

מבחן אמצע סמסטר מבוא לחומרה – חורף 2004

- במבחן זה 5 עמודים ו-6 שאלות עם מספר סעיפים. יש לענות על כל השאלות.
- ליד כל שאלה וסעיף מופיע הניקוד עבור אותה שאלה. בסה"כ ניתן לצבור 105 נקודות.
- הקפידו לשרטט ולכתוב בכתב ברור ומסודר. יש חשיבות לכך בניקוד הניתן!
- לרשותכם מחברת טיוטא לצורך חישובי ביניים. מחברת זו לא תבדק אלא רק טופס זה!
- בהצלחה.

1. (10 נק') נתונה פונקציה $f(a,b,c,d)$ בת 3 משתנים המיוצגת ע"י מפת קרנו הבאה:

ab \ c	00	01	11	10
0	0	0	d	d
1	d'	1	\emptyset	d

כאשר במפה מסומן d, פירושו שערך הפונקציה עבור a,b,c המתאימים שווה ל-d. מהו הביטוי כסכום מכפלות מצומצם של הפונקציה?

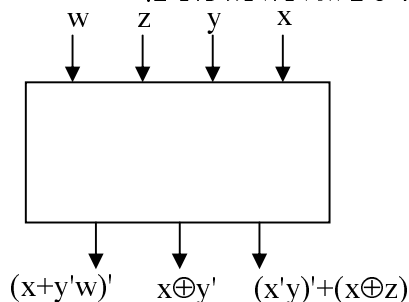
תשובה: $f(a,b,c,d) = a'cd' + bc + ad$

2. (10 נק') נתונה הפונקציה $f(a,b) = a'b$

הביעו את הפונקציה באמצעות שערי NAND בלבד

תשובה: $((aa'b)'((aa'b)'))'$

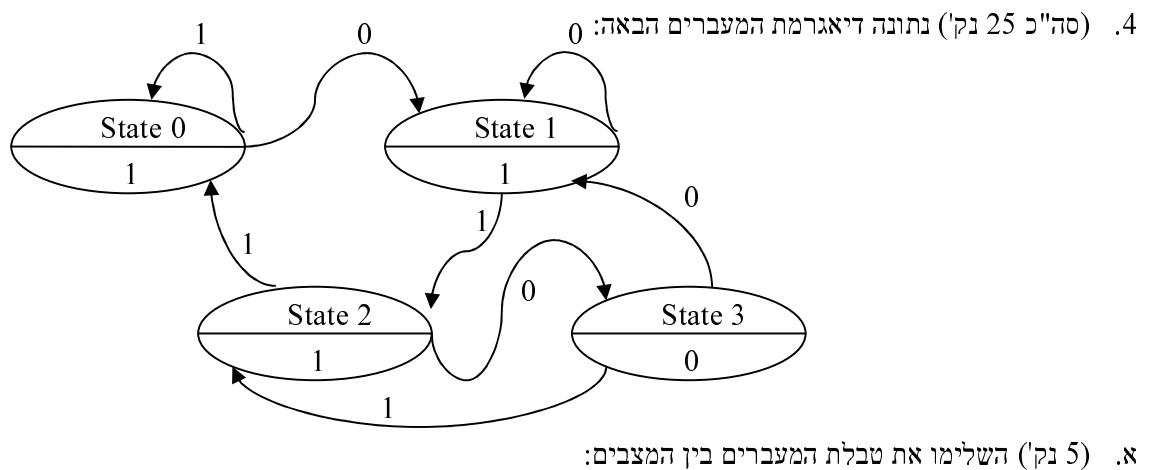
3. (5 נק') נתון הרכיב הבא שלו קלט בן 4 סיביות ושלושה פלטים:



מהו מספר השערים הסטנדרטיים (2 מבואות ומוצא אחד, למעט שער NOT) המינימלי לו נזדקק כדי לממש רכיב זה?

- א. 7
ב. 8
ג. 9
ד. 10





Current State	Next State		Output
	x=0	x=1	
S0	S1	S0	1
S1	S1	S2	1
S2	S3	S0	1
S3	S1	S2	0

ב. (5 נק') נגדיר כל מצב בהתאם למספרו (למשל, מצב S2 יוגדר כ- $Q_1=1, Q_0=0$). השלימו את טבלת המעברים:

I	Q_1	Q_0	D_1	D_0	O
0	0	0	0	1	1
1	0	0	0	0	1
0	0	1	0	1	1
1	0	1	1	0	1
0	1	0	1	1	1
1	1	0	0	0	1
0	1	1	0	1	0
1	1	1	1	0	0

ג. (5 נק') נסמן את הפונקציות הבאות (כאשר D מייצג את המצב הבא):

$$D_0 = F_0(Q_1, Q_0, I)$$

$$D_1 = F_1(Q_1, Q_0, I)$$

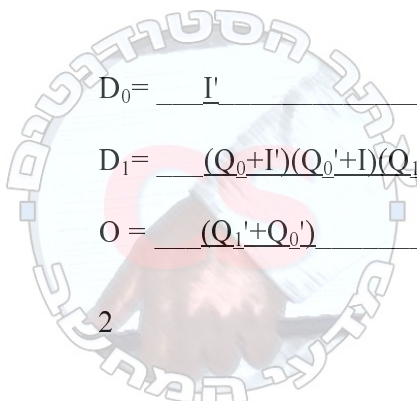
$$O = F_2(Q_1, Q_0, I)$$

מה יהיה הביטוי המצומצם של כל אחת מהפונקציות בצורת מכפלת סכומים? דרישה: יש להקפיד על סדר המשתנים!

$$D_0 = \underline{I'}$$

$$D_1 = \underline{(Q_0 + I')(Q_0' + I)(Q_1 + Q_0)}$$

$$O = \underline{(Q_1' + Q_0')}$$



ד. (5 נק') מה מבצעת הפונקציה? יש לסמן את התשובה הנכונה.

- (1) מזהה (ע"י 0 במוצא) כאשר ארבעת התווים האחרונים בקלט הם 0101
- (2) מזהה (ע"י 0 במוצא) כאשר ארבעת התווים האחרונים בקלט הם 0100
- (3) מזהה (ע"י 0 במוצא) כאשר שלושת התווים האחרונים בקלט הם 010
- (4) אף אחת מהתשובות אינה נכונה

ה. (5 נק') אם נעבור למכונת מצבים סופית מסוג Mealy מצומצמת, מה יהיה מספר המצבים החדש?

- (1) 2
- (2) 3
- (3) 4
- (4) 5

5. (סה"כ 15 נק') נתונה טבלת מעברי המצבים הבאה:

	x=0	x=1
A	A,0	D,0
B	E,0	A,0
C	D,0	F,1
D	A,0	A,0
E	D,0	F,0
F	A,0	C,1

א. (5 נק') אילו מצבים הם 2- שונים?

- a. C ו-F
- b. A ו-B
- c. D ו-E
- d. אף אחד מהנ"ל

ב. (5 נק') האם הסדרה 0111010010011 (משמאל לימין) מפרידה בין המצבים A ו-D?

- a. כן
- b. לא

ג. (5 נק') החל מאיזה מחלקת שקילות P_i לא ניתן יותר לצמצם את מכונת המצבים?

- a. P_1
- b. P_2
- c. P_3
- d. P_4

הערה: התשובות נובעות ישירות מצמצום מכונת המצבים:

$$\begin{aligned} P_1 &= (ABDE)(CF) \\ P_2 &= (ABD)(E)(CF) \\ P_3 &= (AD)(B)(E)(CF) \\ P_4 &= (AD)(B)(E)(CF) \end{aligned}$$



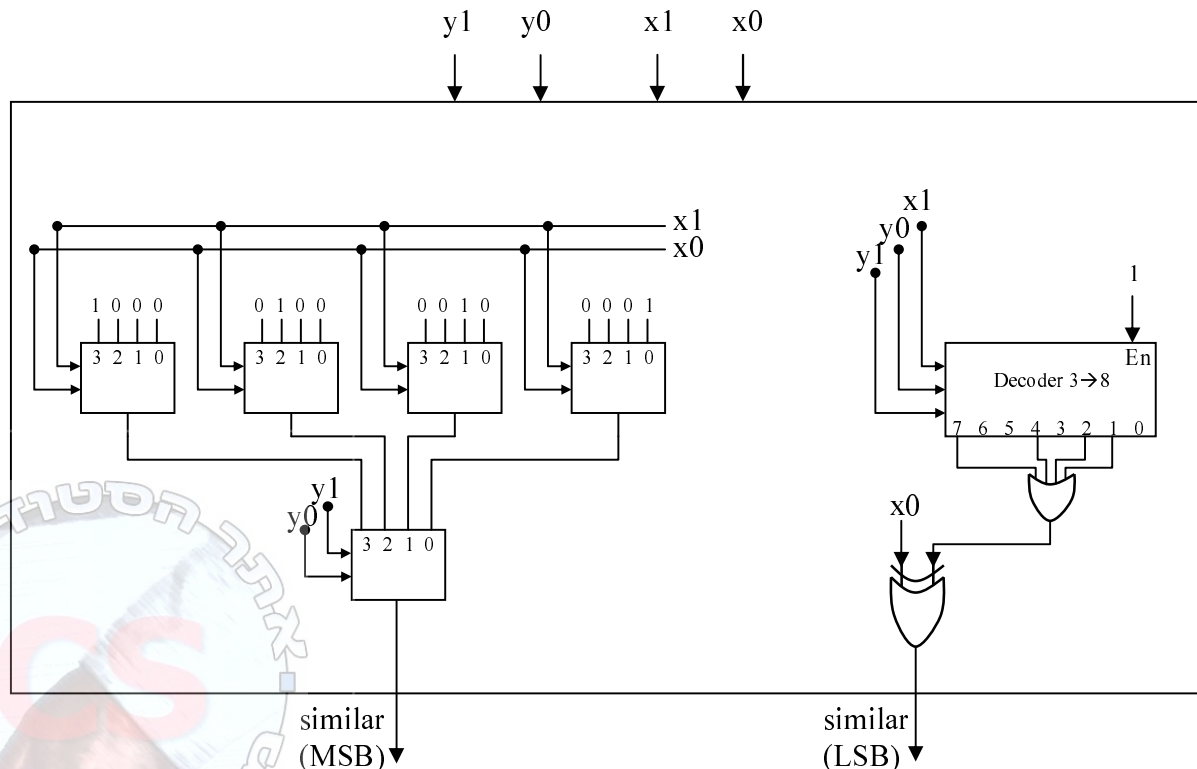
6. (סה"כ 40 נק') להלן תיאור של רכיב חומרה אותו נרצה לבנות בעזרת שערים, אוגרים, בוררים וכן הלאה:

- לרכיב 4 קלטים:
- סיגנל start אשר ערכו 1 במחזור השעון הראשון ו-0 ב-3 מחזורי השעון שלאחר מכן.
- 3 קלטים באורך 2bit x, y, z אשר מתקבלים רק במחזור השעון הראשון.
- לרכיב כניסת שעון (clock)
- לרכיב 2 פלטים:
- פלט בן 2bit בשם similar.
- פלט בן 2bit בשם cycle.
- הרכיב מבצע את הפעולות הבאות:
- במחזור השעון הראשון מקבל את x, y, z ומאפס את המערכת.
- במחזור השעון השני מחשב כמה סיביות משותפות יש ל- x ול- y ומוציא את הפלט ב-similar. בנוסף, הרכיב מוציא פלט 0 ב-cycle.
- במחזור השעון השלישי מחשב כמה סיביות משותפות יש ל- x ול- z ומוציא את הפלט ב-similar. בנוסף, הרכיב מוציא פלט 1 ב-cycle.
- במחזור השעון הרביעי מחשב כמה סיביות משותפות יש ל- y ול- z ומוציא את הפלט ב-similar. בנוסף, הרכיב מוציא פלט 2 ב-cycle.

