Calculatrice élémentaire

Projet d'Architecture des systèmes numériques

Rapegno Virgile et Ferreira Nathan

Instruction Set Architecture

Explication des besoins

- On souhaite réaliser une calculatrice élémentaire
- Il y a la mémoire courante (affichée après le =)
- Et une mémoire cachée accessible avec M

- Dans un premier temps on implémente :
  - L'addition, la soustraction et la multiplication
  - La mémorisation et les opérations sur la mémoire
  - L'affichage de la mémoire courante
  - L'entrée et l'utilisation de nombres signés sur 10 bits
  - Il n'y a pas de protection lors d'un dépassement de mémoire (attention à la multiplication !)

Instruction Set Architecture

Rédaction de l'ISA

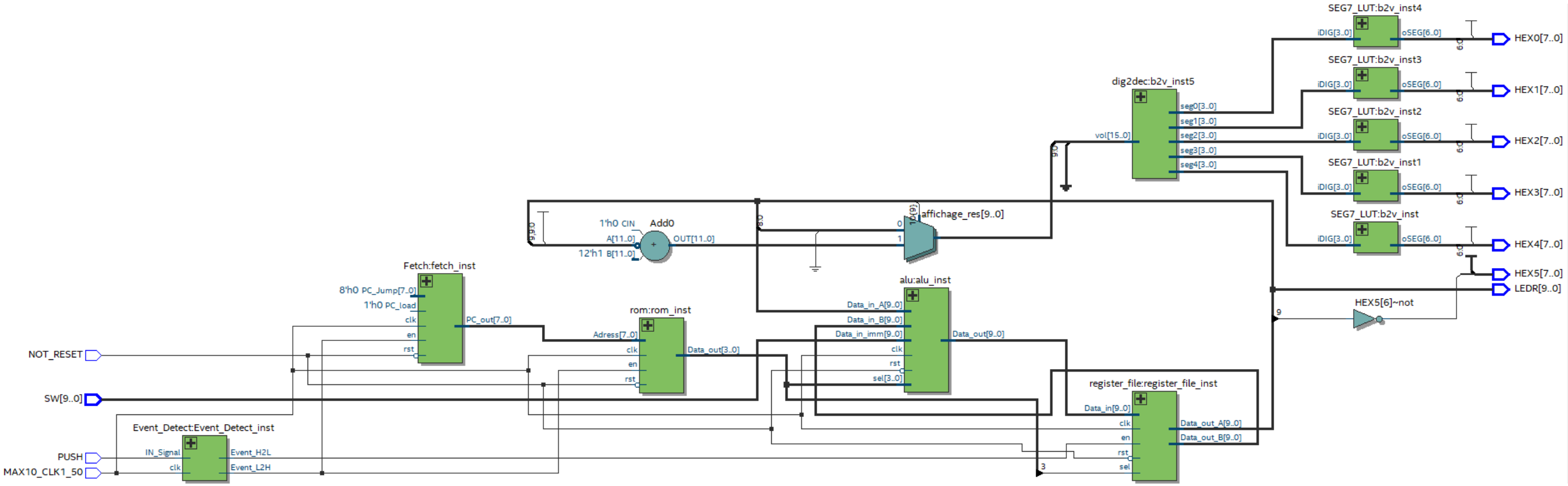
- Comme il y a une duplication des opérations sur la mémoire courante et la mémoire cachée, on encode le registre sur lequel enregistrer la sortie de l'ALU sur le bit de poids fort de l'instruction
- On utilise des OpCode de 4 bits et comme entrée un immédiat de 10 bits correspondant à un nombre signé
- Le format est donc 1 bit de mémorisation puis 3 bits d'opération, en ne considérant pas toujours l'entrée
- Un bit de poids fort valant 0 enregistre dans la mémoire courante A, et un valant 1 enregistre dans la mémoire B

