PROCESSOR PART II: ALU

COL216 COMPUTER ARCHITECTURE

Submitted by

ANUP LAL NAYAK LUCKY AHIRWAR 2022CS51827 2022CS52049

Aim:

To implement 32-bit RISC-V Arithmetic Logic Unit (ALU).

Design:

In the alu.circ file we implement a multiplexer which selects the output of the operation corresponding to the ALUsel , the design have separate circuits for performing different operations.

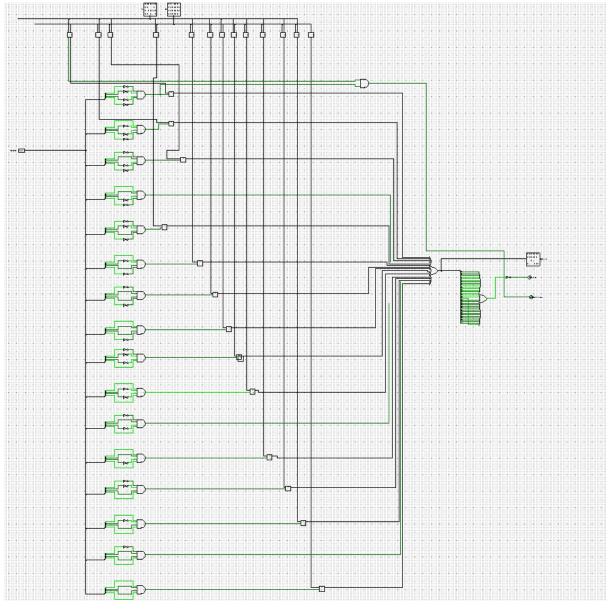
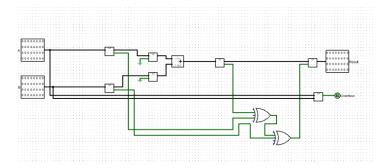


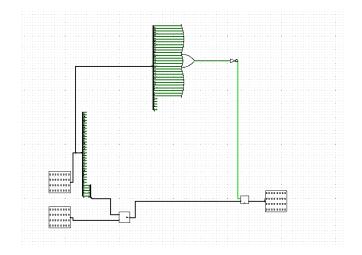
Fig1. ALU

The different operations of Arithmetic Logic Unit are :

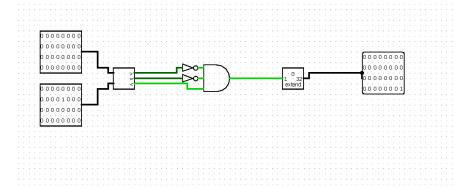
1) Add:



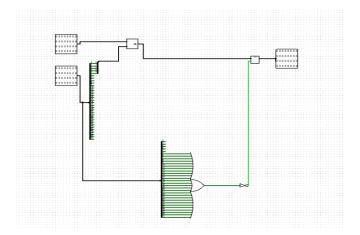
2) sll:



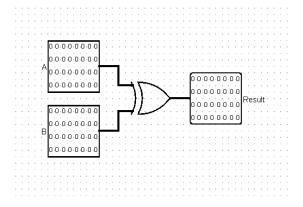
3) slt:



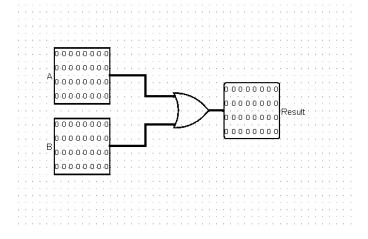
4) srl:



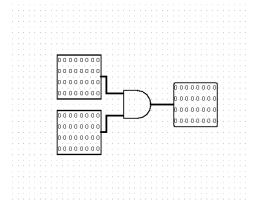
5)xor:



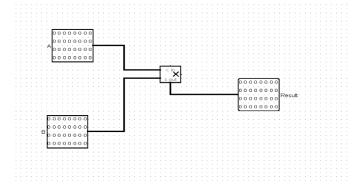
6)or:



