CHAPITRE 1

Synthèse des circuits logiques

Plan du Chapitre

- Objectif du chapitre
- Portes logiques
- Synthèse des circuits logiques
- Implémentation des circuits logiques

Objectif du chapitre

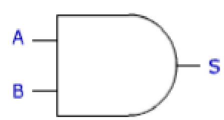
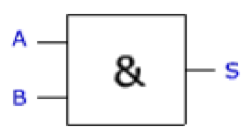
- Nous étudierons dans ce chapitre, les différents types de portes logiques qui présentent les éléments de base pour la conception des circuits logiques.
- On présentera, par la suite, les étapes à suivre pour la synthèse des circuits logiques.
- On terminera ce chapitre par citer les méthodes utilisées pour la réalisation de ces circuits..

Portes logiques

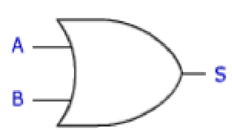
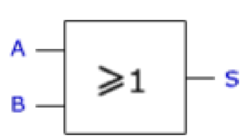
Portes logiques élémentaires

Les portes logiques élémentaires sont des composants électroniques qui permettent de réaliser les opérateurs logiques : ET, OU et inverseur,

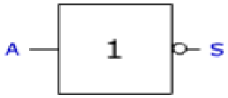
- ***Porte ET (AND)***

Symboles logiques		Table de vérité			Equation
Symbole Américain	Symbole Européen	A	B	X	
		0	0	0	X = A.B
		0	1	0	
		1	0	0	
		1	1	1	

- ***Porte OU (OR)***

Symboles logiques		Table de vérité			Equation
Symbole Américain	Symbole Européen	A	B	X	
		0	0	0	X = A+B
		0	1	1	
		1	0	1	
		1	1	1	

- ***Porte Inverseuse (NOT)***

Symboles logiques		**Table de vérité**		**Equation**
Symbole Américain	*Symbole Européen*	**A**	**X**	$X = \text{not}(A) = \overline{A}$
		0	1	
		1	0	

Il existe des portes logiques ET et des portes OU à plus de deux entrées. Le tableau suivant montre la table de vérité des portes ET et OU à trois entrées.

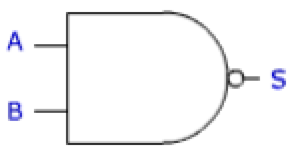
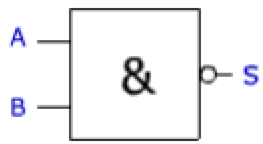
Entrées			***Porte ET***	***Porte OU***
A	B	C	X=A.B.C	X=A+B+C
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	1	0	0	1
0	1	1	0	1
1	0	0	0	1
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1

Table de vérité des portes ET et OU à trois entrées

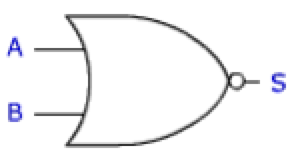
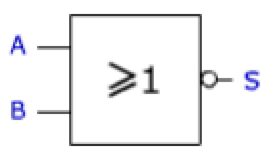
Portes logiques universelles

Outre que les portes logiques élémentaires, il existe des portes logiques universelles telles que les portes NON-ET et NON-OU.

