

1 - משטר סטטי

את התשובות לסעיפים בשאלה זו יש למלא בטבלה שבסופה.

בכל סעיף יוגדר רכיב חשמלי עם פונקציה מעבר סטטית ידועה. בכל סעיף קבעו האם הרכיב מהווה פונקציה בוליאנית כלשהי תחת משטר סטטי כלשהו. אם כן ציינו מה השער ומה המשטר, אם לא סמנו XXX בכל התאים שבשורה.

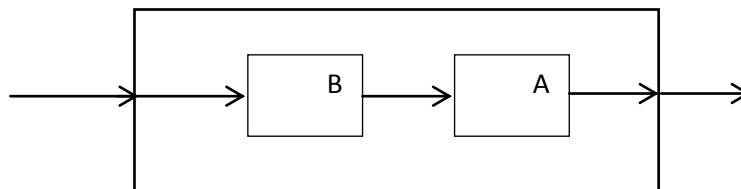
(1) נגדיר רכיב אנלוגי A בעל כניסה אחת ויציאה אחת שפונקציית המעבר הסטטית שלו

$$f_A(x) = \begin{cases} -10 & x < -10 \\ x & -10 \leq x \leq 10 \\ 10 & 10 < x \end{cases}$$

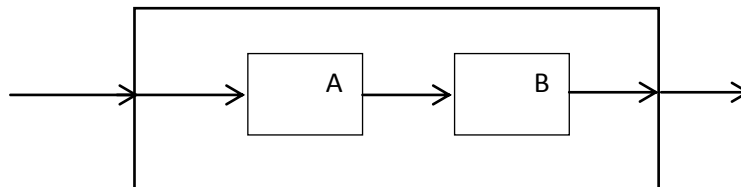
(2) נגדיר רכיב אנלוגי B בעל כניסה אחת ויציאה אחת שפונקציית המעבר הסטטית שלו

$$f_B(x) = \begin{cases} -2x-10 & x < -10 \\ -x & -10 \leq x \leq 10 \\ -2x+10 & 10 < x \end{cases}$$

(3) נגדיר כעת את הרכיב C כשרשרת שני הרכיבים A, B באופן הבא:



(4) נגדיר כעת את הרכיב D כשרשרת שני הרכיבים A, B באופן הבא:



סעיף	פונקציה	Voh	Vih	Vil	Vol
1	אין או קבוע 1	-50	-70	-70	-80
2	not	20	15	-15	-20
3	אין או קבוע				
4	אין או קבוע				

אני בוחרת לא לענות על השאלה ולקבל 2 נקודות

☐

Mips Multi-Cycle-2

בחברת CryptoProcessor המתמחה בייצור רכיבי חומרה להצפנה החליטו לייצר מעבד מבוסס מיפס. לחברה פונקציה שתסומן E המשמשת להצפנה ופונקציה שתסומן D המשמשת לפענוח.

המעבד החדש זהה למעבד שנלמד בכיתה בתוספת שתי פקודות מכונה:

$$R_i \leftarrow E(R_j, R_k) \quad ENC R_i, R_j, R_k \quad (1)$$

$$R_i \leftarrow D(R_j, R_k) \quad DEC R_i, R_j, R_k \quad (2)$$

על מנת לתמוך בפקודות החדשות, הוחלט לשנות את מסלול הנתונים ע"י הוספה של רכיב צירופי L בעל שתי כניסות של 32 ביט, יציאה אחת של 32 ביט, וכניסת בקרה t בעלת ביט 1. הרכיב החדש יחשב E על כניסותיו אם $t=0$ ו- D על כניסותיו אם $t=1$. השהיית הרכיב היא כמעט מחזור שעון.

כמו כן, הוחלט לשנות את הבקר על מנת לתמוך בפעולות החדשות. סדר העדיפויות הוא: נכונות, זמן ביצוע ומחיר.

לצורך שינוי זה נתונים לבחירתך כמות לא מוגבלת של רכיבים מהסוגים הבאים שעלותם מצוינת בטבלה. נתון לך רכיב אחד מסוג L בחינם. לא תוכל להשתמש ברכיבים נוספים מסוג זה.

הרכיב	העלות
בורר (אדיש) "K to 1" ברוחב n ביט	$n \cdot K$ ש"ח
אוגר (רגיסטר) ברוחב n ביט	$4 \cdot n$ ש"ח
ALU	300 ש"ח
fileRegister	400 ש"ח

א) מהו מספר מחזורי השעון המינימלי של כל אחת מהפקודות החדשות אם אסור לפגוע בזמן הביצוע של פקודות אחרות?

32

ב) מהו מחיר השינוי למסלול הנתונים במקרה של סעיף א?

ג) (הסעיף לא תלוי בסעיפים א' ו-ב') מהו מספר מחזורי השעון המינימלי של כל אחת מהפקודות החדשות אם מוותר לפגוע בזמן הביצוע של פקודות אחרות?