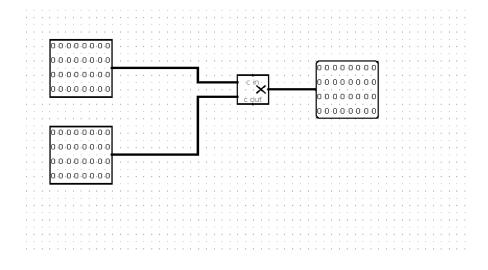
7)and:



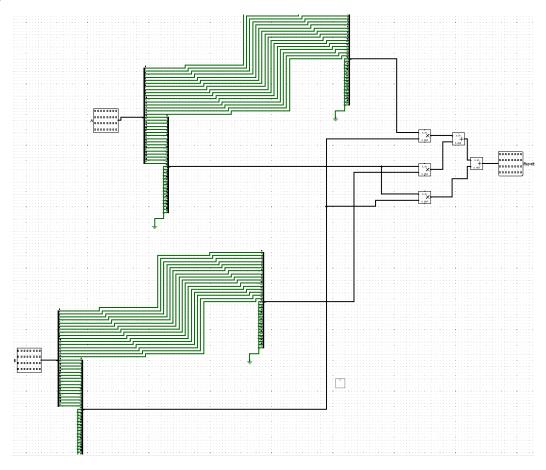
8)mulh:



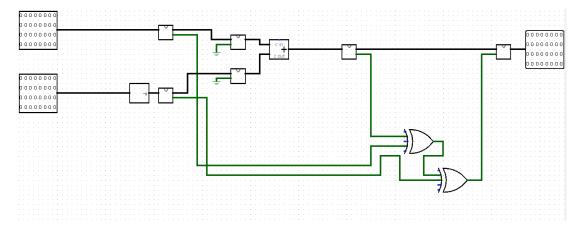
9)mul :



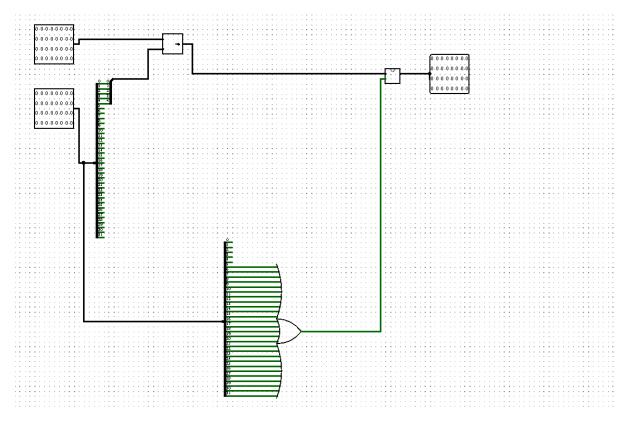
10)mulhu:



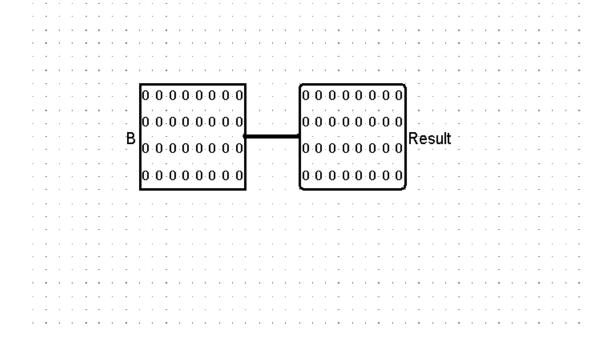
11)sub:



12)sra



13) bsel:



Test cases:

We created test cases for various operations :

