

11.2.2005

עד א' בקורס
לחומרה
אוניברסיטה

מספר סידורי רץ
14
לשימוש משני

חוג מדעי המחשב
מחברת מס' _____
מתוך _____ מחברות

בחינה בקורס: קורס
תאריך הבחינה: 11/2/05 מועד ב/ג
שם המורה: ד"ר

לשימוש הבוחן בלבד

הערות הבוחן

הציון 93

חתימת הבוחן

/5	ג	
/8	ד	
/7	ה	

/105	סה"כ
------	------



11.2.2005

מבחן מועד א' בקורס
מבוא לחומרה

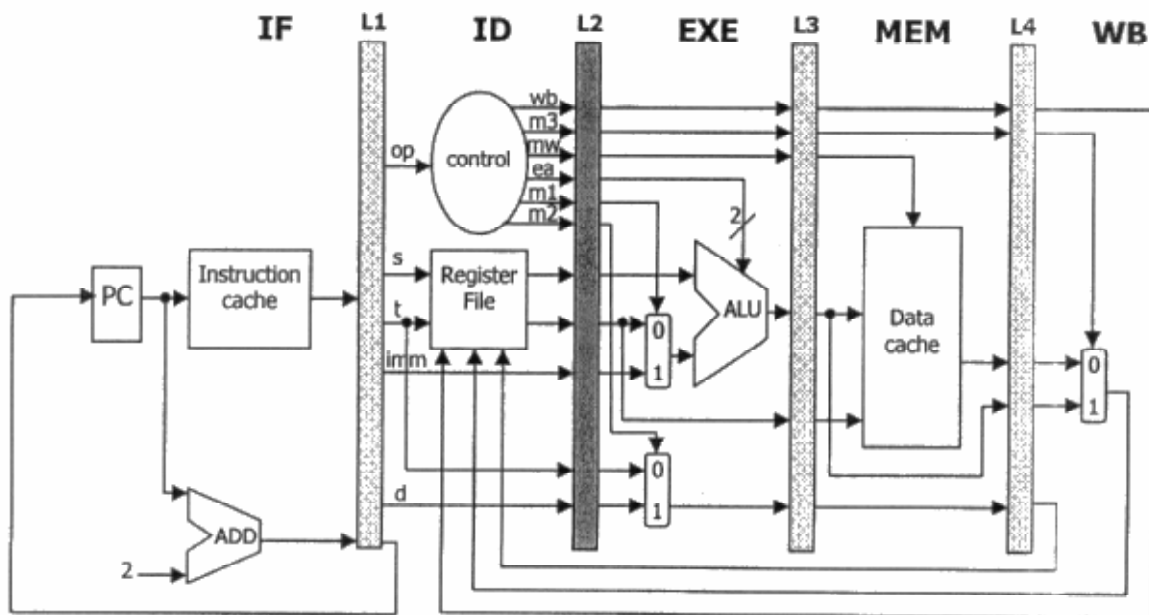
מרצה: מר אלון גלוסקא
מתרגל: מר אוהד מתתיהו

- משך הבחינה: שעותיים וחצי
- מותר כל חומר עזר כתוב.
- יש לענות על כל השאלות, בכתב יד קריא ומסודר. ניתן להעזר במחברת טיוטא לצורך חישובי ביניים.
- יש לענות על גבי מחברת הבחינה בלבד. תשובות ממחברת הטיוטא לא ייקראו.
- ישנם 9 עמודי שאלון כולל דף זה. בדקו כי כל הדפים בנמצא.

שאלה (ניקוד)	סעיף	ניקוד
1 (25)	א	/5
	ב	/5
	ג	/5
	ד	/10
2 (20)	א	/10
	ב	/5
	ג	/5
3 (30)	א	/5
	ב	/5
	ג	/5
	ד	/5
	ה	/5
	ו	/5
4 (30)	א	/5
	ב	/5
	ג	/5
	ד	/8
	ה	/7
סה"כ		/105



השרטוט שלפניכם מהווה את הבסיס לשאלות שיבואו לאחר מכן. השרטוט דומה במהותו לשרטוט מעבד ה-MIPS ה-pipelined שנלמד בכתה, למעט מספר שינויים, שיפורטו בהמשך. הקפידו לעבור על השרטוט ועל שאלות המבחן בטרם תיגשו לפתור אותן.



