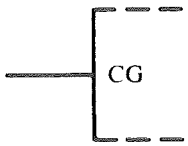
8.12 Opérateurs logiques binaires

Lorsque le symbole n'indique pas clairement la condition d'une sortie à l'état 1, celle-ci doit être spécifiée en regard.

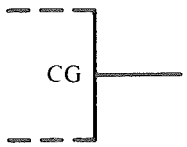




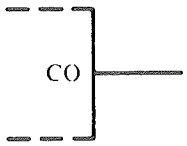
Entrée d'une retenue d'un opérateur monté en cascade (Carry input of an arithmetic element).



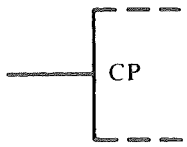
Entrée de la retenue générée (Carry-generate input) dans n opérateur.
Cas d'une addition arithmétique.



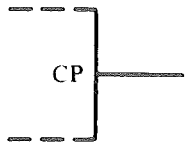
Sortie de la retenue générale (Carry-generate output) par un opérateur en vue d'un calcul anticipé.



Sortie de la retenue d'un opérateur (Carry-out output).
(Parfois nommée Ripple-carry output en anglais.)

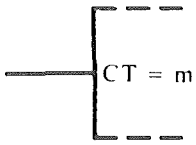


Entrée de la retenue propagée (Carry progagate input).



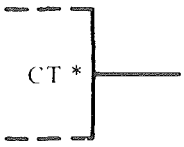
Sortie de la retenue propagée (Carry propagate output), en vue d'un calcul anticipé.

8.12 Opérateurs logiques binaires



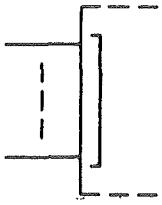
Entrée imposant un contenu (Content input).

m est le contenu imposé à l'opérateur, chaque fois que cette entrée passe à l'état interne 1.
Si m = 0, utiliser le symbole R au lieu de CT = 0.



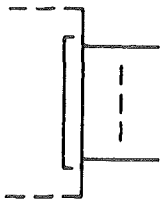
Sortie indiquant que le contenu de l'opérateur a atteint la valeur spécifiée (Content output)

* doit être remplacé par la valeur du contenu pour laquelle la sortie prend l'état 1. Par ex., CT = 5, CT < 5, CT > 12.



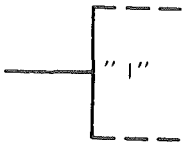
Symbole de groupement de liaisons d'entrée (Line grouping at the input side).

Indique que plusieurs signaux sont nécessaires pour avoir une information logique en entrée.



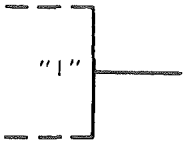
Symbole de groupement de liaison de sortie (Line grouping at the output side).

Indique que plusieurs signaux sont nécessaires pour a voir une information logique en sortie.



Entrée de mode fixe (Fixed-mode input).

Quand un opérateur peut remplir plusieurs fonctions et n'est que partiellement utilisé, cette représentation peut identifier une entrée devant être maintenue à l'état 1 pour un fonctionnement correct de l'opérateur.



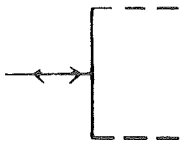
Sortie de mode fixe (Fixed-mode output).

En permanence à l'état interne 1.

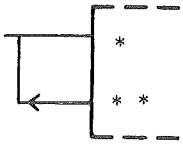
Sens de propagation de l'information

En principe, le sens de propagation de l'information est de la gauche vers la droite. S'il en est autrement, des flèches doivent être placées sur les accès concernés.

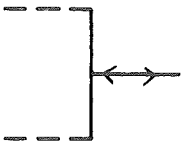
Dans le cas d'accès bilatéraux, il est préférable de définir clairement les dépendances d'entrée et de sortie.



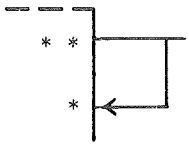
Accès bilatéral du côté gauche.



Accès bilatéral du côté gauche avec notations de dépendance.
* dépendance en entrée
** dépendance en sortie



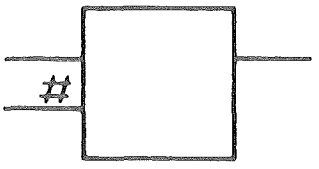
Accès bilatéral du côté droit.



