

Structure Machine 2

Chapitre 01

Circuits Combinatoires

Objectifs

- Apprendre la structure de quelques **circuits combinatoires souvent utilisés** (comparateur, demi additionneur , additionneur complet,.....).
- Apprendre **comment utiliser** des circuits combinatoires pour concevoir d'autres circuits **plus complexes**.

1. Les Circuits combinatoires

- Un circuit combinatoire est un circuit numérique dont **les sorties** dépendent uniquement **des entrées**.
- $S = F(E)$
- $S_i = F_i(E_1, E_2, \dots, E_n), i = 0..m$

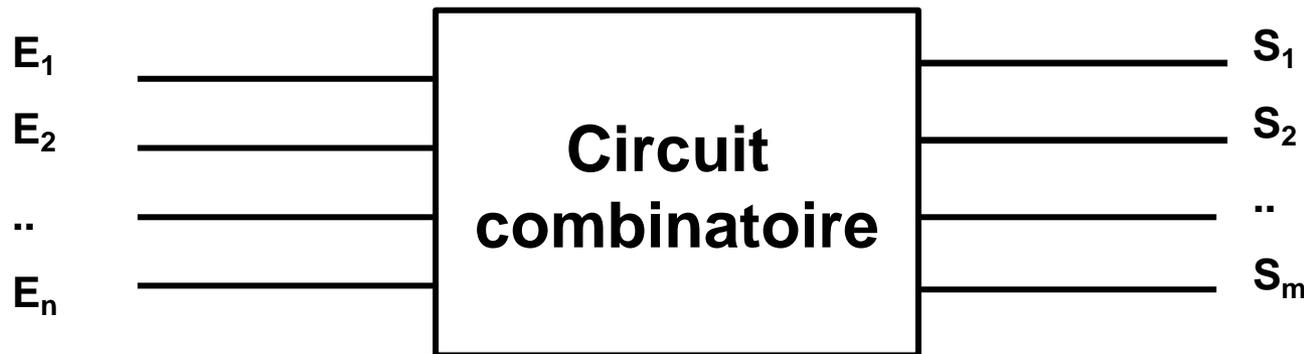


Schéma Bloc

- C'est possible d'utiliser des circuits combinatoires pour réaliser d'autres circuits **plus complexes**.

Exemple de Circuits combinatoires

Dans un ordinateur, nous pouvons distinguer **trois classes** différentes de circuits logiques combinatoires.

- 1. Les circuits combinatoires de calcul arithmétiques et logiques, tels que les **additionneurs**, les **soustracteurs**, les **comparateurs**, etc.
- 2. Les circuits combinatoires de codage et de conversion de codes, tels que les **transcodeurs**, les **afficheurs 7 segments**, etc.
- 3. Les circuits combinatoires d'aiguillage et de transmission de données, tels que les **codeurs**, les **décodeurs**, les **multiplexeurs**, les **démultiplexeurs**, etc.

Conception des circuits combinatoire

- Bien étudier **l'énoncé du problème** posé afin de déterminer **le nombres de variables d'entrées** et de **variables de sortie** du circuit à réaliser.
 - Donner des **noms symboliques** aux variables d'entrée et de sortie.
- Etablir **la table de vérité**, qui traduit **les relations** entre les entrées et les sorties.
- Identifier les **fonctions logiques** des différentes **sorties** à partir de la table de vérité
- Simplifier **les fonctions de sorties** correspondantes aux sorties.
- Réaliser le **circuit logique (le logigramme)** à partir des fonctions logiques simplifiée.

Exemple de Circuits combinatoires

1. **Comparateur.**
2. **Additionneur .**
3. **Soustracteur .**
4. **Afficheur 7 Segments.**
5. **Multiplexeur / Démultiplexeur.**
6. **Encodeur / Décodeur.**

1. Le Comparateur

- Un **comparateur** est un circuit qui permet de comparer deux nombres binaires **A** et **B**.
- **A** et **B** doivent avoir le **même nombre de bits**.
- On cherche à savoir
si $A=B$, $A<B$ ou $A > B$.

