



**המכללה האקדמית תל אביב יפו
בית הספר למדעי המחשב**

**ארכיטקטורת מחשבים כלכלה, 121118
ד"ר כרמי מרימוביץ, ד"ר שטיין אסתר
תשפ"ג, סמסטר ב', מועד א', 26/06/2023**

--	--	--	--	--	--	--	--	--

מספר זהות:

**משך הבחינה: 3 שעות
חומר עזר: דפי נוסחאות**

בבחינה 18 שאלות, יש לענות על כולן. משקל השאלות אינו זהה ויצויין לצד כל שאלה.
בכל שאלה יש לסמן את התשובה הנכונה ביותר (אחת בלבד).

בכל המכונות מבחינת המעבד לכל בית יש כתובת (byte addressable).
כל המכונות הינן little endian.

בהצלחה!



	0	4	8	C
03C54EB90	3786F901	0445F001	3242F001	2B876C01
03C54EB90	2EE6DC01	22499801	0C6F4801	33BCF801
03C54EBA0	0F253001	32548401	2D702401	0D035C01
	0	4	8	C
0442F7310	16CE400F	306B780F	216B840F	2E41C80F
0442F7320	26B7F80F	0F5E900F	3281600F	07E77C0F
0442F7330	38C9F80F	2D69E40F	0FC6400F	3738680F
0442F7340	3417880F	08101C0F	3F69C80F	2C05800F
0442F7350	18ED1C0F	13B8600F	19CF700F	1974100F
	0	4	8	C
1F1C29DB0	2046280F	308B540F	1048C40F	0277280F
1F1C29DC0	3BEF2C0F	3C76000F	3876E80F	1F680C0F
1F1C29DD0	37B6640F	29E5940F	36FEE80F	1705F40F
1F1C29DE0	3B6F780F	34C0A00F	2B89300F	3A42280F
	0	4	8	C
20DDC4610	18638C0F	1AC8AC0F	2181D40F	1E1BA80F
20DDC4620	22476C0F	13EBC00F	3B68040F	2C2B780F



20DDC4630	2E689C0F 1445F00F 34C6300F 19273C0F
20DDC4640	22A4740F 145F200F 01593C0F 18CCE80F
	0 4 8 C
29B82FEE0	3AAAD801 01B89001 0F8A3C01 246BF401
29B82FEF0	2C5C7401 318AEC01 23E62C01 1A08C001
29B82FF00	273B0C01 0002A801 284F6401 33E65001
29B82FF10	2DF85801 35A4A401 2697D001 163A5801
	0 4 8 C
2B069C550	05F7F801 2BA42001 0AEDB801 22BE0401
2B069C560	152F4801 27D5AC01 3A51B801 1D16CC01
2B069C570	04510001 0F049801 01092001 036F1001
2B069C580	035FFC01 3706E001 1F592801 253E2C01
	0 4 8 C
2D67620C0	12CC1001 2A7B4001 3325DC01 3A08DC01
2D67620D0	331D0001 0DE33001 0CC19801 3133DC01
2D67620E0	06D13C01 7C70A401 1C4CA001 329AA801
2D67620F0	2D9B9001 01A44C01 33917C01 3BB1BC01
	0 4 8 C
343B815B0	1B335401 2EBDF001 2D2B3001 0C833001
343B815E0	3993A401 3B14C401 14812C01 055F2001
343B815F0	3561A401 2E23D401 271BA801 2A8E8401
343B81600	2BB92C01 03FCF001 09743001 3425A001

שאלה מס' 1 (5 נק')

נתונה קודם תמונת זיכרון חלקית. נתון שכתובת וירטואלית היא מהצורה (10,10,12). כתובת פיזית היא 36 ביטים. נודל כניסה לבטלת התירום 4 בתים. 10 הביטים הנמוכים של כל כניסה הם דגלים. הוויד הוא הביט הנמוך ביותר. מספר הדף בו נמצאת הטבלה החיצונית מצוי ב-22 הביטים הימניים של המספר 0xAF2D6762 לאיזה כתובת פיזית תתורגם הכתובת הוירטואלית 0x0E771F2F.

א. 0x0F1D80F2F

ב. 0x0F1D90F2F

ג. 0x03C760F2F

ד. אי אפשר לדעת.

ה. התשובות האחרות שגויות.



שאלה מס' 2 (5 נק')

יש לקמפל את הפקודה הבאה: `bge x26,x18,-58`.

א. `0xFD2D53E3`.

ב. `0xFD2D52E3`.

ג. `0xFD2D54E3`.

ד. `0xFD5AA3E3`.

ה. התשובות האחרות שגויות.

שאלה מס' 3 (5 נק')

פענחו את פקודת המכונה הבאה: `0x56E1863`

א. `bne x28,x22,80`.

ב. `bne x28,x22,40`.

ג. `beq x14,x22,80`.

ד. `bne x14,x11,40`.

ה. התשובות האחרות שגויות.

