



VOIE GÉNÉRALE

2^{DE}

1^{RE}

T^{LE}

Numérique et sciences informatiques

ENSEIGNEMENT

SPÉCIALITÉ

DES CIRCUITS AUX SYSTÈMES SUR PUCES QUESTIONNAIRE

Une vidéo du Collège de France, une conférence de Gérard Berry « Pourquoi et comment le monde devient numérique (Chaire Innovation technologique — Liliane Bettencourt) » :

<https://www.college-de-france.fr/site/gerard-berry/course-2008-02-01-10h30.htm>

Introduction

Qu'est-ce qui a permis la progression du monde numérique ?

La progression des circuits.

De quoi est composé un circuit ?

De silicium.

À ce stade de l'exposé, quel est le facteur limitant à la progression des circuits ?

Le nombre de pattes (PIN en anglais).

Quel est le nom de la loi qui gouverne la densité des circuits ?

La loi de Moore.

Où travaillait M. Moore ?

Chez Intel, dont il est un des fondateurs.

Citez quelques types de circuits autres que les microprocesseurs (CPU).

DSP, accélérateurs graphiques, compression images, sons, contrôleurs de périphériques.

Quelle qualité présente le CPU ?

Il réalise toutes sortes de calcul.

Quel est son défaut principal ?

Il chauffe beaucoup.

Que font principalement les DSP, Digital Signal Processor ?

Ils font les calculs numériques. Additionner, multiplier principalement.

Les puces pouvant être conçues avec beaucoup de transistors, quelle est la conséquence sur la fabrication des puces ?

On regroupe toutes les fonctions sur une même puce.

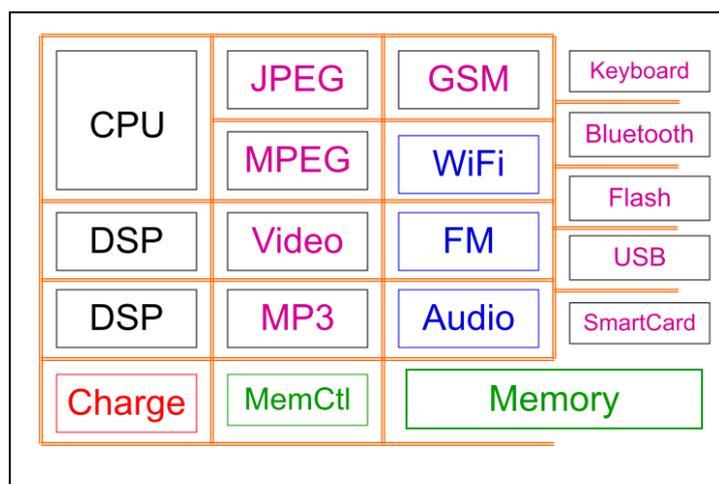
Quels sont les deux principaux avantages d'une intégration plus grande dans les puces ?

Elles sont moins chères et plus rapides.

Que signifie SOC ?

System On Chip.

Comment sont reliés tous les blocs fonctionnels à l'intérieur des puces ?



Bus, NoCs (Network on Chip)

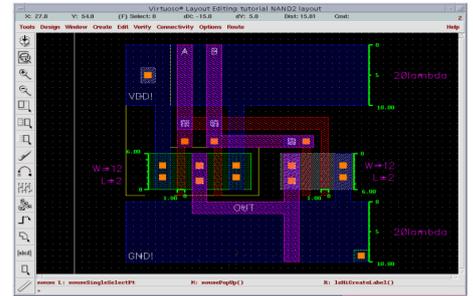
Par des BUS et des réseaux Network on Chip.

La description des circuits

🕒 7'48

Quel est le niveau de conception le plus basique décrit par le conférencier ?

