

I-type: addi, lw, jalr, slli
 R-type: add, xor, mul
 S-type: sw, sb
 SB-type: beq, bge
 U-type: lui, auipc
 UJ-type: jal

در این فایل چند مورد مثال برای توضیح تمرین اسمبلر حل شده.
 همه اطلاعاتی که برای حل سوال نیاز داریم داخل جدول زیر هستش.
 تایپ دستورات رو هم آگه فراموش کردین داخل باکس روبرو آورده شده.

31	27	26	25	24	20	19	15	14	12	11	7	6	0	
funct7				rs2		rs1	funct3		rd		opcode			R-type
imm[11:0]						rs1	funct3		rd		opcode			I-type
imm[11:5]				rs2		rs1	funct3		imm[4:0]		opcode			S-type
imm[12:10:5]				rs2		rs1	funct3		imm[4:1:11]		opcode			SB-type
imm[31:12]									rd		opcode			U-type
imm[20:10:11:19:12]									rd		opcode			UJ-type

RV32I Base Instruction Set

imm[31:12]					rd		0110111	LUI
imm[31:12]					rd		0010111	AUIPC
imm[20:10:11:19:12]					rd		1101111	JAL
imm[11:0]			rs1	000	rd		1100111	JALR
imm[12:10:5]		rs2	rs1	000	imm[4:1:11]	1100011		BEQ
imm[12:10:5]		rs2	rs1	001	imm[4:1:11]	1100011		BNE
imm[12:10:5]		rs2	rs1	100	imm[4:1:11]	1100011		BLT
imm[12:10:5]		rs2	rs1	101	imm[4:1:11]	1100011		BGE
imm[12:10:5]		rs2	rs1	110	imm[4:1:11]	1100011		BLTU
imm[12:10:5]		rs2	rs1	111	imm[4:1:11]	1100011		BGEU
imm[11:0]			rs1	000	rd		0000011	LB
imm[11:0]			rs1	001	rd		0000011	LH
imm[11:0]			rs1	010	rd		0000011	LW
imm[11:0]			rs1	100	rd		0000011	LBU
imm[11:0]			rs1	101	rd		0000011	LHU
imm[11:5]		rs2	rs1	000	imm[4:0]	0100011		SB
imm[11:5]		rs2	rs1	001	imm[4:0]	0100011		SH
imm[11:5]		rs2	rs1	010	imm[4:0]	0100011		SW
imm[11:0]			rs1	000	rd		0010011	ADDI
imm[11:0]			rs1	010	rd		0010011	SLTI
imm[11:0]			rs1	011	rd		0010011	SLTIU
imm[11:0]			rs1	100	rd		0010011	XORI
imm[11:0]			rs1	110	rd		0010011	ORI
imm[11:0]			rs1	111	rd		0010011	ANDI
0000000		shamt	rs1	001	rd		0010011	SLLI
0000000		shamt	rs1	101	rd		0010011	SRLI
0100000		shamt	rs1	101	rd		0010011	SRAI
0000000		rs2	rs1	000	rd		0110011	ADD
0100000		rs2	rs1	000	rd		0110011	SUB
0000000		rs2	rs1	001	rd		0110011	SLL
0000000		rs2	rs1	010	rd		0110011	SLT
0000000		rs2	rs1	011	rd		0110011	SLTU
0000000		rs2	rs1	100	rd		0110011	XOR
0000000		rs2	rs1	101	rd		0110011	SRL
0100000		rs2	rs1	101	rd		0110011	SRA
0000000		rs2	rs1	110	rd		0110011	OR
0000000		rs2	rs1	111	rd		0110011	AND
0000	pred	succ	00000	000	00000	0001111		FENCE
0000	0000	0000	00000	001	00000	0001111		FENCE.I
0000000000000			00000	000	00000	1110011		ECALL
0000000000001			00000	000	00000	1110011		EBREAK
csr			rs1	001	rd		1110011	CSRWR
csr			rs1	010	rd		1110011	CSRWS
csr			rs1	011	rd		1110011	CSRRC
csr			zimm	101	rd		1110011	CSRRCI
csr			zimm	110	rd		1110011	CSRRCI
csr			zimm	111	rd		1110011	CSRRCI

دستور lui:

(مشابه auipc)

این دستور U-type است پس با توجه به جدول زیر:

31	27	26	25	24	20	19	15	14	12	11	7	6	0	
funct7				rs2		rs1		funct3		rd		opcode		R-type
imm[11:0]						rs1		funct3		rd		opcode		I-type
imm[11:5]				rs2		rs1		funct3		imm[4:0]		opcode		S-type
imm[12 10:5]				rs2		rs1		funct3		imm[4:1 11]		opcode		SB-type
imm[31:12]										rd		opcode		U-type
imm[20 10:1 11 19:12]										rd		opcode		UJ-type

خانه ۰ تا ۶ : opcode

۷ تا ۱۱ : rd

۱۲ تا ۳۱ : imm

Opcode مربوط به این دستور طبق جدول 0110111 است.

imm[31:12]											rd	0110111	LUI
------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	---------	-----

به عنوان مثال دستور زیر را در نظر بگیرید.

l1 : lui x5 0x003d1

opcode: 0110111

imm: $(0x003d1)_{16} \Rightarrow (00000000001111010001)_2$

rd: x5 $\Rightarrow (00101)_2$

imm[31:12]											rd	0110111	LUI
------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	---------	-----

imm	rd	opcode
00000000001111010001	00101	0110111

answer:

$(00000000001111010001001010110111)_2 \Rightarrow : (0x003d12b7)_{16}$

دستور jalr:

(مشابه lb, lbu, lw)

