

Chapitre I : Machine de Von Neumann et machine de Harvard

1.1 Introduction à la notion d'architecture des ordinateurs :

L'architecture des systèmes à microprocesseurs expose les principes de base du traitement programmé de l'information. La mise en œuvre de ces systèmes s'appuie sur deux modes de réalisation distincts, le matériel et le logiciel. Le matériel (**hardware**) correspond à l'aspect concret du système : unité centrale, mémoire, organes d'entrées-sorties, etc... Le logiciel (**software**) correspond à un ensemble d'instructions, appelé programme, qui sont contenues dans les différentes mémoires du système et qui définissent les actions effectuées par le matériel.[1]

1.2 Ou'entend-t-on par architecture ?

L'architecture d'un système à microprocesseur représente l'organisation de ses différentes unités et de leurs interconnexions. Le choix d'une architecture est toujours le résultat d'un compromis :

- entre performances et coûts
- entre efficacité et facilité de construction
- entre performances d'ensemble et facilité de programmation
- etc ...[1]

Il existe deux types d'architectures informatiques numériques qui décrivent la fonctionnalité et la mise en œuvre des systèmes informatiques. L'un est l'architecture Von Neumann qui a été conçue par le physicien et mathématicien renommé John Von Neumann à la fin des années 1940, l'autre est l'architecture de Harvard.

1.3 La machine de Von neumann :

Il s'agit d'une conception théorique basée sur le concept d'ordinateurs à programme enregistré, dans lesquels les données de programme et les données d'instruction sont stockées dans la même mémoire.

L'architecture a été conçue par le célèbre mathématicien et physicien John Von Neumann en 1945. Jusqu'au concept de conception informatique de Von Neumann, les machines

informatiques étaient conçues pour un seul objectif prédéterminé qui manquerait de sophistication en raison du recâblage manuel des circuits.

L'idée derrière les architectures Von Neumann est la possibilité de stocker des instructions dans la mémoire avec les données sur lesquelles elles fonctionnent. En bref, l'architecture de Von Neumann fait référence à un cadre général que devraient suivre le matériel, la programmation et les données d'un ordinateur.

L'architecture de Von Neumann comprend trois composants distincts: une unité de traitement centrale (CPU), une unité de mémoire et des interfaces d'entrée / sortie (I / O). Le processeur est le cœur du système informatique. Il est constitué de trois composants principaux: l'unité logique et arithmétique (ALU), l'unité de contrôle (CU) et les registres.

L'ALU est responsable de l'exécution de toutes les opérations arithmétiques et logiques sur les données, tandis que l'unité de contrôle détermine l'ordre de circulation des instructions devant être exécutées dans les programmes en envoyant des signaux de contrôle au matériel.

Les registres sont essentiellement des emplacements de stockage temporaires qui stockent les adresses des instructions à exécuter. L'unité de mémoire est constituée de RAM, qui est la mémoire principale utilisée pour stocker les données de programme et les instructions. Les interfaces d'entrée / sortie permettent aux utilisateurs de communiquer avec le monde extérieur, tels que des périphériques de stockage. [2]