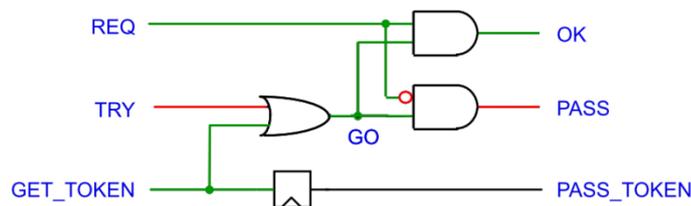
Le niveau des portes logiques réalisées avec quelques transistors.



Comment s'appelle le niveau le plus central utilisé pour la description des circuits ?

Le RTL : Register Transfer Level.

Quelle est la partie du signal d'horloge, qui est active, utilisée pour piloter le circuit ?



Le front montant.



Échantillonner ⇔ Mémoriser

Propagation ⇔ Durée de calcul des opérateurs logiques, durée de réponse entre l'évolution de la sortie suite à un changement des entrées.

Dans un calcul logique, que signifie l'expression « chemin critique » ?

C'est le plus long temps de réponse de tous les temps du schéma.

Que permet de définir ce chemin critique ?

La fréquence maximale du circuit.

Quelques réflexions autour de l'addition

🕒 16'30

Quel est le problème posé par le mécanisme de propagation de la retenue lors du passage à l'échelle pour des additions de deux mots d'un grand nombre de bits ?

Il faut attendre que tous les calculs soient terminés. Le temps d'une addition de n bits c'est le temps n.

L'addition de base non améliorée est en O(n) pour le temps de calcul.

Quelle est la valeur du chemin critique de l'additionneur de Von Neumann pour n bits?

$\log_2(n)$

Quelle méthode d'additionneur est présentée pour accélérer le traitement de l'addition?

La méthode pipeline.

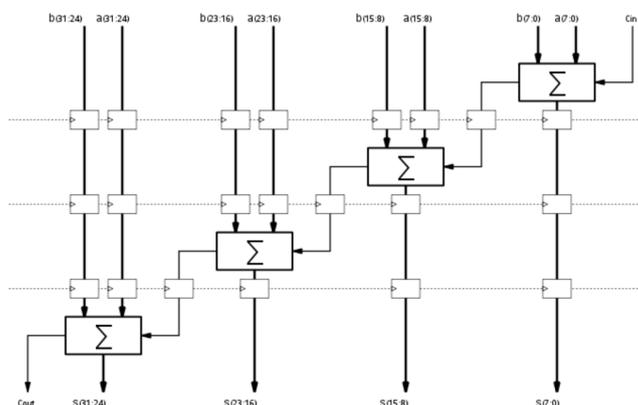
Que se passe-t-il dans ce type de fonctionnement?

Il y a plusieurs additions réalisées en même temps. Les résultats sont mémorisés au fur et à mesure.

Quel est le domaine technologique présenté qui réalise un très grand nombre d'opérations de calcul selon un mode pipeline?

Additionneur rapide

L'additionneur rapide se fait en insérant des bascules entre les additionneurs combinatoires.



Source de l'illustration http://wiki.hevs.ch/fsi/index.php5/SEm/laboratoires/09_pipeline

La télévision numérique.

Le microprocesseur

🕒 24'20

Que permet le mode de fonctionnement pipeline pour un microprocesseur?

Le mode de fonctionnement pipeline permet d'exécuter plusieurs instructions en même temps.

Quel est le principal défaut de la mémoire RAM des ordinateurs?

Elle est très lente.

Quelle est la solution pour résoudre ce problème?

Utiliser de la mémoire très rapide, de la mémoire cache.

Quel est le principal défaut de la mémoire cache?

Elle est très compliquée à constituer et utiliser.

Retrouvez éducol sur



🕒 34'35

Quelle est la deuxième technique utilisée par les microprocesseurs pour accélérer les calculs ?

Anticiper et spéculer.

Au détriment de quelles ressources internes au CPU le gain de temps est-il obtenu par la technique précédente ?

Augmentation de la surface de silicium : il y a plus de calculs faits.

Augmentation de l'énergie : plus de circuits donc plus d'opérations.

En quoi consiste le prefetch ?

