

Ordinateurs et systèmes

Chapitre 3

Le microprocesseur

Elaboré par : DhiaEddineSaied ¹

Plan

I. Les fonctions de base d'un microprocesseur

II. Architecture de base d'un microprocesseur

II.1. L'unité de commande

II.2. L'unité de traitement

II.3. Les registres

II.4. Schéma fonctionnel

III. Performances d'un microprocesseur

L'unité centrale de traitement (CPU : Central Processing Unit), encore dénommée processeur ou microprocesseur, est l'élément de l'ordinateur qui interprète et exécute les instructions d'un programme. Sa cadence (le nombre de micro-instructions qu'il effectue en une seconde) est exprimée en Hertz (Hz).

I. Les fonctions de base d'un microprocesseur

- L'extraction, le décodage et l'exécution des instructions d'un programme dans un ordre donné
- Le transfert des données de et vers la mémoire ainsi que les E/S
- Il répond aux interruptions externes (connexion réseau,...)
- Etablissement de la temporisation générale et des signaux de commande pour tout le système

II. Architecture de base d'un microprocesseur

Le microprocesseur se compose de deux unités :

- L'unité de commande qui dirige toutes les unités (UAL, E/S, mémoires,...)
- L'unité de traitement où les opérations arithmétiques, logiques, etc sont réalisées.

Un ensemble de registres qui sont des mémoires très rapides permettent soit le stockage temporaire des données (connecté au bus de données), soit des registres d'adresse (connectés au bus d'adresses). Chaque registre stocke 8, 16 ou 32 bits.

Ces composants sont reliés par des bus internes permettant les échanges de données.

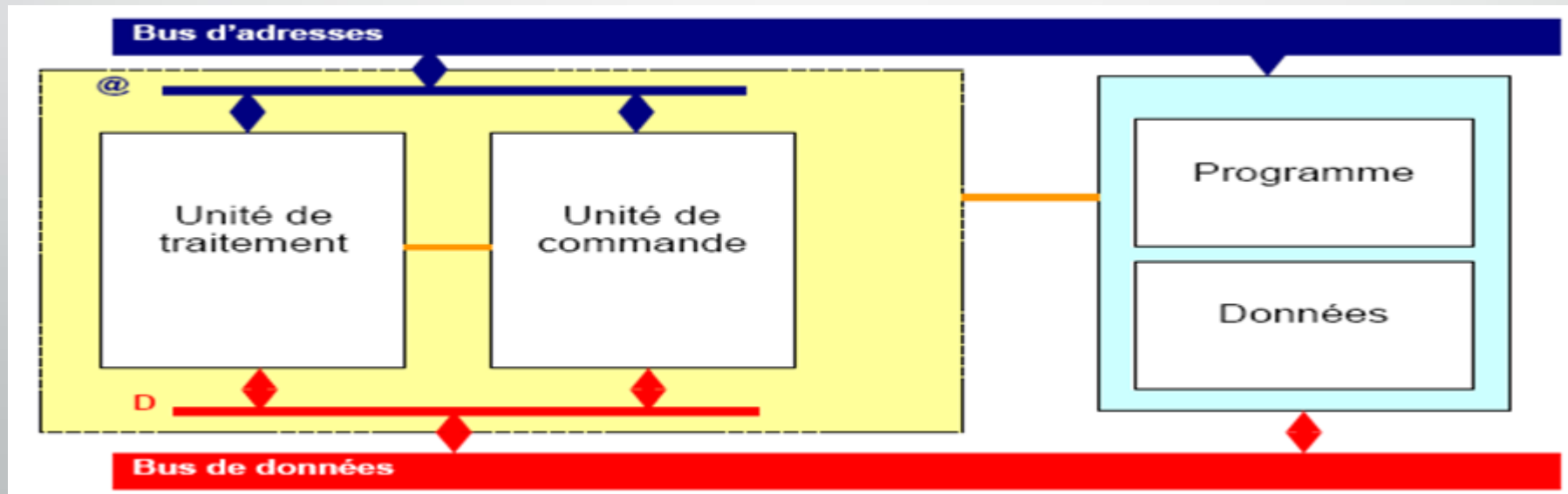


Figure 1: Architecture de base d'un microprocesseur

II.1. L'unité de commande (UC)

L'unité de commande est responsable de la lecture en mémoire et de la reconnaissance des instructions (décodage). Elle permet de séquencer le déroulement des instructions au rythme de l'horloge.