1. Le Comparateur sur 1bit

- C'est un circuit combinatoire qui permet **de comparer** entre deux nombres binaire A et B.
- Il possède **2** entrées :
 - A : sur un bit
 - B : sur un bit
- Il possède **3** sorties
 - **E** : égalité ($A=B$)
 - **I** : inférieur ($A < B$)
 - **S** : supérieur ($A > B$)



1.1 Comparateur sur un bit

Table de vérité

A	B		E	I	S
0	0		1	0	0
0	1		0	1	0
1	0		0	0	1
1	1		1	0	0

Fonctions logiques simplifiées

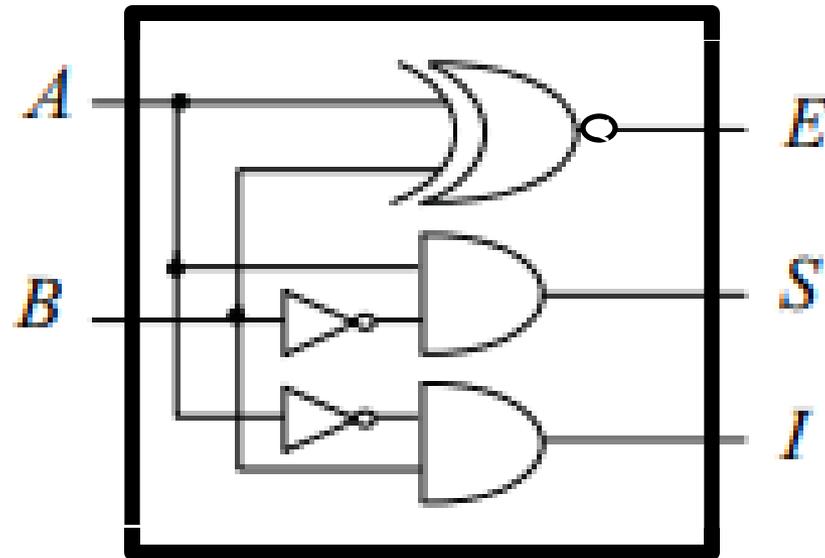
$$S = A \cdot \bar{B}$$

$$I = \bar{A} \cdot B$$

$$E = \overline{AB + \bar{A}\bar{B}} = \overline{A \oplus B}$$

1.1 Comparateur sur un bit

Schéma logique



Comparateur 1bit /1bit

1.2 Comparateur 2 bits

- Il permet de faire la comparaison entre deux nombres A et B , chacun sur deux bits: A ($A_1 A_0$) et B ($B_1 B_0$)



Table de vérité

A1	A0	B1	B0		E	I	S
0	0	0	0		1	0	0
0	0	0	1		0	1	0
0	0	1	0		0	1	0
0	0	1	1		0	1	0
0	1	0	0		0	0	1
0	1	0	1		1	0	0
0	1	1	0		0	1	0
0	1	1	1		0	1	0
1	0	0	0		0	0	1
1	0	0	1		0	0	1
1	0	1	0		1	0	0
1	0	1	1		0	1	0
1	1	0	0		0	0	1
1	1	0	1		0	0	1
1	1	1	0		0	0	1
1	1	1	1		1	0	0

Fonctions logiques simplifiées

$$E = \overline{A1}.\overline{A0}.\overline{B1}.\overline{B0} + \overline{A1}.\overline{A0}.\overline{B1}.B0 + \overline{A1}.\overline{A0}.B1.\overline{B0} + \overline{A1}.\overline{A0}.B1.B0$$

Fonctions logiques simplifiées

$$I = \overline{A1}.\overline{A0}.\overline{B1}.\overline{B0} + \overline{A1}.\overline{A0}.\overline{B1}.B0 + \overline{A1}.\overline{A0}.B1.\overline{B0} + \overline{A1}.\overline{A0}.B1.B0 + \overline{A1}.A0.\overline{B1}.\overline{B0} + \overline{A1}.A0.\overline{B1}.B0 + \overline{A1}.A0.B1.\overline{B0} + \overline{A1}.A0.B1.B0$$

