

6.1

Du transistor au CPU

NSI 1ÈRE - JB DUTHOIT

Histoire

À la base de la plupart des composants d'un ordinateur, on retrouve le transistor. Ce composant électronique a été inventé fin 1947 par les Américains John Bardeen, William Shockley et Walter Brattain.

on ne trouve plus, depuis quelques temps déjà, des transistors en tant que composant électronique discret. Dans un ordinateur, les transistors sont regroupés au sein de ce que l'on appelle des **circuits intégrés**.

Dans un circuit intégré, les transistors sont gravés sur des plaques de silicium, les connexions entre les millions de transistors qui composent un circuit intégré sont, elles aussi, gravées directement dans le silicium.

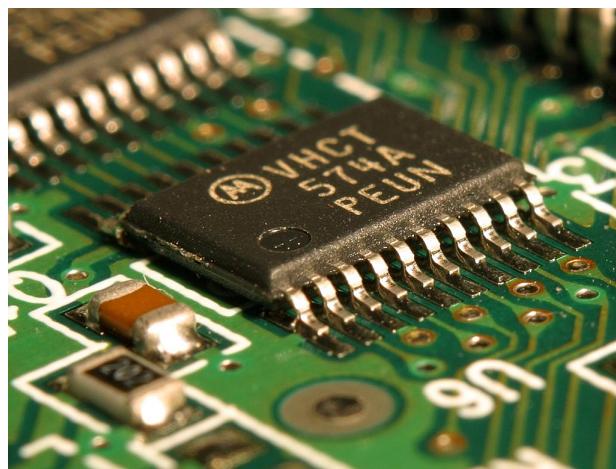
6.1.1 Les circuits intégrés

👉 Pour tout savoir sur les circuits intégrés , cliquez ici !

Définition

Définition

Le circuit intégré (CI), aussi appelé puce électronique, est un composant électronique, basé sur un semi-conducteur, reproduisant une, ou plusieurs, fonction(s) électronique(s) plus ou moins complexe(s), intégrant souvent plusieurs types de composants électroniques de base dans un volume réduit (sur une petite plaque), rendant le circuit facile à mettre en œuvre.



Un circuit intégré

Les circuits intégrés numériques les plus simples sont des portes logiques (et, ou et non), les plus complexes sont les microprocesseurs et les plus denses sont les mémoires.

Le motif de base est le transistor, et ce sont ensuite les interconnexions métalliques entre les transistors qui réalisent la fonction particulière du circuit.

Les circuits logiques

Le transistor est l'élément de base des circuits logiques. Un circuit logique permet de réaliser une opération booléenne. Ces opérations booléennes sont directement liées à l'algèbre de Boole. Un circuit logique prend en entrée un ou des signaux électriques (chaque entrée est dans un état "haut" (symbolisé par un "1") ou à un état "bas" (symbolisé par un "0")) et donne en sortie un ou des signaux électriques (chaque sortie est aussi dans un état "haut" ou à un état "bas"). Il existe deux catégories de circuit logique :

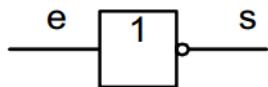
- les circuits combinatoires (les états en sortie dépendent uniquement des états en entrée)
- les circuits séquentiels (les états en sortie dépendent des états en entrée ainsi que du temps et des états antérieurs)

Dans la suite nous nous intéresserons principalement aux circuits combinatoires.

Porte NON

| <i>E</i> | <i>S</i> |
|----------|----------|
| 1 | 0 |
| 0 | 1 |

La porte NON



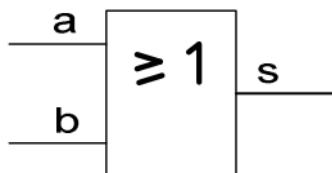
Symbolé américain de la porte NON

Symbolé européen de la porte NON

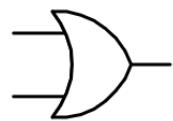
Porte OU

| <i>E₁</i> | <i>E₂</i> | <i>S</i> |
|----------------------|----------------------|----------|
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 |

La porte OU



Symbolé européen de la porte OU

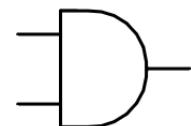
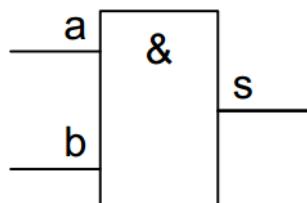


Symbole américain de la porte OU

Porte ET

| E_1 | E_2 | S |
|-------|-------|-----|
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 |

La porte ET



Symbole américain de la porte ET

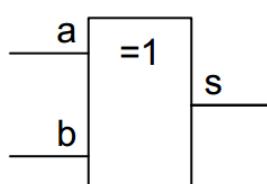
Symbole européen de la porte ET

Porte OU EXCLUSIF

En combinant ces circuits, il est possible d'en obtenir de plus complexes, comme celui-ci :

| E_1 | E_2 | S |
|-------|-------|-----|
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 |