Elle est composée principalement par des registres, un décodeur d'adresses et un séquenceur.

Compteur ordinal (CO) : compteur de programme (PC Program Counter)

Le registre contient l'adresse (en mémoire) de la prochaine instruction à exécuter. Le CO est automatiquement incrémenté du nombre de mots correspondant à la longueur de l'instruction traitée à l'instant où le microprocesseur commence l'exécution de l'instruction qui vient d'être exécutée. [Non accessible au programmeur]

II.1. L'unité de commande (UC)

Registre instruction (RI) :

Le registre contient l'instruction en cours d'exécution. Lorsque l'UCT va chercher une instruction en mémoire, il la place dans le RI. La taille du RI correspond à la taille du mot mémoire. Les bits correspondant à la zone « code opération », sont envoyés au décodeur pour qu'il détermine l'opération à exécuter. [Non accessible au programmeur]

Le décodeur :

Le décodeur de code opération, détermine quelle opération doit être effectuée, parmi toutes les opérations possibles. Ses sorties seront transmises vers le séquenceur.

Séquenceur : Bloc logique de commande

Il génère les signaux de commande nécessaires pour actionner et contrôler les unités participant à l'exécution d'une instruction (UAL, mémoire,...).

II.2. L'unité de traitement

L'unité de traitement constitue l'unité d'exécution du processeur. Elle est composée principalement par :

L'unité arithmétique et logique (UAL ou ALU : Arithmetic and Logical Unit)

L'UAL permet d'effectuer les opérations arithmétiques (addition, soustraction,...) et logiques (comparaison, décalage, etc). Le choix de l'opération est commandé par l'UC. L'UAL est alimentée par les registres généraux (permettant la sauvegarde des instructions fréquentes ou des résultats intermédiaires) et le registre d'état.

L'accumulateur (ACC) :

L'accumulateur est un registre permettant de stocker les résultats des opérations arithmétiques et logiques en cours d'exécution dans l'UAL. Sa taille est égale à la longueur des mots en mémoire. [Accessible au programmeur]

II.2. L'unité de traitement

Le registre d'état : (PSW : Processor Status Word)

Appelé aussi registre condition, il contient différents bits (généralement 8) appelés indicateurs d'états ou drapeaux ou flags. Ces indicateurs stockent des informations concernant le résultat de la dernière instruction exécutée.

Quelques indicateurs :

- Zéro (ZF) : indique si le résultat d'une opération est égal à 0
- Retenue (Carry : C)
- Retenue intermédiaire (Auxiliary-Carry : AC)
- Signe (Sign : S)
- Débordement (overflow : OV ou V)
- Parité (Parity : P)

II.3. Les registres

Le registre d'adresse : (RA)

Il contient l'adresse de la prochaine instruction/ donnée à lire en mémoire.

Le registre de données ou registre mot : (RD)

Il contient la valeur du mot à écrire dans la mémoire centrale (MC) et ce avant une opération d'écriture. Il contiendra aussi la valeur du mot après une opération de lecture. La taille du registre mot doit être identique à la taille du mot mémoire.