שאלה מס' 4 (5 נק')

רוחב בס הנתונים 16 ביטים. המטמון מסודר בצורה 4 קבוצתית אסוציאטיבית ושומר 4MB מהזיכרון הראשי. גודל ה-tag הוא 42 ביטים. מה רוחב כתובת במעבד?

א. 62.

ב. 59.

ג. 61.

ד. 60.

ה. התשובות האחרות שגויות.

מוסיפים את הפקודה הבאה (משקולי ביצועים):

נתון ה datapath וה control של ה RISC-V כי שנלמד בכיתה עם חוספופ המוסברות מתחת לשרטוט:

הניחו שנתונים הדברים הבאים:

אות (ביט אחד) המסומן בשם `sneq` ויוצא מה `control`, שערכו 1 אם ורק אם הפקודה המתבצעת כעת הינה `sneq`, ו 0 אחרת.

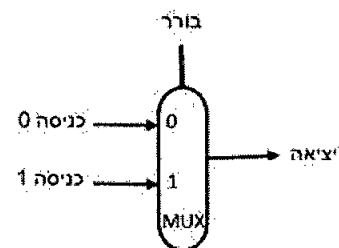
ל-Register File הוסיפו עוד יציאה בשם Read.RD המסומנת בשרטוט למעלה, וקוראת את ערכו של רגיסטר התוצאה ה-Rd (בנוסף ל-Read data 1 ו-Read data 2 שקוראות את הערכים של rs1 ו-rs2 בהתאמה).

בכניסת ה-address לתוך זיכרון ה-Data memory נוסף MUX המסומן ב-נוכח, ומשורטט כאן. כניסת ה-0 שלו מגיעה מתוצאה המחושבת ב-ALU, וכניסת ה-1 שלו מגיעה מהיציאה הנוספת Read RD. הבורר הינו האות sneq שהוסבר לעיל.

המלבן המסומן באות A מסמן רכיב כלשהו, עליו תישאלו בהמשך.



נגדיר את היציאות והכניסות של הבורר (MUX) בשמות הבאים:



בנוסף נתונה הטבלה של ה ALU control

opcode	ALUOp	Operation	Opcode field	ALU function	ALU control
ld	00	load register	XXXXXXXXXX	add	0010
sd	00	store register	XXXXXXXXXX	add	0010
beq	01	branch on equal	XXXXXXXXXX	subtract	0110
R-type	10	add	100000	add	0010
		subtract	100010	subtract	0110
		AND	100100	AND	0000
		OR	100101	OR	0001

שאלה מס' 5 (6 נק')

מה יהיה הערך של ה-code.op עבור הפקודה sneq?

- א. 0x33.
- ב. 0x3.
- ג. 0x63.
- ד. 0x6F.
- ה. 0x23.

ו. התשובות האחרות שגויות.

שאלה מס' 6 (6 נק')

הרכיב המסומן באות A בשרטוט של ה RISC-V הינו בורר המקבל את האות sneq בכניסת הבורר, ואת היציאה Read data 2 מה- Register File בכניסה 0. מהי האפשרות המתאימה ביותר לכניסה 1?

- א. יציאת ה Zero מה ALU המורחבת ל 64 סיביות
- ב. 0x0.

ג. יציאת ה Imm Gen.

ד. יציאת ה ALU result.

ה. יציאת ה Zeron מה ALU במהופך (זאת אומרת not zero) המורחבת ל 64 סיביות.

ו. התשובות האחרות שגויות.



שאלה מס' 7 (6 נק')

מהי הנוסחה המתאימה ליציאת ה MemWrite ב Control עבור הפקודה הזו?

א. $zero \wedge sneq$

ב. $(not\ zero) \wedge sneq$

ג. $(not\ zero) \vee sneq$

ד. $zero \vee sneq$

ה. $sneq$

ו. התשובות האחרות שגויות.

שאלה מס' 8 (6 נק')

מהי הנוסחה המתאימה ליציאת ה RegWrite ב Control עבור הפקודה הזו?

א. $(not\ zero) \wedge sneq$

ב. $zero \wedge sneq$

ג. $(not\ zero) \vee sneq$

ד. $zero \vee sneq$

ה. $sneq$

ו. התשובות האחרות שגויות.

שאלה מס' 9 (6 נק')

מה יהיה הערך בכניסת ה ALU control עבור פקודה זו?

א. 0110

ב. 0010

ג. 0000

ד. 0001

ה. התשובות האחרות שגויות.



חלק ג [30 נקודות]

נתון קטע הקוד הבא בשפת האסמבלי של ה RISC-V :

```
L1: ld    X2, 0(X5)
      add  X4, X1, X2/*
      sd   X4, 0(X5)
      add  X5, X5, X2/**
      bneq X5, X6, L1
```

נתון כי ערכי הרגיסטרים והזיכרון לפני תחילת ביצוע קטע הקוד הינם:

$X1 = 8, X2 = 8, X4 = -16, X5 = 1000, X6 = 992$

בכתובת 992 בזיכרון יושב הערך 0 (בייצוג של double word) ובכתובת 1000 יושב הערך -8 (בייצוג של double word)

שאלה מס' 10 (6 נק')

הניחו כי המעבד הוא one cycle (ללא pipeline). כמה פעמים תתבצע הלולאה L1?