Truth table for function I:

		I			
		00	01	11	10
BB	A				
	1	0	0	1	0
1	0	0	0	0	0
	0	1	0	0	0
	1	1	1	0	1
	0	1	1	0	0

$$I = \overline{A1}.\overline{A0}.B0 + \overline{A0}.B1.B0 + \overline{A1}.B1$$

Table de vérité

A1	A0	B1	B0	E	I	S
0	0	0	0	1	0	0
0	0	0	1	0	1	0
0	0	1	0	0	1	0
0	0	1	1	0	1	0
0	1	0	0	0	0	1
0	1	0	1	1	0	0
0	1	1	0	0	1	0
0	1	1	1	0	1	0
1	0	0	0	0	0	1
1	0	0	1	0	0	1
1	0	1	0	1	0	0
1	0	1	1	0	1	0
1	1	0	0	0	0	1
1	1	0	1	0	0	1
1	1	1	0	0	0	1
1	1	1	1	1	0	0

Fonctions logiques simplifiées

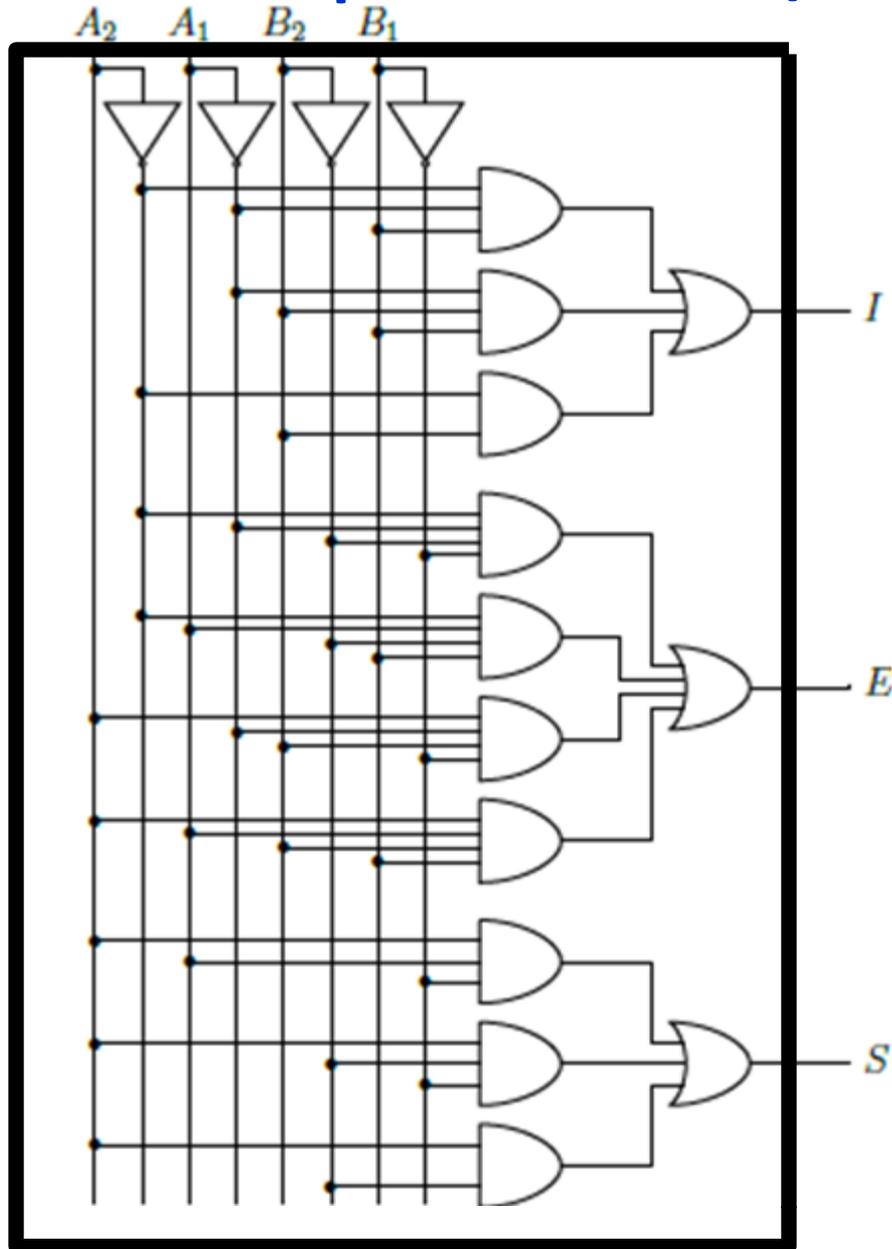
$$S = \overline{A1}.\overline{A0}.\overline{B1}.\overline{B0} + \overline{A1}.\overline{A0}.\overline{B1}.B0 + \overline{A1}.\overline{A0}.B1.\overline{B0} + \overline{A1}.\overline{A0}.B1.B0 + \overline{A1}.A0.\overline{B1}.\overline{B0} + \overline{A1}.A0.\overline{B1}.B0 + \overline{A1}.A0.B1.\overline{B0} + \overline{A1}.A0.B1.B0$$