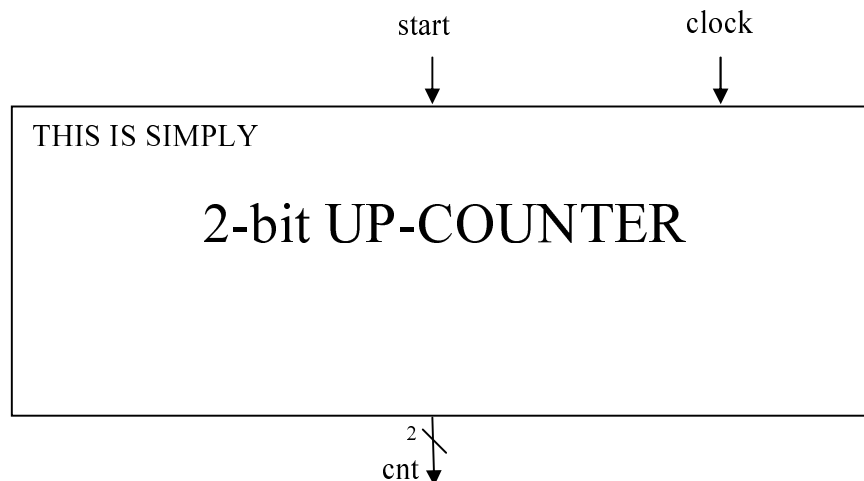
לדוגמא, אם $x=z=10$ ו- $y=00$ אז במחזור השעון השני הפלטים יהיו: similar=01 ו-cycle=00 ובמחזור השעון השלישי הפלטים יהיו: similar=10 ו-cycle=01.

יש לבנות את הרכיב לפי ההנחיות הבאות:

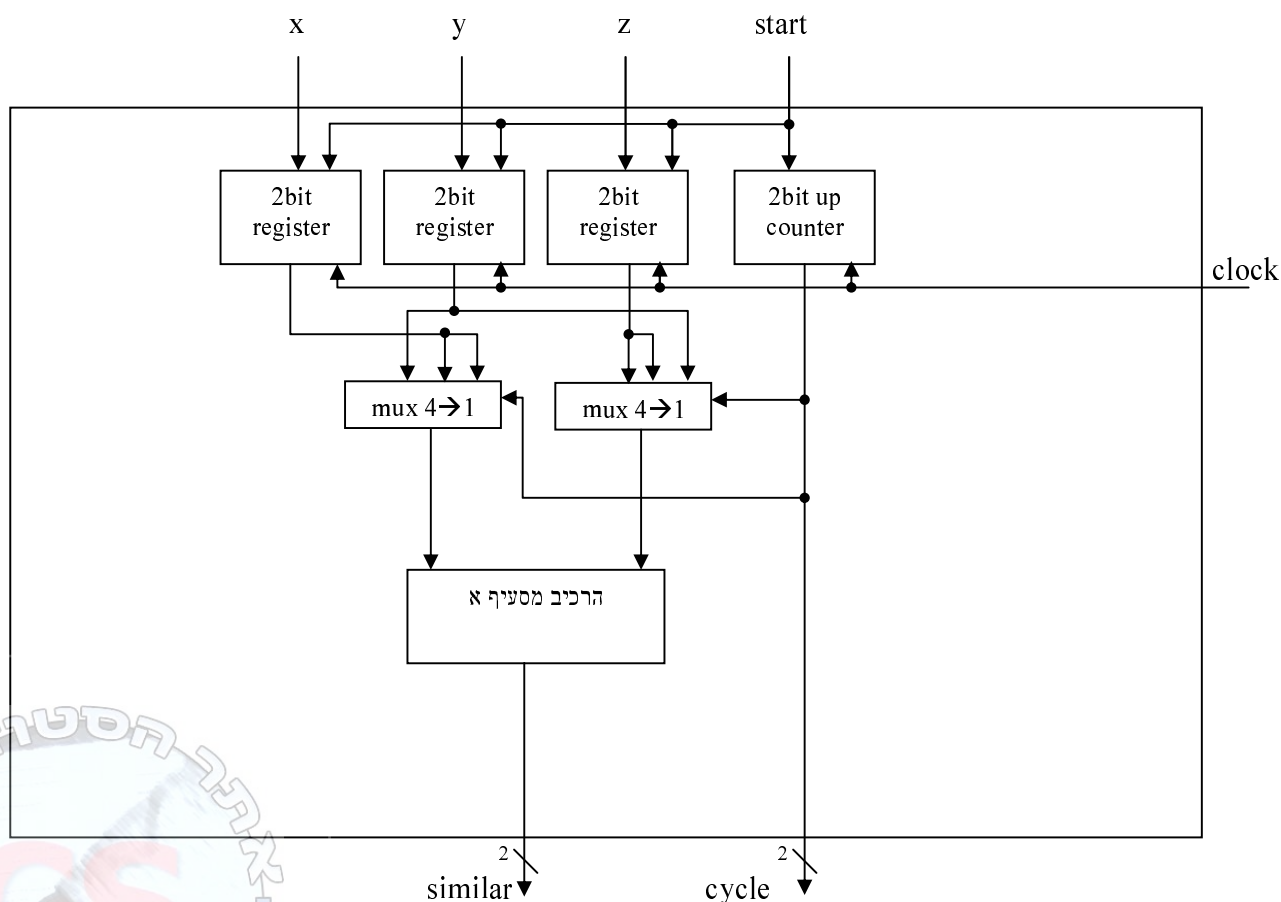
- א. (15 נק') בנו רכיב המקבל כקלט 2 מספרים בני 2bit כל אחד ומוציא כפלט את מספר הסיביות המשותפות של שני הקלטים. סיביות משותפות הן סיביות עם אותו ערך ואותו מיקום בכל אחד מהקלטים. יש לממש את הרכיב באופן הבא:
- את ה-MSB של similar יש לממש מרכיבי $4 \rightarrow 1$ mux והקלטים 1 ו-0 בלבד.
 - את ה-LSB של similar יש לממש מרכיבי $3 \rightarrow 8$ decoder ושני שערים (מרוכי כניסות) בלבד.
- השלימו את השרטוט של הרכיב בדף זה:



ב. (5 נק') יש לבנות רכיב אשר מקבל כקלט סיגנל $start=1$ במחזור שערון ראשון ו- $start=0$ במחזורי השערון הבאים. במשך שלושת מחזורי השערון הבאים, רכיב זה מוציא כפלט 2bit את המספרים 0, 1 ו-2 בהתאמה. השלימו את השרטוט של הרכיב בדף זה:



ג. (20 נק') יש לבנות את המערכת כולה תוך שימוש ברכיבים מסעיפים א' ו-ב'. שימו לב כי אין להשתמש ביותר מרכיב אחד מסעיף א'. השלימו את השרטוט של הרכיב בדף זה:



מבחן אמצע בקורס
מבוא לחומרה

הוראות:

- השאלון בנוי משאלות אמריקאיות (רבות ברירה).
- אלמלא נכתב במפורש, ישנה רק תשובה אחת נכונה לכל שאלה.
- הקיפו בעיגול בטבלה בעמוד זה את התשובה שנראית לכם נכונה.
- במידה ושינייתם דעתכם לאחר הסימון, סמנו X על העיגול והקיפו מחדש את התשובה שנראית לכם נכונה.
- ענו על כל השאלות.
- ניתן להיעזר בדפי טיוטא לצורך חישובי עזר.
- חל איסור שימוש בכל חומר לימוד אחר, לרבות מחשבון.

שאלה	תשובה				ניקוד
	א	ב	ג	ד	
1.	א	ב	ג	ד	
2.	א	ב	ג	ד	
3.	א	ב	ג	ד	
4.	א	ב	ג	ד	
5.	א	ב	ג	ד	
6.	א	ב	ג	ד	
7.	א	ב	ג	ד	
8.	א	ב	ג	ד	
9.	א	ב	ג	ד	
10.	א	ב	ג	ד	
11.	א	ב	ג	ד	
12.	א	ב	ג	ד	
13.	א	ב	ג	ד	

סה"כ:



1. בייצוג של 8 סיביות בשיטת המשלים ל-2, איזה מבין החישובים הבאים אינו מניב תשובה נכונה:

- א. $-128 + 125$
- ב. $127 - 127$
- ג. $-64 - 64$
- ד. **$128 - 120$**

2. חשבו בבסיס 8: $26 \times 34 - 11$

- א. 875
- ב. 1553
- ג. **1137**
- ד. 607

3. איזו שלשת מספרים בבסיסים 2, 8, 16 מייצגת את אותו מספר?

- א. 96 , 116 , 10010110
- ב. 1DEF , 73671 , 1110111101111
- ג. **A2.4 , 242.2 , 10100010.01**
- ד. E3.8 , 343.1 , 11100011.1

4. מה יכולה להיות פונקציה שקולה לפונקציה $f(x,y,z) = (x \oplus y) + (yz \oplus x')$?

- א. **$(xyz')'$**
- ב. $\sum(1,2,3,4,5,7)$
- ג. $\prod(2,3,4,5,6,7)$
- ד. $y(x \oplus z') + x(y \oplus z')$

5. מהי מכפלת הסכומים עבור הפונקציה $f(x,y,z,w) = \sum(0,1,2,8,9,10,11,14,15)$?

- א. $f(x,y,z,w) = (y+z')(x'+z+w)(x'+y)$
- ב. **$f(x,y,z,w) = (y'+z)(x+z'+w')(x+y')$**
- ג. $f(x,y,z,w) = (y'+z)(x+z'+w')(x+y'+z')$
- ד. $f(x,y,z,w) = (y+z')(x'+y)(x'+y'+z+w)$



6. נתונה הפונקציה $f(x,y,z,w) = \sum(1,2,5,6,8,11) + \sum\phi(4,12,13)$ לרשותכם שער לוגי יחיד כרצונכם, הקבועים 0 ו-1 ובוררים $4 \rightarrow 1$ (Mux $4 \rightarrow 1$) ללא הגבלה. מהו מספר הבוררים המינימלי שתזדקקו לו כדי להביע את הפונקציה הנ"ל.

- א. 2
- ב. 3
- ג. 4
- ד. 5

7. נתון "מחיר" לכל שער:

- $2 = \text{AND}(x,y)$
- $3 = \text{OR}(x,y)$
- $1 = \text{NOT}(x)$
- $1 = \text{NAND}(x,y)$
- $1 = \text{NOR}(x,y)$

מהי העלות המינימלית להביע את הפונקציה הבאה בעזרת שערים אלו בלבד(ניתן לפשט את הפונקציה):

$$f(x,y,z) = (xy)' + xz' + x'yz'$$

- א. 12
- ב. 8
- ג. 4
- ד. 3

8. סמנו את המשפט שאינו נכון:

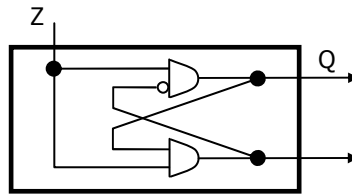
- א. ניתן בעזרת Mux $2 \rightarrow 1$ והקבועים 0,1 להביע שער NOT.
- ב. ניתן בעזרת Mux $4 \rightarrow 1$ והקבועים 0,1 להביע כל שער.
- ג. ניתן בעזרת Mux $2 \rightarrow 1$ והקבועים 0,1 להביע שער AND.
- ד. ניתן בעזרת Mux $2 \rightarrow 1$ ושערי NOT להביע כל שער אחר.

9. אילו מבין המספרים הבינאריים הבאים מתחלק ב-3 ללא שארית?

- א. 0111010101000101010100
- ב. **0111010101000101010101**
- ג. 0101100110100111100100
- ד. 0101100110100111100101



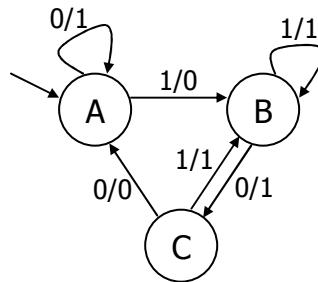
10. נתון Flip-Flop מסוג חדש, ZFF :



מה מהמשפטים הבאים נכון?

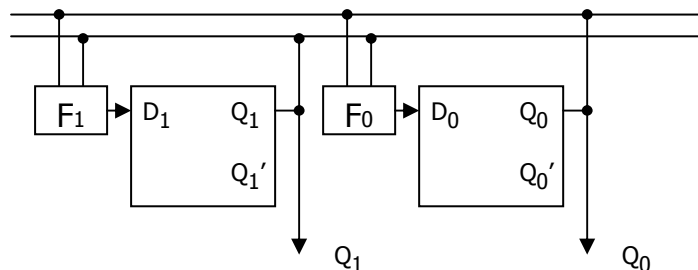
- א. ZFF שומר על ערכו הקודם (Q_{n-1}) כאשר $z=0$.
- ב. ZFF שומר על ערכו הקודם (Q_{n-1}) כאשר $z=1$.
- ג. ZFF אינו יציב (מתנדנד) כאשר $z=0$.
- ד. ZFF אינו יציב (מתנדנד) כאשר $z=1$.