מאפייני המעבד:

- למעבד 4 אוגרים כלליים (general purpose registers) בגודל 16bit (2Byte).
- האוגר R0 מכיל את הערך 0 ולא ניתן לשינוי (read only).
- אוגר נוסף, PC, מכיל את כתובת הפקודה הבאה לביצוע.
- כל פקודה בגודל קבוע של 16bit (2Byte).



פקודות המעבד

למעבד 7 פקודות שונות המקודדות בשני פורמטים: X-type ו-Y-type.

פורמט X-type

opcode(op)	src1(s)	src2(t)	dest(d)	none
3	2	2	2	7

הפקודות המקודדות בפורמט זה:

Instruction	Opcode	example	Meaning
ADD	000	ADD R1, R2, R3	$R1 = R2 + R3$
SUB	001	SUB R1, R2, R3	$R1 = R2 - R3$
AND	100	AND R1, R2, R3	$R1 = \text{AND}(R2, R3)$
NOT	101	NOT R1, R2	$R1 = \text{NOT}(R2)$ <small>Source R2 - R2</small>

- שדה ה-opcode (op) מייצג את סוג הפקודה.
- שדה ה-dest (d) מכיל את מספר הרגיסטר אליו כותבים את תוצאת החישוב.
- שדה ה-src1 (s) ו-src2 (t) מכילים את מספרי הרגיסטרים הנקראים מה-Register file בשלב ה-ID.
- שדה ה-none אינו משמש לדבר ומכיל את הערך 0 תמיד.

פורמט Y-type

Opcode(op)	src1(s)	src2(t)	imm
3	2	2	9

הפקודות המקודדות בפורמט זה:

Instruction	Opcode	Example	Meaning
ADDI	110	ADDI R1, R2, 20	$R1 = R2 + 20$
L2B	010	L2B R1, 8(R3)	$R1 = \text{MEM}[R3+8]$
S2B	111	S2B R1, 4(R2)	$\text{MEM}[R2+4] = R1$

- שדה ה-opcode (op) ו-src1 (s) זהים בשימושם לשימוש בפורמט X-type.
- שדה ה-src2 (t) מכיל את מספר הרגיסטר הנקרא מה-Register file בשלב ה-ID, כמו גם את מספר הרגיסטר אליו נכתבת התוצאה בשלב ה-WB.
- שדה ה-imm מכיל ערך מספרי בשיטת המשלים ל-2.
- הפקודה L2B (load 2 bytes) ו-S2B (store 2 bytes) משמשות לקריאה וכתיבה מה/לזיכרון. אופן פעולתן זהה ל-LW ו-SW המקוריות, למעט שהפעולות ביזרון הן על 2 בתים (2 Bytes).

יחידת הבקרה – controller

יחידת הבקרה מקבלת את חלק ה-opcode של הפקודה ומייצרת עבודה את אוסף סיגנלי הפלט הבאים:

- wb (1bit) במידה והפקודה כותבת ל-Register File.
- ea (2bit) פעולת ה-ALU עבור הפקודה: 00 - חיבור, 01 - חיסור, 10 - AND, 11 - NOT.
- mw (1bit) במידה והפקודה כותבת ל-Data cache (memory).
- m1/m2/m3 (1bit) קלט לבוררים השונים במעבד.

שאלה מספר 1 (25 נק'):

עליכם לממש את יחידת הבקרה (controller).

א. (5 נק') מה יהיו ערכי הסיגנלים השונים עבור פקודת S2B?