S

AA		BB			
		00	01	11	10
BB	00	0	1	1	1
	01	0	0	1	1
	11	0	0	0	0
	10	0	0	1	0

$$S = \overline{A1}.\overline{A0}.B0 + \overline{A0}.B1.\overline{B0} + \overline{A1}.B1$$

Schéma logique d'un comparateur 2bits /2bits

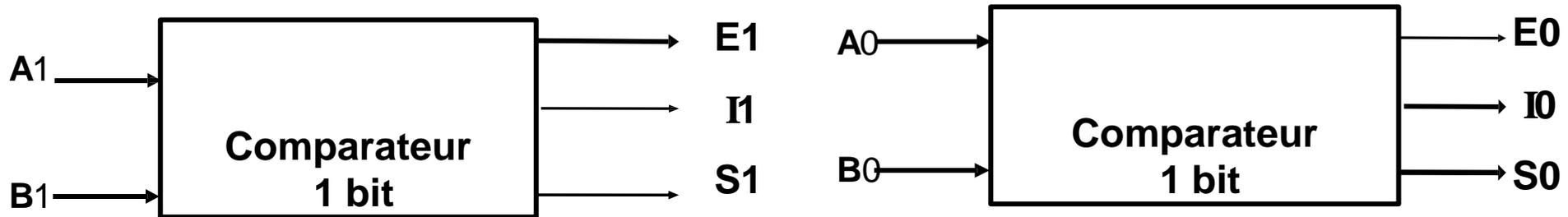


1.3 comparateur 2 bits avec des comparateurs 1 bit

- C'est possible de réaliser un comparateur 2 bits en utilisant des comparateurs 1 bit et des portes logiques.

- Il faut utiliser un comparateur pour comparer **les bits du poids fort** et un autre pour comparer **les bits du poids faible**.

- Il faut **combiner** entre les sorties des deux comparateurs utilisés pour réaliser les sorties du comparateur final.



$$\begin{aligned}
 1. \quad \mathbf{E=1} &\Leftrightarrow \mathbf{A=B} \\
 &\Leftrightarrow A_1 A_0 = B_1 B_0 \\
 &\Leftrightarrow A_1=B_1 \text{ et } A_0=B_0
 \end{aligned}$$