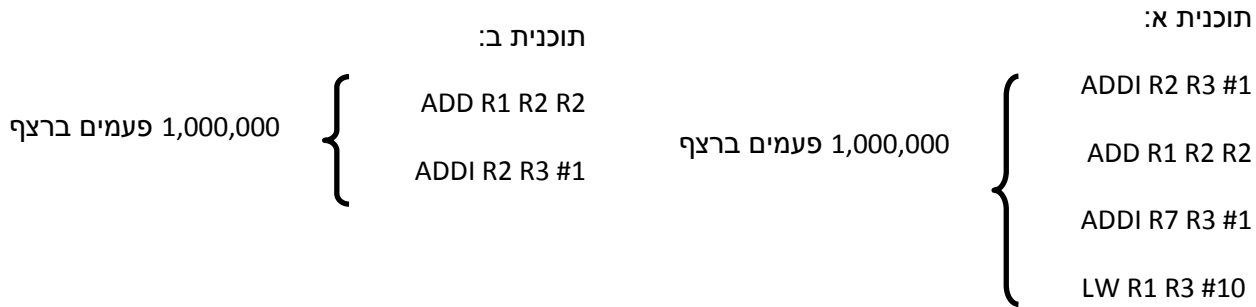
4

אני בוחרת לא לענות על השאלה ולקבל 2 נקודות

Mips Pipeline– 3

שאלה זו עוסקת במעבד MIPS הבנוי בשיטת PIPELINE ומתואר בתרשים המצורף בסוף הבחינה. גרסה זו של המעבד מסוגלת לזהות תלויות מידע ולהשהות את הביצוע עד לסיום תלות המידע.

נתונות התוכניות הבאות המתבצעות ברצף מליון פעמים כל אחת.



בהנחה והמעבד מבצע את הפקודות ברצף, תוך התחשבות בתלויות מידע (כפי שנלמד בהרצאה) - מהו בקירוב ה-Throughput של המעבד: (ניתן להזניח את הזמן שלוקח לצינור להתמלא ולהתרוקן)

תוכנית ב:

התשובה היא 2/5

תוכנית א:

התשובה היא 4/7

הערה - הסמנטיקה של הפקודות הן:

ADD Ri,Rj,Rk - $R_i \leftarrow R_j + R_k$

ADDI Ri,Rj,IM - $R_i \leftarrow R_j + IM$

LW Ri,Rj,IM - $R_i \leftarrow MEM[R_j + IM]$

אני בוחרת לא לענות על השאלה ולקבל 2 נקודות

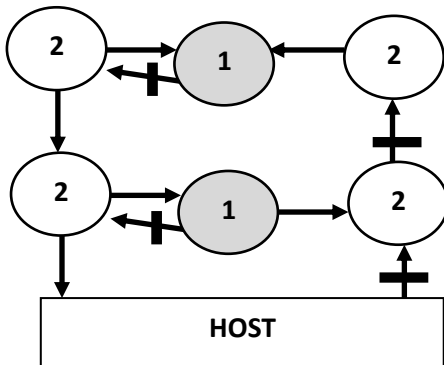
☐

4- מערכות סיסטוליות

עבור כל אחת מהמערכות עליך לענות מה זמן השעון המינמאלי, וכן מה זמן השעון המינמאלי הניתן להשגה באמצעות רתיזמון- באופן כזה שה Host נשאר ללא שינוי כלל.

עבור כל יחידה חישובית מצוין ה TPD במיקרו-שניות, וכן TPD Register הינו 1 מיקרו-שניה.

מערכת א:



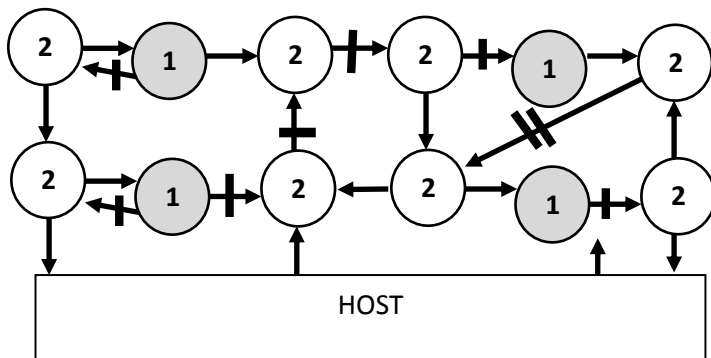
זמן מחזור מינימאלי:

8

זמן מחזור מינמאלי לאחר רתיזמון:

6

מערכת ב:



זמן מחזור מינימאלי:

7

זמן מחזור מינימאלי לאחר רתיזמון:

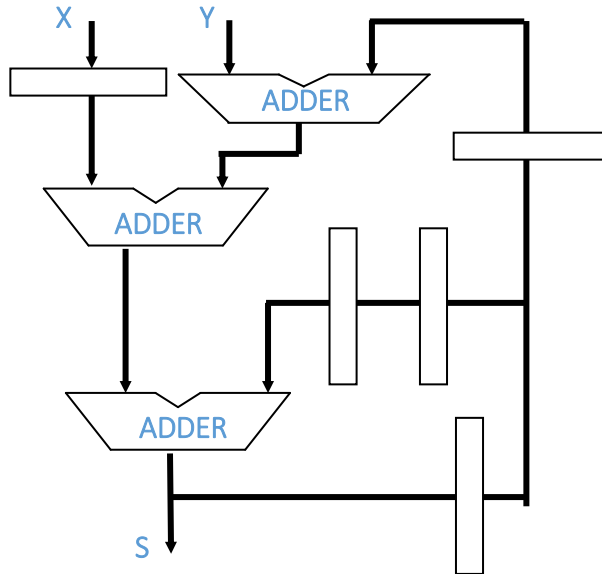
5

אני בוחרת לא לענות על השאלה ולקבל 2 נקודות

☐

5 - זמן בדיד

נתונה המערכת הבאה :



כל הקווים הם באותו רוחב n . ה ADDER מחבר מודולו 2^n .

עבור קו או אוסף קווים Z , $Z(i)$ מסמן את הערך על Z בזמן הקטע הקריטי ה i מפורש כמספר טבעי. נתון ש :

- המערכת מקימת את המשטר הדינמי עם משטר התזמון הבו-זמני.
- $S(0) = S(1) = S(2) = 0$

האם $S(6)$ הוא מהצורה הבאה :

$$S(7) = \sum_{i=1}^7 C_i x(i) + \sum_{i=1}^7 D_i y(i)$$

באשר כל ה C_i ו D_i הם קבועים והחסורם מודולו 2^n .

סמני בעיגול את התשובה הנכונה :

לא

כן

אם ענית "כן", מלאי את ערכי C_i ואת D_i בטבלה הבאה :

C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1

אני בוחרת לא לענות על השאלה ולקבל 2 נקודות

☐

6 - אריתמטיקה מהירה

בשאלה זו נממש לוגיקה צירופית אשר מקבלת את הקלטים הבאים:

- k מספרים בני n ביטים כל אחד a_1, a_2, \dots, a_k
- מספר נוסף בן n ביטים b

פלט הלוגיקה הוא סכום כל המספרים הקטנים מ- b : $\sum_{a_i < b} a_i$

תכננו לוגיקה צירופית בעלת השהיית מינימלית המחשבת את המתואר למעלה.
כתבו בקופסה חסם עליון אסימפטוטי הדוק על השהיית הלוגיקה (לדוגמה, $O(\log^2 n + \log k)$).

$\begin{aligned} &\log(n) \\ &+ \log(k) \\ &\log(n + k) \end{aligned}$
--

אני בוחרת לא לענות על השאלה ולקבל 2 נקודות

☐

7- בקר ומסלול נתונים

במערכת המתוארת, במצב ההתחלתי $S=4$. כל החישובים מתבצעים מודולו 5. המערכת פועלת באופן פעולה 1 ומקיימת את המשטר הדינמי.

להלן הפירוט של פעולת היחידה החישובית כתלות ב-f (שימו לב שעבור $f=1$ הפלט אינו מושפע מ-y):

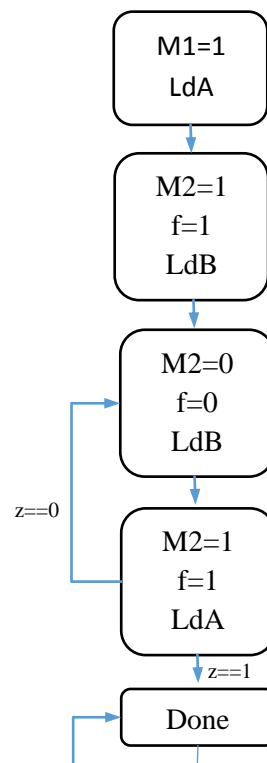
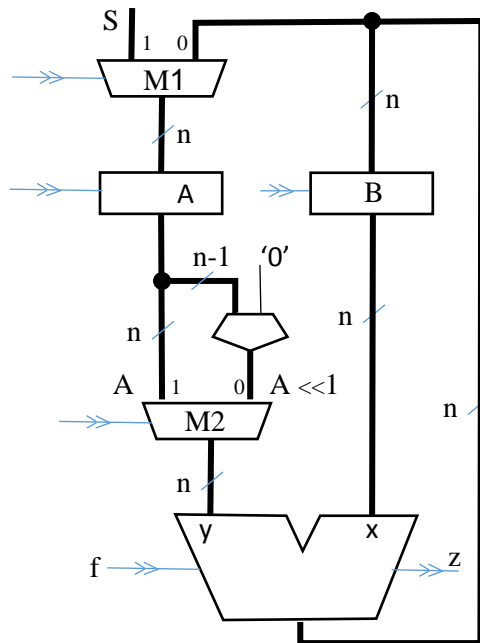
$$f = 0 : x+y+1$$

$$f = 1 : y-1$$

ליד כל כניסה של בורר כתוב בקטן מספר הכניסה לנוחיותכם.

