

INTRODUCTION AUX CIRCUITS LOGIQUES

J. Buttkus

Cette note présente les trois opérations fondamentales de l'algèbre de Boole et la réalisation de celles-ci au moyen des contacts de relais et au moyen de circuits intégrés numériques.

1. DESCRIPTION MATHEMATIQUE DES CIRCUITS NUMERIQUES

Les seules grandeurs élémentaires de calcul utilisées en technique numérique sont les deux caractères binaires "0" et "1", qui désignent, par exemple, la présence ou l'absence d'une tension. Les deux caractères peuvent également correspondre à deux autres états physiques, tels qu'un contact ouvert ou fermé.

2. OPERATIONS FONDAMENTALES

Toutes les opérations logiques complexes peuvent être réalisées au moyen de trois opérations fondamentales. Le tableau 1 ci-après donne une vue d'ensemble de ces opérations.

Désignation de l'opération	Notation de l'opération	Désignation d'après le mode de lecture de la notation
Conjonction (Intersection)	$\wedge$ (&, ·)	Opération "ET"
Disjonction (Réunion)	$\vee$ (+)	Opération "OU"
Négation	$\bar{\quad}$ .	Opération "NON"

Tableau 1

./..

Les opérations fondamentales sont décrites dans le cas de deux grandeurs logiques. Des opérations et des circuits à plus de deux grandeurs d'entrée seront traités dans une deuxième partie.

### 2.1 Réalisation des opérations fondamentales au moyen de contacts

Pour réaliser ces opérations fondamentales, on établit d'abord le tableau fonctionnel ou la table de vérité.

Figure 1 : Tableaux fonctionnels

<u>Opération "ET"</u>			<u>Opération "OU"</u>			<u>Opération "NON"</u>	
<u>A</u>	<u>B</u>	<u>C</u>	<u>A</u>	<u>B</u>	<u>C</u>	<u>A</u>	<u>C</u>
0	0	0	0	0	0	0	1
1	0	0	1	0	1	1	0
0	1	0	0	1	1		
1	1	1	1	1	1		

La Figure 2 présente la réalisation de ces trois opérations au moyen de contacts.

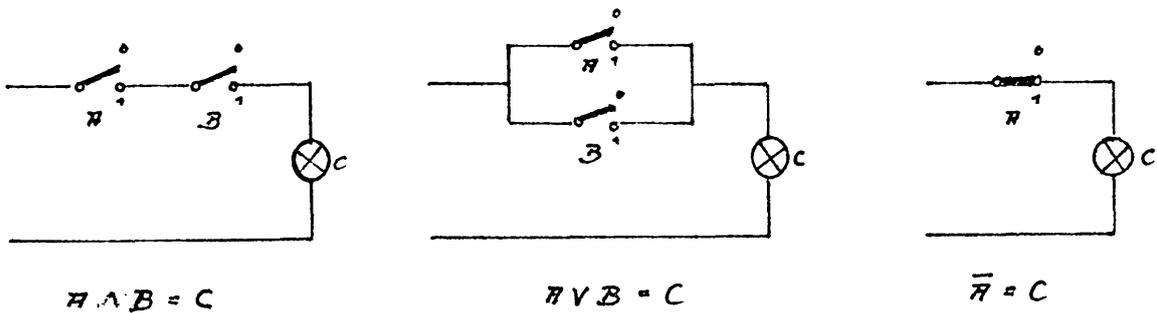


Figure 2

On voit ainsi que l'opération "ET" représente un circuit avec deux contacts en série. La lampe C sera allumée uniquement si les deux contacts A (A=1) et B (B=1) sont fermés. Si l'un des deux contacts est ouvert, la lampe sera éteinte.

./..

./..

L'opération "OU" est représentée par deux contacts en parallèle. Si le contact A ( $A=1$ ) ou B ( $B=1$ ) est fermé, la lampe C sera allumée. Cela ne change pas, même si les deux contacts sont fermés à la fois.

L'opération "NON" est représentée par un contact de repos. La lampe C est allumée uniquement lorsque le contact est au repos, c'est-à-dire lorsque le relais n'est pas alimenté.

## 2.2 Réalisation avec des circuits intégrés

### 2.2.1 Opération "ET"

L'opération "ET" ne fait correspondre la valeur  $\langle 1 \rangle$  à la grandeur de sortie que lorsque la valeur  $\langle 1 \rangle$  est appliquée aux deux entrées A et B. Dans tous les autres cas, la valeur  $C = \langle 0 \rangle$  apparaît à la sortie.

La figure 3 représente le symbole ainsi qu'un diagramme d'impulsions indiquant la relation entre la sortie et les entrées du circuit "ET", quand  $\langle 0 \rangle$  correspond à une tension 0 V et  $\langle 1 \rangle$  à une tension U (logique positive).