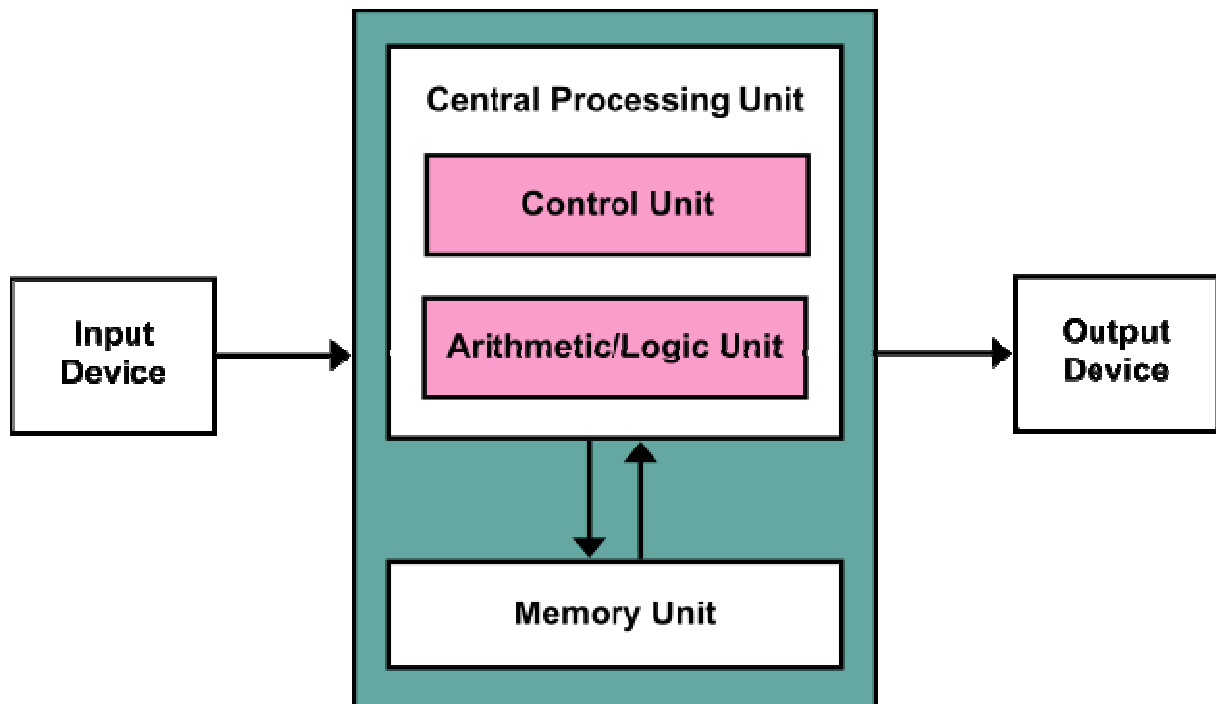


Figure I.1 Modèle de Von Neumann

Le modèle sur lequel sont basés les ordinateurs actuels est dû aux travaux de John Von Neumann, publiés en 1946. Depuis ce temps, l'architecture des ordinateurs est restée pratiquement inchangée.

Les différentes unités de l'ordinateur sont interconnectées par des systèmes de câblage transportant des signaux électriques, ces systèmes sont appelés "bus" par analogie avec les transports publics. Donc un bus est un ensemble de lignes capables de transmettre des signaux correspondant à trois types d'informations : adresses, données, et commandes.

1.4 La machine Harvard:

Il s'agit d'une architecture informatique avec des voies de stockage et de signalisation physiquement séparées pour les données de programme et les instructions. Contrairement à l'architecture Von Neumann qui utilise un seul bus pour extraire des instructions de la mémoire et transférer des données d'une partie de l'ordinateur à l'autre, l'architecture de Harvard dispose d'un espace mémoire séparé pour les données et les instructions.

Les deux concepts sont similaires sauf la façon dont ils accèdent aux mémoires. L'idée de l'architecture de Harvard est de scinder la mémoire en deux parties: l'une pour les données et l'autre pour les programmes. Les termes étaient basés sur le premier ordinateur à relais de

Harvard Mark I (figure I.2), qui utilisait un système permettant à la fois les transferts de données et les transferts d'instructions. [2]