כמו כן שימו לב כי $A \ll 1$ משמעותו הזזה (לא ציקלית) שמאלה של סיבית אחת.

מהו ערך של רגיסטר B כאשר הבקר יגיע למצב Done?



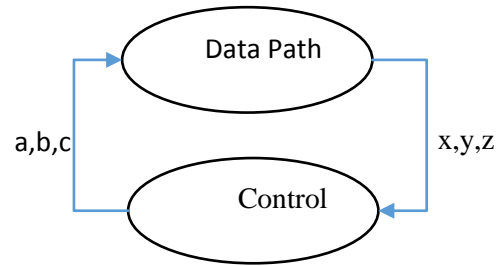
27

תשובה:

אני בוחרת לא לענות על השאלה ולקבל 2 נקודות

8- מניעת מעגלים צירופיים

במערכת בקר ומסלול נתונים 3 אותות בקרה a,b,c ו- 3 אותות מצב x,y,z.



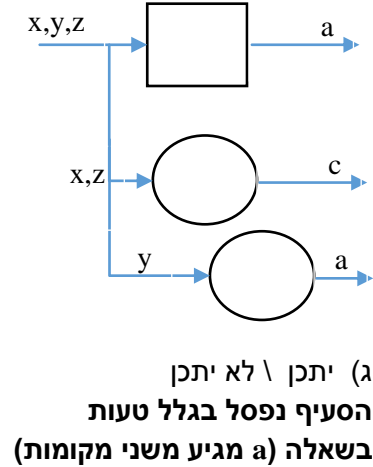
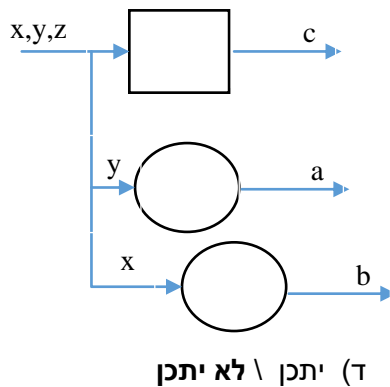
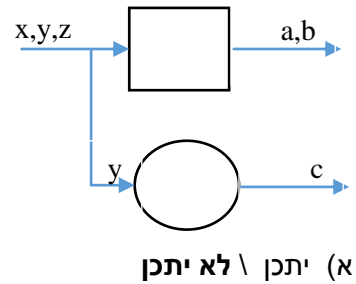
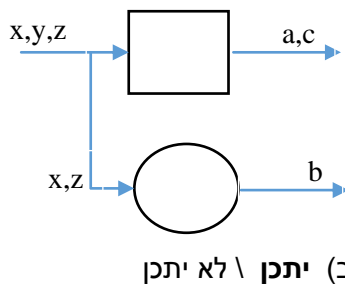
ידוע לגבי מסלול הנתונים:

1. אין במסלול הנתונים מעגל צירופי

2. נתון כי ב-Data Path קיימים **לכל היותר שניים** מהמסלולים הצירופיים הבאים:

a -> z
b -> y
b -> z
c -> x

עבור כל אחת מן החלוקות של בקר לחלקים, קבע האם יתכן במערכת מעגל צירופי:

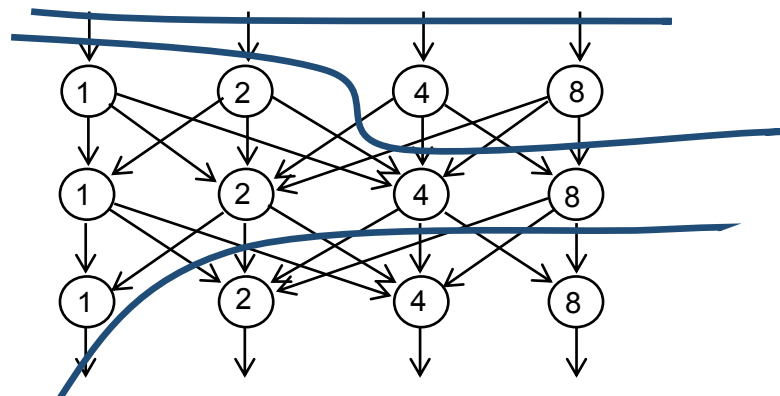


אני בוחרת לא לענות על השאלה ולקבל 2 נקודות

☐

Pipeline .9

המערכת הבאה כוללת 12 רכיבים צרופים. שימו לב כי דרגות היציאה של כל הרכיבים הן 3 למעט השכבה האחרונה. לרכיבים השהיות שונות הרשומות בדיאגרמה. עליך להפוך את המערכת למערכת פייפליין טהור חוקית המורכבת מתחנות ובעלת ספיקה מקסימלית.