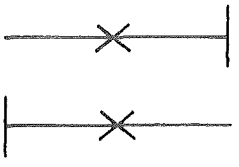
Accès bilatéral du côté droit avec notations de dépendance.
* dépendance en entrée
** dépendance en sortie

Accès non concerné par une information logique

Il peut être nécessaire de distinguer les entrées logiques des entrées analogiques qui accèdent à un même opérateur. Les symboles ci-dessous seront placés sur les accès, à l'extérieur du cadre :
— signaux analogiques : ∩
— signaux numériques : #



Certains accès peuvent être réservés à des montages externes et ne transmettent aucune information. Ils sont marqués comme indiqué ci-dessous :



Accès ne transmettant aucune information

Nota : Une indication concernant de telles liaisons peut être inscrite à l'intérieur du cadre, sans parenthèses si des précisions sont nécessaires.

Notations de dépendances

Les dépendances concernent les relations entre les accès dits "influençants" et ceux dits "influencés". Les principales dépendances sont :

ET, OU, NEGATION relations booléennes
INTERCONNEXION, indiquant qu'un accès impose sont état à un ou plusieurs autres
COMMANDE, tel qu'horloge ou autre cadenceur
MISE A UN/MISE A ZERO (SET/RESET)
VALIDATION
MODE, identifiant l'entrée définissant une action et ces accès à ce mode.
ADRESSE pour les mémoires.

Les symboles sont les suivants :

Type	Symbole	Effet sur l'accès influencé pour un accès influençant à : l'état 1	l'état 0
Adresse	Am	Adresse sélectionnée	Adresse non sélectionnée
Commande	Cm	Action permise	Action bloquée
Validation	ENm	Action permise	— Action de la sortie influencée bloquée — Etat externe "haute impédance" imposée aux circuits ouverts ou à 3 états
Et	Gm	Action permise	Etat 0 imposé
Mode	Mm	Action permise (mode sélectionné)	Action bloquée (mode non sélectionné)
Négation	Nm	Etat interne complémenté	Etat interne non modifié
Mise à zéro (reset)	Rm	Etat interne de la sortie comme pour S = 0, R = 1	Etat interne non modifié
Mise à un (set)	Sm comme pour S = 1, R = 0	Etat interne de la sortie	Etat interne non modifié
Ou	Vm	Etat 1 imposé	Action permise
Interconnexion	Zm	Etat 1 imposé	Etat 0 imposé

Pour tous les accès influencés dont le numéro d'identification est surmonté d'une barre, les effets ci-dessus correspondent à :

l'état 0	l'état 1
de l'accès influençant	

Symboles d'opérateurs

Plusieurs symboles peuvent concerner un même opérateur. La fonction principale doit être placée en tête.

Opérations fondamentales

Le symbole distinctif de la fonction indique le nombre d'entrées qui doivent être l'état 1 pour amener la sortie à l'état interne 1.

Symbole	Légende
⩾ m	Seuil logique (au moins m) OU pour le cas limite m = 1
= m	fonction "m et seulement m" OU exclusif pour le cas limite m = 1
=	"identité logique" : sortie à 1 si toutes les entrées ont le même état logique
> n/2	"majorité logique" : la sortie à 1 si la majorité des entrées est à 1
1	OUI L'opérateur "NON" utilise ce symbole complété du symbole de négation en sortie
&	ET
2 K	Symbole de parité
2 K + 1	Symbole d'imparité
▷	Symbole de puissance : lorsque le courant fourni est supérieur à : — 20 mA pour la série H — 4 mA pour la série L — 8 mA pour la série LS — 16 mA pour la série N — 20 mA pour la série S des circuits TTL — 2,6 mA à 20 V pour les séris A et B des circuits CMOS
⎍	Symbole "effet de seuil"

Opérations complexes séquentielles

Bascules monostables et astables

Monostable redéclenchable.

Monostable non redéclenchable dit "monocoup".

Astable, symbole général.

Astable synchronisé au démarrage.

Astable synchronisé à l'arrêt.

Bascule bistables

Les bascules bistables n'ont pas de symbole distinctif, ce sont les symboles des accès D, J, K, etc., qui définissent le type de bascule.

Groupement de bascules

CTR	Compteur.
REG	Registre.
CTR DIV m	Compteur-décompteur par m ou modulo m.
CTR m	Compteur à étages.
m_1 SRG m_2	Groupement de m_1 registres de m_2 bascules ; m_1 peut être omis s'il n'y a qu'un registre.
m_1 SRG m_2	Groupement de m_1 registres à décalage de m_2 bascules.

Mémoires (voir aussi au début les symboles distinctifs d'opérateurs).