این دستور I-type است پس باتوجه به جدول زیر

31	27	26	25	24	20	19	15	14	12	11	7	6	0		
funct7				rs2		rs1	funct3		rd		opcode			R-type	
imm[11:0]						rs1	funct3		rd		opcode			I-type	
imm[11:5]				rs2		rs1	funct3		imm[4:0]		opcode			S-type	
imm[12:10:5]				rs2		rs1	funct3		imm[4:1:11]		opcode			SB-type	
imm[31:12]										rd		opcode			U-type
imm[20:10:1:11:19:12]										rd		opcode			UJ-type

خانه ۰ تا ۶ : opcode

۷ تا ۱۱ : rd

۱۲ تا ۱۴ : funct3

۱۵ تا ۱۹ : rs1

۲۰ تا ۳۱ : imm

Opcode مربوط به این دستور طبق جدول 1100111 است

imm[11:0]	rs1	000	rd	1100111	JALR
-----------	-----	-----	----	---------	------

به عنوان مثال دستور زیر را در نظر بگیرید:

l1 : jalr x1 , 0x019 (x25)

opcode: 1100111

rd: $(1)_{10} \Rightarrow (00001)_2$

imm: $(0x019)_{16} \Rightarrow (000000011001)_2$

rs1: $(25)_{10} \Rightarrow (11001)_2$

imm[11:0]	rs1	000	rd	1100111	JALR
-----------	-----	-----	----	---------	------

Imm	rs1	000	rd	opcode
000000011001	11001	000	00001	1100111

answer:

$(00000001100111001000000011100111)_2 \Rightarrow : (0x019c80e7)_{16}$

دستور xor :

(مشابه sll, or, and)

این دستور R-type است پس باتوجه به جدول زیر

31	27	26	25	24	20	19	15	14	12	11	7	6	0	
funct7				rs2		rs1		funct3		rd		opcode		R-type
imm[11:0]						rs1		funct3		rd		opcode		I-type
imm[11:5]				rs2		rs1		funct3		imm[4:0]		opcode		S-type
imm[12 10:5]				rs2		rs1		funct3		imm[4:1 11]		opcode		SB-type
imm[31:12]										rd		opcode		U-type
imm[20 10:1 11 19:12]										rd		opcode		UJ-type

خانه ۰ تا ۶ : opcode

۷ تا ۱۱ : rd

۱۲ تا ۱۴ : funct3

۱۵ تا ۱۹ : rs1

۲۰ تا ۲۴ : rs2

۲۵ تا ۳۱ : funct7

Opcode مربوط به این دستور طبق جدول 0110011 است

0000000	rs2	rs1	100	rd	0110011	XOR
---------	-----	-----	-----	----	---------	-----

به عنوان مثال دستور زیر را در نظر بگیرید:

l2 : xor x24 , x19 , x26

opcode: 0110011

rd: $(24)_{10} \Rightarrow (11000)_2$

rs1: $(19)_{10} \Rightarrow (10011)_2$

rs2: $(26)_{10} \Rightarrow (11010)_2$

0000000	rs2	rs1	100	rd	0110011	XOR
---------	-----	-----	-----	----	---------	-----

0000000	rs2	rs1	100	rd	opcode
0000000	11010	10011	100	11000	0110011

answer:

$(00000001101010011100110000110011)_2 \Rightarrow : (0x01a9cc33)_{16}$

دستور jal:

این دستور UJ-type است پس باتوجه به جدول زیر

31	27	26	25	24	20	19	15	14	12	11	7	6	0	
funct7				rs2		rs1		funct3		rd		opcode		R-type
imm[11:0]						rs1		funct3		rd		opcode		I-type
imm[11:5]				rs2		rs1		funct3		imm[4:0]		opcode		S-type
imm[12:10:5]				rs2		rs1		funct3		imm[4:1 11]		opcode		SB-type
imm[31:12]										rd		opcode		U-type
imm[20:10:1 11:19:12]										rd		opcode		UJ-type

خانه ۰ تا ۶ : opcode

۷ تا ۱۱ : rd

۱۲ تا ۳۱ : imm (با ترتیب مشخص شده)

Opcode مربوط به این دستور طبق جدول 1101111 است.

imm[20 10:1 11 19:12]										rd	1101111	JAL
-----------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	---------	-----

به عنوان مثال دستور زیر را در نظر بگیرید:

l1 : jal x0, l5

opcode: 1101111

rd: x0 => 00000

current label: l1

to go label: l5

distance: (to go label – current label) * 2 = (5 – 1)*2 = 8 => 1000

چون مقدار distance مثبت شده باید پشتش ۰ بذاریم تا به ۲۰ بیت برسد.

distance => 00000000000000001000

imm[20 10:1 11 19:12]										rd	1101111	JAL
-----------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	---------	-----

imm[20]	imm[10:1]	imm[11]	imm[19:12]	rd	1101111
0	0000001000	0	00000000	00000	1101111

answer:

(0000000100000000000000001101111)₂ => : (0x0100006f)₁₆

مثال دوم از این دستور درحالتی که مقدار distance منفی شود:

l11 : jal x3 , l8

opcode: 1101111

rd: x3 => 00011

current label: l11

to go label: l8

distance: to go label – current label * 2 = (8 – 11)*2 = -6 => 1111111111111010

چون مقدار distance منفی شده باید پشتش ۱ بذاریم تا به ۲۰ بیت برسد.

distance=> 11111111111111111010

imm[20]	imm[10:1]	imm[11]	imm[19:12]	rd	1101111
1	1111111010	1	11111111	00011	1101111

answer:

$(1111111101011111111000111101111)_2 \Rightarrow : (0xff5ff1ef)_{16}$