11. איזה פלט של מכונת המצבים הבאה אינו אפשרי:



- א. $\rightarrow 1110111100$
- ב. $\rightarrow 0100111011$
- ג. $\rightarrow 0101011111$
- ד. $\rightarrow 0101100110$

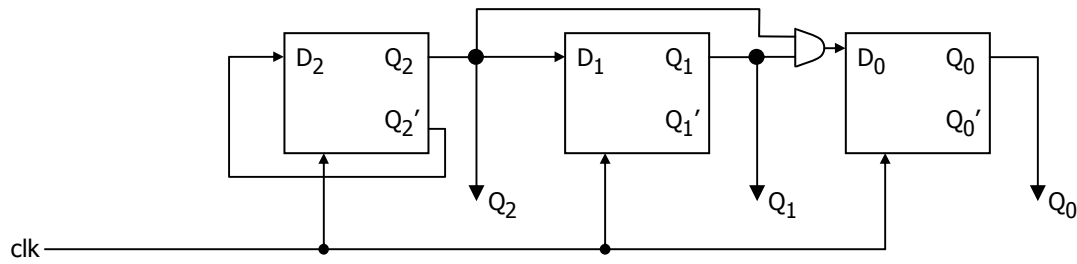
12. מה הפונקציה המייצגת את הסיבית המשמעותית D1 במונה אקראי בן שתי סיביות הסופר באופן הבא: $0 \rightarrow 3 \rightarrow 1 \rightarrow 2 \rightarrow 0 \rightarrow 3 \rightarrow \dots$ (הפונקציה מסומנת ב-F1 בשרטוט)



- א. $(Q_1 \oplus Q_0)'$
- ב. Q_1'
- ג. Q_1
- ד. $(Q_1 \oplus Q_0)$



13. נתונה המערכת הסינכרונית הבאה המורכבת מ- DFF ושערים:



החל מנקודה מסוימת בזמן נרשם הרצף שהמערכת שמרה לאורך 3 מחזורי שעון ($Q_2Q_1Q_0$) כאשר Q_2 הינו ה-MSB). אילו מן הרצפים הבאים יכול להיות רצף שכזה?

- א. $000 \leftarrow 000 \leftarrow 000$
- ב. $010 \leftarrow 100 \leftarrow 000$
- ג. $000 \leftarrow 011 \leftarrow 111$
- ד. $100 \leftarrow 000 \leftarrow 101$

בהצלחה !!



מבוא לחומרה
פתרון מוצע לבחינת אמצע, חורף תשס"ב

הפתרון להלן הינו פתרון מוצע בלבד שנכתב ע"י אוהד מתתיהו.
מטבע הדברים, ייתכנו דרכים אחרות לפתור חלק מהשאלות.
פתרון זה אינו אסמכתא לתלונות לגבי ציון או לשאלות בסגנון: "ואם עשיתי אחרת?" : ☺
והוא נועד לעזור לסטודנטים בהכנותיהם לבחינה הסופית...
בהצלחה

שאלה 1:

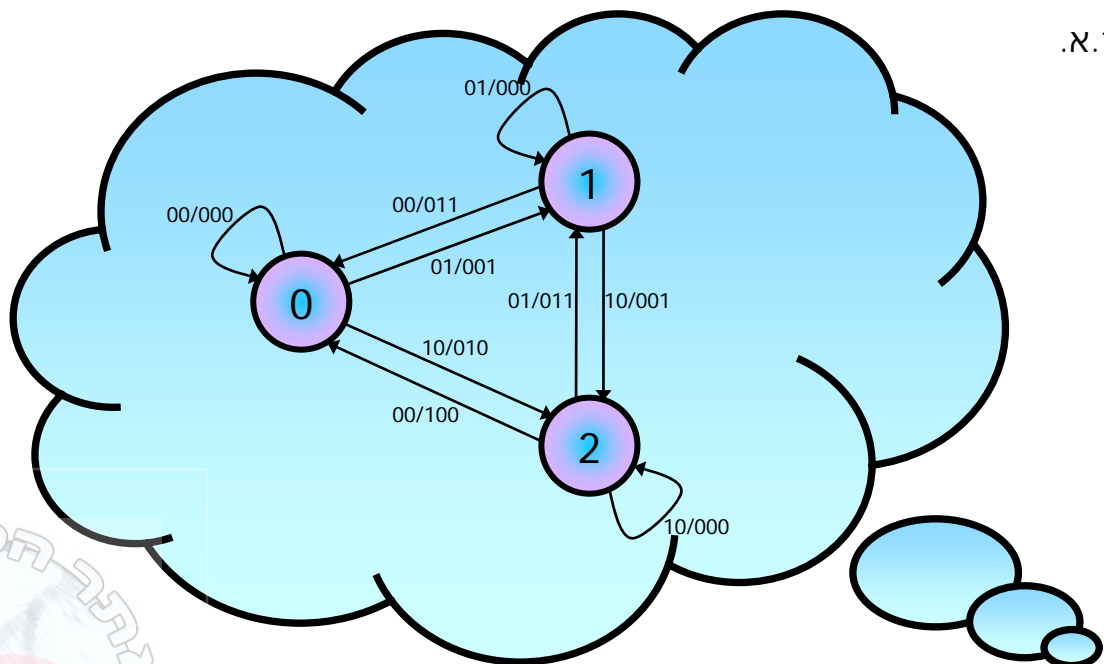
בנו מכונה המייצגת בקר מעלית של בנין בן 3 קומות, הפועלת באופן הבא: הקלט הוא מספר הקומה הרצויה (0, 1 או 2) והפלט משמש כהוראת הפעלה למנוע המעלית. המכונה יודעת מה הקומה הנוכחית ואפשר להניח שהמעלית עוברת מכל קומה לכל קומה אחרת בזמן מחזור שעון אחד. למשל, המעבר מקומה 2 לקומה 0 נעשה בזמן מחזור שעון אחד, ללא התעכבות בקומה 1. מסיבה זו, צריך המנוע לקבל פקודה אחרת למשל למעבר מקומה 0 לקומה 1 לעומת מעבר מקומה 0 לקומה 2. אותו הדבר בירידה.

ההוראה של פלט המכונה עבור מנוע המעלית מוגדרת כך:

- 0 – הישאר בקומה הנוכחית
- 1 – עלה קומה אחת
- 2 – עלה שתי קומות
- 3 – רד קומה אחת
- 4 – רד שתי קומות

1.א. (6 נק') ציירו את מכונת המצבים של הבקר.

1.1



- מצב 0 מתאר את המצאות המעלית בקומה 0.
מצב 1 מתאר את המצאות המעלית בקומה 1.
מצב 2 מתאר את המצאות המעלית בקומה 2.

1.ב. (6 נק') בנו טבלת אמת של הפלט כפונקציה של הכניסות והמצב הנוכחי (INPUT, PS) של המכונה וכתבו את פונקציות הפלט בצורה של סכום מכפלות (Σ).

1.ב.

l_1	l_0	Q_1	Q_0	O_2	O_1	O_0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	1	1
0	0	1	0	1	0	0
0	0	1	1	Φ	Φ	Φ
0	1	0	0	0	0	1
0	1	0	1	0	0	0
0	1	1	0	0	1	1
0	1	1	1	Φ	Φ	Φ
1	0	0	0	0	1	0
1	0	0	1	0	0	1
1	0	1	0	0	0	0
1	0	1	1	Φ	Φ	Φ
1	1	0	0	Φ	Φ	Φ
1	1	0	1	Φ	Φ	Φ
1	1	1	0	Φ	Φ	Φ
1	1	1	1	Φ	Φ	Φ

$$O_0 = \Sigma(1,4,6,9) + \Sigma\Phi(3,7,11,12,13,14,15)$$

$$O_1 = \Sigma(1,6,8) + \Sigma\Phi(3,7,11,12,13,14,15)$$

$$O_2 = \Sigma(2) + \Sigma\Phi(3,7,11,12,13,14,15)$$

1.g. (9 נק') צמצמו את פונקציות **הפלט** של המכונה באמצעות מפת קרנו ורשמו את הפונקציות המצומצמות.

.λ.1

Q_1Q_0	00	01	11	10
I_{110}	0	1	Φ	0
00	0	1	Φ	0
01	1	0	Φ	1
11	Φ	Φ	Φ	Φ
10	0	1	Φ	0

$$O_0 = I_0 Q_0' + I_0' Q_0 = I_0 \oplus Q_0$$

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

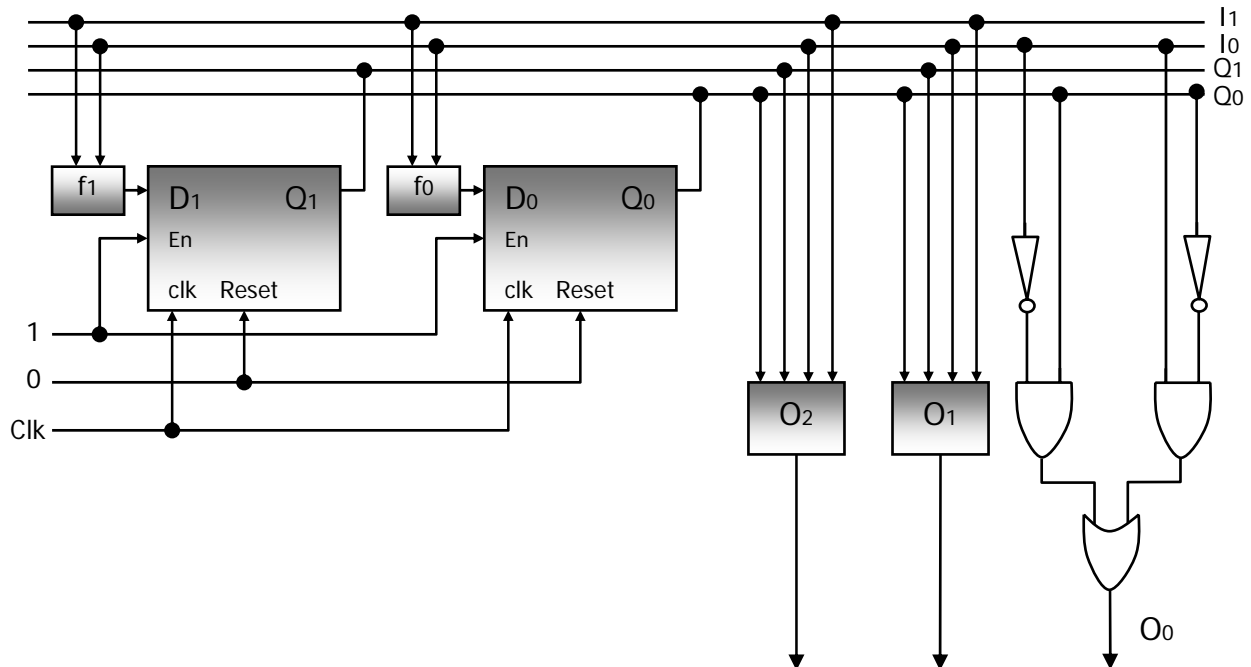
$$O_1 = I_1 Q_1' Q_0' + I_0 Q_1 + I_1' I_0' Q_0$$

