

Des circuits aux systèmes sur puces

Nom :	Note : / 20
 COLLÈGE DE FRANCE —1530—	Classe :

Une vidéo du Collège de France, un enseignement de M. Gérard Berry :

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

Introduction

1. Qu'est-ce qui a permis la progression du monde numérique ?
2. De quoi est composé un circuit ?
3. A ce stade de l'exposé quel est le facteur limitant à la progression des circuits ?
4. Quelle 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 pour le CPU ?

8. Avec quel défaut principal ?

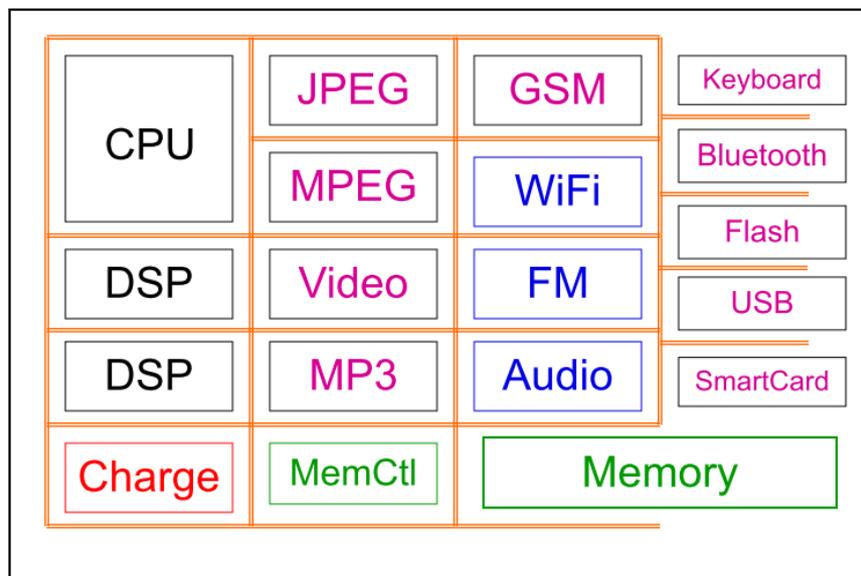
9. Que font principalement les DSP Digital Signal Processor ?

10. Comme on peut concevoir des puces avec beaucoup de transistors quelle est la conséquence sur la fabrication des puces ?

11. Quelles 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 ?



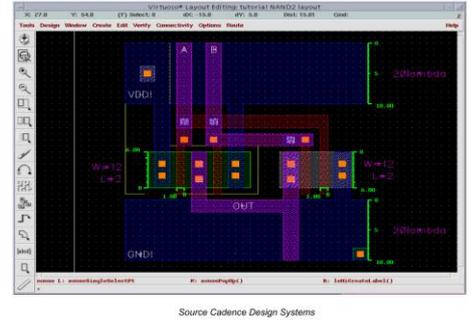
———— Bus, NoCs (Network on Chip)

(7'48 ")

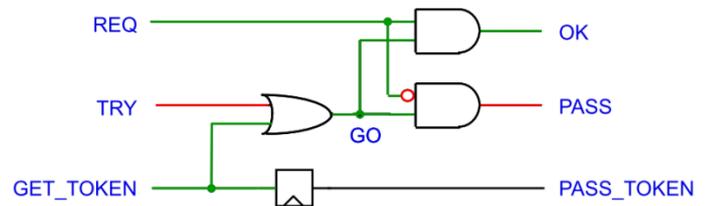
La description des circuits

14. Quelle est le niveau de conception le plus basique décrit par le conférencier ?

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



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



Échantillonner ⇔ Mémoriser

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

17. Dans un calcul logique que signifie chemin critique ?

18. Que permet de définir ce chemin critique ?

Quelques réflexions autour de l'addition

(16'30 ")

19. 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 ?