La porte OU EXCLUSIF (XOR)



Symbole américain de la porte OU EXCLUSIF (XOR)

Symbole européen de la porte OU EXCLUSIF (XOR)

Additionneur de bits

On peut aussi créer, par exemple, un additionneur de bits

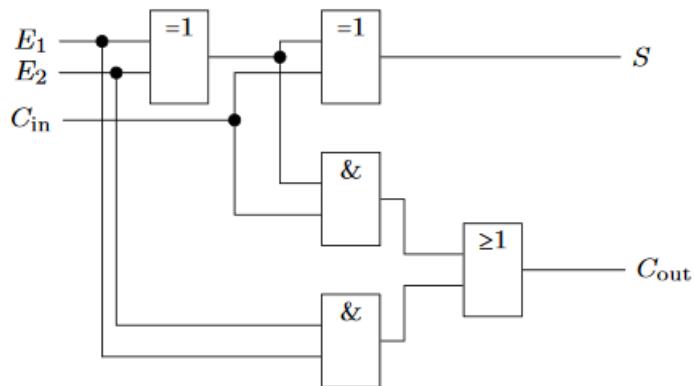


Schéma d'un additionneur de bits

Exercice 6.1

En utilisant le schéma précédent, compléter la table suivante :

| E_1 | E_2 | C_{in} | C_{out} | S |
|-------|-------|----------|-----------|-----|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | | |
| 0 | 1 | 1 | | |
| 1 | 0 | 0 | | |
| 1 | 0 | 1 | | |
| 1 | 1 | 0 | | |
| 1 | 1 | 1 | | |

Identifier le rôle joué par E_1, E_2, C_{in} , S et C_{out} dans l'addition binaire. On pourra par exemple poser l'addition $10101100 + 10111010$ et identifier ainsi les différents cas possibles.

Fabrication

Le motif de base est le transistor, et ce sont ensuite les interconnexions métalliques entre les transistors qui réalisent la fonction particulière du circuit.

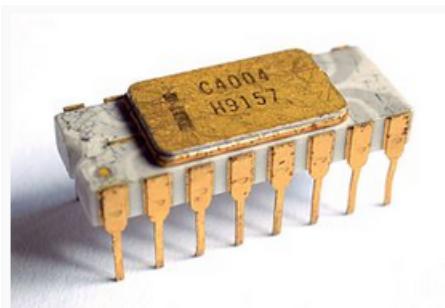
La matière première de base habituellement utilisée pour fabriquer les circuits intégrés est le silicium.

Ecologie

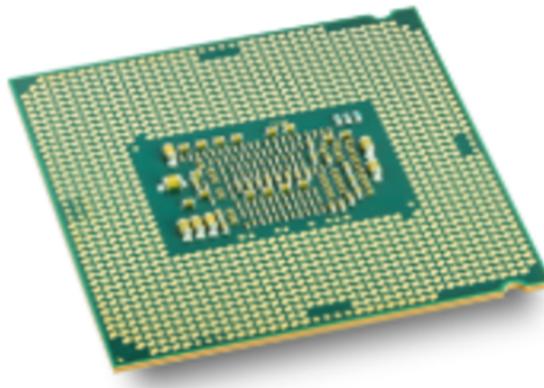
⚠ Il faut une quantité considérable de matière première pour fabriquer une puce électronique : **le sac à dos écologique** (qui représente la quantité de matières premières nécessaires à la fabrication du produit) d'une puce électronique de 0,09 g est de 20 kg.

6.1.2 Le microprocesseur

Le **microprocesseur** (unité centrale de traitement, UCT, en anglais Central Processing Unit, CPU) est un composant essentiel qui exécute les instructions machine des programmes informatiques.



Intel 4004, 740 KHz, années 70-80



Intel Core i7 6700K

Toutes les activités du microprocesseur sont cadencées par une horloge.

On caractérise le microprocesseur par :

- sa fréquence d'horloge : en MHz ou GHz.
- le nombre d'instructions par seconde qu'il est capable d'exécuter : en MIPS (million d'instructions par seconde).
- la taille des données qu'il est capable de traiter : en bits.

Il est schématiquement composé de 3 parties :

- l'**unité arithmétique et logique (UAL)** est chargée de l'exécution de tous les calculs que peut réaliser le microprocesseur
- les **registres** permettent de mémoriser de l'information (donnée ou instruction) au sein même du CPU, en très petite quantité
- l'**unité de contrôle (UC)** permet d'exécuter les instructions (les programmes)

☞ L'accumulateur aux côtés de l'UAL sert à conserver le résultat d'un calcul qui peut être immédiatement réutilisé par l'instruction suivante sans passer par le registre. C'est encore un gain de temps !