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

$$O_2 = I_1' I_0' Q_1$$

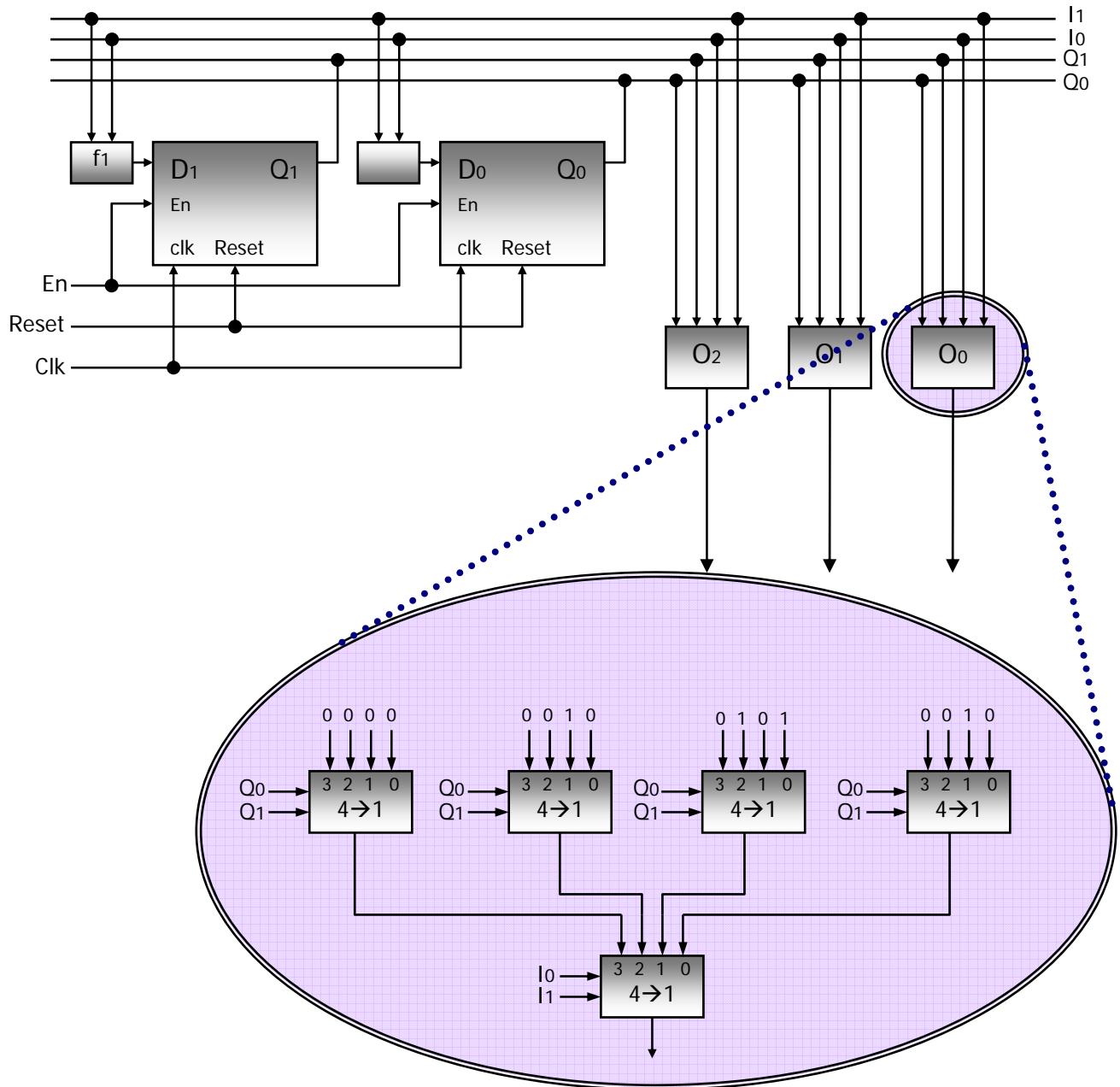
ד.1. (8 נק') ממשו את המערכת באמצעות DFF עם כניסות D, EN, CLK, RESET וכן שערי AND, OR ו-NOT בלבד. יש לממש במפורש רק את ביט ה-0 של הפלט (LSB), ועבור שאר הביטים יש לצייר קופסה שחורה כחלק של המימוש של המערכת.

.T.1



1.ה. (8 נק') ממשו את המערכת באמצעות DFF עם כניסות D, EN, CLK, RESET ורכיבי MUX 4→1 בלבד. כמו בסעיף הקודם יש לממש במפורש רק את ביט ה-0 של הפלט.

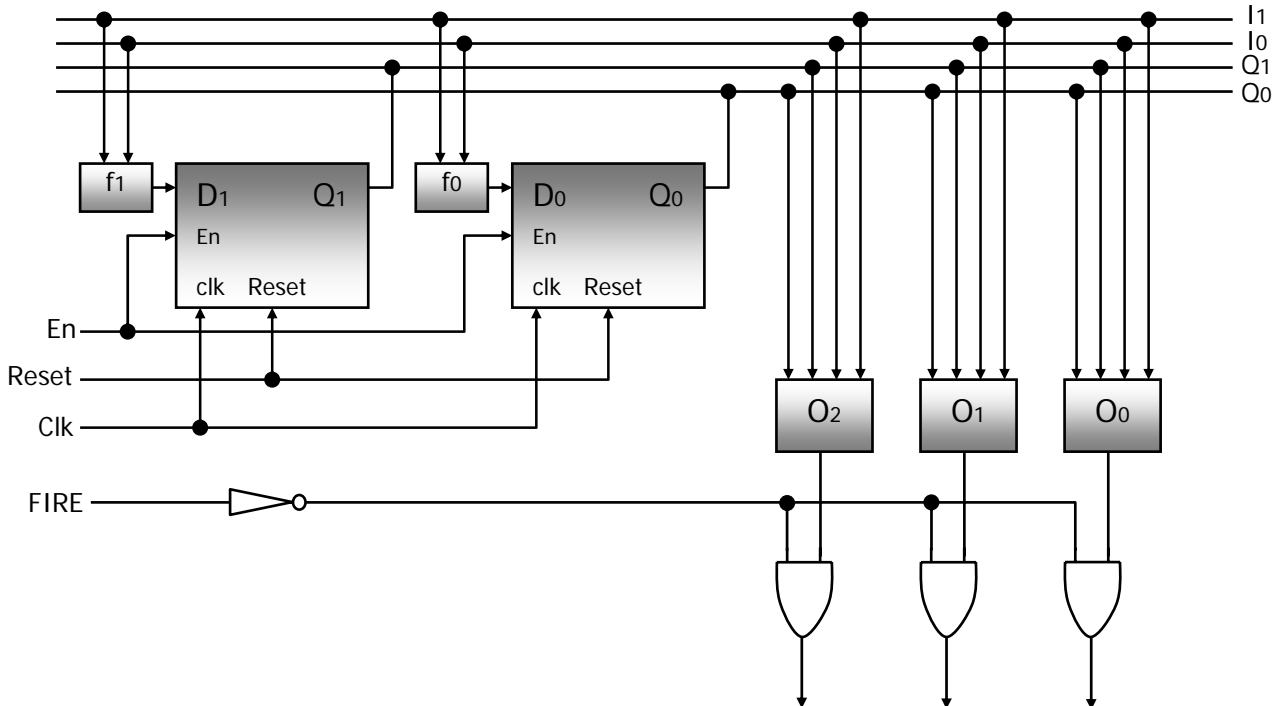
1.ה.



באופן כללי, ניתן להתעלם מהבורר הרביעי (הכל אפסים) ולא לשרטטו וכן קיימות אופציות נוספות ו"חסכוניות" יותר מזו המוצעת כאן.

1.1. (3 נק') הוסיפו למערכת שמימשתם בסעיף הקודם **1.ה.** את הפונקציונליות הבאה:
צריך לחבר סיגנל נוסף – FIRE, שעולה בזמן שרפה ומשתק את המערכת, זאת אומרת אם $FIRE=1$ הפלט למנוע הוא 0.

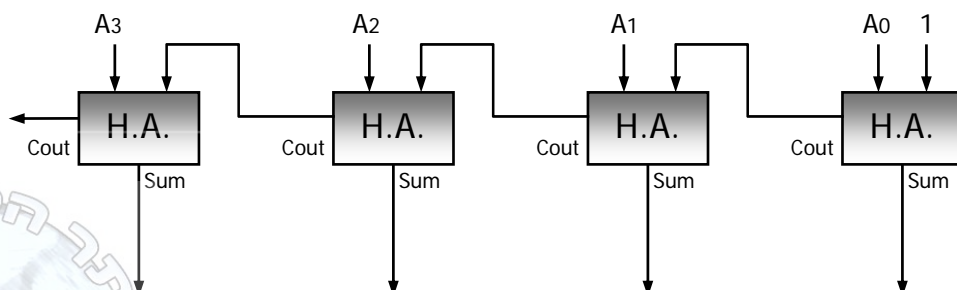
.1.1



שאלה 2:

א2. (15 נק') ממשו בעזרת HALF ADDERS בלבד מערכת קומבינטורית שהקלט שלה הוא מספר A והפלט שלה הוא $C = A + 1$. A ו-C מייצגים מספרים בני 4 ביטים UNSIGNED. אין צורך לטפל בגלישה (OVERHEAD) מעבר לביט הרביעי.

.κ.2



ב. (20 נק') ממשו מערכת סינכרונית המבצעת פעולות אריתמטיות על מספר בן 4 ביטים, UNSIGNED, הנשמר בתוכה. איתחול המערכת נעשה ע"י טעינה מבחוץ של מספר A בן 4 ביטים. הקלט למערכת הוא:

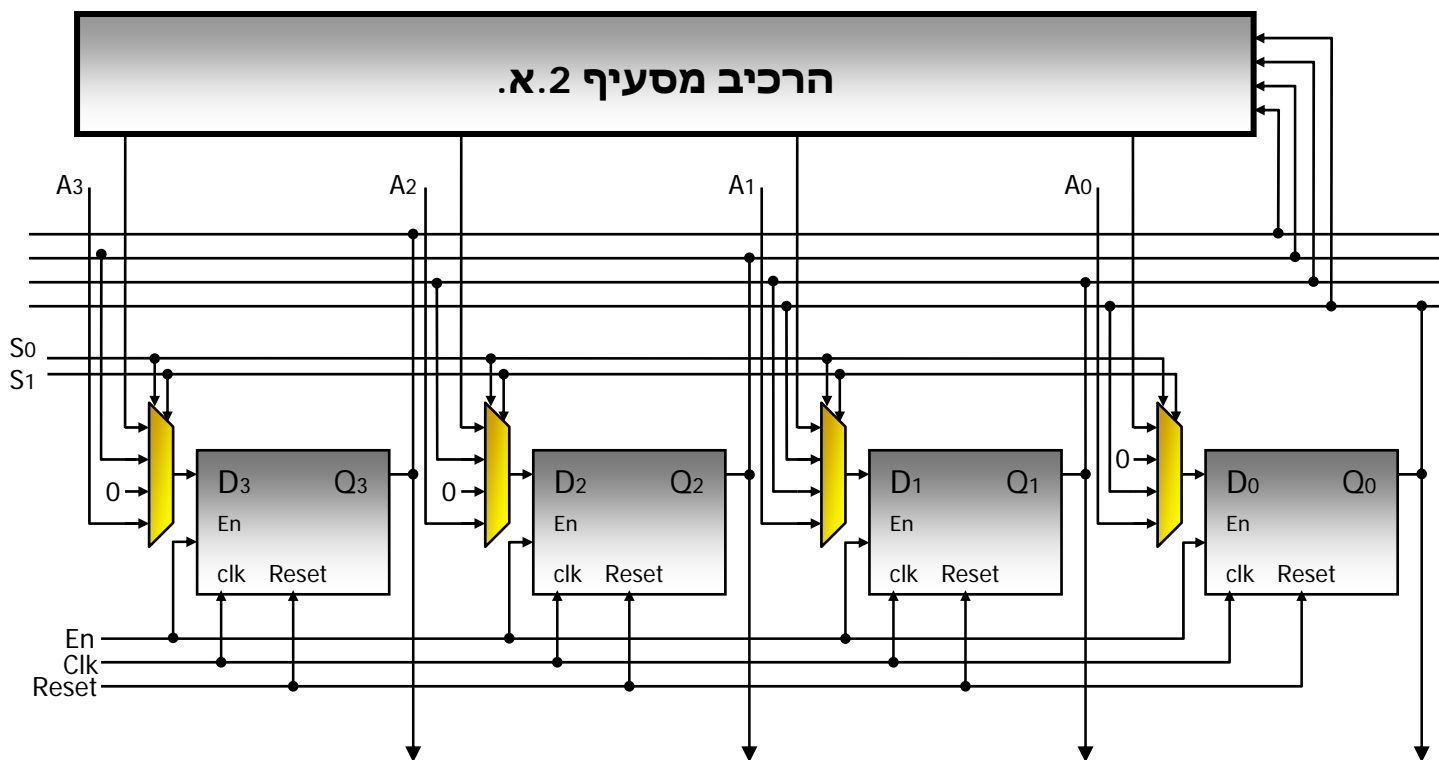
A_3, A_2, A_1, A_0 – המספר A לעיל;

S_1, S_0 – קוד פעולה.