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

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

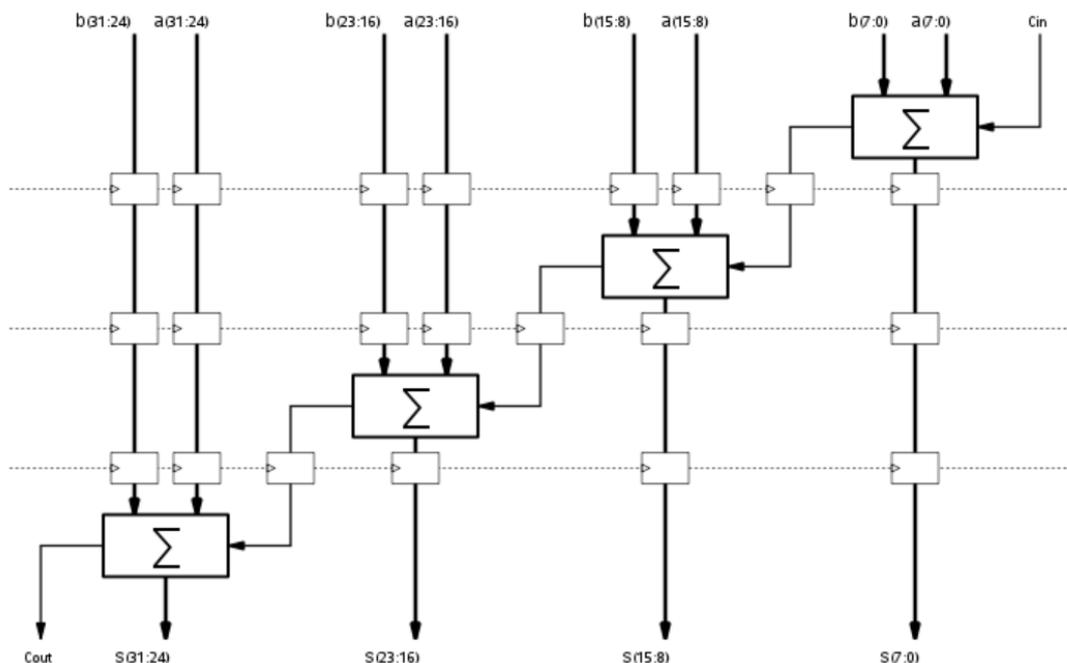
21. Quelle méthode d'additionneur est présentée pour accélérer le traitement de l'addition ?

22. Que ce passe t-il dans ce type de fonctionnement ?

23. 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.



1

¹ Source de l'illustration http://wiki.hevs.ch/fsi/index.php5/SEm/laboratoires/09_pipeline

Le microprocesseur

(24'20 ")

24. Que permet le mode de fonctionnement pipeline pour un microprocesseur ?

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

26. Quelle est la solution pour résoudre ce problème ?

27. Quel est le principal défaut de la mémoire cache ?

(34'35 ")

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

29. Le gain de temps obtenu par la technique précédente est obtenu au détriment de quelles ressources internes au CPU ?

30. En quoi consiste le prefetch ?

31. Que conclure sur les microprocesseurs ?

32. A quel moment dans le fonctionnement du microprocesseur a lieu les pics de consommation ?

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

34. Quel est la difficulté dans l'emploi des CPU multi cœurs ?

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)
- ...

35. Décrire succinctement la chaîne de conception des circuits ?

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

36. Citez les deux jeux de logiciels qui interviennent ?

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

L'avenir des circuits

38. Citez trois principaux freins à la miniaturisation des circuits ?

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

40. Comment définir un FPGA ?

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

Questions complémentaires

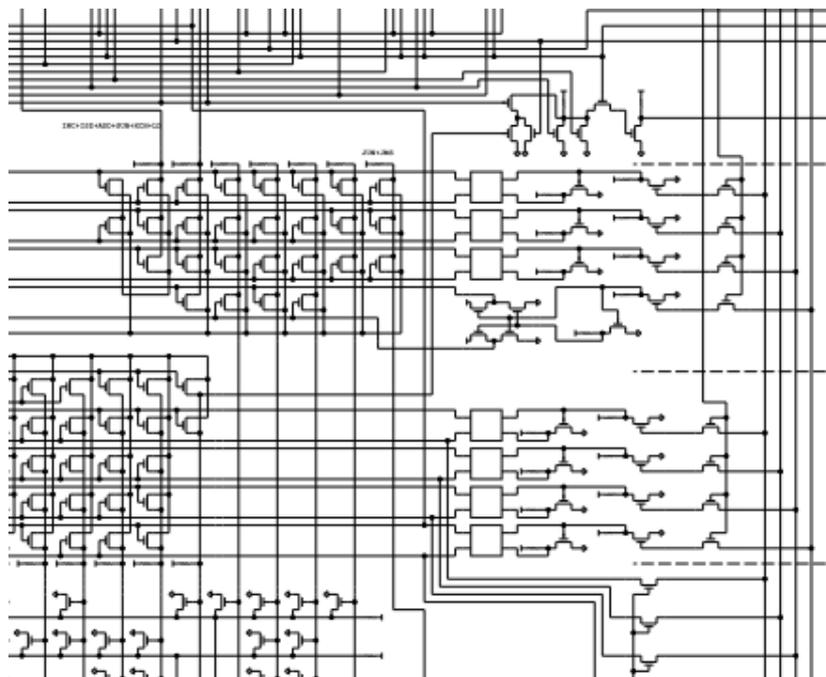
Nom :	Note :	/ 20
	Classe :	