													Passe	d: 159 Fa	iled: 0												
status					A							1	В				ALUSel				Re	sult				OverFlow	Zero
pass	0000	0000	0101	1101	0010	0000	1001	0110	0001	0001	0000	0000	1000	0000	0000	0001	1000	1000	0110	1010	1000	0010	0000	1001	0110	U	U
pass	0000	0000	0101	1110	0010	0000	1001	0110	0001	0001	0000	0000	1000	0000	0000	0001	1000	0000	0110	1010	1001	0010	0000	1001	0110	0	0
pass	0000	0000	0101	1111	0010	0000	1001	0110	0001	0001	0000	0000	1000	0000	0000	0001	1000	1000	0110	1010	1010	0010	0000	1001	0110	0	0
pass	0000	0000	0110	0000	0010	0000	1001	0110	0001	0001	0000	0000	1000	0000	0000	0001	1000	0000	0110	1010	1011	0010	0000	1001	0110	0	0
pass	0000	0000	0110	0001	0010	0000	1001	0110	0001	0001	0000	0000	1000	0000	0000	0001	1000	1000	0110	1010	1100	0010	0000	1001	0110	0	0
pass	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0001	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0001	1001	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0	1
pass	0000	0000	0000	0001	0010	0000	1001	0110	0001	0001	0000	0000	1000	0000	0000	0001	1001	0000	0000	0000	0000	0001	0011	0010	1010	0	0
pass	0000	0000	0000	0010	0010	0000	1001	0110	0001	0001	0000	0000	1000	0000	0000	0001	1001	0000	0000	0000	0000	0010	0100	0010	1011	0	0
pass	0000	0000	0000	0011	0010	0000	1001	0110	0001	0001	0000	0000	1000	0000	0000	0001	1001	0000	0000	0000	0000	0011	0101	0010	1011	0	0
pass	0000	0000	0000	0100	0010	0000	1001	0110	0001	0001	0000	0000	1000	0000	0000	0001	1001	0000	0000	0000	0000	0100	0110	0010	1100	0	0
pass	0000	0000	0000	0101	0010	0000	1001	0110	0001	0001	0000	0000	1000	0000	0000	0001	1001	0000	0000	0000	0000	0101	0111	0010	1100	0	0
pass	0000	0000	0000	0110	0010	0000	1001	0110	0001	0001	0000	0000	1000	0000	0000	0001	1001	0000	0000	0000	0000	0110	1000	0010	1101	0	0
pass	0000	0000	0000	0111	0010	0000	1001	0110	0001	0001	0000	0000	1000	0000	0000	0001	1001	0000	0000	0000	0000	0111	1001	0010	1101	0	0
pass	0000	0000	0000	1000	0010	0000	1001	0110	0001	0001	0000	0000	1000	0000	0000	0001	1001	0000	0000	0000	0000	1000	1010	0010	1110	0	0
pass	0000	0000	0000	1001	0010	0000	1001	0110	0001	0001	0000	0000	1000	0000	0000	0001	1001	0000	0000	0000	0000	1001	1011	0010	1110	0	0
pass	0000	0000	0000	1010	0010	0000	1001	0110	0001	0001	0000	0000	1000	0000	0000	0001	1001	0000	0000	0000	0000	1010	1100	0010	1111	0	0
