C9 : Modélisation de la chaine d'information des systèmes
C9-1 : Modélisation des systèmes logiques numériques

Émilien DURIF

Lycée La Martinière Monplaisir Lyon
Classe de MPSI
11 Juin 2019

Plan

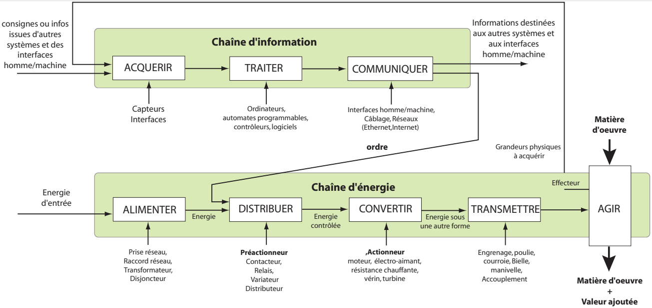
Plan

Système numérique de contrôle-commande

Système numérique de contrôle-commande

Un **système numérique de contrôle-commande** est une structure programmable (SNCC ou DCS pour *distributed control system* en Anglais) utilisée pour le pilotage d'un procédé industriel ou d'un système mécanique. Un SNCC est composé :

- cartes de commande : fonction **traiter** ;
- interface homme-machine : fonction **communiquer** et/ou **acquérir** ;
- ensemble de capteurs : fonction **acquérir** ;

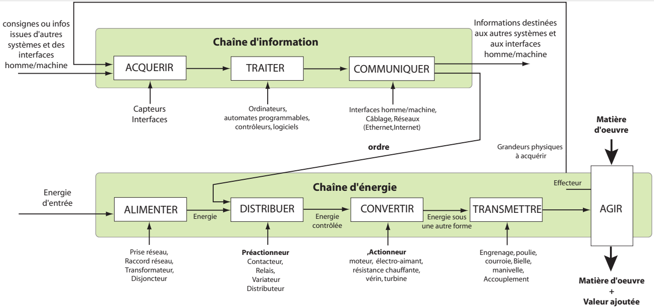


Système numérique de contrôle-commande

Système numérique de contrôle-commande

Un **système numérique de contrôle-commande** est une structure programmable (SNCC ou DCS pour *distributed control system* en Anglais) utilisée pour le pilotage d'un procédé industriel ou d'un système mécanique. Un SNCC est composé :

- cartes de commande : fonction **traiter** ;
- interface homme-machine : fonction **communiquer** et/ou **acquérir** ;
- ensemble de capteurs : fonction **acquérir** ;

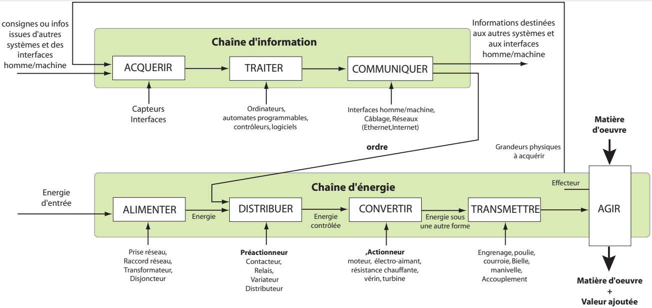


Système numérique de contrôle-commande

Système numérique de contrôle-commande

Un **système numérique de contrôle-commande** est une structure programmable (SNCC ou DCS pour *distributed control system* en Anglais) utilisée pour le pilotage d'un procédé industriel ou d'un système mécanique. Un SNCC est composé :

- cartes de commande : fonction **traiter** ;
- interface homme-machine : fonction **communiquer** et/ou **acquérir** ;
- ensemble de capteurs : fonction **acquérir** ;



Système numérique de contrôle-commande

Système numérique de contrôle-commande

Un **système numérique de contrôle-commande** est une structure programmable (SNCC ou DCS pour *distributed control system* en Anglais) utilisée pour le pilotage d'un procédé industriel ou d'un système mécanique. Un SNCC est composé :

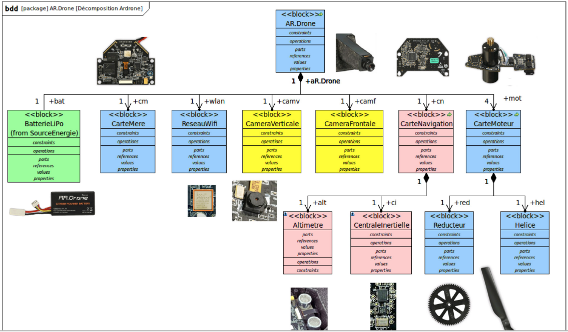
- cartes de commande : fonction **traiter** ;
- interface homme-machine : fonction **communiquer** et/ou **acquérir** ;
- ensemble de capteurs : fonction **acquérir** ;

Système numérique de contrôle-commande

Système numérique de contrôle-commande

Un **système numérique de contrôle-commande** est une structure programmable (SNCC ou DCS pour *distributed control system* en Anglais) utilisée pour le pilotage d'un procédé industriel ou d'un système mécanique. Un SNCC est composé :

- cartes de commande : fonction **traiter** ;
- interface homme-machine : fonction **communiquer** et/ou **acquérir** ;
- ensemble de capteurs : fonction **acquérir** ;



Système numérique de contrôle-commande

Système numérique de contrôle-commande

Un **système numérique de contrôle-commande** est une structure programmable (SNCC ou DCS pour *distributed control system* en Anglais) utilisée pour le pilotage d'un procédé industriel ou d'un système mécanique. Un SNCC est composé :

- cartes de commande : fonction **traiter** ;
- interface homme-machine : fonction **communiquer** et/ou **acquérir** ;
- ensemble de capteurs : fonction **acquérir** ;

Rôle des informations logiques dans un système

- Un certain nombre d'informations logiques doivent être collectées et traitées sur ce genre de système (Arrêt, détection d'obstacle, etc..).
- L'objet de ce cours est la présentation des bases nécessaires à la manipulation des informations logiques.

Informations binaires

Informations binaires

- Un signal **binaire ou logique** est une grandeur physique qui ne peut prendre que deux états : "Vrai ou Faux".
- On dit aussi qu'un signal binaire est un signal "Tout ou Rien", "présent ou absent".
- Par convention, on donne le code numérique 1 au signal quand il est à l'état "vrai" et 0 quand il est à l'état "faux".
- En pratique, il ne peut y avoir de discontinuité au niveau d'un signal physique. Le passage de 0 à 1 est appelé **"front montant"** et le passage de 1 à 0 **"front descendant"**. Les informations traitées par un système combinatoire sont des signaux binaires.

Informations binaires

Informations binaires

- Un signal **binaire ou logique** est une grandeur physique qui ne peut prendre que deux états : "Vrai ou Faux".
- On dit aussi qu'un signal binaire est un signal "Tout ou Rien", "présent ou absent".
- Par convention, on donne le code numérique 1 au signal quand il est à l'état "vrai" et 0 quand il est à l'état "faux".
- En pratique, il ne peut y avoir de discontinuité au niveau d'un signal physique. Le passage de 0 à 1 est appelé **"front montant"** et le passage de 1 à 0 **"front descendant"**. Les informations traitées par un système combinatoire sont des signaux binaires.

Informations binaires

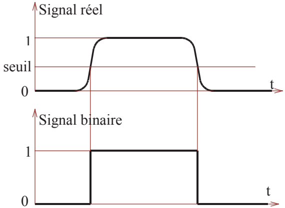
Informations binaires

- Un signal **binaire ou logique** est une grandeur physique qui ne peut prendre que deux états : "Vrai ou Faux".
- On dit aussi qu'un signal binaire est un signal "Tout ou Rien", "présent ou absent".
- Par convention, on donne le code numérique 1 au signal quand il est à l'état "vrai" et 0 quand il est à l'état "faux".
- En pratique, il ne peut y avoir de discontinuité au niveau d'un signal physique. Le passage de 0 à 1 est appelé **"front montant"** et le passage de 1 à 0 **"front descendant"**. Les informations traitées par un système combinatoire sont des signaux binaires.

Informations binaires

Informations binaires

- Un signal **binaire ou logique** est une grandeur physique qui ne peut prendre que deux états : "Vrai ou Faux".
- On dit aussi qu'un signal binaire est un signal "Tout ou Rien", "présent ou absent".
- Par convention, on donne le code numérique 1 au signal quand il est à l'état "vrai" et 0 quand il est à l'état "faux".
- En pratique, il ne peut y avoir de discontinuité au niveau d'un signal physique. Le passage de 0 à 1 est appelé **"front montant"** et le passage de 1 à 0 **"front descendant"**. Les informations traitées par un système combinatoire sont des signaux binaires.



