

## TD 9 – Microarchitecture

Ce TD utilise le jeu d'instruction MIPS32 avec des branchements non retardés.

### 1. Version 1 - structure 3 bus (révision du cours)

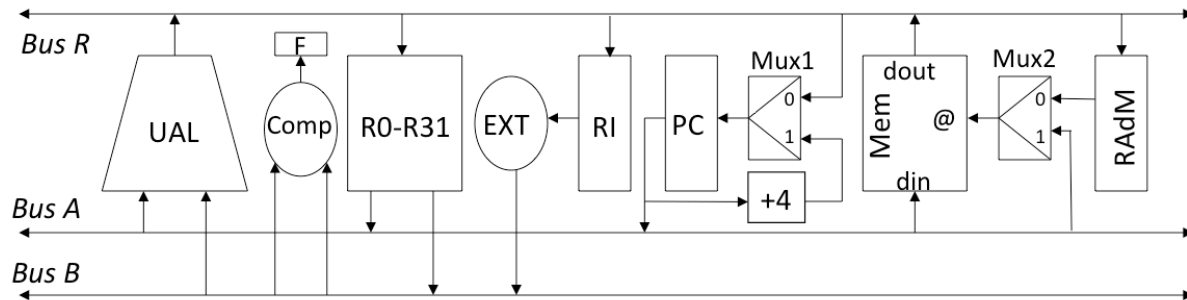


Figure 1 : Chemin de données 3 bus

On considère la carte machine de la figure 1.

- L'UAL a deux entrées a et b et une sortie s qui sont connectées respectivement aux bus A, B et R. L'UAL peut effectuer les opérations :  
 $s = a + b$  ;  $s = a - b$  ;  $s = a \text{ AND } b$  ;  $s = a \text{ OR } b$  ;  $s = \text{NOT } a$  ;  $s = a \text{ XOR } b$  ;  
les trois décalages, le nombre de décalages est défini par  $b_{4:0}$  ;  
 $s = (a < b) ? 0x00000001 : 0x00000000$  en naturels et relatifs (notée LT et LTU respectivement).
  - La mémoire est soit en lecture, soit en écriture, exclusivement.
  - Comp a deux entrées a et b sur 32 bits et une sortie s sur 1 bit. Comp peut effectuer les comparaisons correspondant aux 7 conditions des branchements conditionnels. Le résultat est stocké dans le registre interne 1 bit F.
  - EXT peut réaliser l'extension de signe (ES), l'extension à 0 et l'extension de signe plus concaténation (EC) de deux 0 des 16 bits de poids faible de son entrée, et le transfert (T) des bits 10:6 de l'entrée vers les bits 4:0 de la sortie.
- Combien faut-il de bits de commande pour l'UAL ?
  - Quelles sont les différentes étapes pour l'exécution des types d'instructions suivantes
    - Instructions arithmétiques/logiques/comparaison (SLT) de format R-R.
    - Instructions arithmétiques/logiques/comparaison (SLTI) de format R-I. On considèrera les exemples :
      - ADDI Rd, Rs, Imm16
      - ANDI Rd, Rs, Imm16
      - SSL Rd, Rs, Imm5
      - SLTIU Rd, Rs, Imm16
    - Instructions mémoire (format I)
    - Instructions de branchement conditionnel BEQ.

Donner pour chaque type d'instructions le temps d'exécution en nombre de cycles d'horloge.

- Définir l'ensemble des commandes pour contrôler l'exécution des instructions, sur le modèle de la table 1, pour les instructions ADD, ADDI, LW, SW et BEQ

Inst	Codop	Function	Bus A	Bus B	Bus R	UAL	EXT	Comp	Mux1	Mux2	MEM	WR

Table 1 : Commandes

- d. En considérant seulement les instructions ADD, ADDI, LW et BEQ,
- définir l'automate de contrôle : on décrira précisément les entrées et la table de transition ;
  - donner l'équation logique de la commande + de l'UAL.
- e. On suppose que l'UAL peut effectuer l'opération  $s = a + 4$ . Quel est le temps d'exécution pour chaque type d'instruction si l'on supprime l'additionneur (+4) dans le chemin de données de la version 1 et que l'addition CP+4 est faite dans l'UAL ?

## 2. Version 2 (optionnel)

On considère la carte machine de la figure 2. MI et MD sont deux mémoires séparées : MI est la mémoire d'instructions et MD la mémoire de données. Quelles sont les différentes étapes pour l'exécution des instructions suivantes :

- Instructions arithmétiques/logiques/comparaison (SLT) de format R
- Instructions mémoire (format I)
- Instructions de branchement conditionnel BEQ (format I)

Donner pour chaque type d'instructions le temps d'exécution en nombre de cycles d'horloge.

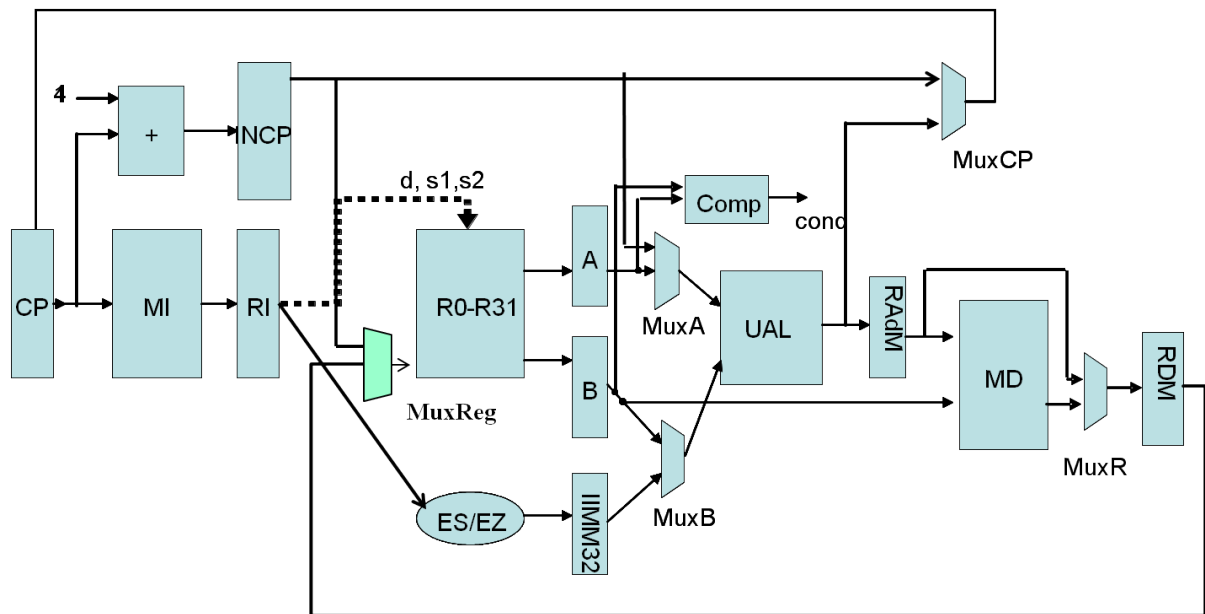


Figure 2 : chemin de données (version 2)