MEM $m_1 \times m_2$	Mémoire de m_1 sections de m_2 bits, en cas général. - m_1 peut être omis s'il n'y a qu'une section ; - lorsque m_1 ou m_2 est trop élevé, cette indication peut être remplacée par le nombre de milliers logiques K. (1 K = 1024)

CAM	Mémoire vive associative adressable par son contenu.
CIR	Mémoire vive à recirculation : - cette mémoire peut utiliser une entrée REC de commande de recirculation ou une entrée de rafraîchissement : REF.
EPROM	Mémoire effaçable et reprogrammable à lecture seule ; les entrées de programmation ne sont pas obligatoirement représentées.
EEPROM	Mémoire effaçable électriquement et reprogrammable, à lecture seule ; les entrées de programmation en sont pas obligatoirement représentées.
FIFO	Mémoire vive, premier entré, premier sorti.
LIFO	Mémoire vive, dernier entré, premier sorti.
PROM	Mémoire programmable à lecture seule.
RAM	Mémoire vive à accès aléatoire.
ROM	Mémoire à lecture seule ou mémoire morte.

Opérations complexes combinatoires

Multiplexeurs-démultiplexeurs (voir aussi au début les symboles distinctifs d'opérateurs).

DMX	Démultiplexeur.
MULDEX	Multiplexeur-démultiplexeur ; la sélection d'un accès s'effectue par une commande de type G. Un muldex peut être utilisé dans les deux sens ; sa représentation tiendra compte de l'utilisation.
MUX	Multiplexeur.

Convertisseurs (voir aussi au début les symboles distinctifs d'opérateurs).

X/Y	Convertisseur, X et Y peuvent être remplacés par l'une des désignations suivantes (liste non exhaustive).
BCD	Décimal Codé Binaire.
BIN	Binaire.
CAR	Coordonnées cartésiennes.
DEC	Décimal.
DPY	Afficheur (Display).

8.12 Opérateurs logiques binaires

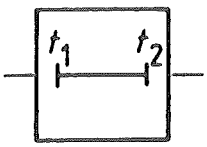
ECL	Niveau pour circuits logiques ECL.
EX3	Excès de 3.
EX3 GRAY	Excès de 3 code GRAY.
GRAY	Code GRAY.
HEX	Code de numération hexadécimale.
HPRI	Codeur de priorité.
MOS	Niveau pour circuits logiques MOS.
POL	Coordonnées polaires.
mSEG	Code à m segments.
TTL	Niveau pour circuits logiques TTL.
∩	Analogique.
#	Numérique.

Opérateurs mathématiques

ALU	Unités arithmétique et logique.
CPG	Générateur de retenue anticipéer.
Σ	Additionneur.
P-Q	Soustracteur.
π	Multiplicateur.
P/Q	Diviseur.

Toute autre fonction mathématique peut être symbolisée par ex. : sin x, cos x, ...

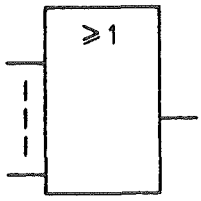
Opérateurs à retard



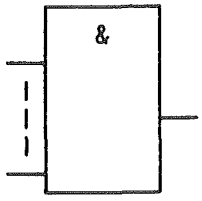
t1 et t2 doivent être remplacés par les retards introduits sur les fronts des impulsions

8.12 Opérateurs logiques binaires

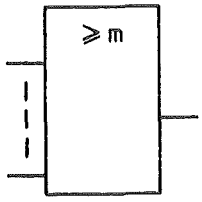
Exemples de symboles courants



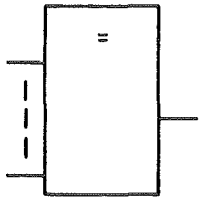
OU, symbole général



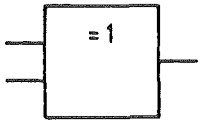
ET, symbole général



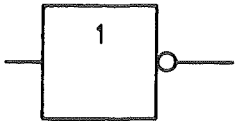
SEUIL LOGIQUE — La sortie est a 1 si le nombre d'entrées à 1 est supérieur ou égal à m (m < nombre d'entrées).



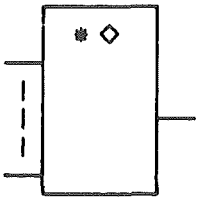
IDENTITE LOGIQUE — La sortie est à 1 si toutes les entrées sont dans le même état logique.



OU exclusif — La sortie est à 1 si une et seulement une entrée est à 1.

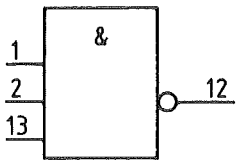


NON - INVERSEUR — La sortie est inverse de l'entrée.