Informations numériques

Informations numériques

Une **information numérique** se représente à partir d'une combinaison d'**informations binaires**. La taille d'une information numérique est directement liée au nombre d'informations binaires qui la compose.

- un *bit* ou *digit* est composé d'un nombre binaire ;
- un *octet* est composé de *8 bits* ;
- un *kilo octet* (*ko*) est composé de *1000 octets* et donc de *8000 bits*.

6583 3254

Code Barres

QR Code

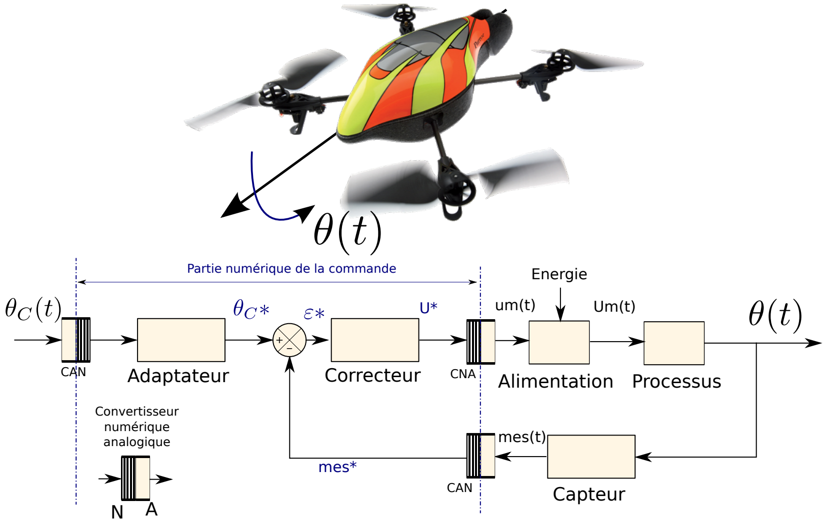
Systèmes asservis numériques

Definition

Représentation physique et modèle numérique
Le rôle d'une carte informatique est d'assurer les fonctions de calcul de l'écart et de la valeur de commande. Il faut donc convertir les grandeurs physique continues en grandeurs numériques :

- dans un sens avec un **Convertisseur Analogique Numérique** : CAN ;
- dans l'autre sens avec un **Convertisseur Numérique Analogique** : CNA.

Systèmes asservis numériques



Plan

Algèbre de Boole

Algèbre de Boole

Soit un ensemble $B\{0,1\}$ constitué de deux éléments représentants les deux états logiques vrai ou faux. Cet ensemble est muni d'une structure d'algèbre avec les trois lois suivantes :
Complémentarités : **NON**

$$\begin{aligned} B &\longmapsto B \\ a &\longmapsto NON(a) = \overline{a}. \end{aligned} \tag{1}$$

$\overline{a}$ est à 1 si a est à 0 et réciproquement.

Algèbre de Boole

Algèbre de Boole

Soit un ensemble $B\{0,1\}$ constitué de deux éléments représentants les deux états logiques vrai ou faux. Cet ensemble est muni d'une structure d'algèbre avec les trois lois suivantes :
Produit booléen : **ET**

$$\begin{aligned} B \times B &\longmapsto B \\ (a,b) &\longmapsto a\ ET\ b = a \cdot b. \end{aligned} \tag{2}$$

$a \cdot b$ est à 1 si est seulement si a est à 1 **ET** *b est à 1.*

Algèbre de Boole

Algèbre de Boole

Soit un ensemble $B\{0,1\}$ constitué de deux éléments représentants les deux états logiques vrai ou faux. Cet ensemble est muni d'une structure d'algèbre avec les trois lois suivantes :
Somme booléenne : **OU**

$$\begin{aligned} B \times B &\longmapsto B \\ (a,b) &\longmapsto a\ OU\ b = a+b. \end{aligned} \tag{3}$$

$a+b$ est à 1 si est seulement si a est à 1 **OU** *b est à 1.*

Propriétés : manipulation de l'algèbre de Boole

	Loi **OU**	Loi **ET**
Commutativité	$a+b=b+a$	$a\cdot b=b\cdot a$
Distributivité	$a+(b\cdot c)=(a+b)\cdot(a+c)$	$a\cdot(b+c)=(a\cdot b)+(a\cdot c)=a\cdot b+a\cdot c$
Associativité	$a+(b+c)=(a+b)+c=a+b+c$	$a\cdot(b\cdot c)=(a\cdot b)\cdot c=a\cdot b\cdot c$
Élément neutre 0	$a+0=a$	$a\cdot 0=0$
Élément neutre 1	$a+1=1$	$a\cdot 1=a$
Complémentarité	$a+\overline{a}=1$	$a\cdot\overline{a}=0$
Idempotence	$a+a=a$	$a\cdot a=a$

- Double complément : $\overline{\overline{a}}=a$.
- Absorption : $a+a\cdot b=a\cdot(1+b)=a\cdot 1=a$.
- Inclusion : $a+\overline{a}\cdot b=a\cdot(1+b)+\overline{a}\cdot b=a+a\cdot b+\overline{a}\cdot b=a+(a+\overline{a})\cdot b=a+1\cdot b=a+b$.

Propriétés : manipulation de l'algèbre de Boole

	Loi **OU**	Loi **ET**
Commutativité	$a+b=b+a$	$a \cdot b = b \cdot a$
Distributivité	$a+(b\cdot c)=(a+b)\cdot(a+c)$	$a\cdot(b+c)=(a\cdot b)+(a\cdot c)=a\cdot b+a\cdot c$
Associativité	$a+(b+c)=(a+b)+c=a+b+c$	$a\cdot(b\cdot c)=(a\cdot b)\cdot c=a\cdot b\cdot c$
Élément neutre 0	$a+0=a$	$a\cdot 0=0$
Élément neutre 1	$a+1=1$	$a\cdot 1=a$
Complémentarité	$a+\overline{a}=1$	$a\cdot\overline{a}=0$
Idempotence	$a+a=a$	$a\cdot a=a$

- Double complément : $\overline{\overline{a}}=a$.
- Absorption : $a+a\cdot b=a\cdot(1+b)=a\cdot 1=a$.
- Inclusion : $a+\overline{a}\cdot b=a\cdot(1+b)+\overline{a}\cdot b=a+a\cdot b+\overline{a}\cdot b=a+(a+\overline{a})\cdot b=a+1\cdot b=a+b$.

Propriétés : manipulation de l'algèbre de Boole

	Loi **OU**	Loi **ET**
Commutativité	$a+b=b+a$	$a\cdot b=b\cdot a$
Distributivité	$a+(b\cdot c)=(a+b)\cdot(a+c)$	$a\cdot(b+c)=(a\cdot b)+(a\cdot c)=a\cdot b+a\cdot c$
Associativité	$a+(b+c)=(a+b)+c=a+b+c$	$a\cdot(b\cdot c)=(a\cdot b)\cdot c=a\cdot b\cdot c$
Élément neutre 0	$a+0=a$	$a\cdot 0=0$
Élément neutre 1	$a+1=1$	$a\cdot 1=a$
Complémentarité	$a+\overline{a}=1$	$a\cdot\overline{a}=0$
Idempotence	$a+a=a$	$a\cdot a=a$

- Double complément : $\overline{\overline{a}}=a$.
- Absorption : $a+a\cdot b=a\cdot(1+b)=a\cdot 1=a$.
- Inclusion : $a+\overline{a}\cdot b=a\cdot(1+b)+\overline{a}\cdot b=a+a\cdot b+\overline{a}\cdot b=a+(a+\overline{a})\cdot b=a+1\cdot b=a+b$.

Propriétés : manipulation de l'algèbre de Boole

	Loi **OU**	Loi **ET**
Commutativité	$a+b=b+a$	$a\cdot b=b\cdot a$
Distributivité	$a+(b\cdot c)=(a+b)\cdot(a+c)$	$a\cdot(b+c)=(a\cdot b)+(a\cdot c)=a\cdot b+a\cdot c$
Associativité	$a+(b+c)=(a+b)+c=a+b+c$	$a\cdot(b\cdot c)=(a\cdot b)\cdot c=a\cdot b\cdot c$
Élément neutre 0	$a+0=a$	$a\cdot 0=0$
Élément neutre 1	$a+1=1$	$a\cdot 1=a$
Complémentarité	$a+\bar{a}=1$	$a\cdot\bar{a}=0$
Idempotence	$a+a=a$	$a\cdot a=a$

- Double complément : $\bar{\bar{a}}=a$.
- Absorption : $a+a\cdot b=a\cdot(1+b)=a\cdot 1=a$.
- Inclusion : $a+\bar{a}\cdot b=a\cdot(1+b)+\bar{a}\cdot b=a+a\cdot b+\bar{a}\cdot b=a+(a+\bar{a})\cdot b=a+1\cdot b=a+b$.