II.4. Schéma fonctionnel

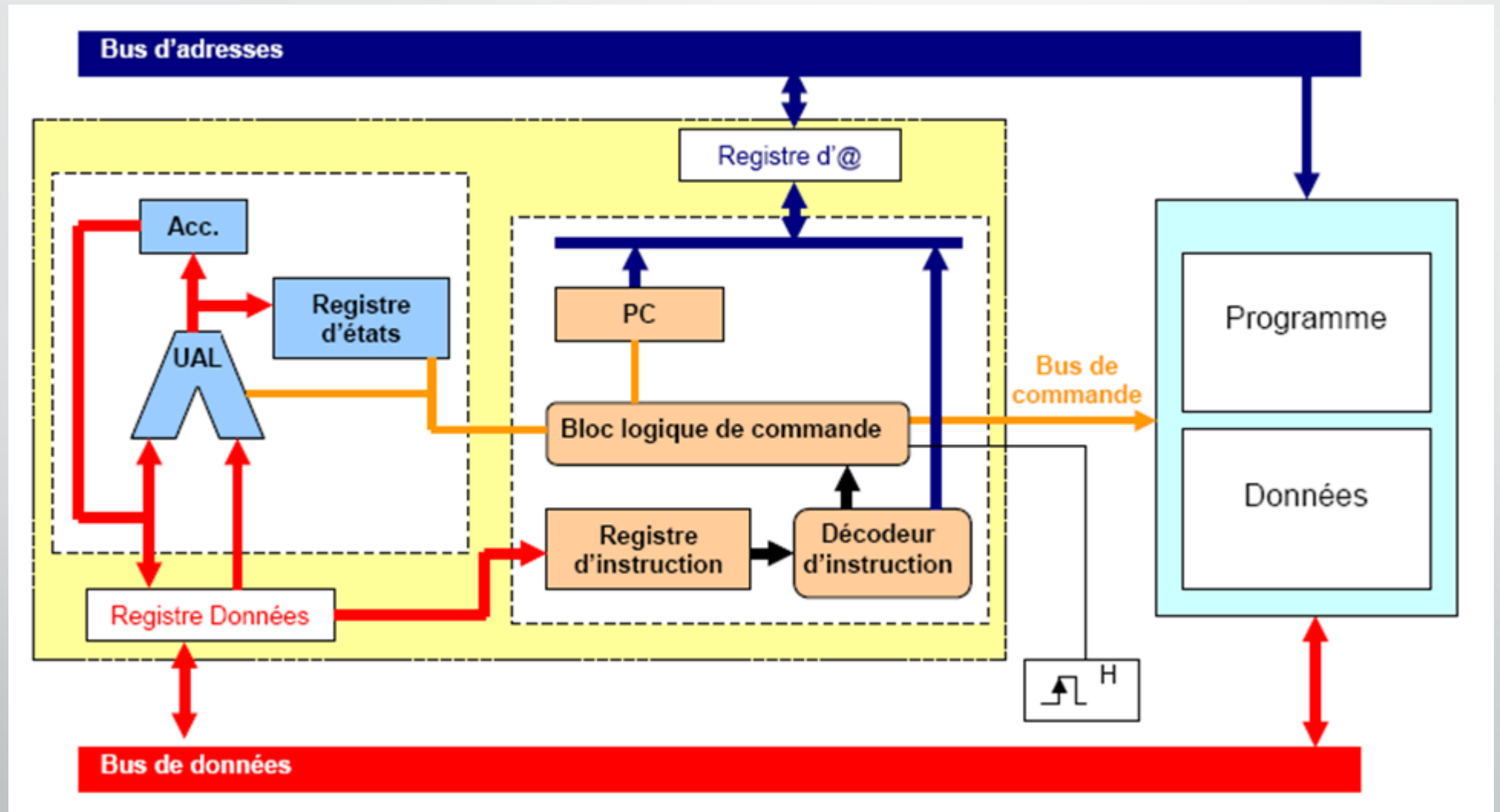


Figure 2: Schéma fonctionnel du microprocesseur

III. Performances d'un microprocesseur

On peut caractériser la puissance d'un microprocesseur par le nombre d'instructions qu'il est capable de traiter par seconde. Pour cela, on définit :

- Le **CPI** (Cycle Par Instruction) qui représente le nombre moyen de cycles d'horloge nécessaire pour l'exécution d'une instruction pour un microprocesseur donné.
- Le **MIPS** (Millions d'Instructions Par Seconde) qui représente la puissance de traitement du microprocesseur.

$$\text{MIPS} = \frac{F_H}{\text{CPI}} \quad \text{avec } F_H \text{ en MHz}$$

Pour augmenter les performances d'un microprocesseur, on peut donc soit augmenter la fréquence d'horloge (limitation matérielle), soit diminuer le CPI (choix d'un jeu d'instruction adapté).

Exercice

Un processeur à 1,8 GHz exécute un programme qui utilise un mélange de 4 types d'instruction :

Type instruction	Nombre d'instruction exécutées	Nombre de cycle / instruction
Opération entière	150000	1
Transfert mémoire	45000	2
Opération flottante	55000	2
Contrôle (sauts)	20000	2
Affichage	500	15

1. Combien de cycles se programme prendra-t-il pour s'exécuter ?
2. Quelle sera la durée d'exécution ?
3. Calculez le CPI (cycle per instruction) de ce programme, défini comme le rapport entre le nombre de cycles requis pour son exécution et le nombre d'instructions.