(א) מה היא הספיקה המקסימלית ?

$\frac{1}{8}$

(ב) מהו מספר הדלגלים המינימלי הדרוש כדי להגיע לספיקה מקסימלית (הניחו כי הקווים בעובי 1) ?

23

10 - שאלה פתוחה – MIPS

ברצוננו להוסיף ל MIPS משרטוט 5.2 פקודה חדשה.

הכתיב הסימבולי של הפקודה:

$GOSUB R_i, IM$

הסמנטיקה של הפקודה (Y מייצג את ערכו של PC לפני ביצוע ה- $FETCH$ של הפקודה, כלומר הכתובת של הפקודה):

$$PC \leftarrow Y + 4 + 4 \cdot SX(IM)$$

$$MEM[R_i] \leftarrow Y + 4$$

$$R_i \leftarrow R_i + 4$$

הערה: ה-IM הוא קבוע בן 16 ביט המקודד לתוך הפקודה.

לצורך שינוי זה נתונים לבחירתך כמות לא מוגבלת של רכיבים מהסוגים הבאים שעלותם מצוינת בטבלה.

העלות	הרכיב:
$n \cdot K$ ש"ח	בורר (אדיש) "K to 1" ברוחב n ביט
$4 \cdot n$ ש"ח	אוגר (רגיסטר) ברוחב n ביט
300 ש"ח	ALU
400 ש"ח	Register File

בנוסף:

- ס"ה עלות השינוי הוא הפרש המחירים בין המערכת המקורית לחדשה.
- לדוגמא, הרחבת בורר "2 ל 1" ברוחב 32 ביט לבורר "3 ל 1" ברוחב 32 ביט עולה 32 ש"ח.
- שינוי בחוטים (קווים) הוא בחינם.
- שינוי בבקר הוא בחינם.

להלן הקריטריונים לטיב התשובה, בסדר עדיפויות יורד:

1. נכונות
 2. זמן ביצוע נמוך של הפקודה
 3. עלות שינוי נמוכה
- קידוד הפקודה נתון לבחירתך. אפשר להניח כי opcode 53 אינו משמש שום פקודה אחרת.
- א) תארי להלן את קידוד הפקודה. ציני בברור את הרוחב של כל שדה ואיזה ערך מאוכסן בו.
- רישמי XXX כאשר ערך השדה אינו משמעותי.

רוחב השדה	IMM(16)	Rt(5)	Rs (5)	OP(6)
תוכן השדה		Ri	Ri	53

(ב) תקני את שרטוט 5.2 כך שיאפשר את ביצוע הפקודה.

לנוחיותכם מצורפים לבחינה שני העתקים של שרטוט 5.2 . אחד מיועד לטיוטה והשני לתשובה הסופית.
הקפידו על שרטוט ברור של התשובה הסופית. אסור להוסיף הסברים מילוליים לשרטוט.