0	Wb
0	Ea
1	mw
1	m1
0	m2
1	m3

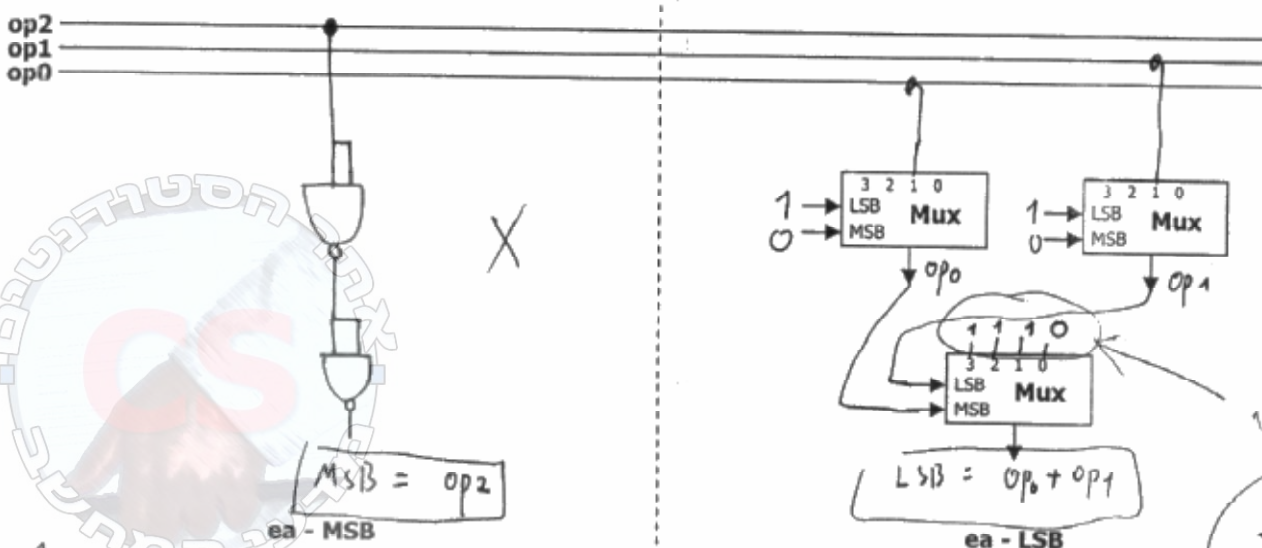
ב. (5 נק') השלימו את טבלת האמת הבאה המביעה את הסיגנל m2 כפונקציה של סיביות ה-opcode. הקלטים הם op2, op1, op0 – סיביות ה-opcode.

op2	op1	op0	m2
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	0

ג. (5 נק') הביעו את הסיגנל m1 כפונקציה של סיביות ה-opcode. מהו סכום המכפלות המצומצם עבור סיגנל זה? (כמו מקודם - הקלטים הם op2, op1, op0).

תשובה: $m_1 = op_1$ (כמו מקודם - הקלטים הם op2, op1, op0).

ד. (10 נק') הביעו את הסיגנל ea כפונקציה של סיביות ה-opcode. את ה-LSB יש לממש ע"י 3 רכיבי 1→4 mux ובהקבועים 0 ו-1. את ה-MSB יש לממש באמצעות שערי NAND בלבד. עליכם להשלים את השרטוט במקום המתאים בלבד!



שאלה מספר 2 (20 נק'):

הוחלט לבנות מכונת מצבים אשר תזוה רצף מסוים של פקודות:

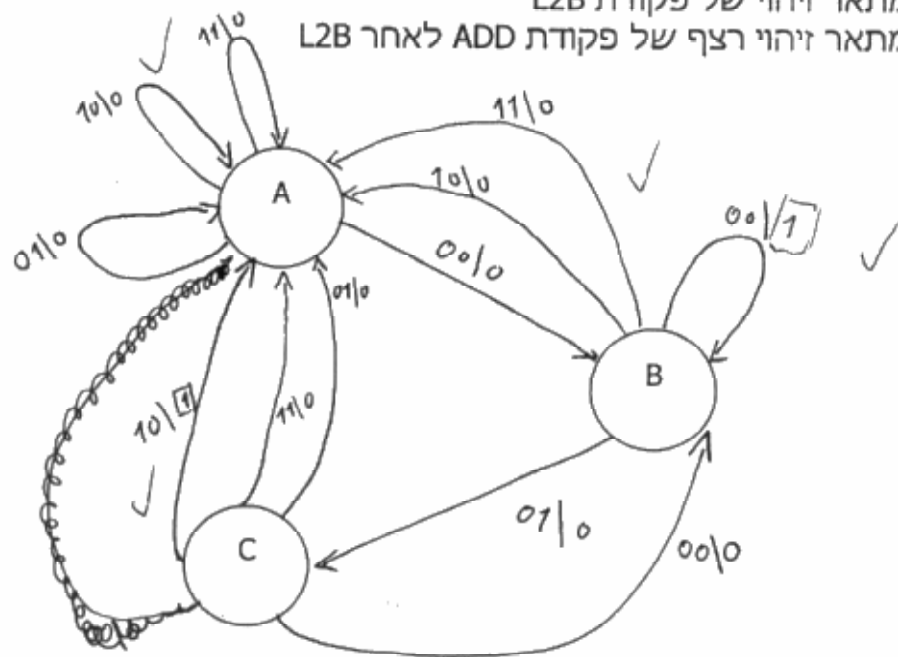
1. L2B \rightarrow L2B
2. L2B \rightarrow ADD \rightarrow ADDI

מכונת המצבים מקבלת קלט בן 2 סיביות שמהווה חיווי לגבי הפקודה שהתקבלה:

L2B – 00	ADD – 01	ADDI – 10	11 – כל פקודה אחרת
----------	----------	-----------	--------------------

פלט המכונה הוא 1 כאשר התגלה אחד מהרצפים הנ"ל ו-0 אחרת.