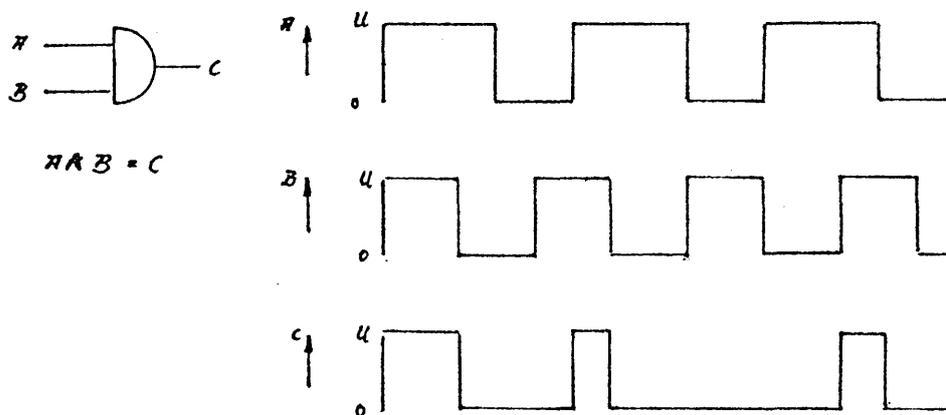


Figure 3

Symbole et diagramme d'impulsions d'une opération "ET"

./..

Le tableau fonctionnel de l'opération "ET" permet de démontrer des exemples de calculs spéciaux

$$0 \wedge A = 0 \qquad 1 \wedge A = A \qquad A \wedge A = A$$

### 2.2.2 Opération "OU"

L'opération "OU" délivre toujours  $C = \langle 1 \rangle$  à la sortie quand au moins une des deux grandeurs d'entrée A, B a la valeur  $\langle 1 \rangle$ . La valeur  $C = \langle 0 \rangle$  ne peut donc apparaître à la sortie que si les deux entrées sont  $A = \langle 0 \rangle$  et  $B = \langle 0 \rangle$ .

La figure 4 représente le symbole et un diagramme d'impulsions du circuit "OU", en assignant de nouveau à  $\langle 0 \rangle$  la tension "OU" et à  $\langle 1 \rangle$  la tension U.

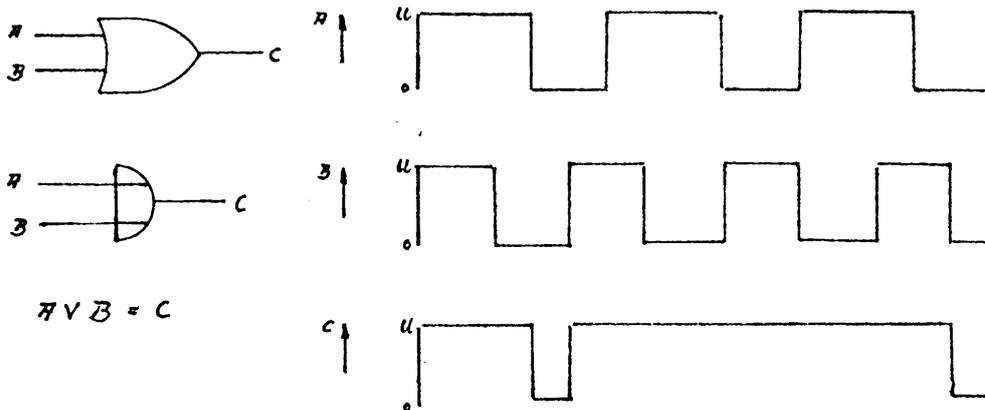


Figure 4

### Symbole et diagramme d'impulsions d'une opération "OU"

Le tableau fonctionnel de l'opération "OU" permet également de démontrer des exemples de calculs spéciaux :

$$0 \vee A = A \qquad 1 \vee A = 1 \qquad A \vee A = A$$

./..

./..

### 2.2.3 Opération "NON"

L'opération "NON" est également appelée "Négation" ou "Complément". Cette opération fait toujours apparaître à la sortie C = <1> pour une entrée <0> et <0> pour une entrée <1>. La figure 5 illustre ce comportement.