Figure I.2 Relais de Harvard Mark I

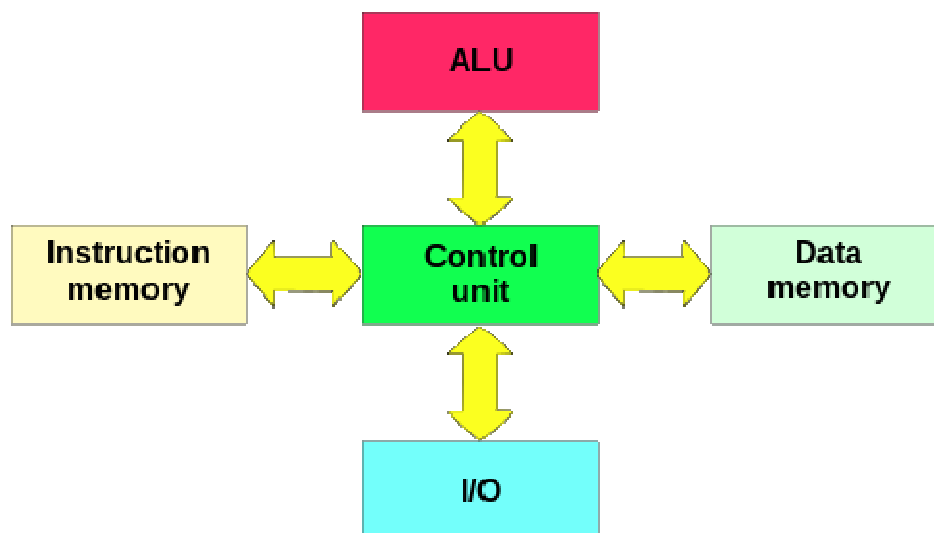


Figure I.3 Modèle de Harvard

Les conceptions informatiques du monde réel reposent en réalité sur une architecture de Harvard modifiée et sont couramment utilisées dans les microcontrôleurs et le DSP (Digital Signal Processing).

1.5 Différence entre Von Neumann et Harvard Architecture

Bases de l'architecture de Von Neumann et Harvard

L'architecture Von Neumann est une conception informatique théorique basée sur le concept de programme mémorisé dans lequel les programmes et les données sont stockés dans la même mémoire. Le concept a été conçu par un mathématicien John Von Neumann en 1945 et sert actuellement de base à presque tous les ordinateurs modernes. L'architecture de Harvard s'appuie sur le modèle informatique original à relais de Harvard Mark I, qui utilisait des bus distincts pour les données et les instructions. [2]

Système de mémoire de l'architecture de Von Neumann et Harvard

L'architecture Von Neumann ne possède qu'un seul bus utilisé à la fois pour les extractions d'instructions et les transferts de données. Les opérations doivent être planifiées car elles ne peuvent pas être effectuées en même temps. L'architecture de Harvard, en revanche, dispose d'un espace mémoire séparé pour les instructions et les données, séparant physiquement les signaux et le stockage des codes et des données, ce qui permet d'accéder simultanément à chacun des systèmes de mémoire. [2]

Traitement des instructions de Von Neumann et Harvard Architecture

Dans l'architecture Von Neumann, l'unité de traitement aurait besoin de deux cycles d'horloge pour terminer une instruction. Le processeur extrait l'instruction de la mémoire au cours du premier cycle et la décode, puis les données sont extraites de la mémoire au cours du deuxième cycle. Dans l'architecture de Harvard, l'unité de traitement peut exécuter une instruction en un cycle si des stratégies de traitement en pipeline appropriées sont en place. [2]

Coût de Von Neumann et Harvard Architecture

Etant donné que les instructions et les données utilisent le même système de bus dans l'architecture Von Neumann, la conception et le développement de l'unité de contrôle sont simplifiés, ce qui permet de réduire les coûts de production à un minimum. Le développement de l'unité de contrôle dans l'architecture de Harvard est plus coûteux que l'ancien en raison de l'architecture complexe qui utilise deux bus pour les instructions et les données. [2]

Utilisation de Von Neumann et de Harvard Architecture

L'architecture Von Neumann est principalement utilisée sur toutes les machines que vous voyez, des ordinateurs de bureau et des ordinateurs portables aux ordinateurs et stations de travail hautes performances. L'architecture de Harvard est un concept relativement nouveau utilisé principalement dans les microcontrôleurs et le traitement du signal numérique (DSP). [2]

I.6 Références bibliographique :

[1] : T.Dumartin Architecture des ordinateurs, Note de cours, 2004-2005.

[2] : <https://fr.sawakinome.com/articles/technology/unassigned-2474.html>