Des circuits aux systèmes sur puces

Cette partie est directement inspirée des documents d'accompagnement du programme de NSI.

Nous allons utiliser une vidéo du Collège de France : une conférence enseignement de Gérard Berry « Pourquoi et comment le monde devient numérique (Chaire Innovation technologique — Liliane Bettencourt) ». On trouvera avec ce lien le diaporama associé à la conférence.

1. Questionnaire conférence

1.1. Introduction

- 1. Qu'est-ce qui a permis la progression du monde numérique?
- 2. De quoi est composé un circuit?
- 3. À ce stade de l'exposé, quel est le facteur limitant à la progression des circuits ?
- 4. Quel est le nom de la loi qui gouverne la densité des circuits?
- 5. Où travaillait M. Moore?
- 6. Citez quelques types de circuits autres que les microprocesseurs (CPU).
- 7. Quelle qualité présente le CPU?
- 8. Quel est son principal défaut?
- 9. Que font principalement les DSP (Digital Signal Processor)?
- 10. Les puces peuvent être conçues avec un grand nombre de transistors, quelle est la conséquence sur la fabrication des puces ?
- 11. Quels sont les deux principaux avantages d'une intégration plus grande dans les puces ?
- 12. Que signifie SOC?
- 13. Comment sont reliés tous les blocs fonctionnels à l'intérieur des puces ?



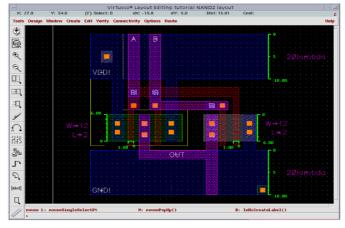
Bus, NoCs (Network on Chip)

1.2. La description des circuits

A partir de 7'48

1. Quel est le niveau de conception le plus basique décrit par M. Berry?

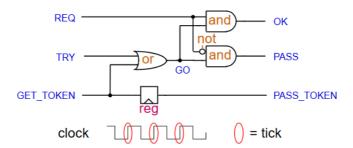
9/4/2022 Les SOCs - ZoneNSI



Source Cadence Design Systems

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

RTL = Register Transfer Level



- 3. Quelle est la partie du signal d'horloge, qui est active, utilisée pour piloter le circuit ?
- 4. Dans un calcul logique, que signifie l'expression « chemin critique »?
- 5. Que permet de définir ce chemin critique?

1.3. Quelques réflexions autour de l'addition

A partir de 16'30

- 1. 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 ?
- 2. Quelle est la valeur du chemin critique de l'additionneur de Von Neumann pour n bits ?
- 3. Quelle méthode d'additionneur est présentée pour accélérer le traitement de l'addition ?
- 4. Que se passe-t-il dans ce type de fonctionnement?
- 5. Quel est le domaine technologique présenté qui réalise un très grand nombre d'opérations de calcul selon un mode pipeline ?



1.4. Le microprocesseur

A partir de 24'20

9/4/2022 Les SOCs - ZoneNSI

- 1. Que permet le mode de fonctionnement pipeline pour un microprocesseur?
- 2. Quel est le défaut principal de la mémoire RAM des ordinateurs ?
- 3. Quelle est la solution pour résoudre ce problème ?

1.5. La mémoire cache

A partir de 34'35

- 1. Quelle est la deuxième technique utilisée par les microprocesseurs pour accélérer les calculs ?
- 2. Au détriment de quelles ressources internes au CPU le gain de temps est-il obtenu par la technique précédente ?
- 3. En quoi consiste le prefetch?
- 4. Que conclure sur les microprocesseurs?
- 5. À quel moment ont lieu les pics de consommation dans le fonctionnement du microprocesseur?
- 6. Peut-on augmenter indéfiniment la fréquence de fonctionnement d'un circuit ?
- 7. Quelle difficulté l'emploi des CPU multi coeurs entraine-t-il?

1.6. La conception des circuits

A partir de 42'00

- 1. Décrire succinctement la chaine de conception des circuits.
- 2. Citez les deux jeux de logiciels qui interviennent.
- 3. Quel est le pourcentage du coût dans le design d'un circuit ?

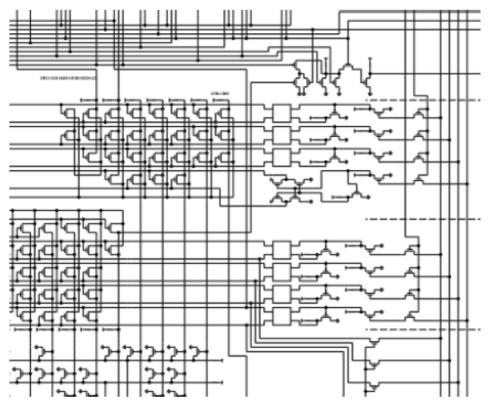
1.7. L'avenir des circuits

- 1. Citez les trois principaux freins à la miniaturisation des circuits.
- 2. Quelle piste client est présentée pour remplacer les nouveaux circuits trop chers ?
- 3. Comment définir un FPGA?
- 4. Quel est l'avantage d'utiliser des FPGA dans des routeurs par exemple ?

2. Questionnaire complémentaire

2.1. Densité d'intégration

Le schéma ci-dessous est une vue partielle du microprocesseur 4004 d'Intel. Ce premier microprocesseur de l'histoire contenait 2300 transistors gravés avec une finesse de $10 \, \mu m$. Le schéma complet tenait sur trois pages. En 2017, la finesse de gravure atteint $10 \, nm$ avec $10 \, m$ milliards de transistors.



- 1. Déterminer le nombre de pages nécessaire pour assurer l'impression du schéma d'un tel microprocesseur, en prenant comme base les données du 4004 et le ratio : nombre de transistors/nombre de pages.
- 2. En considérant la surface standard d'une feuille A4, quelle est la surface totale du schéma de notre microprocesseur de technologie 2017 ? Convertir ensuite le résultat en km².

2.2. Lithographie des circuits intégrés

À partir du site suivant répondre aux questions ci-dessous :

- 1. Combien de transistors sont intégrés dans les super-puces en 2017 ?
- 2. 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 ?
- 3. Quel autre fabricant, concurrent de Samsung, investi dans une usine capable de graver en 5 nanomètres ?

2.3. La famille core i9 d'Intel

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

- 1. Quelle est la technologie de ce processeur?
- 2. Donner la définition d'un coeur.
- 3. Que représente la fréquence de base de 3.00 GHz?
- 4. Que représente la PDT ?
- 5. Quelle est la relation entre la fréquence de base et le PDT ?Quelle est la capacité mémoire maximum possible pour ce processeur ?
- 6. Par quel terme désigne-t-on un fabricant de circuits électroniques ?
- 7. Quelle finesse de gravure la société TSMC (Taiwan) prépare-t-elle dans sa nouvelle usine ?