<u>הפעולה</u>	<u>S0</u>	<u>S1</u>
הוספת 1 למספר שבמערכת	0	0
כפל המספר שבמערכת ב-2 (התעלמו מהגלישה בביט הרביעי)	0	1
חישוב השארית בחלוקת המספר שבמערכת ב- 4	1	0
טעינת הקלט A לתוך המערכת	1	1

ניתן להשתמש ברכיבים רגיסטר, MUX, DECODER, וכו', וכן ברכיב מחלק **2.x**. כקופסה שחורה.

2.1.



2.g. על בסיס המערכת מחלק **2.ב.** צריך לבנות את המערכת הסינכרונית הבאה, המקבלת שני מספרים: A בן 4 ביטים, B בן 2 ביטים, ומחשבת את A+B. כמו-כן קיים סיגנל קלט נוסף, START, בן ביט אחד. במחזור השעון הראשון $START = 1$. במחזור הבא START יורד ל-0 ונשאר כך גם במחזורים הבאים. כאשר $START = 1$ המערכת טוענת את הערך של A והערך של B לתוכה. אחר-כך מתבצע חישוב A+B (פעולה שייתכן ואורכת מספר מחזורי שעון).

יש לממש את המערכת תוך שימוש במערכת שמומשה בחלק **1.2**. כקופסה שחורה וכן ניתן להשתמש ברכיבים נוספים שעליהם למדנו בקורס (מובן שלשם ביצוע הפעולה $A+B$ אין להשתמש ב-FULL ADDERS).

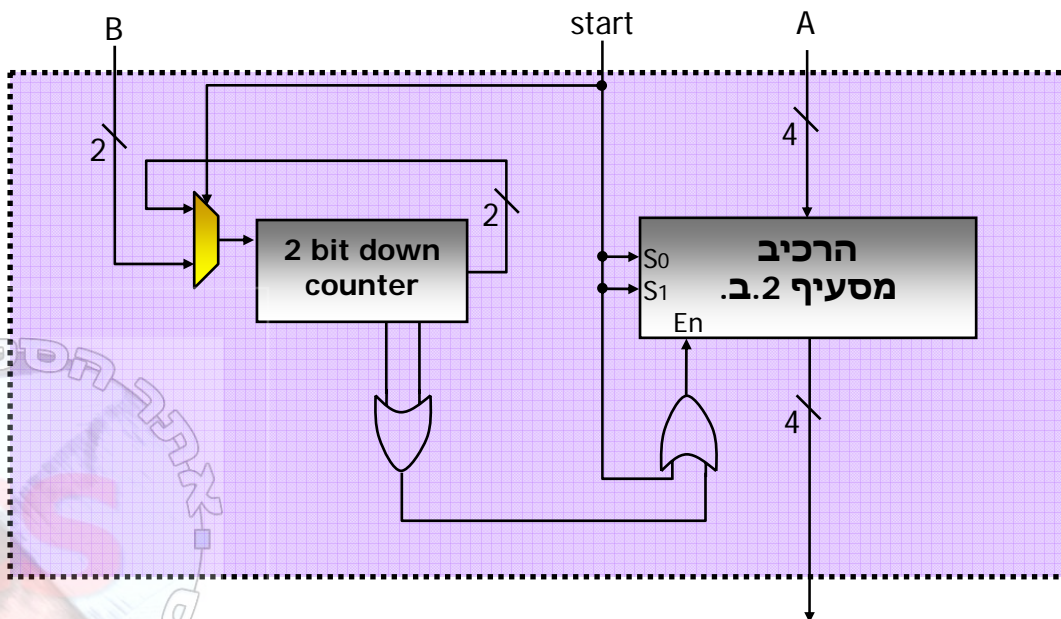
- i. (5 נק') רשמו את סדרת הערכים של S_0, S_1 מחלק **2.ב**. לאורך זמן ביצוע פעולת המערכת.
- ii. (20 נק') ממשו את המערכת כנאמר לעיל.

.λ.2

- i. הרעיון הוא לבנות רכיב המבצע $A+1$, B פעמים. במחזור שיעון הראשון ייטענו A ו- B ובשאר המחזורים יתווסף לסך הכללי 1 ו- B יופחת ב- 1 . כאשר B יתאפס תפסק הסכימה.
- סדרת הערכים המתקבלת הינה:

S0	S1
1	1
0	0
0	0
0	0
...	...

- ii. ניתן לנצל את כניסת ה- start כדי לממש את S_0 ו- S_1 . זאת, עפ"י הטבלה מהסעיף הקודם.



מבוא לחומרה – בוחן אמצע סמסטר סמסטר חורף תשס"א

- הבוחן כולל שלוש שאלות בהמישה עמודים.
- משך הבוחן: שעהיים.
- כל חומר עזר מותר.
- יש לרשום את התשובות על דפי הבחינה.
- ליד כל סעיף מצוין מספר הנקודות.
- יש להשתמש בסיוסיה בצד האחורי של דפי הבוחן.

שאלה 1	20
שאלה 2	45
שאלה 3	35
סה"כ	100

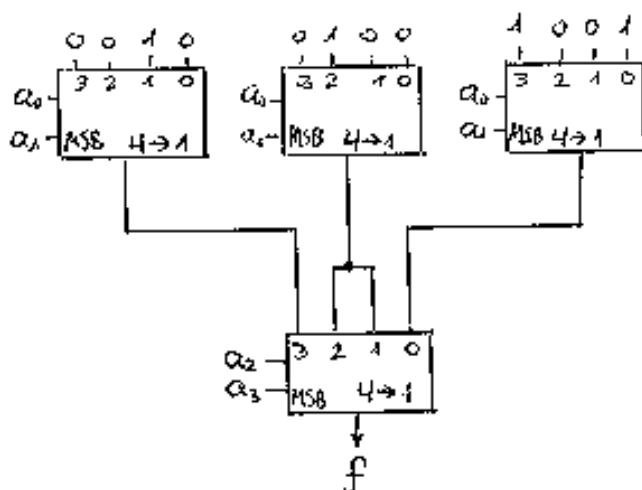
שאלה 1:

נתון מספר של ארבעה ביטים: $a_3 a_2 a_1 a_0$ בייצוג "המשלים לשתיים" (2's complement) ממש פונקציה המזהה אם המספר מתחלק ב-3. לדוגמא: $1010 = -6$ ולכן הוא מתחלק ב-3.

א. (10) רשום את הפונקציה בטכום מכפלות טרמלי (Σ) ובמכפלות טכומים טרמלית (Π).

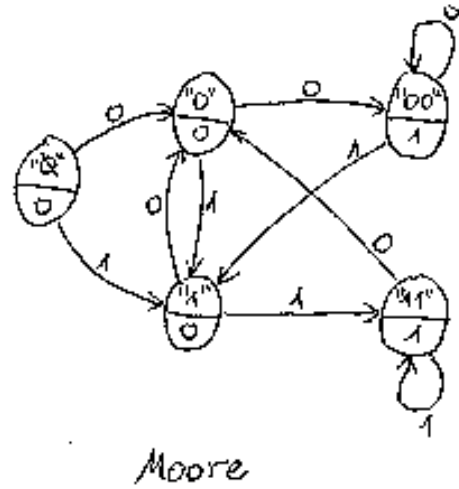
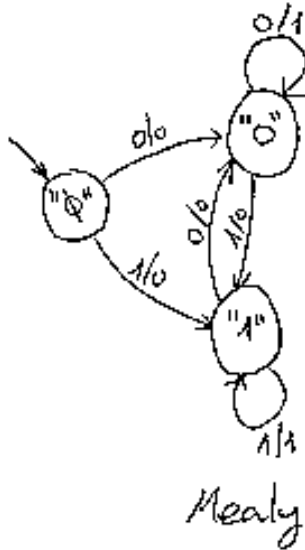
$$f = \Sigma(0, 3, 6, 10, 13) = \Pi(1, 2, 4, 5, 7, 8, 9, 11, 12, 14, 15)$$

ב. (10) ממש את הפונקציה באמצעות בוררים (multiplexor) מסוג $4 \rightarrow 1$.

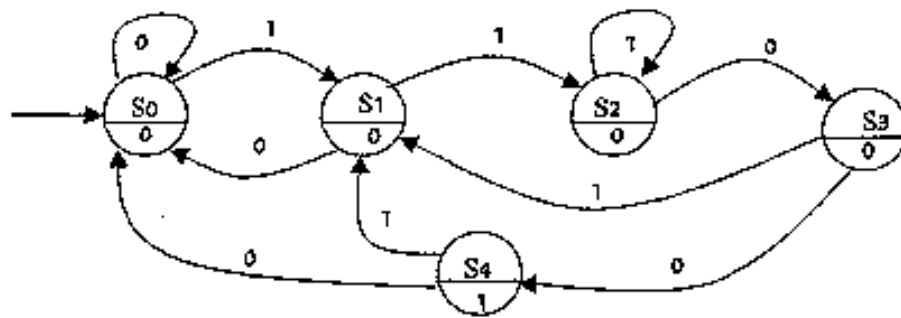


שאלה 2:

א. (10) רשום תרשים גרמי של מכונת מצבים עם קלט של ביט אחד ועם פלט של ביט אחד השונה לאחד אם רצף הקלט האחרון היה 0 0 או 1 1.



ב. נתונה מכונת המצבים הבאה:



"1100"

ב1. איזה רצף של ספרות מנתה מכונת המצבים?

22. (10) תן קידוד למצבים בהתאם לסדר (S0 = 00, S1 = 01, ...) כתוב את הפונקציות של המצבים והפלט באמצעות סיכום מכפלות (Σ).

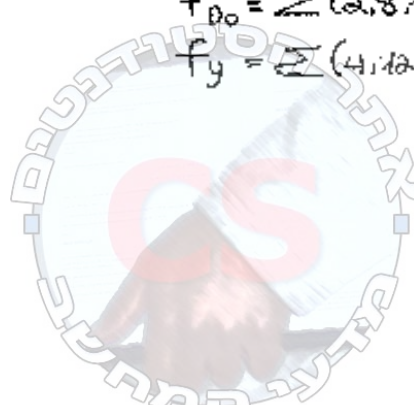
$$f_{D_2} = \sum (3) + \sum \phi (5, 6, 7, 13, 14, 15)$$

$$f_{D_1} = \sum (2, 9, 10) + \sum \phi (5, 6, 7, 13, 14, 15)$$

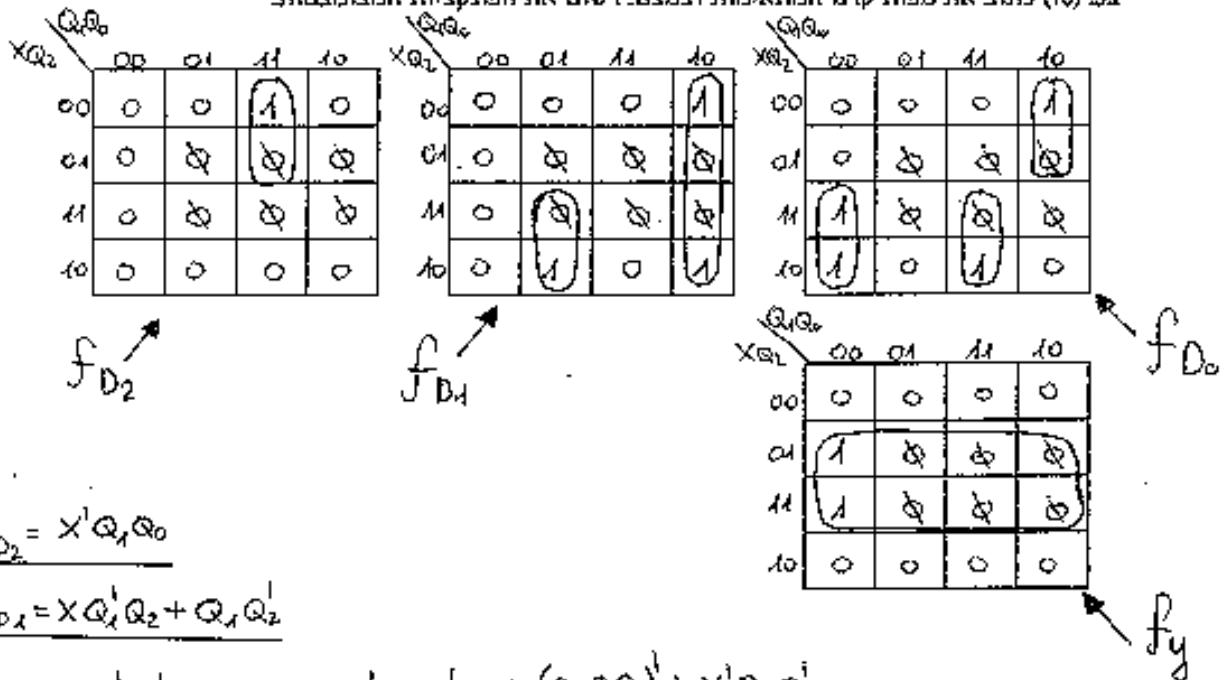
$$f_{D_0} = \sum (2, 8, 11, 12) + \sum \phi (5, 6, 7, 13, 14, 15)$$

$$f_y = \sum (4, 12) + \sum \phi (5, 6, 7, 13, 14, 15)$$

X	Q ₂	Q ₁	Q ₀	D ₂	D ₁	D ₀	y
0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	0	1	0
2	0	0	1	0	1	0	0
3	0	1	0	0	0	0	1
4	0	1	0	1	0	0	0
5	0	1	1	0	0	0	0
6	0	1	1	0	0	0	0
7	1	0	0	0	0	1	0
8	1	0	0	1	0	0	0
9	1	0	1	0	0	1	0
10	1	0	1	0	1	0	0
11	1	1	0	0	0	1	1
12	1	1	0	0	0	1	0
13	1	1	1	0	0	0	0
14	1	1	1	0	0	0	0
15	1	1	1	0	0	0	0