Propriétés : manipulation de l'algèbre de Boole

	Loi **OU**	Loi **ET**
Commutativité	$a+b=b+a$	$a\cdot b=b\cdot a$
Distributivité	$a+(b\cdot c)=(a+b)\cdot(a+c)$	$a\cdot(b+c)=(a\cdot b)+(a\cdot c)=a\cdot b+a\cdot c$
Associativité	$a+(b+c)=(a+b)+c=a+b+c$	$a\cdot(b\cdot c)=(a\cdot b)\cdot c=a\cdot b\cdot c$
Élément neutre 0	$a+0=a$	$a\cdot 0=0$
Élément neutre 1	$a+1=1$	$a\cdot 1=a$
Complémentarité	$a+\overline{a}=1$	$a\cdot\overline{a}=0$
Idempotence	$a+a=a$	$a\cdot a=a$

- Double complément : $\overline{\overline{a}}=a$.
- Absorption : $a+a\cdot b=a\cdot(1+b)=a\cdot 1=a$.
- Inclusion : $a+\overline{a}\cdot b=a\cdot(1+b)+\overline{a}\cdot b=a+a\cdot b+\overline{a}\cdot b=a+(a+\overline{a})\cdot b=a+1\cdot b=a+b$.

Propriétés : manipulation de l'algèbre de Boole

	Loi **OU**	Loi **ET**
Commutativité	$a + b = b + a$	$a \cdot b = b \cdot a$
Distributivité	$a + (b \cdot c) = (a + b) \cdot (a + c)$	$a \cdot (b + c) = (a \cdot b) + (a \cdot c) = a \cdot b + a \cdot c$
Associativité	$a + (b + c) = (a + b) + c = a + b + c$	$a \cdot (b \cdot c) = (a \cdot b) \cdot c = a \cdot b \cdot c$
Élément neutre 0	$a + 0 = a$	$a \cdot 0 = 0$
Élément neutre 1	$a + 1 = 1$	$a \cdot 1 = a$
Complémentarité	$a + \bar{a} = 1$	$a \cdot \bar{a} = 0$
Idempotence	$a + a = a$	$a \cdot a = a$

- Double complément : $\bar{\bar{a}} = a$.
- Absorption : $a + a \cdot b = a \cdot (1 + b) = a \cdot 1 = a$.
- Inclusion : $a + \bar{a} \cdot b = a \cdot (1 + b) + \bar{a} \cdot b = a + a \cdot b + \bar{a} \cdot b = a + (a + \bar{a}) \cdot b = a + 1 \cdot b = a + b$.

Propriétés : manipulation de l'algèbre de Boole

	Loi **OU**	Loi **ET**
Commutativité	$a+b=b+a$	$a\cdot b=b\cdot a$
Distributivité	$a+(b\cdot c)=(a+b)\cdot(a+c)$	$a\cdot(b+c)=(a\cdot b)+(a\cdot c)=a\cdot b+a\cdot c$
Associativité	$a+(b+c)=(a+b)+c=a+b+c$	$a\cdot(b\cdot c)=(a\cdot b)\cdot c=a\cdot b\cdot c$
Élément neutre 0	$a+0=a$	$a\cdot 0=0$
Élément neutre 1	$a+1=1$	$a\cdot 1=a$
Complémentarité	$a+\overline{a}=1$	$a\cdot\overline{a}=0$
Idempotence	$a+a=a$	$a\cdot a=a$

- Double complément : $\overline{\overline{a}}=a$.
- Absorption : $a+a\cdot b=a\cdot(1+b)=a\cdot 1=a$.
- Inclusion : $a+\overline{a}\cdot b=a\cdot(1+b)+\overline{a}\cdot b=a+a\cdot b+\overline{a}\cdot b=a+(a+\overline{a})\cdot b=a+1\cdot b=a+b$.

Propriétés : manipulation de l'algèbre de Boole

	Loi **OU**	Loi **ET**
Commutativité	$a + b = b + a$	$a \cdot b = b \cdot a$
Distributivité	$a + (b \cdot c) = (a + b) \cdot (a + c)$	$a \cdot (b + c) = (a \cdot b) + (a \cdot c) = a \cdot b + a \cdot c$
Associativité	$a + (b + c) = (a + b) + c = a + b + c$	$a \cdot (b \cdot c) = (a \cdot b) \cdot c = a \cdot b \cdot c$
Élément neutre 0	$a + 0 = a$	$a \cdot 0 = 0$
Élément neutre 1	$a + 1 = 1$	$a \cdot 1 = a$
Complémentarité	$a + \overline{a} = 1$	$a \cdot \overline{a} = 0$
Idempotence	$a + a = a$	$a \cdot a = a$

- Double complément : $\overline{\overline{a}} = a$.
- Absorption : $a + a \cdot b = a \cdot (1 + b) = a \cdot 1 = a$.
- Inclusion : $a + \overline{a} \cdot b = a \cdot (1 + b) + \overline{a} \cdot b = a + a \cdot b + \overline{a} \cdot b = a + (a + \overline{a}) \cdot b = a + 1 \cdot b = a + b$.

Propriétés : manipulation de l'algèbre de Boole

	Loi **OU**	Loi **ET**
Commutativité	$a+b=b+a$	$a\cdot b=b\cdot a$
Distributivité	$a+(b\cdot c)=(a+b)\cdot(a+c)$	$a\cdot(b+c)=(a\cdot b)+(a\cdot c)=a\cdot b+a\cdot c$
Associativité	$a+(b+c)=(a+b)+c=a+b+c$	$a\cdot(b\cdot c)=(a\cdot b)\cdot c=a\cdot b\cdot c$
Élément neutre 0	$a+0=a$	$a\cdot 0=0$
Élément neutre 1	$a+1=1$	$a\cdot 1=a$
Complémentarité	$a+\overline{a}=1$	$a\cdot\overline{a}=0$
Idempotence	$a+a=a$	$a\cdot a=a$

- Double complément : $\overline{\overline{a}}=a$.
- Absorption : $a+a\cdot b=a\cdot(1+b)=a\cdot 1=a$.
- Inclusion : $a+\overline{a}\cdot b=a\cdot(1+b)+\overline{a}\cdot b=a+a\cdot b+\overline{a}\cdot b=a+(a+\overline{a})\cdot b=a+1\cdot b=a+b$.

Propriétés : manipulation de l'algèbre de Boole

	Loi **OU**	Loi **ET**
Commutativité	$a+b=b+a$	$a\cdot b=b\cdot a$
Distributivité	$a+(b\cdot c)=(a+b)\cdot(a+c)$	$a\cdot(b+c)=(a\cdot b)+(a\cdot c)=a\cdot b+a\cdot c$
Associativité	$a+(b+c)=(a+b)+c=a+b+c$	$a\cdot(b\cdot c)=(a\cdot b)\cdot c=a\cdot b\cdot c$
Élément neutre 0	$a+0=a$	$a\cdot 0=0$
Élément neutre 1	$a+1=1$	$a\cdot 1=a$
Complémentarité	$a+\overline{a}=1$	$a\cdot\overline{a}=0$
Idempotence	$a+a=a$	$a\cdot a=a$

- Double complément : $\overline{\overline{a}}=a$.
- Absorption : $a+a\cdot b=a\cdot(1+b)=a\cdot 1=a$.
- Inclusion : $a+\overline{a}\cdot b=a\cdot(1+b)+\overline{a}\cdot b=a+a\cdot b+\overline{a}\cdot b=a+(a+\overline{a})\cdot b=a+1\cdot b=a+b$.

Propriétés : manipulation de l'algèbre de Boole

	Loi **OU**	Loi **ET**
Commutativité	$a+b=b+a$	$a\cdot b=b\cdot a$
Distributivité	$a+(b\cdot c)=(a+b)\cdot(a+c)$	$a\cdot(b+c)=(a\cdot b)+(a\cdot c)=a\cdot b+a\cdot c$
Associativité	$a+(b+c)=(a+b)+c=a+b+c$	$a\cdot(b\cdot c)=(a\cdot b)\cdot c=a\cdot b\cdot c$
Élément neutre 0	$a+0=a$	$a\cdot 0=0$
Élément neutre 1	$a+1=1$	$a\cdot 1=a$
Complémentarité	$a+\overline{a}=1$	$a\cdot\overline{a}=0$
Idempotence	$a+a=a$	$a\cdot a=a$

- Double complément : $\overline{\overline{a}}=a$.
- Absorption : $a+a\cdot b=a\cdot(1+b)=a\cdot 1=a$.
- Inclusion : $a+\overline{a}\cdot b=a\cdot(1+b)+\overline{a}\cdot b=a+a\cdot b+\overline{a}\cdot b=a+(a+\overline{a})\cdot b=a+1\cdot b=a+b$.