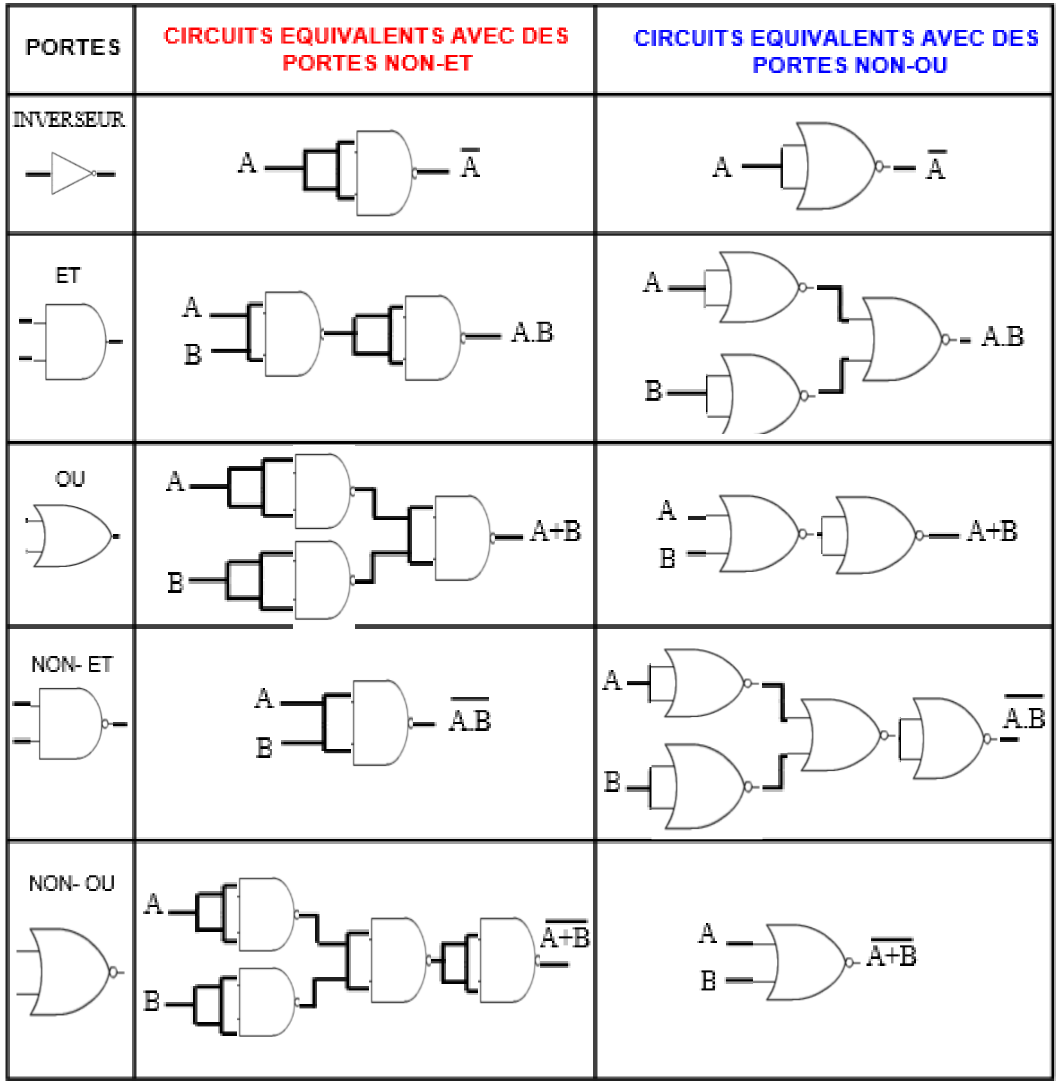
- ***Porte NON-ET (NAND)***

Symboles logiques		Table de vérité			Equation
Symbole Américain	*Symbole Européen*	**A**	**B**	**X**	
		0	0	1	$X = \overline{A.B}$
		0	1	1	
		1	0	1	
		1	1	0	

- ***Porte NON-OU (NOR)***

Symboles logiques		Table de vérité			Equation
Symbole Américain	*Symbole Européen*	**A**	**B**	**X**	
		0	0	1	$X = \overline{A+B}$
		0	1	0	
		1	0	0	
		1	1	0	

Le tableau ci-dessous représente les circuits équivalents des portes logiques réalisées à partir des portes NON-ET et NON-OU.

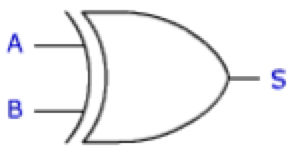
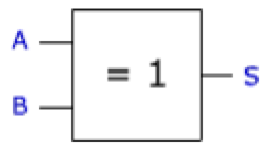


Equivalences de portes logiques à partir de portes NON-ET ou de portes NON-OU

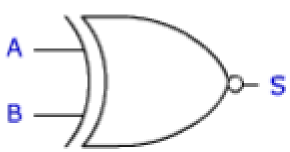
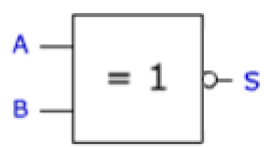
Autres portes logiques

Deux autres circuits logiques interviennent souvent dans les systèmes numériques telles que les portes OU-exclusif et NON-OU-exclusif.