ב3. (10) כתוב את מפת קרנ המינימום וצמצם. רשום את הפונקציות המצומצמות.



$$f_{D_2} = X'Q_1Q_0$$

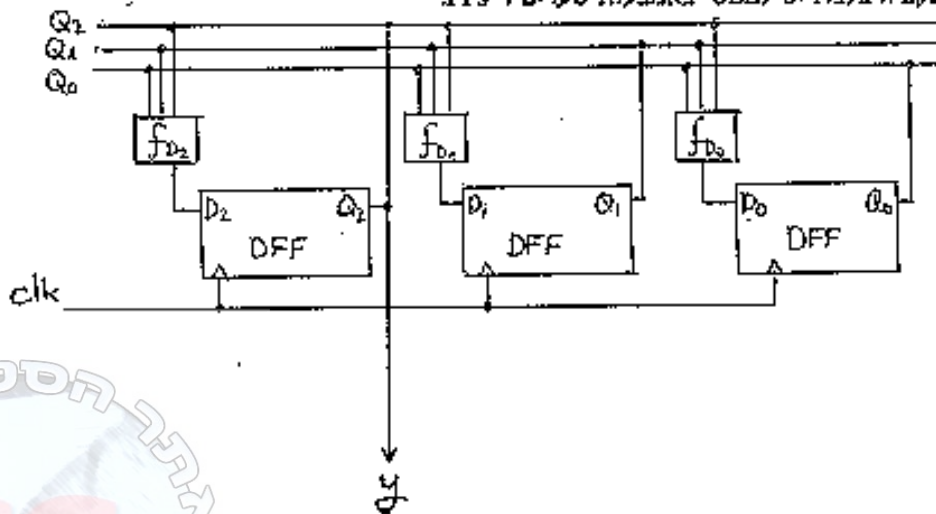
$$f_{D_1} = XQ_1'Q_2 + Q_1Q_2'$$

$$f_{D_0} = XQ_1'Q_0' + XQ_1Q_0 + X'Q_1Q_0' = X(Q_1 \oplus Q_0)' + X'Q_1Q_0'$$

$$f_Y = Q_2$$

ב4. (10) - מכש את פונקציות הפלט במכונת המצבים.

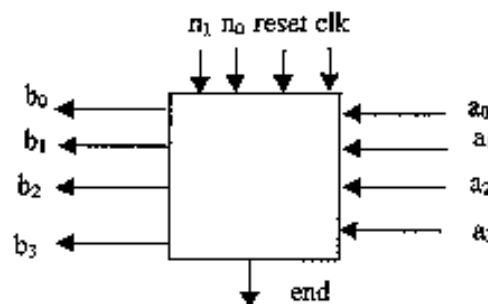
- מכש את מכונת המצבים כאשר פונקציות הפלט ממומשות בצורה מפורשת, ויתר הפונקציות מיוצגות בצורה סכמתית באמצעות קונסאות ריקות שעליהן מצויות שם הפונקציה בלבד. יש לממש באמצעות שערים ו-FFs.



שאלה 3:

- יש לממש בעזרת סינכרוניזציה המסכמת עד ארבעה מספרים של ארבעה ביטים כל אחד.
- הסיגנל reset מאפס את המערכת.
- במחזור שלאחר איפוס המערכת מופיע בקלט מספר המחזורים הניתן באמצעות שני הביטים a_0, a_1 באופן הבא:
 - 00 - מחזור אחד, 01 - שני מחזורים, 10 - שלושה מחזורים, 11 - ארבעה מחזורים.
- ארבעת הספרות של כל אחד מהמספרים המחזורים מופיעות בכניסות: a_3, a_2, a_1, a_0 .
- לאחר כל עליה נוספת של השעון מתקבל מספר נוסף לחיבור.
- בכל שלב מתקבל במלט סכום ביניים של המחזורים ביציאות: b_0, b_1, b_2, b_3 . יש להתעלם מהנשא.
- סיגנל הפלט end יודלק עם קבלת המספר האחרון לסיכום. הסיגנל יסמל את קבלת הסכום הסופי באותו המחזור של השעון ותחילת מחזור חדש של סיכום מספרים. הסיגנל end יודלק גם עם קבלת הסיגנל reset.
- במחזור השעון שלאחר סיום החיבור של קבוצת המספרים, מתחיל הסיכום של קבוצה חדשה של מספרים. מופיע מספר חדש בכניסות a_0, a_1 , והמחזור הראשון בכניסות: a_3, a_2, a_1, a_0 .

להלן הטבלה הסכמתי של המערכת.



דוגמה:

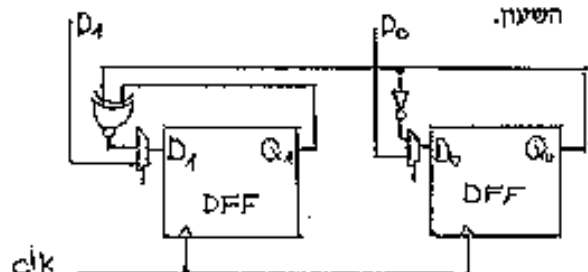
cycle	reset	n1	n0	a3	a2	a1	a0	b3	b2	b1	b0	End
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0
2	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1
3	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
4	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0
5	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0
6	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1

א. (10) ממש מזנה עם טעינה סינכרונית של שני ביטים המזנה בסדר יורד עם כל עלייה של השעון.

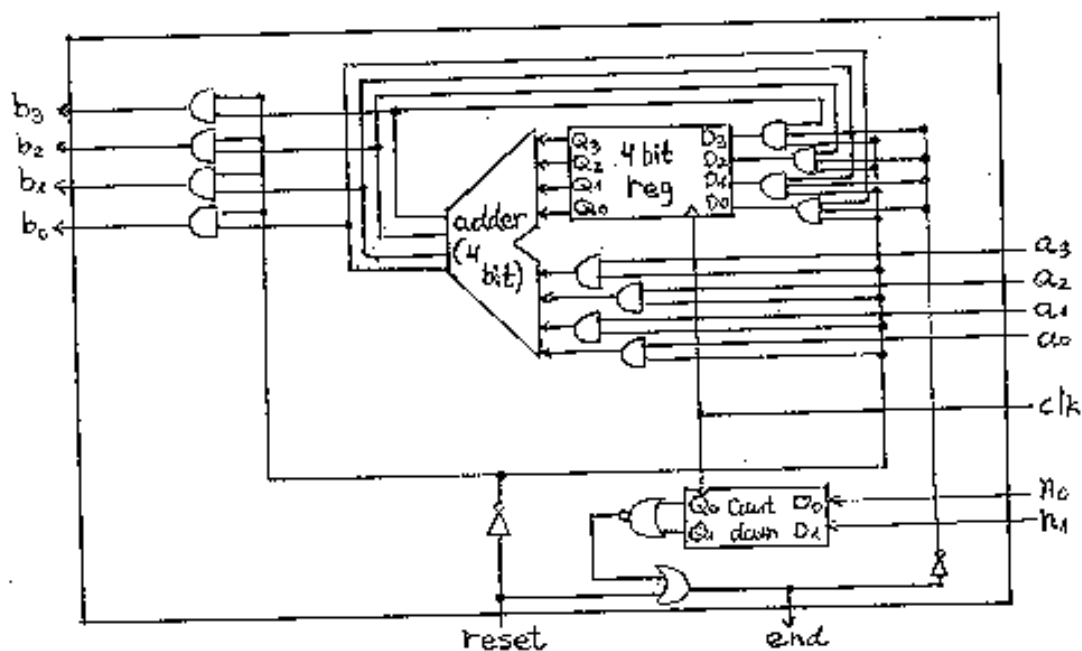
Q_1, Q_0	D_1, D_0
0 0	1 1
0 1	0 0
1 0	0 1
1 1	1 0

$$D_1 = (Q_1 \oplus Q_0)'$$

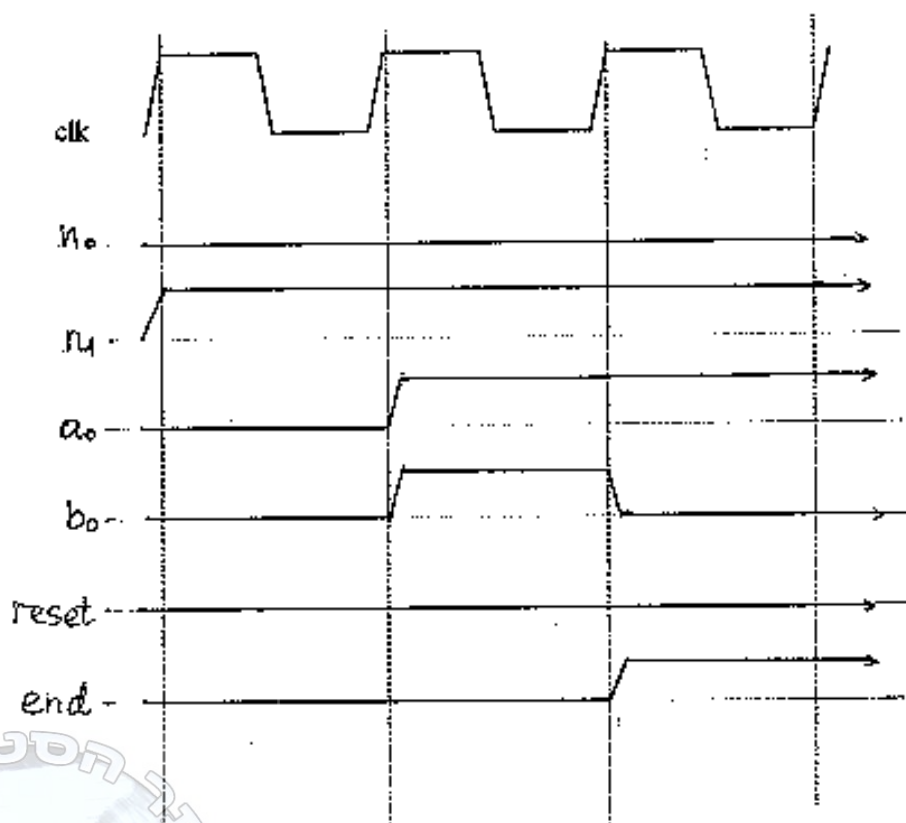
$$D_0 = Q_0'$$



ג. (20) ממש את המערכת באמצעות המונה, רגיסטר, מסכם מלא של ארבע ביטים, ושערים
נוספים בהתאם לצורך.