7

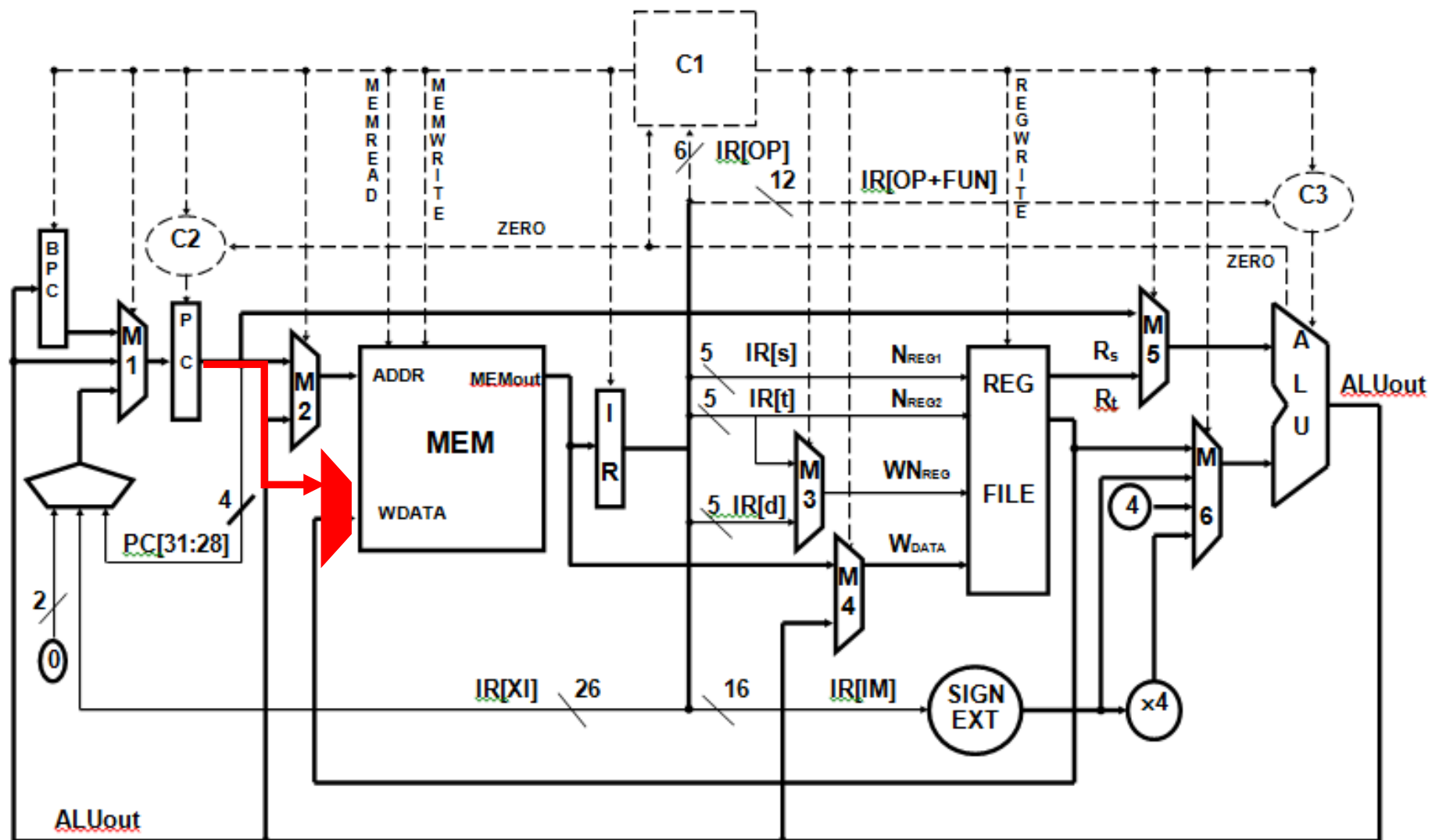
געל פי הפתרון שלך, בכמה מחזורי שעון הפקודה החדשה מתבצעת (כולל decode ו fetch)?

(ג) רישמי את תרשימים הזרימה של הפקודה החדשה.

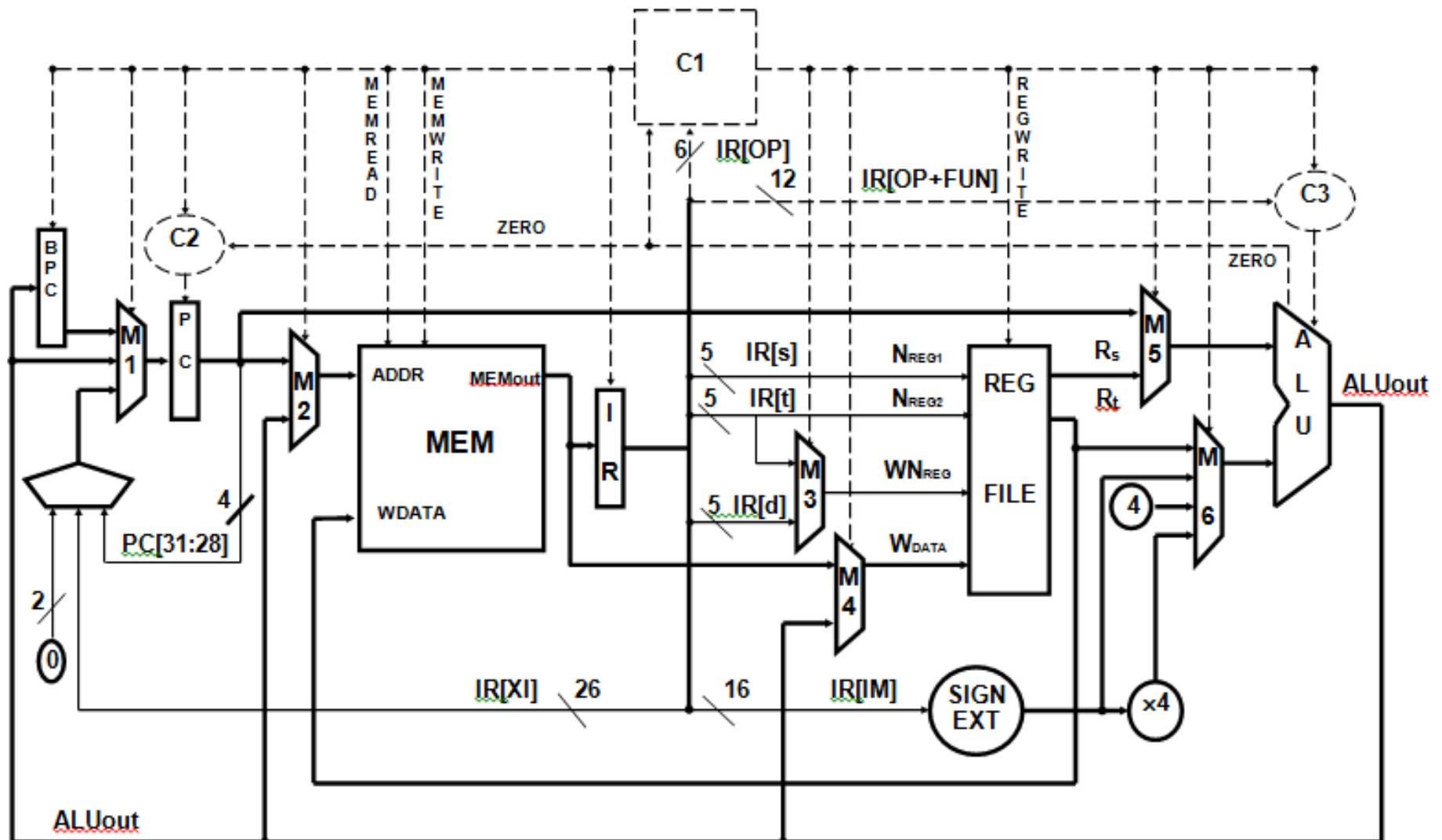
1. F
2. $D + BPC$
3. $Aluout \leftarrow Rs + 4$
4. $Rt \leftarrow Aluout$
5. Rs update
6. $Aluout \leftarrow Ri - 4$
7. $Mem(Aluout) \leftarrow Pc, Pc \leftarrow BPC$