Théorème de De Morgan

Théorème de De Morgan

- Le complément d'un **OU** est le **ET** des compléments :

$$\boxed{\overline{(a+b)} = \overline{a} \cdot \overline{b}.} \tag{4}$$

- Le complément d'un **ET** est le **OU** des compléments :

$$\boxed{\overline{(a \cdot b)} = \overline{a} + \overline{b}.} \tag{5}$$

Théorème de De Morgan

Théorème de De Morgan

- Le complément d'un **OU** est le **ET** des compléments :

$$\boxed{\overline{(a+b)} = \overline{a} \cdot \overline{b}.} \tag{4}$$

- Le complément d'un **ET** est le **OU** des compléments :

$$\boxed{\overline{(a \cdot b)} = \overline{a} + \overline{b}.} \tag{5}$$

Définition d'une fonction par sa table de vérité

Table de vérité

Une **table de vérité** permet de représenter le comportement logique d'une fonction de plusieurs variables logiques. Pour une fonction de n variables la table comporte :

- n colonnes plus une pour le résultat.
- 2^n lignes pour les différentes combinaisons des n variables écrites en **binaire naturel** ou **binaire réfléchi** à partir de 0.

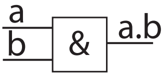
a	b	c	S
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

Code binaire naturel

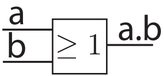
a	b	c	S
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	1	1
0	1	0	1
1	1	0	0
1	1	1	1
1	0	1	0
1	0	0	0

Code binaire réfléchi

Opérateurs logiques fondamentaux

<table>
<tr><th colspan="3">Opérateur logique NON</th></tr>
<tr><th>Informations</th><th>Table de vérité</th><th>Symbolisation</th></tr>
<tr><td>C'est l'opérateur qui transforme une variable logique a en son complément $\overline{a}$ (a barre).</td><td><table><tr><th>a</th><th>$\overline{a}$</th></tr><tr><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td></tr></table></td><td>
</td></tr>
<tr><th colspan="3">Opérateur logique ET</th></tr>
<tr><th>Informations</th><th>Table de vérité</th><th>Symbolisation</th></tr>
<tr><td>Le résultat R de l'opération "ET" entre deux variables binaires a et b est égal à 1 si et seulement si les deux variables sont vraies. On note $a \cdot b = R$ On lit</td><td><table><tr><th>a</th><th>b</th><th>$a \cdot b$</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table></td><td>
</td></tr>
</table>

Opérateur logiques fondamentaux

<table>
<tr><th colspan="3">Opérateur logique OU</th></tr>
<tr><th>Informations</th><th>Table de vérité</th><th>Symbolisation</th></tr>
<tr>
<td>Le résultat R de l'opération "OU" entre deux variables binaires a et b est égal à 1 si au moins une des deux variables est vraie. On note $a + b = R$ On lit "a OU b égale R"</td>
<td>
<table>
<tr><th>a</th><th>b</th><th>$a + b$</th></tr>
<tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr>
<tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr>
<tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr>
<tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr>
</table>
</td>
<td>
</td>
</tr>
</table>

Opérateurs logiques fondamentaux

Opérateur NON-ET (ou NAND)

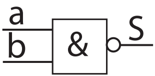
Règle

La sortie est à 1 si au moins une des entrées est à 0. $S = \overline{a \cdot b} = \overline{a} + \overline{b}$

Table de vérité

a	b	S
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Symbolisation



Opérateur NON-OU (ou NOR)

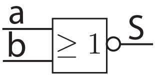
Règle

La sortie est à 1 si toutes les entrées sont à 0. $S = \overline{a + b} = \overline{a} \cdot \overline{b}$

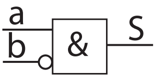
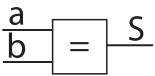
Table de vérité

a	b	S
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

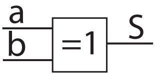
Symbolisation



Fonctions logiques de base

<table>
<tr><th colspan="3">Opérateur INHIBITION</th></tr>
<tr><th>Règle</th><th>Table de vérité</th><th>Symbolisation</th></tr>
<tr>
<td>La sortie est à 1 si l'entrée inhibition est à 0 et les autres à 1. $S = a \cdot \overline{b}$</td>
<td>
<table>
<tr><th>a</th><th>b</th><th>S</th></tr>
<tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr>
<tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr>
<tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr>
<tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr>
</table>
</td>
<td>
</td>
</tr>
<tr><th colspan="3">Opérateur IDENTITÉ</th></tr>
<tr><th>Règle</th><th>Table de vérité</th><th>Symbolisation</th></tr>
<tr>
<td>La sortie est à 1 si toutes les entrées sont au même état. $S = a \otimes b = a \cdot b + \overline{a} \cdot \overline{b}$</td>
<td>
<table>
<tr><th>a</th><th>b</th><th>S</th></tr>
<tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr>
<tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr>
<tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr>
<tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr>
</table>
</td>
<td>
</td>
</tr>
</table>

Opérateurs logiques fondamentaux

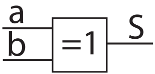
Opérateur OU EXCLUSIF		
Règle	**Table de vérité**	**Symbolisation**
La sortie est à 1 si une et une seule des entrées est à 1. $S = a \oplus b = a \cdot \overline{b} + \overline{a} \cdot b$	voir ci-dessous	

a	b	S
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Remarque

- $\overline{a \oplus b} = a \otimes b$;
- $\overline{a \otimes b} = a \oplus b$;
- $a \oplus b \oplus c$ ne veut pas dire une seule variable à 1, il faut lire $a \oplus (b \oplus c)$ ou $(a \oplus b) \oplus c$.

Opérateurs logiques fondamentaux

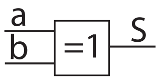
<table>
<tr><th colspan="3">Opérateur OU EXCLUSIF</th></tr>
<tr><th>Règle</th><th>Table de vérité</th><th>Symbolisation</th></tr>
<tr>
<td>La sortie est à 1 si une et une seule des entrées est à 1. $S = a \oplus b = a \cdot \overline{b} + \overline{a} \cdot b$</td>
<td>
<table>
<tr><th>a</th><th>b</th><th>S</th></tr>
<tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr>
<tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr>
<tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr>
<tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr>
</table>
</td>
<td>
</td>
</tr>
</table>

Remarque

- $\overline{a \oplus b} = a \otimes b$;
- $\overline{a \otimes b} = a \oplus b$;
- $a \oplus b \oplus c$ ne veut pas dire une seule variable à 1, il faut lire $a \oplus (b \oplus c)$ ou $(a \oplus b) \oplus c$.

Opérateurs logiques fondamentaux

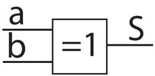
Opérateur OU EXCLUSIF

Règle	Table de vérité			Symbolisation
	a	b	S	
La sortie est à 1 si une et une seule des entrées est à 1. $S = a \oplus b = a \cdot \overline{b} + \overline{a} \cdot b$	0	0	0	
	0	1	1	
	1	0	1	
	1	1	0	

Remarque

- $\overline{a \oplus b} = a \otimes b$;
- $\overline{a \otimes b} = a \oplus b$;
- $a \oplus b \oplus c$ ne veut pas dire une seule variable à 1, il faut lire $a \oplus (b \oplus c)$ ou $(a \oplus b) \oplus c$.

Opérateurs logiques fondamentaux

<table>
<tr><th colspan="3">Opérateur OU EXCLUSIF</th></tr>
<tr><th>Règle</th><th>Table de vérité</th><th>Symbolisation</th></tr>
<tr>
<td>La sortie est à 1 si une et une seule des entrées est à 1. $S = a \oplus b = a \cdot \overline{b} + \overline{a} \cdot b$</td>
<td>
<table>
<tr><th>a</th><th>b</th><th>S</th></tr>
<tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr>
<tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr>
<tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr>
<tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr>
</table>
</td>
<td>
</td>
</tr>
</table>

Remarque

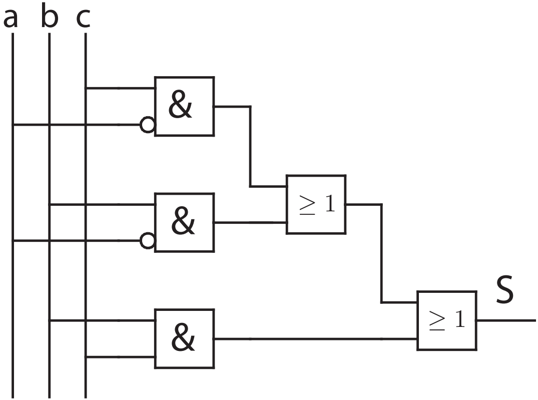
- $\overline{a \oplus b} = a \otimes b$;
- $\overline{a \otimes b} = a \oplus b$;
- $a \oplus b \oplus c$ ne veut pas dire une seule variable à 1, il faut lire $a \oplus (b \oplus c)$ ou $(a \oplus b) \oplus c$.

