

Exercice 1 : Le processeur Homade (16pts)

Le processeur utilisé en TP est composé des instructions suivantes

Branchement relatif BR

0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1

Le branchement absolu

0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

Branchement relatif si Zero BZ

0 0 0 0 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1

F F F F F F F F F F F F F F F F

Branchement relatif si Non Zero BNZ

0 0 0 0 1 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1

f f f f f f f f f f f f f f f f

Les branchements relatifs ajoutent la valeur « 11111111 » au Compteur Ordinal(CO), le branchement absolu range les 32 bits suivants dans le CO.

L'instruction Call

0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

Le Return

F F F F F F F F F F F F F F F F

0 0 0 1 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

Le Halt

f f f f f f f f f f f f f f f f

0 0 0 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

Les littéraux, la valeur empilée est « 11111111 »

0 0 1 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1

Et les appels des IP : XX nombre de valeurs dépilées, YY nombre de valeurs empilées et S pour IP en moins d'un cycle si S=0 en plus d'un cycle si S=1, « 11111111 » est le numéro de l'IP à déclencher

1 X X Y Y S 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1

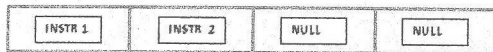
- 1) Ecrire une fonction en Hexa avec commentaires qui empile les valeurs 4,3,2,1,0 sur la pile. Donnez un programme Hexa qui appelle cette fonction et commence à l'adresse 0.
- 2) On ajoute un IP DEC qui décrémente le sommet de la pile. Il est associé au numéro d'IP 8 et fonctionne en moins d'un cycle.
 - a. Donnez tous les codes intéressants en hexa (sur 16 bits) qui déclencheront cet IP DEC avec des effets différents sur la pile, expliquez ces effets.
 - b. Ecrire en Hexa une fonction qui remplace la valeur de sommet de pile N, par la suite N, N-1, N-2, ... 1, 0
 - c. Ecrire le programme qui utilise cette fonction pour la suite 10, 9, 8, ... 0
- 3) On voudrait ajouter un IP qui effectue une lecture ou une écriture en mémoire interne du FPGA. Il ne faut pas écrire le code vhd1 ici mais juste préciser les deux instructions IP READ et WRITE, quels sont les codes hexa pour chacune et quelles doivent être les valeurs sur la pile avant l'appel. Quel sera l'état de la pile après l'appel. Donnez un exemple d'utilisation en utilisant l'instruction LIT si besoin.

Dans cette seconde partie nous allons considérer que le processeur Homade fonctionne en mode pipeline de trois étages : Fetch, Decode et eXecute. L'étage eXecute dure un cycle pour toute les

instructions de contrôle de flot et pour le IP Short ($S=0$), son temps est variable pour le IP Long ($S=1$).

- 4) Quelles sont les instructions qui entraînent une rupture de pipeline et quels sont les effets en nombres de cycles perdus ?
- 5) Quelles sont les instructions qui peuvent présenter des dépendances de données et de quel type de dépendances s'agit-il ; comment identifier ces dépendances de données entre ces instructions ?
- 6) En se limitant aux IP Longs, proposez un algorithme qui permette de déclencher un IP long à chaque cycle si il n'y a pas de dépendance de données. Quelle condition supplémentaire faut-il vérifier avant de déclencher deux IP Long sans dépendance de données ?

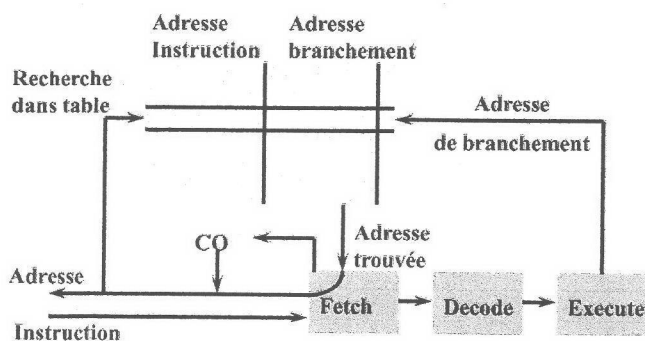
On veut mettre en place un cache d'instruction dans le processeur Homade. Pour cela on place les instructions machine non plus dans la ROM mais dans une mémoire externe au FPGA. Je vous rappelle que les instructions sont rangées par paquet de 4 instructions sur 64 bits.



- 7) Proposez une construction du cache qui permette un rangement direct mapping avec une taille de cache de 64 instructions. En particulier définir les champs du compteur ordinal et leur taille ainsi que la taille totale du cache en nombre de bits.
- 8) On veut ensuite utiliser un cache set associatif où chaque ensemble contient 2 paquets d'instruction, même analyse en tenant compte aussi de l'algorithme de remplacement.
- 9) On voudrait pouvoir garantir que certaines instructions, une fois dans le cache y resteront jusque la fin du programme. Proposez une construction d'un tel cache dans le mode qui vous semble le mieux adapté.

Exercice 2 Question de cours (4pts)

- 1 A quoi sert la prédiction de branchement ? Quel lien avec le pipe-line ?
- 2 Expliquez ce transparent du cours.



- 3 Proposez un fonctionnement permettant de faire une prédiction sur un historique de 2 accès.
- 4 Donnez un code pour lequel cela apportera un gain substantiel.