pass	0000	0000	0000	1011	0010	0000	1001	0110	0001	0001	0000	0000	1000	0000	0000	0001	1001	0000	0000	0000	0000	1011	1101	0010	1111	0	0
pass	0000	0000	0000	1100	0010	0000	1001	0110	0001	0001	0000	0000	1000	0000	0000	0001	1001	0000	0000	0000	0000	1100	1110	0011	0000	0	0
pass	0000	0000	0000	1101	0010	0000	1001	0110	0001	0001	0000	0000	1000	0000	0000	0001	1001	0000	0000	0000	0000	1101	1111	0011	0000	0	0
pass	0000	0000	0000	1110	0010	0000	1001	0110	0001	0001	0000	0000	1000	0000	0000	0001	1001	0000	0000	0000	0000	1111	0000	0011	0001	0	0
pass	0000	0000	0000	1111	0010	0000	1001	0110	0001	0001	0000	0000	1000	0000	0000	0001	1001	0000	0000	0000	0001	0000	0001	0011	0001	0	0
pass	0000	0000	0001	0000	0010	0000	1001	0110	0001	0001	0000	0000	1000	0000	0000	0001	1001	0000	0000	0000	0001	0001	0010	0011	0010	0	0
pass	0000	0000	0001	0001	0010	0000	1001	0110	0001	0001	0000	0000	1000	0000	0000	0001	1001	0000	0000	0000	0001	0010	0011	0011	0010	0	0
pass	0000	0000	0001	0010	0010	0000	1001	0110	0001	0001	0000	0000	1000	0000	0000	0001	1001	0000	0000	0000	0001	0011	0100	0011	0011	0	0
pass	0000	0000	0001	0011	0010	0000	1001	0110	0001	0001	0000	0000	1000	0000	0000	0001	1001	0000	0000	0000	0001	0100	0101	0011	0011	0	0
pass	0000	0000	0001	0100	0010	0000	1001	0110	0001	0001	0000	0000	1000	0000	0000	0001	1001	0000	0000	0000	0001	0101	0110	0011	0100	0	0
pass	0000	0000	0001	0101	0010	0000	1001	0110	0001	0001	0000	0000	1000	0000	0000	0001	1001	0000	0000	0000	0001	0110	0111	0011	0100	0	0
pass	0000	0000	0001	0110	0010	0000	1001	0110	0001	0001	0000	0000	1000	0000	0000	0001	1001	0000	0000	0000	0001	0111	1000	0011	0101	0	0
pass	0000	0000	0001	0111	0010	0000	1001	0110	0001	0001	0000	0000	1000	0000	0000	0001	1001	0000	0000	0000	0001	1000	1001	0011	0101	0	0
pass	0000	0000	0001	1000	0010	0000	1001	0110	0001	0001	0000	0000	1000	0000	0000	0001	1001	0000	0000	0000	0001	1001	1010	0011	0110	0	0
pass	0000	0000	0001	1001	0010	0000	1001	0110	0001	0001	0000	0000	1000	0000	0000	0001	1001	0000	0000	0000	0001	1010	1011	0011	0110	0	0
pass	0000	0000	0001	1010	0010	0000	1001	0110	0001	0001	0000	0000	1000	0000	0000	0001	1001	0000	0000	0000	0001	1011	1100	0011	0111	0	0
pass	0000	0000	0001	1011	0010	0000	1001	0110	0001	0001	0000	0000	1000	0000	0000	0001	1001	0000	0000	0000	0001	1100	1101	0011	0111	0	0
pass	0000	0000	0001	1100	0010	0000	1001	0110	0001	0001	0000	0000	1000	0000	0000	0001	1001	0000	0000	0000	0001	1101	1110	0011	1000	0	0