Anticiper le chargement d'une donnée à partir de la mémoire, car c'est très lent. On prend le risque que le chargement soit inutile en fonction de l'évolution des calculs, mais en moyenne le gain est significatif.

Que conclure sur les microprocesseurs ?

Ils sont compliqués à mettre au point.

À quel moment ont lieu les pics de consommation dans le fonctionnement du microprocesseur ?

Lors des tops d'horloge provoquant l'enregistrement des informations dans les registres.

Peut-on augmenter indéfiniment la fréquence de fonctionnement d'un circuit ?

Non, car la dissipation de chaleur due aux commutations des états logiques serait beaucoup trop importante.

Quelle difficulté l'emploi des CPU multi cœurs entraîne-t-il ?

Les programmes ne sont pas faits pour les utiliser. Il faut concevoir les programmes différemment.

La conception des circuits

 42'00

Beaucoup d'algorithmes difficiles !

- Compilation des spécifications en portes logiques
- Optimisation logique
- Portes physiques optimisées
- Placement / routage des fils
- Construction de jeux de tests
- Constructions des masques (téra-octets)
- ...

▮ Décrire succinctement la chaîne de conception des circuits.

Il y a un nombre très important de couches qui sont reliées par des programmes.

**Beaucoup sont NP-Complets => heuristiques !
Une grande industrie**

▮ Citez les deux jeux de logiciels qui interviennent.

Les logiciels de conception et les logiciels de fabrication.

▮ Quel est le pourcentage du coût dans le design d'un circuit ?

70 %.

L'avenir des circuits

▮ Citez trois freins principaux à la miniaturisation des circuits.

La dissipation thermique;

Le coût des usines;

La difficulté de conception.

Rentable sur de très gros volumes.

▮ Quelle piste client est présentée pour remplacer les nouveaux circuits trop chers ?

Faire des circuits flexibles avec réutilisation maximale d'éléments.

▮ Comment définir un FPGA ?

Circuit programmable par logiciel.

▮ Quel est l'avantage d'utiliser des FPGA dans des routeurs par exemple ?

On peut faire évoluer le logiciel en le rechargeant. Et c'est très rapide.

Retrouvez éducol sur



Lithographie des circuits intégrés

À partir du site <http://villemin.gerard.free.fr/Multimed/Gravure.htm> répondre aux questions ci-dessous :

Combien de transistors sont intégrés dans les super-puces en 2017 ?

Plus de 20 milliards.

Quel est l'ordre de grandeur de l'investissement nécessaire pour bâtir une usine qui fabriquera des puces avec une finesse de gravure de 3 nanomètres ?

L'investissement dépasse 20 milliards de dollars.

Quel autre fabricant, concurrent de Samsung, investit dans une usine capable de graver en 5 nanomètres ?

TSMC.

La famille core i9 d'Intel

<https://www.intel.fr/content/www/fr/fr/products/processors/core/x-series/i9-10980xe.html>

À partir des informations données sur la page du constructeur Intel pour son microprocesseur de la famille i9, répondre aux questions ci-dessous :

Quelle est la technologie de ce processeur ?

14 nm.

Donner la définition d'un cœur.

C'est le nombre d'unités de traitement sur la puce.

Que représente la fréquence de base de 3.00 GHz ?

C'est la vitesse avec laquelle les transistors de la puce s'ouvrent et se ferment.

Que représente la PDT ?

La puissance de dissipation thermique représente la puissance moyenne en watt émise par le microprocesseur dont tous les cœurs sont actifs.

Quelle est la relation entre la fréquence de base et le PDT ?

La fréquence de base est le point de fonctionnement du composant pour lequel la puissance de dissipation thermique est définie.

Quelle est la capacité mémoire maximum possible pour ce processeur ?

256 GB.

Évolution des technologies

Par quel terme désigne-t-on un fabricant de circuits électroniques ?

Un fondeur.

Quelle finesse de gravure la société TSMC (Taiwan) prépare-t-elle dans sa nouvelle usine ?

3 nm.