- א. (10 נק') עליכם להשלים את שרטוט דיאגרמת המעברים של מכונת המצבים.
מצב A הינו המצב בו לא מזוהה אף רצף רצוי. הוא גם המצב ההתחלתי.
מצב B מתאר זיהוי של פקודת L2B
מצב C מתאר זיהוי רצף של פקודת ADD לאחר L2B



האם המכונה מסוג Moore או Mealy? Mealy ✓



נסמן את מצב A כ-00, B כ-01 ו-C כ-10. נסמן בנוסף את המצב הנוכחי ב- Q_1Q_0 , את המצב הבא ב- D_1D_0 , את הקלט ב- I_1I_0 ואת הפלט ב-Y.

ב. (5 נק') השלימו את טבלת מעברי המצבים עבור המכונה שבניתם בסעיף א'.

I_1	I_0	Q_1	Q_0	D_1	D_0	Y
0	0	0	0	0	1	0
0	0	0	1	0	1	1
0	0	1	0	0	1	0
0	0	1	1	ϕ	ϕ	ϕ
0	1	0	0	0	0	0
0	1	0	1	1	0	0
0	1	1	0	0	0	0
0	1	1	1	ϕ	ϕ	ϕ
1	0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	0	0
1	0	1	0	0	0	1
1	0	1	1	ϕ	ϕ	ϕ
1	1	0	0	0	0	0
1	1	0	1	0	0	0
1	1	1	0	0	0	0
1	1	1	1	ϕ	ϕ	ϕ

✓

✓

✓

✓

ג. (5 נק') צמצמו את הפונקציה של D_0 באמצעות מפת קרנו. אין לצמצם את הפונקציה מעבר לביטוי הראשוני מתוך המפה.

Q_1Q_0		I_1I_0			
		00	01	11	10
		00	01	11	10
00	00	1	1	ϕ	1
01	00	0	0	ϕ	0
11	00	0	0	ϕ	0
10	00	0	0	ϕ	0

$$f_{D_0} = I_1' I_0'$$

✓



שאלה מספר 3 (30 נק'):

למעבד הנ"ל התווספה פקודת הסתעפות חדשה בשם BGI (branch greater immediate). הפקודה משווה בין רגיסטר למספר וקופצת במידה וערך הרגיסטר גדול מערך המספר. נתונה התכנית הבאה:

1. פקודה שיש להשלים
2. ADDI R1, R0, 1 // $R_1 = 1$
3. SUB R2, R1, R0 // $R_2 = 1$
4. L1: ADD R3, R1, R2 $R_3 = R_1 + R_2$
5. ADD R1, R0, R2 $R_1 = R_2$
6. ADD R2, R0, R3 $R_2 = R_3$
7. L2B R3, 100(R0) $R_3 = \text{mem}[100]$
8. ADDI R3, R3, 1 R_3++
9. S2B R3, 100(R0) $\text{mem}[100] = R_3$
10. BGI R3, 10, L1 if ($10 > R_3$): L1

א. (5 נק') מה הפקודה החסרה כך שהלולאה (פקודות 4-10) תתבצע 10 פעמים בדיוק? תשובה: S2B R0, 100(R0)

ב. (5 נק') מה מבצעת התכנית? כדי להשיב על שאלה זו בדקו מה ערכי R1/R2/R3 לאורך ריצת התכנית. תשובה: הגפנית מציגה את המינימום של 10.

ערכי R1, R2, R3 הם 1, 1, 100

ענו על סעיפים (ג)-(ה) תוך התחשבות בנתונים הבאים:
ידוע כי למעבד אין מנגנון חציית רגיסטר (RF split) ואין מנגנון קידום (forwarding). כמוכן, הניחו כי אין עיכוב לאחר פקודת קפיצה וגישה לזיכרון מתבצעת במחזור שעון יחיד.