												_		d: 159 Fa	iiled: 0			1			_						
tatus	0000	0000	03.00		0010	0000	3.003	0110	0003	0003	0000	0000		0000	0000	0003	ALUSel 1000	10000	0110	1001		sult	0000	3.003	0110	OverFlow	Zero
ass								0110								0001	1000			1001				1001		0	0
ass								0110				0000				0001	1000			1001	0101	0010		1001	0110	0	0
ass			0100					0110					1000			0001	1000			1001	0110				0110	o	0
ass	0000	0000	0100	1100	0010	0000	1001	0110	0001	0001	0000	0000	1000	0000	0000	0001	1000	0000	0110	1001	0111	0010	0000	1001	0110	0	0
ass	0000	0000	0100	1101	0010	0000	1001	0110	0001	0001	0000	0000	1000	0000	0000	0001	1000	1000	0110	1001	1000	0010	0000	1001	0110	0	0
ass	0000	0000	0100	1110	0010	0000	1001	0110	0001	0001	0000	0000	1000	0000	0000	0001	1000	0000	0110	1001	1001	0010	0000	1001	0110	0	0
ass	0000	0000	0100	1111	0010	0000	1001	0110	0001	0001	0000	0000	1000	0000	0000	0001	1000	1000	0110	1001	1010	0010	0000	1001	0110	0	0
ass	0000	0000	0101	0000	0010	0000	1001	0110	0001	0001	0000	0000	1000	0000	0000	0001	1000	0000	0110	1001	1011	0010	0000	1001	0110	0	0
ass	0000	0000	0101	0001	0010	0000	1001	0110	0001	0001	0000	0000	1000	0000	0000	0001	1000	1000	0110	1001	1100	0010	0000	1001	0110	0	0
ass	0000	0000	0101	0010	0010	0000	1001	0110	0001	0001	0000	0000	1000	0000	0000	0001	1000	0000	0110	1001	1101	0010	0000	1001	0110	0	0
ass	0000	0000	0101	0011	0010	0000	1001	0110	0001	0001	0000	0000	1000	0000	0000	0001	1000	1000	0110	1001	1110	0010	0000	1001	0110	0	0
ass	0000	0000	0101	0100	0010	0000	1001	0110	0001	0001	0000	0000	1000	0000	0000	0001	1000	0000	0110	1001	1111	0010	0000	1001	0110	0	0
ass	0000	0000	0101	0101	0010	0000	1001	0110	0001	0001	0000	0000	1000	0000	0000	0001	1000	1000	0110	1010	0000	0010	0000	1001	0110	0	0
ass	0000	0000	0101	0110	0010	0000	1001	0110	0001	0001	0000	0000	1000	0000	0000	0001	1000	0000	0110	1010	0001	0010	0000	1001	0110	0	0
ass	0000	0000	0101	0111	0010	0000	1001	0110	0001	0001	0000	0000	1000	0000	0000	0001	1000	1000	0110	1010	0010	0010	0000	1001	0110	0	0
ass	0000	0000	0101	1000	0010	0000	1001	0110	0001	0001	0000	0000	1000	0000	0000	0001	1000	0000	0110	1010	0011	0010	0000	1001	0110	0	0
ass	0000	0000	0101	1001	0010	0000	1001	0110	0001	0001	0000	0000	1000	0000	0000	0001	1000	1000	0110	1010	0100	0010	0000	1001	0110	0	0
ass	0000	0000	0101	1010	0010	0000	1001	0110	0001	0001	0000	0000	1000	0000	0000	0001	1000	0000	0110	1010	0101	0010	0000	1001	0110	0	0
ass	0000	0000	0101	1011	0010	0000	1001	0110	0001	0001	0000	0000	1000	0000	0000	0001	1000	1000	0110	1010	0110	0010	0000	1001	0110	0	0
ass	0000	0000	0101	1100	0010	0000	1001	0110	0001	0001	0000	0000	1000	0000	0000	0001	1000	0000	0110	1010	0111	0010	0000	1001	0110	0	0
ass			0101							0001						0001	1000			1010					0110	0	0
ass								0110							0000		1000			1010						0	0
ass								0110		0001						0001	1000			1010						0	0
ass								0110								0001	1000			1010						0	0
ass								0110								0001	1000			1010						0	0
ass			0000							0000						0001	1001			0000						0	1
ass			0000												0000		1001			0000						0	0
ass			0000							0001						0001	1001			0000						0	0
ass			0000							0001						0001	1001			0000				0010		0	0
ass															0000		1001			0000						0	0
ass				- 111 - 111				0110		0001						0001	1001			0000			- 10 10 10	0010		0	0
ass										0001			2000			0001	1001			0000						0	
ass	0000	0000	0000	0111	0010	0000	1001	0110	0001	0001	0000	0000	1000	0000	0000	0001	1001	0000	0000	0000	0000	0111	1001	0010	1101	0	0