Logigrammes

Logigramme

Les **logigrammes** utilisent les symboles des opérateurs et des fonctions de base.

Exemple de logigramme pour $S = \overline{a} \cdot c + \overline{a} \cdot b + b \cdot c$

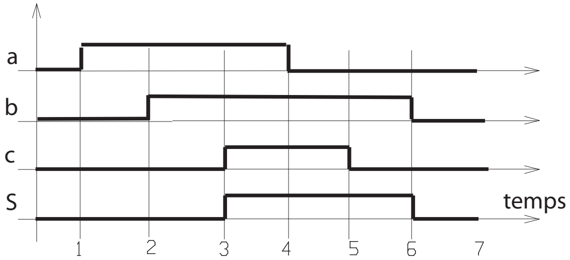


Chronogrammes

Chronogramme

Le **chronogramme** est un graphe qui permet de définir l'état d'une variable de sortie à partir de l'état des variables d'entrée définies chronologiquement.

Exemple de chronogramme pour $S = \overline{a} \cdot c + \overline{a} \cdot b + b \cdot c$



Remarque

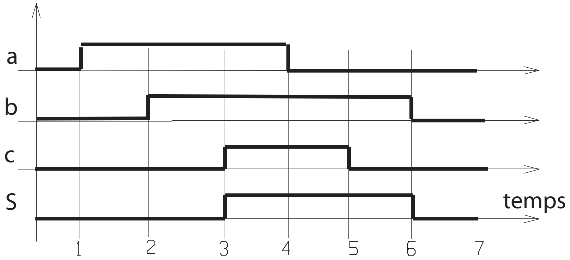
Deux variables ne peuvent pas changer d'état **simultanément**.

Chronogrammes

Chronogramme

Le **chronogramme** est un graphe qui permet de définir l'état d'une variable de sortie à partir de l'état des variables d'entrée définies chronologiquement.

Exemple de chronogramme pour $S = \overline{a} \cdot c + \overline{a} \cdot b + b \cdot c$



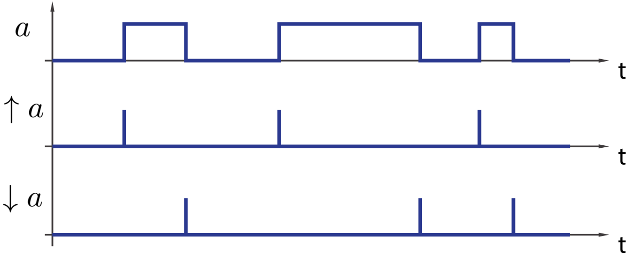
Remarque

Deux variables ne peuvent pas changer d'état **simultanément**.

Notions de fronts montants et descendants

Fronts montants et descendants

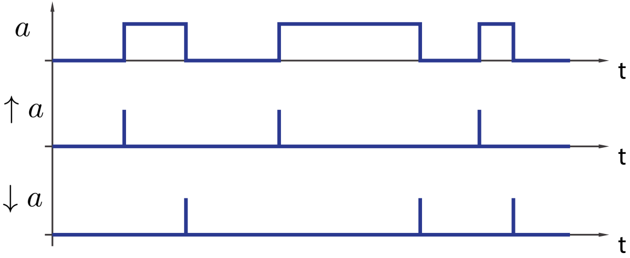
- Le **front montant** d'une variable a est vrai à l'instant pour lequel la variable passe de son état logique 0 à son état logique 1. Il est noté $\uparrow a$.
- Le **front descendant** d'une variable a est vrai à l'instant pour lequel la variable passe de son état logique 1 à son état logique 0. Il est noté $\downarrow a$.
- Un front est d'une durée théorique nulle. Il sera représenté par une impulsion de Dirac sur un chronogramme.



Notions de fronts montants et descendants

Fronts montants et descendants

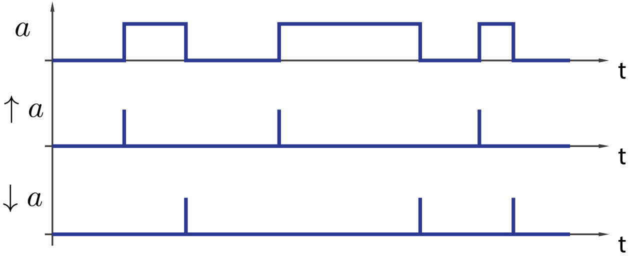
- Le **front montant** d'une variable a est vrai à l'instant pour lequel la variable passe de son état logique 0 à son état logique 1. Il est noté $\uparrow a$.
- Le **front descendant** d'une variable a est vrai à l'instant pour lequel la variable passe de son état logique 1 à son état logique 0. Il est noté $\downarrow a$.
- Un front est d'une durée théorique nulle. Il sera représenté par une impulsion de Dirac sur un chronogramme.



Notions de fronts montants et descendants

Fronts montants et descendants

- Le **front montant** d'une variable a est vrai à l'instant pour lequel la variable passe de son état logique 0 à son état logique 1. Il est noté $\uparrow a$.
- Le **front descendant** d'une variable a est vrai à l'instant pour lequel la variable passe de son état logique 1 à son état logique 0. Il est noté $\downarrow a$.
- Un front est d'une durée théorique nulle. Il sera représenté par une impulsion de Dirac sur un chronogramme.



Numération binaire

- Les microprocesseurs et les ordinateurs travaillent en base 2.
- Cette base ne comporte que deux éléments : 0 et 1.

Écriture sur une base N

L'écriture d'un nombre A dans une base N est :

$$A = \sum_{i=0}^{k} c_i \, N^i, \tag{6}$$

où les c_i sont des éléments de la base N. **Par exemple**
$12345 = 1 \times 10^4 + 2 \times 10^3 + 3 \times 10^2 + 4 \times 10^1 + 5 \times 10^0$

Remarque

- Pour reconnaître dans quelle base est écrit un nombre, on note en indice la base (12345_{10}).
- La notation en langage C utilise un préfixe (0*b* ou 0*x*) :
- La base décimal n'a pas de notation particulière puisqu'il s'agit de la base par défaut.

Numération binaire

- Les microprocesseurs et les ordinateurs travaillent en base 2.
- Cette base ne comporte que deux éléments : 0 et 1.

Écriture sur une base N

L'écriture d'un nombre A dans une base N est :

$$A = \sum_{i=0}^{k} c_i \, N^i, \tag{6}$$

où les c_i sont des éléments de la base N. **Par exemple**
$12345 = 1 \times 10^4 + 2 \times 10^3 + 3 \times 10^2 + 4 \times 10^1 + 5 \times 10^0$

Remarque

- Pour reconnaître dans quelle base est écrit un nombre, on note en indice la base (12345_{10}).
- La notation en langage C utilise un préfixe ($0b$ ou $0x$) :
- La base décimal n'a pas de notation particulière puisqu'il s'agit de la base par défaut.

Numération binaire

- Les microprocesseurs et les ordinateurs travaillent en base 2.
- Cette base ne comporte que deux éléments : 0 et 1.

Écriture sur une base N

L'écriture d'un nombre A dans une base N est :

$$A = \sum_{i=0}^{k} c_i \, N^i, \tag{6}$$

où les c_i sont des éléments de la base N. **Par exemple** $12345 = 1 \times 10^4 + 2 \times 10^3 + 3 \times 10^2 + 4 \times 10^1 + 5 \times 10^0$

Remarque

- Pour reconnaître dans quelle base est écrit un nombre, on note en indice la base (12345_{10})
- La notation en langage C utilise un préfixe ($0b$ ou $0x$) :
- La base décimal n'a pas de notation particulière puisqu'il s'agit de la base par défaut.

Numération binaire

- Les microprocesseurs et les ordinateurs travaillent en base 2.
- Cette base ne comporte que deux éléments : 0 et 1.