ג. (5) תאר בוצענות זמנים את התנהגות הסיגנלים $clk, a_0, b_0, n_0, n_1, reset, end$:
בוזעור שלוש המספרים (משמאל לימין) $1001 + 0111 + 1000$, במהלך שלוש פנימות
שעון.



22.2.2002

אוניברסיטת חיפה, החוג למדעי המחשב
מרצים: ברוך סולומון, אמנון רזנמן.

מבחן במבוא לחומרה – מועד א
סמסטר חורף תשס"ב

המבחן כולל שלוש שאלות.
משך המבחן: שלוש שעות.
כל חומר עזר מותר.

יש לרשום את התשובות על דפי הבחינה.
ליד כל סעיף מצוין מספר הנקודות.
יש להשתמש כתיטה במחברת הבחינה.

	35	שאלה 1
	30	שאלה 2
	35	שאלה 3
	100	סה"כ



שאלה 1: (35 נק')

בשאלה זו יש לממש חלקים במערכת סינכרונית המחשבת את המקסימום של n מספרים.

סיגנלי הכניסה של המערכת הם:

4 ביטים	A
4 ביטים	N
1 ביט	START
1 ביט	CLK

סיגנלי היציאה של המערכת הם:

4 ביטים	MAX
1 ביט	FINISH

כניסה:

הערכים של START הם: 1 במחזור שעון 0 ואחר-כך רצף של אפסים.
הערך של N במחזור 0 הוא מספר חיובי n המסמן את מספר הערכים להשוואה.
הערכים של A מייצגים מספרים לפי שיטת המשלים ל-2.

יציאה:

הערך של FINISH צריך להיות 0 במחזורים 0, ..., $n-1$, ומסוף מחזור n ערכו הוא 1.
על המערכת לחשב את המקסימום של n הערכים המספריים של A המתקבלים במחזורי השעון 1 עד n (מתעלמים מערך A בזמן 0).
בסוף המחזור ה- n ערכו של MAX צריך להיות המקסימום הנ"ל.

לדוגמא:

זמן סיגנל	0	1	2	3	4	5
START	1	0	0	0	0	0
N	5	-	-	-	-	-
A	6	3	-1	4	-1	0
FINISH	0	0	0	0	0	1
MAX	-	-	-	-	-	4

בתרשים 1 מובא באופן חלקי פתרון אפשרי של המערכת שאותו תתבקשו להשלים. בפתרון זה המערכת מכילה רכיב קומבינטורי CR בעל כניסות C ו-D בנות 4 ביטים כל אחת ויציאה M של ביט אחד. ערכו של M הוא 0 כאשר $C \leq D$, וערכו הוא 1 כאשר $C > D$ (לפי שיטת המשלים ל-2).

כמו כן מכילה המערכת שני רכיבים סינכרוניים X ו-Y.

החלקים בתרשים המסומנים I_1, \dots, I_5 מייצגים חישוב קומבינטורי ויכולים להכיל רכיבים כמו שערות לוגיים, MUX, DECODER.



א (א) (8 נק') איזה אינפורמציה יש לשמור תוך כדי החישוב? לצורך שימור אינפורמציה זו נשתמש ברכיבים המסומנים X ו-Y בתרשים 1. מהם רכיבים אלו?

תשובה: יש לשמור את המכסימום הנוכחי ברגיסטר Y ואת מספר ערכי A שנותרו ברכיב X מסוג Down counter.

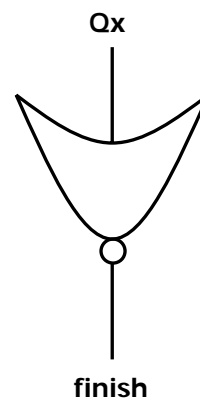
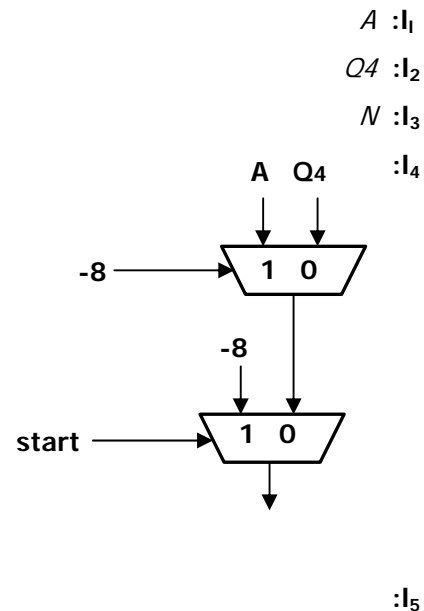
ב (4 נק') מהו תחום המספרים הניתן לייצוג בעזרת 4 ביטים בשיטת המשלים ל-2 (כולל מספרים שליליים)?

תשובה: הטווח הינו מ- (-8) (1000 בשיטת המשלים ל-2) ועד (7) (0111 בשיטת המשלים ל-2)

ג (8 נק') איך תדאגו לכך שהמקסימום יחושב על ערכי A בזמנים 1, ..., n ויתעלם מערכו של A בזמן 0? כפתרון אפשרי (אך לא היחיד) ניתן להיעזר בסעיף ב). במידת הצורך, ניתן להוסיף סיגנלים לתרשים.

תשובה: אפשר לדאוג לכך שלתוך Y ייטען בזמן 0 הערך המינימלי האפשרי, כלומר (-8). למשל, אפשר לברור בכניסה ל-Y בעזרת סיגנל start בין (-8) לבין תוצאת ההשוואה בין A ל-QY (ראו שרטוט 14 בהמשך).

ד (15 נק') שרטטו את I_1, \dots, I_5 (כל אחד מכיל סיגנל אחד או יותר וכן במידת הצורך שערים לוגיים, MUX או DECODER).



שאלה 2: (30 נק')

נתונה התוכנית הבאה בשפת אסמבלר של MIPS. התוכנית מממשת את הלולאה הבאה, שעוברת על המערך x בגודל 100.

```
for (i=0; i<100; i++) {
    x[i] = 3x[i] + 5
}
```

בניח ש-R10 מצביע על תחילת המערך x , ו-R8 מכיל את המשתנה i , שערכו התחלתי הוא 100.

```

// R8 = 100
loop:  lw  R1, 0(R10)      // R1 = mem[R10], i.e. R1=x[i];      (1)
      shl R2, R1, 1      // R2 = R1 * 2                      (2)
      add R3, R1, R2      // R3 = R1 + R2                      (3)
      addi R3, R3, 5      // R3 = R3 + 5                      (4)
      sw  R3, 0(R10)      // x = R3                          (5)
      subi R8, R8, 1      // R8 = R8 - 1                      (6)
      addi R10, R10, 4    // R10 = R10 + 4                    (7)
      bneq R8, R0, loop   // if (R8 != 0) goto loop;          (8)

```

א. (10 נק'). בניח שבמעבד שלנו אין bypass ואין branch prediction. עבור כל פקודה ציינו האם יש data hazard, control hazard, ומספר ה-stalls הנחוץ עבור פעולה תקינה. עבור data hazard יש לציין מאיזו source זה נובע. ראו תרשים 2 של מעבד MIPS ללא bypass.

פקודה	Control hazard	Data hazard		number of stalls
		SRC1	SRC2	
(1)	v			3
(2)	--	R1		2
(3)	--		R2	2
(4)	--	R3		2
(5)	--	R3		2
(6)	--			
(7)	--			
(8)	--	R8		1

ב. (5 נק'). מהו ה-CPI של התוכנית?

$$CPI = \#cycles / \#instructions = 100 * (8 + 3 + 2 + 2 + 2 + 2 + 1) / (8 * 100) = 2.5$$



ג. (10 נק'). נניח שבמעבד שלנו יש bypass כמו שלמדנו בכיתה, ואין שום branch prediction. לכל פקודה ציינו איזה source מגיע דרך ה-bypass, ומאיזה שלב של ה-pipeline. כמו כן ציינו את מספר ה-stalls הנחוץ (אם נחוץ). ראו תרשים 3.

פקודה	number of stalls	מאיזה שלב עושים bypass	
		SRC1	SRC2
(1)	3		
(2)	1	R1 – Mem/WB	
(3)			R1 – Exe/Mem
(4)		R3 – Exe/Mem	
(5)		R3 – Exe/Mem	
(6)			
(7)			
(8)		R8 – Mem/WB	

ד. (5 נק') מהו עתה ה-CPI של התוכנית?

$$CPI = \#cycles / \#instructions = 100 * (8 + 3 + 1) / (8 * 100) = 1.5$$

שאלה 3: (35 נק')

נתון זיכרון מטמון (cache) בעל הפרמטרים הבאים:
גודלו 128KB וגודל block בו הינו 16B. ה-cache הינו 2-way set associative.

א. (6 נק') מה גודל השדות השונים בגישה למטמון עם כתובת למרחב זיכרון של 4GB
(2^{32} Bytes)?

Offset = 4bit (block size = 16B)

Set = 12bit ($\log_2 (128KB / (16B * 2))$)

Tag = 16bit (32-12-4)

ב. (3 נק') מה גודל ה-Tag array בביטים? $16bit * 2^{12} * 2$

הסבר: מספר הבלוקים * מספר הסיביות לכל tag.



ג. נתון מעבד עם זיכרון מטמון (Data cache) כפי שהוגדר בתחילת השאלה. כמו-כן, נתון כי כל הכתיבות לזיכרון עוברות דרך ה-cache (write allocate). נתונה התוכנית הבאה:

```
int i;
int A[1000], B[1000], C[1000];
for (i=0; i<1000; i++) {
    C[i] = A[i] + B[i];
}
```

נניח שה-cache היה ריק עם תחילת התוכנית, וכל int מאוחסן ב-4 בתים. בכל פעם שהתבצעה גישה לאחד הנתונים והיה miss, הובא block מתאים אל ה-cache. מנגנון ההחלפה ב-cache הוא לפי LRU (Least Recently Used).

נניח שכתובת ההתחלה של המערך A בזיכרון הראשי היא 0, של המערך B היא $0x10000$ (64K) ושל המערך C היא $0x20000$ (128K).

נניח שסדר הגישות לזיכרון ב- (*) הוא: (1) A[i], (2) B[i], (3) C[i].

1. (6 נק') לאילו sets ב-cache יכנס כל אחד מהמערכים הללו:

A: מ-0 ועד 249 set (0xF9)

B: מ-0 ועד 249 set (0xF9)

C: מ-0 ועד 249 set (0xF9)

2. (11 נק') חשבו את ה-hit rate ב-Data cache עבור ביצוע הלולאה. תנו הסבר לתוצאה שקבלתם.

$hit\ rate = 0$

הסיבה לכך היא שממפים כתובת ממערך A ל set i כלשהו. לאחר מכן ממפים כתובת ממערך B לאותו set (אך ל-way שונה). כאשר באים למפות את הכתובת מ-C יש להוציא אחד מהבלוקים מ set i ולכן יוצא הבלוק עם כתובות A (LRU). לאחר מכן יצא הבלוק עם כתובות מ-B וכן הלאה. התהליך הנ"ל חוזר על עצמו לאורך כל הלולאה ולכן אין hit בכלל.

4. (9 נק') האם ה-hit rate ב-Data cache עבור ביצוע הלולאה ישתפר אחרי השינויים הבאים (כל אחד בניפרד) נמקו תשובותיכם:

- הוספת אסוציאטיביות ל-4 (ways #) כן, מהסיבות שפורטו בסעיף קודם. כעת יוכלו המערכים להתמפות לאותם סטים מבלי להפריע אחד לשני.

- הגדלת אורך ה-block ל-32 בתים: לא, אין לכך משמעות.

- הגדלת גודל ה-cache ל-256KB: כן, הגדלת ה-cache גורמת לכך שגודל ה-set משתנה (13) ולכן המיפוי של הבלוקים משתנה. A ו-C מתמפים לאותו set אבל B לא, ולכן לא יחזור המצב שמתואר בסעיף קודם.



16.02.2001

מבחן במבוא לחומרה מועד א
סמסטר חורף תשס"א

הבוחן כולל שלוש שאלות בשבעה עמודים.
משך הבוחן: שלוש שעות.
כל חומר עזר מותר.
יש לרשום את התשובות על דפי הבחינה.
ליד כל סעיף מצוין מספר הנקודות.
יש להשתמש כתיטה בצד האחורי של דפי המבחן.