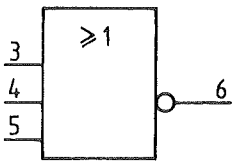


FANTÔME — Symbole général. Est réalisé par l'interconnexion de sorties spécifiques de plusieurs opérateurs, pour réaliser un ET (&) ou un OU (≥ 1).

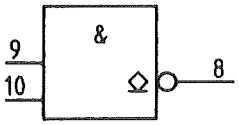
8.12 Opérateurs logiques binaires



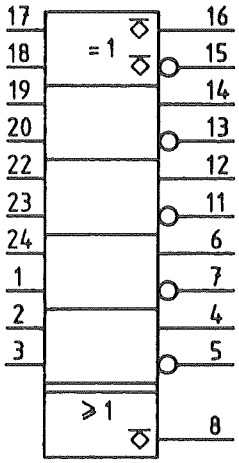
ET NON (NAND) (ex : SN7410).



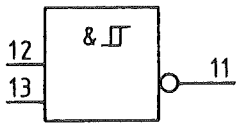
OU PAS (NOR) (ex : SN7427).



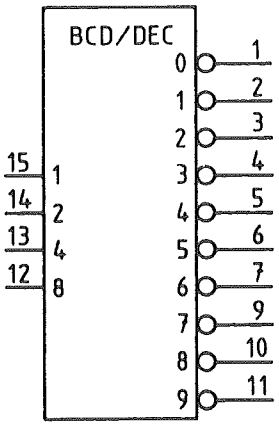
ET NON (NAND) à circuits de sortie ouvert (7403).



OU exclusif Quintuple OU exclusif, avec sorties complémentaires (F 100107).

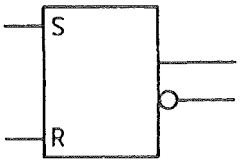


ET NON Trigger de Schmitt (ex : 74132)

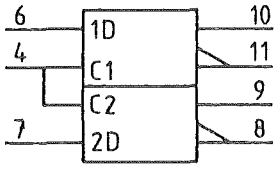


Convertisseur de code DCB en décimal (7442)

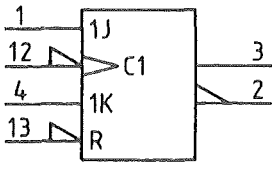
8.12 Opérateurs logiques binaires



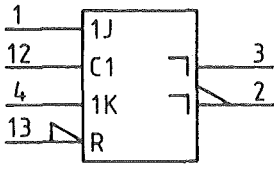
Bascule RS



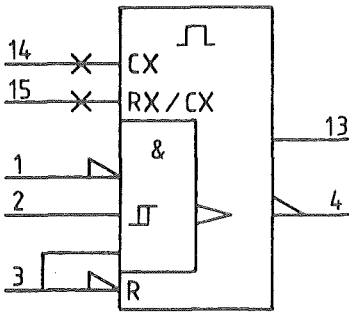
Double bascule D (ex : SN 7475)



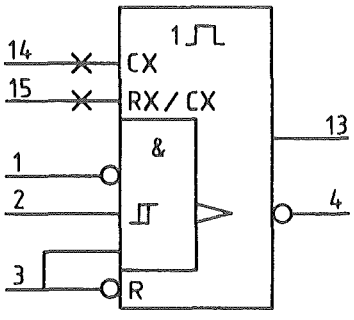
Bascule JK déclanchée sur front (ex : 74LS107)



Bascule JK déclanchée par impulsion (ex : 74107)

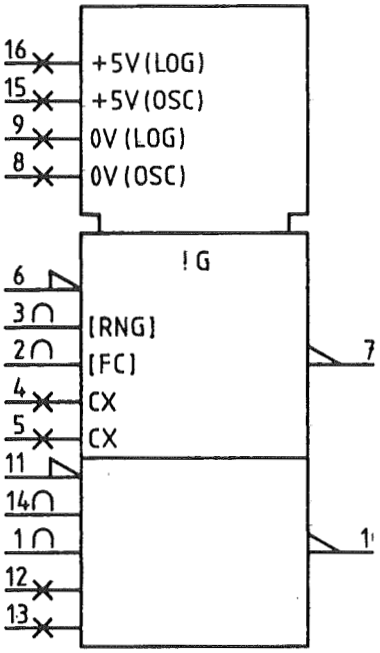


Monostable redéclanchable (ex : 74LS123)