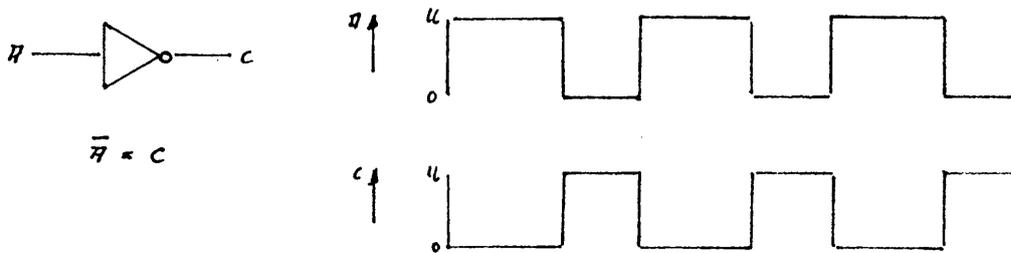


Figure 5

#### Symbole et diagramme des impulsions d'une opération "NON"

On a notamment sous une forme simple  $\overline{\overline{0}} = \langle 1 \rangle$ ,  $\overline{\overline{1}} = \langle 0 \rangle$  et la relation importante :  $\overline{\overline{A}} = A$  (double négation).

### 2.2.4 Opérations "NON-ET" et "NI"

Le calcul au moyen des opérations "ET", "OU", "NON" est appelé algèbre de Boole. Elles ne sont toutefois pas les seules opérations possibles sur deux variables. Comme seules les valeurs <0> ou <1> peuvent apparaître à la sortie, il n'y a que 16 opérations possibles sur deux variables. A part les trois opérations déjà connues, il y a encore les opérations "NON-ET" et "NI", qui présentent une importance pratique. D'ailleurs, ce sont ces deux circuits qui sont le plus souvent fabriqués et utilisés, en raison de leur application universelle. Les circuits "NON-ET", respectivement "NI" uniquement permettent de réaliser toutes les autres opérations.

L'opération "NON-ET" est une opération "ET et Complément".

./..

La figure 6 présente le symbole, le tableau fonctionnel et un diagramme des impulsions.

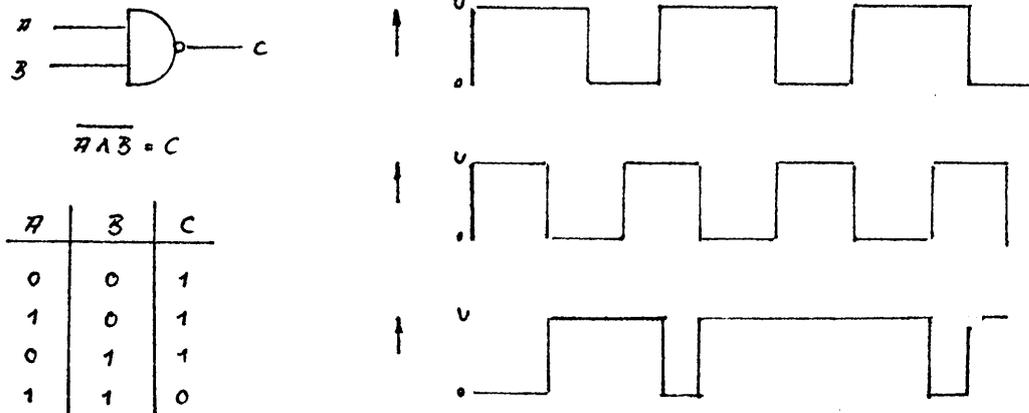


Figure 6

L'opération "NI" est une opération "OU et Complément".

La figure 7 présente le symbole, le tableau fonctionnel et un diagramme des impulsions.

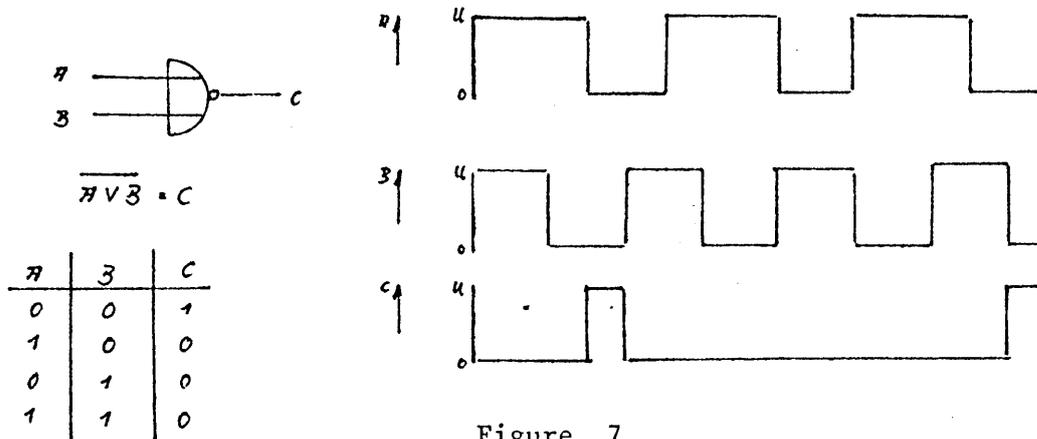


Figure 7

Distribution : Opérateurs "Générateur Est"

- B. Danner
- L. Decurninge
- K. Messmer
- H. Ullrich