Écriture sur une base N

L'écriture d'un nombre A dans une base N est :

$$A = \sum_{i=0}^{k} c_i \ N^i, \tag{6}$$

où les c_i sont des éléments de la base N. **Par exemple** $12345 = 1 \times 10^4 + 2 \times 10^3 + 3 \times 10^2 + 4 \times 10^1 + 5 \times 10^0$

Remarque

- Pour reconnaître dans quelle base est écrit un nombre, on note en indice la base (12345_{10}).
- La notation en langage C utilise un préfixe ($0b$ ou $0x$) :
  - $0b0111010$ pour un nombre binaire,
  - $0x6F3$ pour un nombre en hexadécimal.
- La base décimal n'a pas de notation particulière puisqu'il s'agit de la base par défaut.

Numération binaire

- Les microprocesseurs et les ordinateurs travaillent en base 2.
- Cette base ne comporte que deux éléments : 0 et 1.

Écriture sur une base N

L'écriture d'un nombre A dans une base N est :

$$A = \sum_{i=0}^{k} c_i \; N^i, \tag{6}$$

où les c_i sont des éléments de la base N. **Par exemple**
$12345 = 1 \times 10^4 + 2 \times 10^3 + 3 \times 10^2 + 4 \times 10^1 + 5 \times 10^0$

Remarque

- Pour reconnaître dans quelle base est écrit un nombre, on note en indice la base (12345_{10}).
- La notation en langage C utilise un préfixe ($0b$ ou $0x$) :
  - $0b0111010$ pour un nombre binaire,
  - $0x6F3$ pour un nombre en hexadécimal.
- La base décimal n'a pas de notation particulière puisqu'il s'agit de la base par défaut.

Numération binaire

- Les microprocesseurs et les ordinateurs travaillent en base 2.
- Cette base ne comporte que deux éléments : 0 et 1.

Écriture sur une base N

L'écriture d'un nombre A dans une base N est :

$$A = \sum_{i=0}^{k} c_i \, N^i, \tag{6}$$

où les c_i sont des éléments de la base N. **Par exemple**
$12345 = 1 \times 10^4 + 2 \times 10^3 + 3 \times 10^2 + 4 \times 10^1 + 5 \times 10^0$

Remarque

- Pour reconnaître dans quelle base est écrit un nombre, on note en indice la base (12345_{10}).
- La notation en langage C utilise un préfixe ($0b$ ou $0x$) :
  - $0b0111010$ pour un nombre binaire,
  - $0x6F3$ pour un nombre en hexadécimal.
- La base décimal n'a pas de notation particulière puisqu'il s'agit de la base par défaut.

Numération binaire

- Les microprocesseurs et les ordinateurs travaillent en base 2.
- Cette base ne comporte que deux éléments : 0 et 1.

Écriture sur une base N

L'écriture d'un nombre A dans une base N est :

$$A = \sum_{i=0}^{k} c_i \, N^i, \tag{6}$$

où les c_i sont des éléments de la base N. **Par exemple**
$12345 = 1 \times 10^4 + 2 \times 10^3 + 3 \times 10^2 + 4 \times 10^1 + 5 \times 10^0$

Remarque

- Pour reconnaître dans quelle base est écrit un nombre, on note en indice la base (12345_{10}).
- La notation en langage C utilise un préfixe ($0b$ ou $0x$) :
  - $0b0111010$ pour un nombre binaire,
  - $0x6F3$ pour un nombre en hexadécimal.
- La base décimal n'a pas de notation particulière puisqu'il s'agit de la base par défaut.

Numération binaire

- Les microprocesseurs et les ordinateurs travaillent en base 2.
- Cette base ne comporte que deux éléments : 0 et 1.

Écriture sur une base N

L'écriture d'un nombre A dans une base N est :

$$A = \sum_{i=0}^{k} c_i \; N^i, \tag{6}$$

où les c_i sont des éléments de la base N. **Par exemple**
$12345 = 1 \times 10^4 + 2 \times 10^3 + 3 \times 10^2 + 4 \times 10^1 + 5 \times 10^0$

Remarque

- Pour reconnaître dans quelle base est écrit un nombre, on note en indice la base (12345_{10}).
- La notation en langage C utilise un préfixe ($0b$ ou $0x$) :
  - $0b0111010$ pour un nombre binaire,
  - $0x6F3$ pour un nombre en hexadécimal.
- La base décimal n'a pas de notation particulière puisqu'il s'agit de la base par défaut.

Conversion bases 2, 10 et 16

La table suivante donne la conversion entres les bases 2, 10 et 16 :

Base 10	Base 2	Base 16
0	0000	0
1	0001	1
2	0010	2
3	0011	3
4	0100	4
5	0101	5
6	0110	6
7	0111	7
8	1000	8
9	1001	9
10	1010	A
11	1011	B
12	1100	C
13	1101	D
14	1110	E
15	1111	F

Pour convertir un nombre on peut utiliser des divisions euclidiennes ou des factorisation successives Conversion d'un nombre décimal en binaire par la méthode des divisions successives.

Numération binaire

conversion du nombre 47 ?

- $$\boxed{(47)_{10} = (101111)_2 = (2F)_{16} = (0x2F)}$$

Numération binaire

conversion du nombre 47 ?

- $$\boxed{(47)_{10} = (101111)_2 = (2F)_{16} = (0x2F)}$$

Numération binaire

conversion du nombre 47 ?

- $$\boxed{(47)_{10} = (101111)_2 = (2F)_{16} = (0x2F)}$$

Numération binaire

conversion du nombre 47 ?

- $$\boxed{(47)_{10} = (101111)_2 = (2F)_{16} = (0x2F)}$$

Numération binaire

conversion du nombre 47 ?

- $$\boxed{(47)_{10} = (101111)_2 = (2F)_{16} = (0x2F)}$$

Codage ASCII

Code ASCII

Le **code ASCII** (American Standard Code for Information Interchange) est un code défini sur 8 bits permettant de définir 256 caractères distincts. Chaque caractère possède un nombre associé en hexadécimal.

LSB	MSB	0	1	2	3	4	5	6	7
		000	001	010	011	100	101	110	111
0	0000	NUL	DLE	SP	0	@	P	`	p
1	0001	SOH	DC1	!	1	A	Q	a	q
2	0010	STX	DC2	"	2	B	R	b	r
3	0011	ETX	DC3	#	3	C	S	c	s
4	0100	EOT	DC4	$	4	D	T	d	t
5	0101	ENQ	NAK	%	5	E	U	e	u
6	0110	ACK	SYN	&	6	F	V	f	v
7	0111	BEL	ETB	'	7	G	W	g	w
8	1000	BS	CAN	(	8	H	X	h	x
9	1001	HT	EM	)	9	I	Y	i	y
A	1010	LF	SUB	*	:	J	Z	j	z
B	1011	VT	ESC	+	;	K	[	k	}
C	1100	FF	FS	,	<	L	\	l	|
D	1101	CR	GS	-	=	M	]	m	{
E	1110	SO	RS	.	>	N	^	n	~
F	1111	SI	US	/	?	O	_	o	DEL

Plan

Technologie électrique câblée

- En logique électrique l'élément technologique de base est le contact à établissement de circuit (contact NO : normalement ouvert).
- La variable complémentée est matérialisée par le contact à interruption de circuit (contact NF : normalement fermé).
- L'opérateur ET est obtenu par la mise en série (câblage) des contacts, l'opérateur OU par la mise en parallèle. (*Voir l'exemple du "va-et-vient" ci-après.*)

Technologie électrique câblée

- En logique électrique l'élément technologique de base est le contact à établissement de circuit (contact NO : normalement ouvert).
- La variable complémentée est matérialisée par le contact à interruption de circuit (contact NF : normalement fermé).
- L'opérateur ET est obtenu par la mise en série (câblage) des contacts, l'opérateur OU par la mise en parallèle. (*Voir l'exemple du "va-et-vient" ci-après.*)

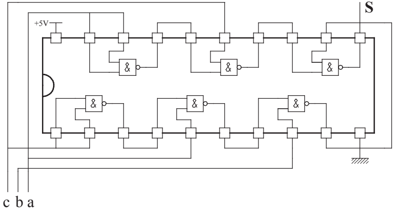
Technologie électrique câblée

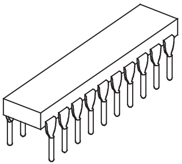
- En logique électrique l'élément technologique de base est le contact à établissement de circuit (contact NO : normalement ouvert).
- La variable complémentée est matérialisée par le contact à interruption de circuit (contact NF : normalement fermé).
- L'opérateur ET est obtenu par la mise en série (câblage) des contacts, l'opérateur OU par la mise en parallèle. (*Voir l'exemple du "va-et-vient" ci-après.*)

Technologie électronique

- Cette technologie de commande est réservée à des produits fabriqués en grande série.
- Les composants sont soudés sur un circuit imprimé.
- Reprenons la fonction : $S = \overline{a} \cdot c + \overline{a} \cdot b + b \cdot c$ et cherchons à l'implanter avec ce composant. Il faut pour cela la mettre sous la forme de produits complémentés de deux termes.