- פעם אחת.
- פעמיים.
- יותר מפעמיים.
- לא ניתן לדעת.
- לולאה אינסופית.
- התשובות האחרות שגויות.

שאלה מס' 11 (6 נק')

הניחו כי המעבד הוא מצוור (pipelined) ללא טיפול ב data hazards (ז"א המתכנת אחראי להכניס nop במקומות המתאימים בכדי שהקוד יתבצע כהלכה, ובסעיף זה אין להוסיף nop). מה יהיה הערך שייכתב ל X5 בתום ביצוע פקודת ה add המסומנת ב **?

- 992.
- 1000.
- 1008.
- 984.
- 1016.
- התשובות האחרות שגויות.

שאלה מס' 12 (6 נק')

הניחו כי המעבד הוא מצוור (pipelined) ללא טיפול ב hazards (ז"א המתכנת אחראי להכניס nop במקומות המתאימים בכדי שהקוד יתבצע כהלכה, ובסעיף זה אין להוסיף nop). מה יהיו הערכים בזיכרון בתום פקודת ה sd באיטראציה הראשונה?

- $M[1000] = -16, M[992] = 0$.
- $M[1000] = 16, M[992] = 0$.
- $M[1000] = 0, M[992] = 0$.
- $M[1000] = -8, M[992] = 0$.
- $M[1000] = 0, M[992] = 8$.
- התשובות האחרות שגויות.



שאלה מס' 13 (6 נק')

הניחו כי המעבד הוא מצונר (pipelined) ללא טיפול ב hazards (ז"א המתכנת אחראי להכניס nop במקומות המתאימים בכדי שהקוד יתבצע כהלכה). הניחו גם שהחומרה עוצרת fetch בזמן ביצוע פקודות קפיצה עד לסיום הביצוע. מהו מספר פקודות nop המינימלי שיש להוסיף בכדי שהקוד יתבצע כפי שתוכנן?

- א. התשובות האחרות שגויות.
- ב. 8.
- ג. 7.
- ד. 5.
- ה. 3.
- ו. 2.

שאלה מס' 14 (6 נק')

הניחו כי המעבד הוא מצונר (pipelined) עם תוספת של forwarding או bypassing לטיפול ב-data hazard בלבד כפי שנלמדו בכיתה. הניחו גם שהחומרה עוצרת fetch בזמן ביצוע פקודות קפיצה עד לסיום הביצוע. מהו מספר פקודות nop המינימלי שיש להוסיף בכדי שהקוד יתבצע כפי שתוכנן?

- א. 1.
- ב. 0.
- ג. 2.
- ד. 3.
- ה. 4.
- ו. התשובות האחרות שגויות.



חלק ד [20 נקודות]

קוד מקור:

```
struct node {
    struct node *left;
    struct node *right;
    long long (*think)(struct node *p);
}

long long trav(struct node *p) {
    if (p == NULL)
        return (0);
    s = (*p->think)(p);
    s += trav(p->left);
    s += trav(p->right);
    return (s);
}
```

הקוד הנ"ל קומפל. חלק מתוצאת הקימפול נמחק
להלן הקוד מקומפל אחרי המחיקות:

```
trav:
    bne    a0, x0, work
    jalr   x0, 0(ra)
work:
    ld     t0, 16(a0)
    jalr   ra, 0(t0)
    add    s0, a0, x0

    ld     a0, 0(a0)
    jal    ra, trav
    add    s0, s0, a0

    ld     a0, 8(a0)
    jal    ra, trav
    add    s0, s0, a0

    add    a0, s0, 0
    jalr   x0, 0(ra)
```

יש לענות על השאלות הבאות.
בכל השאלות אין לבזבז מקום או מהירות.

שאלה מס' 15 (5 נק')

האם צריך להוסיף אחת מהפקודות הבאות כדי שהקוד יעבוד:

- .add sp, sp, -24
- .add sp, sp, -16
- .add sp, sp, -32
- אין צורך להוסיף.



ה. התשובות האחרות שגויות.

שאלה מס' 16 (5 נק')

האם יש צורך להוסיף אחת מהפקודות הבאות כדי שהקוד יעבוד:

א. `.sd s0, 8(sp)`.

ב. `.sd t0,8(sp)`.

ג. `.sd x0,8(sp)`.

ד. אין צורך להוסיף.

ה. התשובות האחרות שגויות.

שאלה מס' 17 (5 נק')

כמה פעמים `ld s0,...` צריך להופיע בקוד המקורי:

א. 1.

ב. 0.

ג. 2.

ד. 3.

ה. התשובות האחרות שגויות.

שאלה מס' 18 (5 נק')

כמה פעמים `ld a0,...` צריך להופיע בקוד המקורי:

א. 4.

ב. 3.

ג. 2.

ד. 0.

ה. התשובות האחרות שגויות.