☐

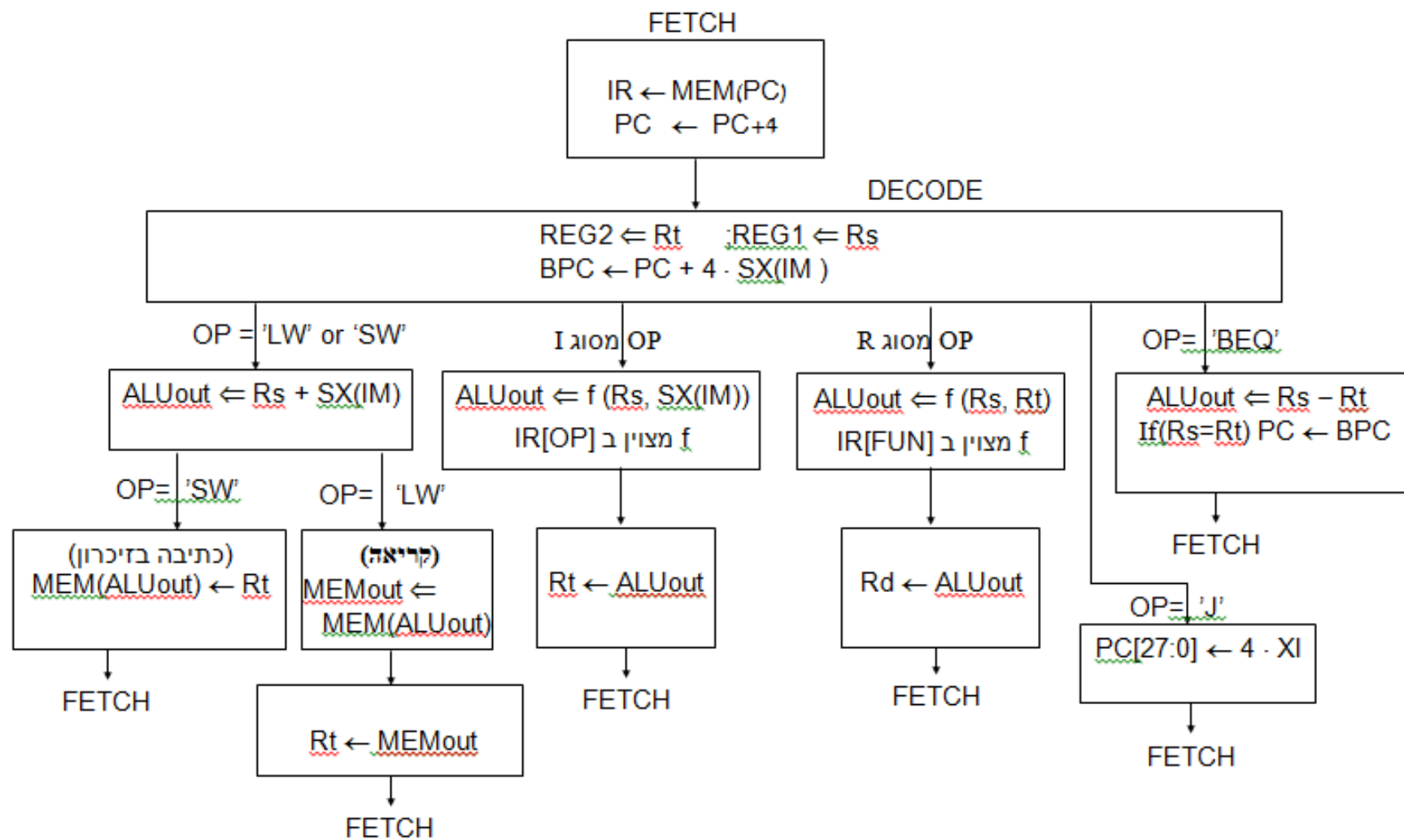
תרשים 5.2 – מבנה המיפס. תשובה סופית:



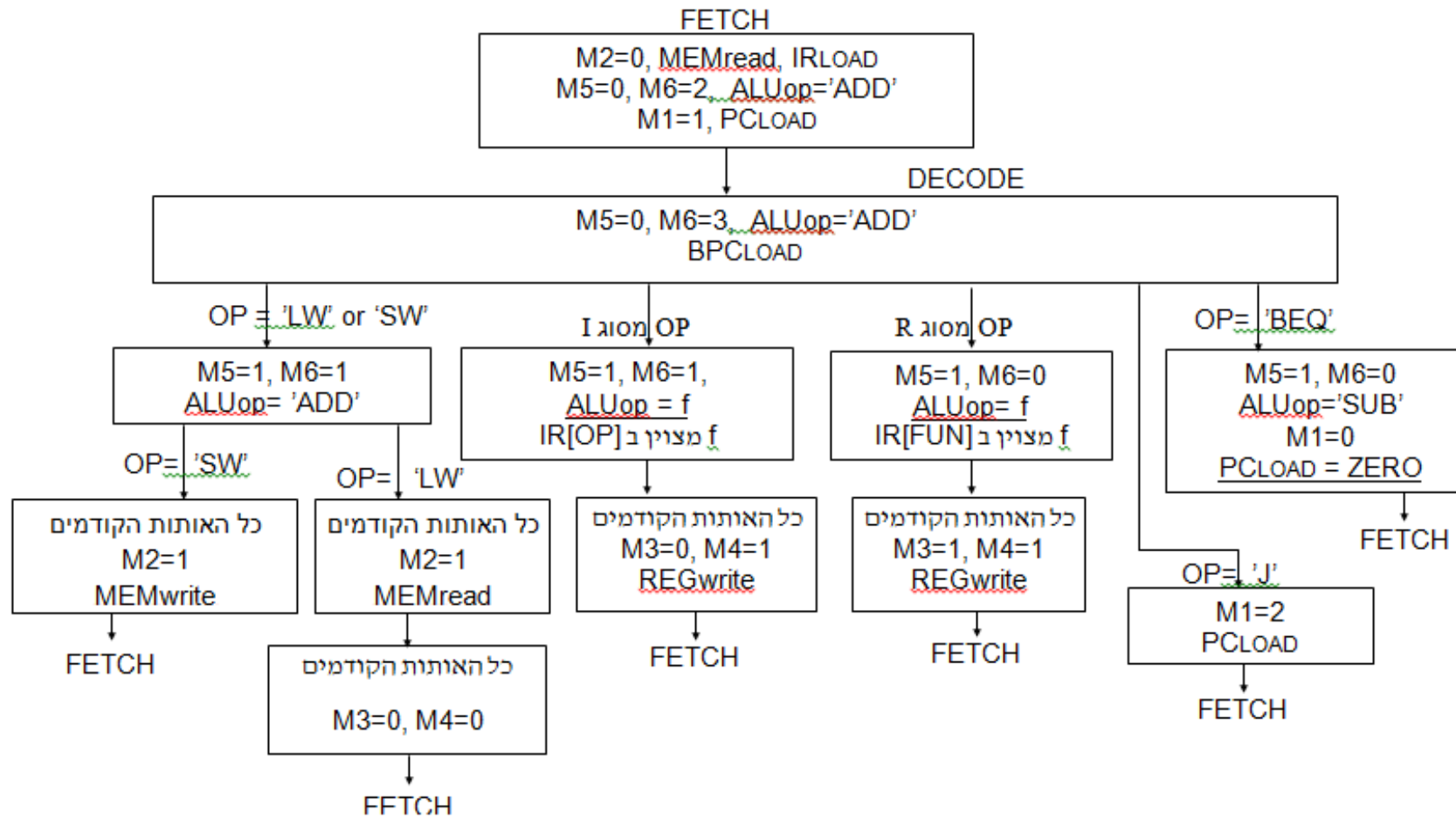
תרשים 5.2 – מבנה המיפס. טיוטא



תרשים 5.1: תרשים זרימה של מסלול הנתונים ל-MIPS



תרגום 5.3: דיאגרמת המצבים של הברק ל- MIPS



תרשים 5.4 : MIPS PIPELINE (בלי פקודות בקרה)