ג. (5 נק') בין אילו פקודות קיימת תלות של RAW Data Hazard? יש לרשום בשורות שלפניכם עד 5 תלויות כאשר כל תלות מתוארת ע"י צמד מספרי פקודות כשהשנייה תלויה בראשונה. לדוגמא: הרישום "(12), (14)" אומר שפקודה מספר 14 תלויה בפקודה מספר 12.

3	2
8	7
9	8
10	8
9	7

ד. (5 נק') מה מספר מחזורי השעון שייקח עד לסיום פקודה מספר 9 בפעם הראשונה? תשובה: 27

חישוב:

$$5 + 8 + (4 \cdot 3 + 1 \cdot 2)$$

5 סקוור
8 סקוור
4 סטאל
3 סקוור
1 סטאל
2 סקוור

ה. (5 נק') האם ניתן להחליף בין שתי פקודות בתוך הלולאה, כך שזמן הריצה של התכנית יקטן (pipeline scheduling)? אם כן, אילו פקודות ניתן להחליף. אם לא, הסבירו מדוע.

תשובה: כן / לא

פירוט:

לא. אחרי ההסקרה לוקח זמן יחיד קבוע להתאמת אמצעי הנדסה למערכת, ולכן לא ניתן להחליף פקודות במהלך שוטף. גולגולת בתכנית דומה.

ו. (5 נק') כמו סעיף (ד), רק שכעת ידוע כי למעבד יש מנגנון חציית רגיסטר (RF split) ויש מנגנון קידום (forwarding). מה מספר מחזורי השעון שייקח עד לסיום פקודה מספר 9 בפעם הראשונה?

תשובה: 14

חישוב:

$$\begin{array}{c} \text{כאן RF split} \\ 5 + 8 + 1 \end{array}$$

stall אחד

י"ז + 8 (8 מחזורים) = 25



שאלה מספר 4 (30 נק'):

למעבד הנ"ל Data cache מסוג 2-way. גודל שדה ה- offset בכתובת הגישה ל- cache הוא 6bit. גודל ה- cache (Data area) הוא 8KB. מרחב הכתובות של המעבד הינו 2^{16} . מדיניות החלפת בלוקים של ה- cache היא LRU.

א. (5 נק') מהו גודל כתובת הגישה ל- cache הנ"ל בביטים?
תשובה: 16

ב. (5 נק') מהי חלוקת הכתובת לפי השדות השונים?

tag	Set	Offset
4	6	6

ג. (5 נק') מהו מספר הבלוקים השונים שעשויים להיות ממופים ל- set בודד ב- cache (למשל, ל- set מספר 0)? 2^{10} בלוקים
תשובה: $2^4 = \frac{2^{10}}{2^6}$

ד. (8 נק') ה- cache היה ריק מתוכן טרם ביצוע פניות לכתובות הבאות. חשבו Miss rate עבור פניות אלו (מסודרות מימין לשמאל, מלמעלה למטה):

(3)	(2)	(1)
0x4000	0x2800	0x0000
0x4002	0x27FE	0x0002
0x4004	0x27FC	0x0004
0x4006	0x27FA	0x0006
...
0x4800	0x2000	0x0800

מספר הגישות לזכרון: 3×1024

מספר ההחמצות (miss): 3×32

הסבר: (1) - (3) ממופים לאותו set - גודלן של cache הוא 2-Way -

אין סתירה ביניהם. (2) ממופה ל- set אחר - לא מתגשש זיכרון.

ה. (7 נק') כעת חוזרים על אותה סדרת גישות ל- cache מסעיף ד'. חשבו כעת את ה- Miss rate. שימו לב - ה- cache אינו ריק.

מספר ההחמצות (miss): 2×32

הסבר: ~~המספרים הנ"ל הם תוצאה של חישוב שגוי~~ (2) הממונים לא הולקו ל- LRU - (1)

~~המספרים הנ"ל הם תוצאה של חישוב שגוי~~ (3) הממונים לא הולקו ל- LRU - (1)

~~המספרים הנ"ל הם תוצאה של חישוב שגוי~~ (3) הממונים לא הולקו ל- LRU - (1)

~~המספרים הנ"ל הם תוצאה של חישוב שגוי~~ (3) הממונים לא הולקו ל- LRU - (1)

~~המספרים הנ"ל הם תוצאה של חישוב שגוי~~ (3) הממונים לא הולקו ל- LRU - (1)