- $S = \overline{a} \cdot c + \overline{a} \cdot b + b \cdot c$
- $S = \overline{a} \cdot c + b \cdot (\overline{a} + c)$
- $S = \overline{a} \cdot c + b \cdot \overline{a \cdot \overline{c}}$
- $S = \overline{\overline{\overline{a} \cdot c} \cdot \overline{b \cdot \overline{a \cdot \overline{c}}}}$.

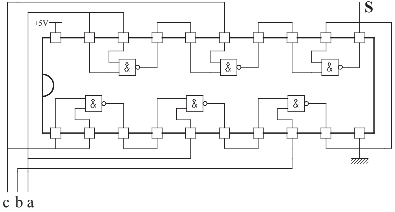


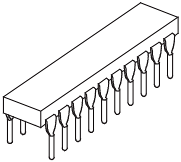


Technologie électronique

- Cette technologie de commande est réservée à des produits fabriqués en grande série.
- Les composants sont soudés sur un circuit imprimé.
- Reprenons la fonction : $S = \overline{a} \cdot c + \overline{a} \cdot b + b \cdot c$ et cherchons à l'implanter avec ce composant. Il faut pour cela la mettre sous la forme de produits complémentés de deux termes.

- $S = \overline{a} \cdot c + \overline{a} \cdot b + b \cdot c$
- $S = \overline{a} \cdot c + b \cdot (\overline{a} + c)$
- $S = \overline{a} \cdot c + b \cdot \overline{a \cdot \overline{c}}$
- $S = \overline{\overline{\overline{a} \cdot c} \cdot \overline{b \cdot \overline{a \cdot \overline{c}}}}$.

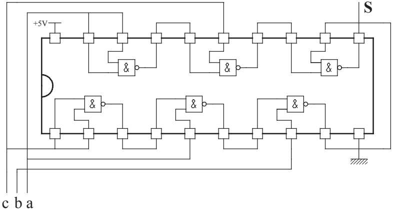


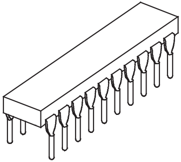


Technologie électronique

- Cette technologie de commande est réservée à des produits fabriqués en grande série.
- Les composants sont soudés sur un circuit imprimé.
- Reprenons la fonction : $S = \overline{a} \cdot c + \overline{a} \cdot b + b \cdot c$ et cherchons à l'implanter avec ce composant. Il faut pour cela la mettre sous la forme de produits complémentés de deux termes.

- $S = \overline{a} \cdot c + \overline{a} \cdot b + b \cdot c$
- $S = \overline{a} \cdot c + b \cdot (\overline{a} + c)$
- $S = \overline{a} \cdot c + b \cdot \overline{a \cdot \overline{c}}$
- $S = \overline{\overline{\overline{a} \cdot c} \cdot \overline{b \cdot \overline{a \cdot \overline{c}}}}.$

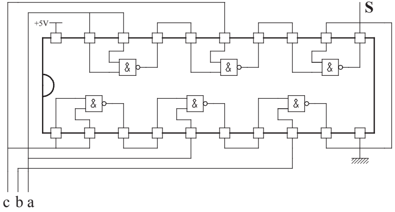


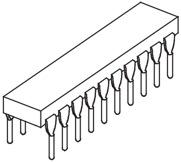


Technologie électronique

- Cette technologie de commande est réservée à des produits fabriqués en grande série.
- Les composants sont soudés sur un circuit imprimé.
- Reprenons la fonction : $S = \overline{a} \cdot c + \overline{a} \cdot b + b \cdot c$ et cherchons à l'implanter avec ce composant. Il faut pour cela la mettre sous la forme de produits complémentés de deux termes.

- $S = \overline{a} \cdot c + \overline{a} \cdot b + b \cdot c$
- $S = \overline{a} \cdot c + b \cdot (\overline{a} + c)$
- $S = \overline{a} \cdot c + b \cdot \overline{a \cdot \overline{c}}$
- $S = \overline{\overline{\overline{a} \cdot c} \cdot \overline{b \cdot \overline{a \cdot \overline{c}}}}$.

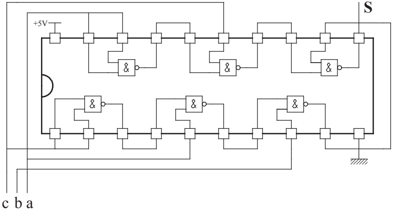


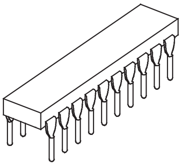


Technologie électronique

- Cette technologie de commande est réservée à des produits fabriqués en grande série.
- Les composants sont soudés sur un circuit imprimé.
- Reprenons la fonction : $S = \overline{a} \cdot c + \overline{a} \cdot b + b \cdot c$ et cherchons à l'implanter avec ce composant. Il faut pour cela la mettre sous la forme de produits complémentés de deux termes.

- $S = \overline{a} \cdot c + \overline{a} \cdot b + b \cdot c$
- $S = \overline{a} \cdot c + b \cdot (\overline{a} + c)$
- $S = \overline{a} \cdot c + b \cdot \overline{a \cdot \overline{c}}$
- $S = \overline{\overline{\overline{a} \cdot c} \cdot \overline{b \cdot \overline{a \cdot \overline{c}}}}$.

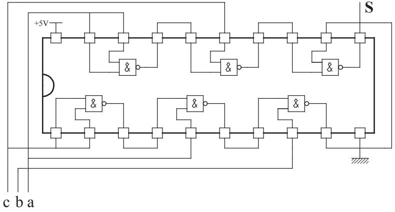


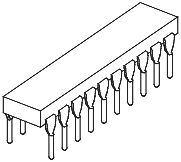


Technologie électronique

- Cette technologie de commande est réservée à des produits fabriqués en grande série.
- Les composants sont soudés sur un circuit imprimé.
- Reprenons la fonction : $S = \bar{a} \cdot c + \bar{a} \cdot b + b \cdot c$ et cherchons à l'implanter avec ce composant. Il faut pour cela la mettre sous la forme de produits complémentés de deux termes.

- $S = \bar{a} \cdot c + \bar{a} \cdot b + b \cdot c$
- $S = \bar{a} \cdot c + b \cdot (\bar{a} + c)$
- $S = \bar{a} \cdot c + b \cdot \overline{a \cdot \bar{c}}$
- $S = \overline{\overline{\bar{a} \cdot c} \cdot \overline{b \cdot \overline{a \cdot \bar{c}}}}$

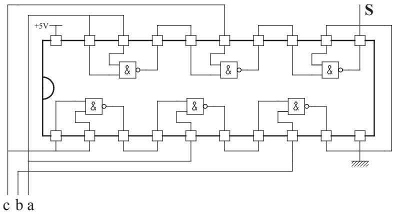


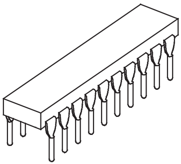


Technologie électronique

- Cette technologie de commande est réservée à des produits fabriqués en grande série.
- Les composants sont soudés sur un circuit imprimé.
- Reprenons la fonction : $S = \overline{a}\cdot c + \overline{a}\cdot b + b\cdot c$ et cherchons à l'implanter avec ce composant. Il faut pour cela la mettre sous la forme de produits complémentés de deux termes.

- $S = \overline{a}\cdot c + \overline{a}\cdot b + b\cdot c$
- $S = \overline{a}\cdot c + b\cdot(\overline{a} + c)$
- $S = \overline{a}\cdot c + b\cdot\overline{a\cdot\overline{c}}$
- $S = \overline{\overline{\overline{a}\cdot c}\cdot\overline{b\cdot\overline{a\cdot\overline{c}}}}$.