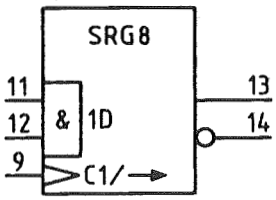


Monostable non redéclanchable (ex . 74221)

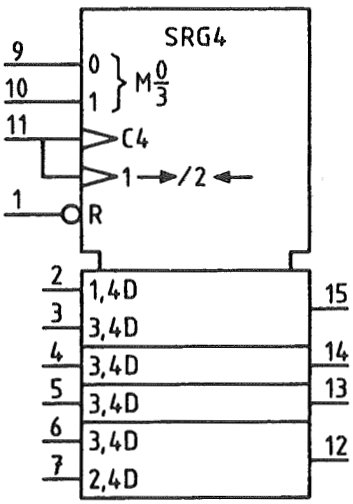
8.12 Opérateurs logiques binaires



Oscillateur double commandé en tension (ex : 74LS124)

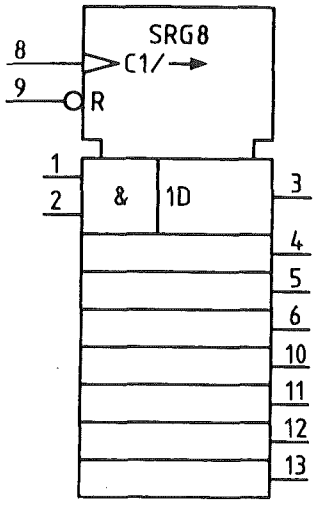


Registre à décalage à 8 étages, entrées et sorties complémentaires (ex : 7491)

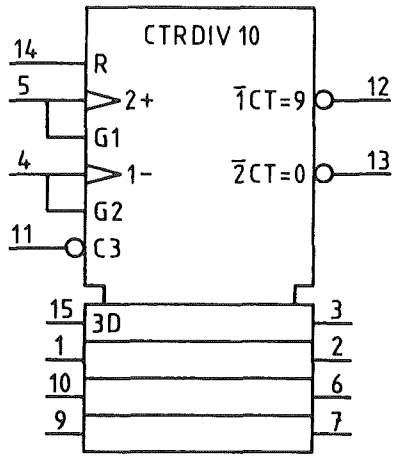


Registre à décalage bilatéral universel à 4 étages (ex : 74LS194)

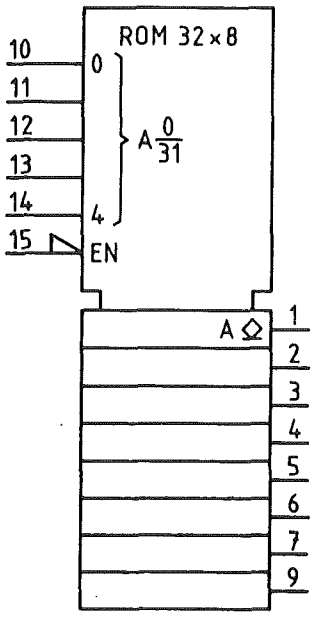
8.12 Opérateurs logiques binaires



Registre à décalage à 8 étages, double entrée série et sorties parallèles (ex : 74164)

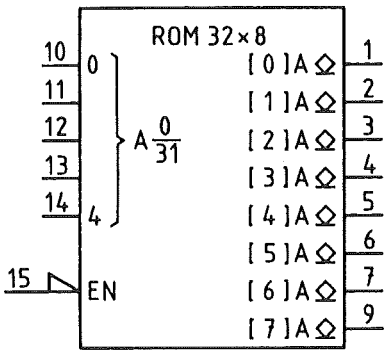


Compteur-décompteur synchrome décimal (ex : 74192)

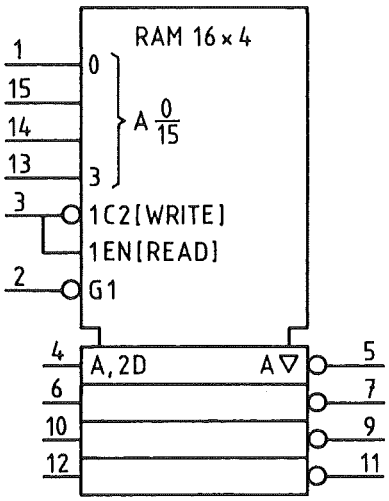


Mémoire morte ROM de 32 octets (ex : SN 7488)

8.12 Opérateurs logiques binaires



Mémoire morte ROM de 32 octets
Comme ci-contre simplifiée



Mémoire à accès aléatoire (RAM) de 16 mots de 4 bits (ex : 74 S 189)