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 gravé avec une finesse de 10 μm . Le schéma complet tenait sur trois pages. En 2017 la finesse de gravure atteint 10 nm avec 10 milliards de transistors.

Q1. Déterminer le nombre de pages nécessaire pour assurer l'impression du schéma d'un tel microprocesseur, en prenant comme base les données du 4004 le ratio : nombre de transistors / nombre de pages.

Q2. Le résultat de la question précédente peut s'approximer à 40 M de pages. En considérant la surface standard d'une feuille A4 quelle est la surface totale du schéma de notre microprocesseur de technologie 2017 ? Mettre ensuite le résultat en km^2 .



Le résultat nous montre que la conception graphique des circuits modernes n'est plus possible.

Lithographie des circuits intégrés

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

Q3. Combien de transistors sont intégrés dans les super-puces en 2017 ?

Q4. 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 ?

Q5. Quel autre fabricant, concurrent de Samsung, investi dans une usine capable de graver en 5 nanomètres ?

La famille core i9 d'Intel

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

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

Q6. Quelle est la technologie de ce processeur ?

Q7. Donner la définition d'un cœur.

Q8. Que représente la fréquence de base de 3.00 GHz ?

Q9. Que représente la PDT ?

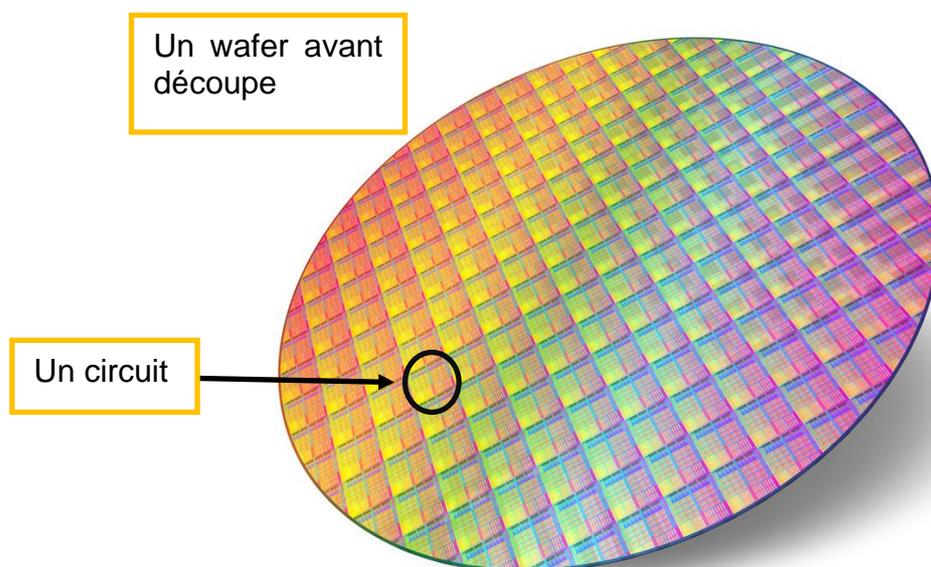
Q10. Quelle est la relation entre la fréquence de base et le PDT ?

Q11. Quelle est la capacité mémoire maximum possible pour ce processeur ?

Évolution des technologies

Q12. Par quel terme désigne-t-on un fabricant de circuits électroniques ?

Q13. Quelle finesse de gravure la société TSMC, Taiwan, prépare-t-elle dans sa nouvelle usine ?



² Illustration <https://www.waferworld.com/wafer-manufacturing-process/>