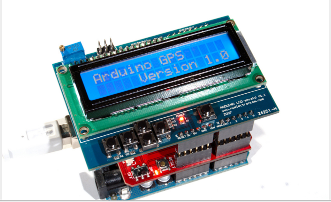




Micro-contrôleur et ordinateurs embarqués

Micro-contrôleur et ordinateurs embarqués

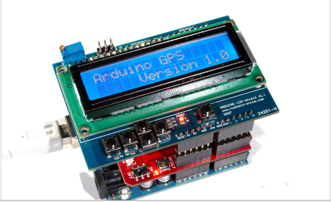
- Les micro-contrôleurs sont constitués de portes logiques et de mémoires mais à la différence des FPGA, leur structure interne se rapproche de celle des ordinateurs avec un microprocesseur.
- De plus ils comportent des périphériques permettant des fonctionnalités avancées (communication série RS232, USB, Ethernet, etc...).
- Une application courante est la commande des hacheurs (variateur électronique de puissance dédiés aux moteurs électriques). Ils se rapprochent des ordinateurs à la différence prêt que leur performances sont optimisées en fonction de leur utilité dans un système (moins de mémoire et de puissance de calcul).
- La plupart des systèmes intelligents en possèdent un ou plusieurs (voitures modernes, téléphones portables, AR drones, etc...).



Micro-contrôleur et ordinateurs embarqués

Micro-contrôleur et ordinateurs embarqués

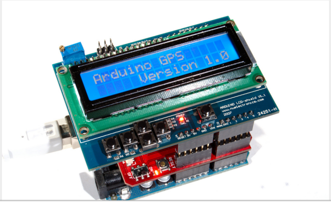
- Les micro-contrôleurs sont constitués de portes logiques et de mémoires mais à la différence des FPGA, leur structure interne se rapproche de celle des ordinateurs avec un microprocesseur.
- De plus ils comportent des périphériques permettant des fonctionnalités avancées (communication série RS232, USB, Ethernet, etc...).
- Une application courante est la commande des hacheurs (variateur électronique de puissance dédiés aux moteurs électriques). Ils se rapprochent des ordinateurs à la différence prêt que leur performances sont optimisées en fonction de leur utilité dans un système (moins de mémoire et de puissance de calcul).
- La plupart des systèmes intelligents en possèdent un ou plusieurs (voitures modernes, téléphones portables, AR drones, etc...).



Micro-contrôleur et ordinateurs embarqués

Micro-contrôleur et ordinateurs embarqués

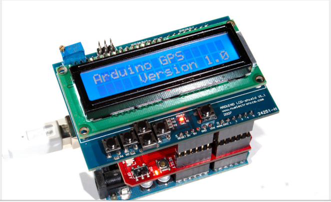
- Les micro-contrôleurs sont constitués de portes logiques et de mémoires mais à la différence des FPGA, leur structure interne se rapproche de celle des ordinateurs avec un microprocesseur.
- De plus ils comportent des périphériques permettant des fonctionnalités avancées (communication série RS232, USB, Ethernet, etc...).
- Une application courante est la commande des hacheurs (variateur électronique de puissance dédiés aux moteurs électriques). Ils se rapprochent des ordinateurs à la différence prêt que leur performances sont optimisées en fonction de leur utilité dans un système (moins de mémoire et de puissance de calcul).
- La plupart des systèmes intelligents en possèdent un ou plusieurs (voitures modernes, téléphones portables, AR drones, etc...).



Micro-contrôleur et ordinateurs embarqués

Micro-contrôleur et ordinateurs embarqués

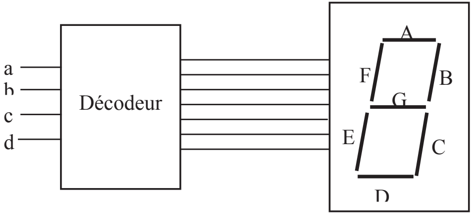
- Les micro-contrôleurs sont constitués de portes logiques et de mémoires mais à la différence des FPGA, leur structure interne se rapproche de celle des ordinateurs avec un microprocesseur.
- De plus ils comportent des périphériques permettant des fonctionnalités avancées (communication série RS232, USB, Ethernet, etc...).
- Une application courante est la commande des hacheurs (variateur électronique de puissance dédiés aux moteurs électriques). Ils se rapprochent des ordinateurs à la différence prêt que leur performances sont optimisées en fonction de leur utilité dans un système (moins de mémoire et de puissance de calcul).
- La plupart des systèmes intelligents en possèdent un ou plusieurs (voitures modernes, téléphones portables, AR drones, etc...).



Codage, décodage, transcodage d'informations

Commande d'un afficheur 7 segments

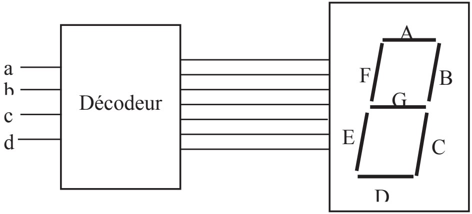
- Un afficheur permet d'inscrire un chiffre décimal par l'allumage d'une combinaison de diodes électroluminescentes ou de cristaux liquides.
- Les variables d'entrées représentent le chiffre décimal codé en DCB (décimal codé binaire).



Codage, décodage, transcodage d'informations

Commande d'un afficheur 7 segments

- Un afficheur permet d'inscrire un chiffre décimal par l'allumage d'une combinaison de diodes électroluminescentes ou de cristaux liquides.
- Les variables d'entrées représentent le chiffre décimal codé en DCB (décimal codé binaire).



Codage, décodage, transcodage d'informations

Commande d'un afficheur 7 segments :

	d	c	b	a	A	B	C	D	E	F	G
0	0	0	0	0							
1	0	0	0	1							
2	0	0	1	0							
3	0	0	1	1							
4	0	1	0	0							
5	0	1	0	1							
6	0	1	1	0							
7	0	1	1	1							
8	1	0	0	0							
9	1	0	0	1							

Codage, décodage, transcodage d'informations

Commande d'un afficheur 7 segments :

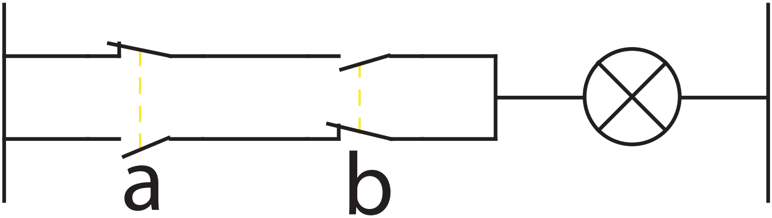
	d	c	b	a	A	B	C	D	E	F	G
0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0
1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
2	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1
3	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1
4	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1
5	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1
6	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1
7	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
8	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
9	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1

Commande de systèmes simples

Definition (Système combinatoire)

Un système est dit combinatoire lorsqu'une même combinaison des entrées donne toujours la même sortie, (la même cause produit toujours le même effet et l'effet disparaît dès que la cause disparaît).

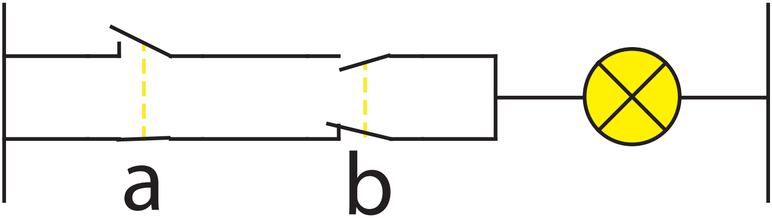
Commande de systèmes simples



a	b	S
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

$$S = \overline{a} \cdot b + a \cdot \overline{b} = a \oplus b.$$

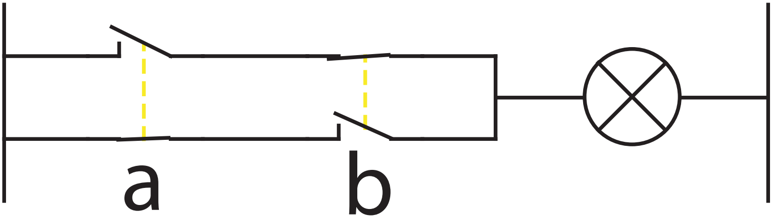
Commande de systèmes simples



a	b	S
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

$$S = \overline{a} \cdot b + a \cdot \overline{b} = a \oplus b.$$

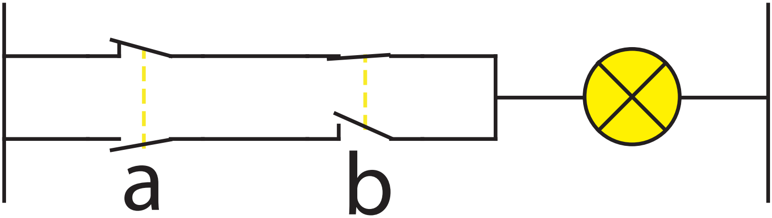
Commande de systèmes simples



a	b	S
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

$$S = \overline{a} \cdot b + a \cdot \overline{b} = a \oplus b.$$

Commande de systèmes simples



a	b	S
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

$$S = \overline{a} \cdot b + a \cdot \overline{b} = a \oplus b.$$