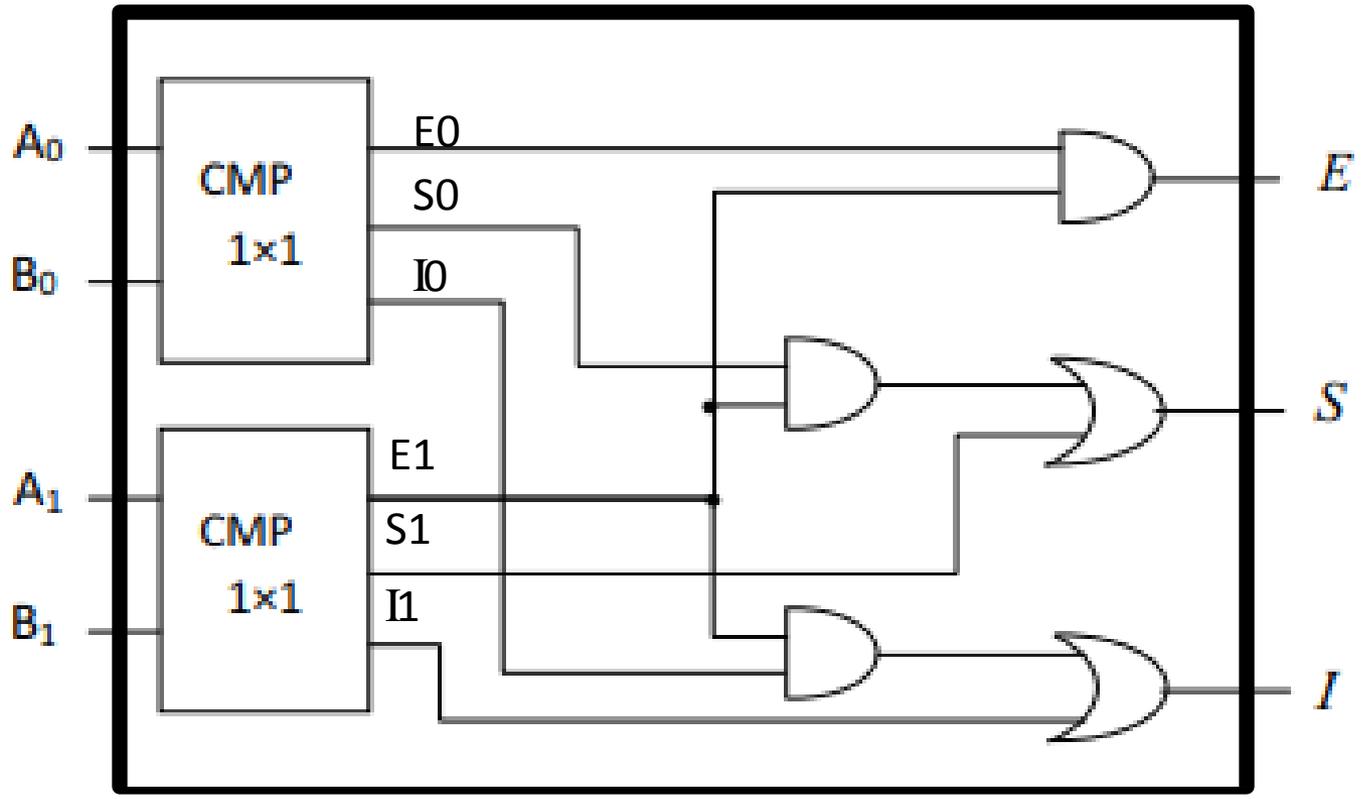
$$\text{Donc: } \mathbf{E = E1 . E0}$$

$$\begin{aligned}
 2. \quad \mathbf{S=1} &\Leftrightarrow \mathbf{A>B} \\
 &\Leftrightarrow A_1 A_0 > B_1 B_0 \\
 &\Leftrightarrow (A_1 > B_1) \text{ ou } (A_1=B_1 \text{ et } A_0 > B_0)
 \end{aligned}$$

$$\text{Donc: } \mathbf{S = S1 + E1 . S0}$$

$$\begin{aligned}
 3. \quad \mathbf{I=1} &\Leftrightarrow \mathbf{A<B} \\
 &\Leftrightarrow A_1 A_0 < B_1 B_0 \\
 &\Leftrightarrow (A_1 < B_1) \text{ ou } (A_1=B_1 \text{ et } A_0 < B_0)
 \end{aligned}$$

$$\text{Donc: } \mathbf{I = I1 + E1 . I0}$$



Exercice

- **Réaliser un comparateur 03 bits en utilisant:**
 - **Uniquement des comparteurs 1bit et des portes logiques**
 - **Un comparteur 2bits , un comparateur 1bit et des portes logiques**