Porte OU exclusif (XOR)

Symboles logiques		Table de vérité			Equation
Symbole Américain	*Symbole Européen*	**A**	**B**	**X**	
		0	0	0	$X = A \oplus B$ $= \overline{A}.B + A.\overline{B}$
		0	1	1	
		1	0	1	
		1	1	0	

Porte NON-OU exclusif (XNOR)

Symboles logiques		Table de vérité			Equation
Symbole Américain	*Symbole Européen*	**A**	**B**	**X**	
		0	0	1	$X = \overline{A \oplus B}$ $= \overline{A}.\overline{B} + A.B$
		0	1	0	
		1	0	0	
		1	1	1	

Synthèse de circuit logique

On appelle circuit logique (ou circuit combinatoire) un ensemble des portes logiques reliées entre elles pour décrire une expression algébrique (logique).

La synthèse d'un circuit logique relatif à un problème doit suivre les étapes suivantes :

- Préparer la table de vérité.
- Déterminer la forme algébrique de l'expression logique de sortie.
- Simplifier cette expression en utilisant le diagramme de Karnaugh ou les théorèmes de l'algèbre de Boole (la simplification algébrique de la fonction de sortie entraîne une diminution du nombre des composants de l'assemblage final).
- A partir de cette expression simplifiée, on peut construire le circuit logique.

Application

Déterminer le circuit logique à trois entrées A, B et C de façon que la sortie X soit **Haute** quand au moins deux entrées sont à l'état **Haut**.

Réponse : La table de vérité est la suivante:

A	B	C	X
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

Donc $X=\overline{A}.B.C+A.\overline{B}.C+A.B.\overline{C}+A.B.C$

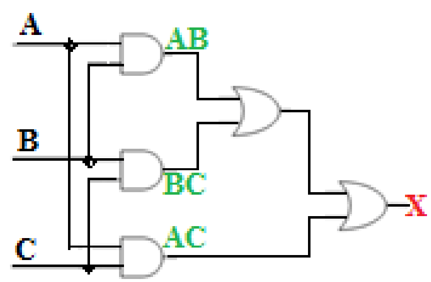
Cette expression peut être simplifiée à l'aide du diagramme de Karnaugh suivant:

	$\overline{A}.\overline{B}$	$\overline{A}.B$	$A.B$	$A.\overline{B}$
$\overline{C}$	0	0	1	0
C	0	1	1	1

On déduit l'expression simplifiée de X :

$$X = CB + AB + AC$$

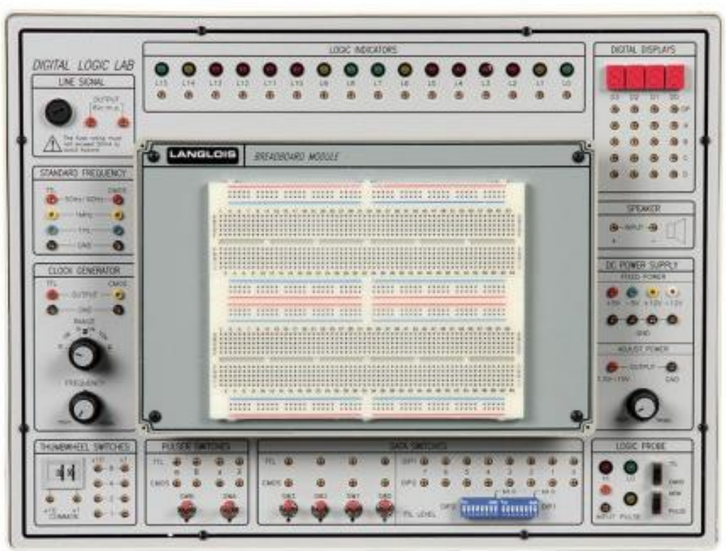
Le circuit logique:



Implémentation des circuits logiques

Méthode classique

Auparavant, pour décrire le fonctionnement d'un circuit électronique programmable, les techniciens et les ingénieurs utilisaient des langages de bas niveau (ABEL, PALASM, ORCAD/PLD,..) ou plus simplement un outil de saisie de schémas. De même, <u>la maquette simulateur logique</u> a été utilisé pour la réalisation pratique.



Méthode moderne

Actuellement avec la densité de fonctions logiques (portes et bascules) intégrée dans les PLDs (Programmable Logic Device) il n’est plus possible d’utiliser les outils d’hier pour développer les circuits d’aujourd’hui.