Instruction Set Architecture

Mémoire	Opérateur	Type d'entrée	Mnémonique	Fonction
0	000	Int 10 bits signé	SET_A	RA = Imm
0	001	Int 10 bits signé	ADD_A_IMM	RA = RA + Imm
0	010	Int 10 bits signé	SUB_A_IMM	RA = RA - Imm
0	011	NA	OPP_A	RA = - RA
0	100	NA	ZERO_A	RA = 0
0	101	Int 10 bits signé	MUL_A_IMM	RA = RA * Imm
0	110	NA	READ_A_MEM	RA = RB
0	111	NA	MUL_A_B	RA = RA * RB
1	000	Int 10 bits signé	SET_B	RB = Imm
1	001	Int 10 bits signé	ADD_B_IMM	RB = RB + Imm
1	010	Int 10 bits signé	SUB_B_IMM	RB = RB - Imm
1	011	NA	OPP_B	RB = -RB
1	100	NA	ZERO_B	RB = 0
1	101	Int 10 bits signé	MUL_B_IMM	RB = RB * Imm
1	110	NA	READ_B_A	RB = RA
1	111	NA	MUL_B_A	RB = RB * RA

Architecture

Schéma issu du RTL Viewer



Architecture

Explications du schéma

- On remarque qu'il manque le décodeur sur le précédant schéma. En effet le jeu d'instruction est assez simple, notamment par rapport à la gestion du register file, pour qu'il ne soit pas nécessaire d'ajouter un décodeur
- Il a tout de même fallu implémenter la mémorisation et le changement d'instruction, on utilise pour cela le détecteur d'évènement sur le bouton PUSH (Key0) :
  - High to Low : lorsque l'on appuie, on mémorise la sortie de l'ALU
  - Low to High : lorsque l'on relâche, on incrémente l'adresse du Fetch pour changer d'instruction dans la ROM

Architecture

Explications du schéma

- Le register file met à disposition ses deux registres en permanence afin de réaliser les calculs en continu sur l'ALU et de permettre l'affichage
- Ainsi lorsque l'on change l'immédiat, l'ALU donne déjà en sortie le résultat attendu pour l'instruction en cours
- L'afficheur vérifie le signe, d'où la présence du multiplexeur, afin d'allumer ou non le signe – et d'afficher la valeur absolue ensuite

Simulation

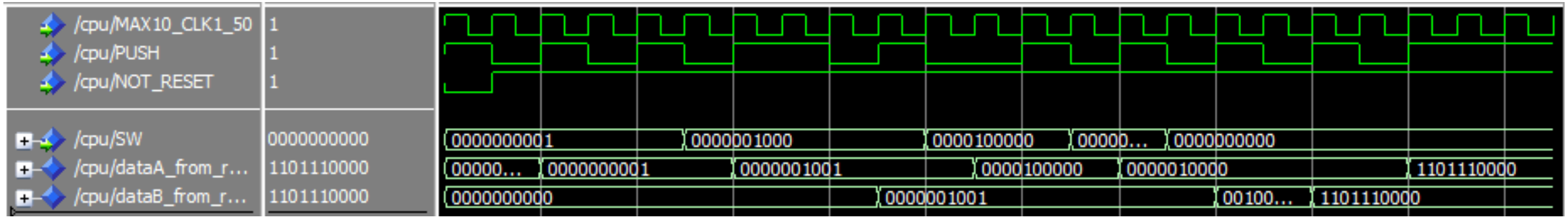
Présentation d'un test

- On implémente la suite d'instruction dans la ROM
- On affecte les bonnes valeurs aux switchs
- On appuie sur PUSH (Key0)
- On trouve les valeurs du tableau dans Mémoire A et Mémoire B
- En particulier on doit lire à la fin dans Mémoire A
  $-144_{10}=-2^9+2^8+2^6+2^5+2^4$
  $-144_2 = 1101110000$

Instruction	Mémoire A	Mémoire B	Immédiat
RESET	0	0	1
0000	1	0	1
0001	9	0	8
1110	9	9	8
0000	32	9	32
0010	16	9	16
1111	16	144	0
1011	16	-144	0
0110	-144	-144	0

Simulation

Présentation d'un test



- Attention il faut faire un PUSH (Key0) supplémentaire après un RESET
- On retrouve bien la valeur -144 en Mémoire A
- La durée des PUSH n'a pas d'importance grâce au détecteur d'évènement, ce qui facilite une interaction humaine
- Des tests similaires semblent indiquer le bon fonctionnement de la calculatrice (en évitant les cas limites de dépassement)

Implémentation sur carte

Réalisation du même test et ouverture

- On retrouve sur carte le bon fonctionnement de simulation
- Un piste d'amélioration serait de pouvoir rentrer de façon successive instructions et immédiats afin de se rapprocher d'une vraie calculatrice. Cela passerait par l'ajout d'un décodeur, et un changement de fonctionnement du bouton PUSH pour entrer une adresse d'instruction dans la ROM puis rentrer l'immédiat