שאלה 1	35	
שאלה 2	35	
שאלה 3	30	
סה"כ	100	

שאלה 1:

בנו מונה סינכרוני של מספרים בין 0 לבין 7. המונה מקבל כקלט את הסיגנל cnt .
כאשר הסיגנל cnt מקבל את הערך 1 הוא מונה כלפי מעלה, וכאשר הסיגנל מקבל את הערך 0 הוא מונה כלפי מטה.
אם במונה יש ערך 0 והתקבל הקלט $cnt = 0$ (מניה למטה) הוא יעבור לערך 7, ואם המונה בערך 7 והתקבל $cnt = 1$ (מניה למעלה) יתקבל במונה הערך 0.

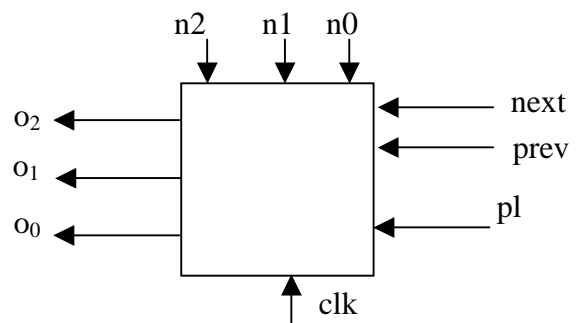
א1. (5) ציירו את מכונת המצבים.

א2. (5) בנו טבלת אמת ורשמו את הפונקציה של הספרה האמצעית של המונה בצורה של מכפלת סכומים (\sum).



א3.5) צמצמו את הפונקציה של הספירה האמצעית של המונה באמצעות מפת קרנו ורשמו את הפונקציה המצומצמת.

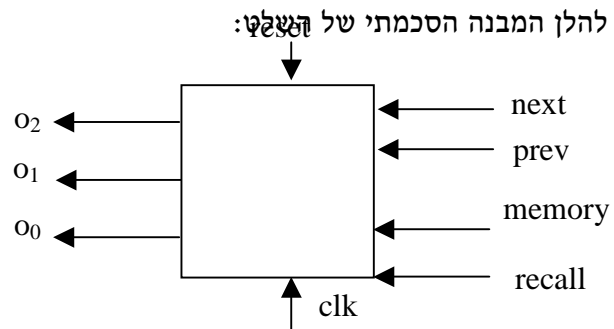
- א5. (12) הוסיפו למונה את הסיגנלים $prev$, $next$, ו- pl .
- כאשר רק הסיגנל $prev$ מקבל את הערך 1 המונה מונה כלפי מטה.
 - כאשר רק הסיגנל $next$ מקבל את הערך 1 המונה מונה כלפי מעלה.
 - כאשר לשני הסיגנלים יש ערך 1 המונה מתאפס.
 - כאשר לשני הסיגנלים יש ערך 0 המונה שומר את ערכו הקודם.
 - כאשר הסיגנל pl (parallel load) מקבל את הערך 1 ניטען למונה ערך חדש דרך כניסות הקלט $n0, n1, n2$. בזמן שהערך של הסיגנל pl הוא 1 המערכת מתעלמת מהסיגנלים $prev$ ו- $next$. להלן המבנה הסכמתי של המונה:



ממשו את המונה עם הסיגנלים הנוספים באמצעות שערים ו-flip flops. הערה: אין צורך לממש את הפונקציות של המונה שהתקבלו בסעיפים הקודמים בצורה מפורשת, וניתן לשרטט אותן כקופסה שחורה.



(8) השתמשו במונה שבניתם לצורך בניית שלט לטלויזיה.



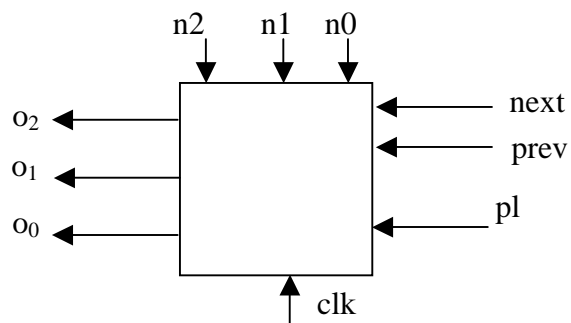
השלט מקבל סיגנלי קלט המשמשים לבחירת התחנה ולשינוי התחנה. השלט מוציא כפלט את מספר התחנה שהתקבלה.

להלן אפשרויות הקלט של השלט:

1. סיגנל הקלט **next** בעל ערך 1: השלט יעבור לתחנה הבאה.
2. סיגנל הקלט **prev** בעל ערך 1: השלט יעבור לתחנה הקודמת.
3. סיגנל הקלט **reset** בעל ערך 1: השלט יעבור לתחנה מספר 0.
4. סיגנל הקלט **memory** בעל ערך 1: השלט ישמור את התחנה הנוכחית בזיכרון (רגיסטר).
5. סיגנל הקלט **recall** בעל ערך 1: השלט יעבור לתחנה שנשמרה בזיכרון.
6. כאשר כל הסיגנלים בערך 0 השלט שומר את התחנה הנוכחית.

לצורך המימוש יש להשתמש ברגיסטר שערים, ובוררים (multiplexors), ובמונה שמימשם בסעיף הקודם.

השתמשו בציור הסכמתי של המונה כדי לשרטט את המערכת שלמה.

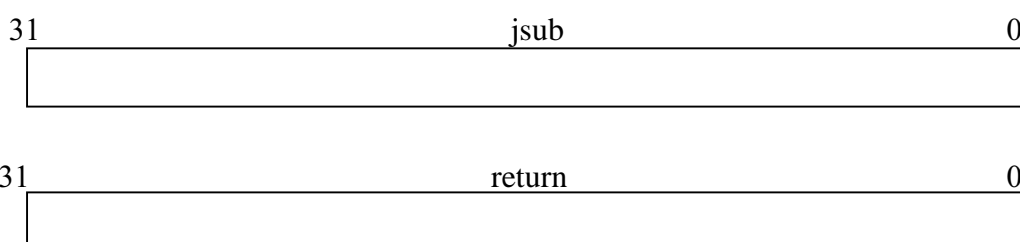


שאלה 2

יש להרחיב את מעבד Mips לצורך תמיכה בפרוצדורות. לשם כך יש להוסיף למעבד את פקודת האסמבלר: JSUB <address>. הפקודה שומרת את המקום הנוכחי של התוכנית בזיכרון, וקופצת למקום חדש בזיכרון <address>. את הכתובת בזיכרון מציינים באופן המקובל בפקודות ה-Mips.

דוגמא: JSUB 100(R1). כמו כן יש להוסיף את הפקודה RETURN, החוזרת למקום שבו הייתה התוכנית לפני הוראת JSUB.

(3) רישמו את מבנה הפקודות במעבד. ה- opcode של JSUB יהיה 2 ושל RETURN 3.



(15) יש לממש את הפקודות החדשות במעבד. לשם כך יש להעזר בציור של המעבד המצורף לבחינה. לצורך המימוש ניתן להשתמש בשערים, בוררים ורגיסטר הנוסף לרגיסטרים הקיימים. ניתן להשתמש בסיגנלי ה- control : jsub ו- return החדשים, המתקבלים לאחר פיענוח הפקודות. הסבירו את דרך הפעולה של המערכת שמימשתם.

(3) מה יקרה לתוכנית אם תופעל הפקודה JSUB פעמיים רצופות ואחרי כן פקודת RETURN? הסבירו את תשובתכם.



(6) כדי לטפל בבעיה שהוצגה בסעיף הקודם ממשו במערכת את סיגנל abort המקבל ערך 1 אם התקבלו שתי פקודות JSUB ללא פעולת RETURN ביניהן, או פקודת RETURN שלא הייתה פעולת JSUB לפניה.

הערה: לשם פשטות, שרטטו את המערכת בנפרד, ולא על הציור של המעבד. הסבירו את פעולת המערכת.

ה. (3) בכמה מחזורי שעון תעכב פעולת ה JSUB את ה- pipe line במעבד? ובכמה מחזורי שעון תעכב פעולת ה-RETURN? הסבירו את תשובתכם.

ו. (5) בתוכנית לבדיקת ביצועי המעבד עם התוספת הנ"ל היו 1000 פקודות, מתוכן 50 פעולות של JSUB, ו-150 פעולות הסתעפות רגילות. פעולת ההסתעפות גורמת לעיכוב של שלושה, ופעולת JSUB גורמת לעיכוב שציינתם בסעיף הקודם. כל יתר הפעולות לא גורמות לכל עיכוב של המעבד, הכולל מערכות forwarding המתאימות. חשבו את ה-CPI של התוכנית (המעבד הוא כפי שהודגם בכיתה, עם pipe line בעומק 5).



שאלה 3

א. (5) נתון זיכרון בגודל 4GB (2^{32} bytes).
 לזיכרון זה מצורף זיכרון cache מסוג direct mapped " בגודל 8KB, כאשר כל בלוק הוא בגודל 1KB.

רשמו את גודל השדות השונים בגישה לזיכרון ה-cache. רשמו גם את תרגיל החישוב:

Tag field size =

Set field size =

Offset field size =

כמה בלוקים יש ב-cache וכמה sets? לתשובה צרפו את תרגיל החישוב.

Blocks num =

Sets num =

ב. (10) בטבלה הבאה נתון מצב ה-cache ברגע מסוים:

Set	Valid	Tag
0	1	0x100
1	0	0x200
2	0	0x355
3	0	0x622
4	1	0x103
5	1	0x220
6	1	0x100
7	0	0x100

התקבלה סידרה של כתובת לקריאה מה-cache.
 רשמו עבור כל כתובת לאיזה set היא מתמפה והאם נגרם miss או hit עבור כתובת זו.

Address	Set	Mis/hit
0x00000100		
0x00201F00		
0x00110588		
0x01110588		



ג. כאשר ה- cache היה במצב המתואר בסעיף הקודם (ללא הגישות הנוספות שבסעיף זה), החלה להתבצע הלולאה הבאה:

```
loop:  lw R1, 100(R2)    // R1 = mem[R2+100];  
      subi R2, R2, 4    // R2 = R2 - 4;  
      bneq R2, R0, loop // if(R2 != R0) goto loop;
```

ערך האוגר R2 בתחילת הלולאה היה 0x00001000, וערך R0 היה 0. בכל פעם שהתבצעה גישה ל- cache והיה miss, הובא ה- block המתאים אל ה- cache.

שימו לב: בהוראה lw R1, 100(R2) , 100 ניתן בצורה דצימאלית.

ג1. (10) כמה פעמים היה miss בגישה ל- cache ? עבור אילו כתובות? רשמו את תרגילי החישוב והסבירו את תשובתכם.

ג2. (5) חשבו את ה- hit rate עבור ביצוע הלולאה והסבירו את תשובתכם.



מבוא לחומרה - מבחן מסכם - מועד ב'
סמסטר חורף תשנ"ט

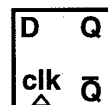
- המבחן כולל 3 שאלות.
- משך המבחן: 3 שעות.
- כל חומר עזר מותר.
- יש לענות בגוף הבחינה בלבד.
- יש לענות תשובות קצרות ומנומקות, בכתב יד ברור.
- יש לסמן "טייטא" על קטעים שהם טייטא.
- המבחן כולל 8 עמודים.

שאלה 1	/ 33
שאלה 2	/ 33
שאלה 3	/ 34
ציון סופי	/ 100

שאלה 1

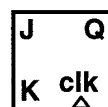
א. נתון DFF מדורבן קצה חיובי בעל כניסות D ו- clk (ללא כניסת Enable) ויציאות Q ו-Q:

clk	Q
\uparrow	Q_{n-1}
\uparrow	D



ממש באמצעותו ובאמצעות 4 שערים לוגיים את הרכיב הבא:

clk	J	K	Q
\uparrow	ϕ	ϕ	Q_{n-1}
\uparrow	0	0	Q_{n-1}
\uparrow	0	1	0
\uparrow	1	0	1
\uparrow	1	1	$\overline{Q_{n-1}}$

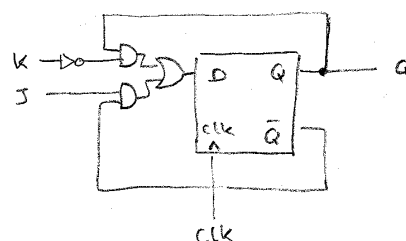


המימוש:

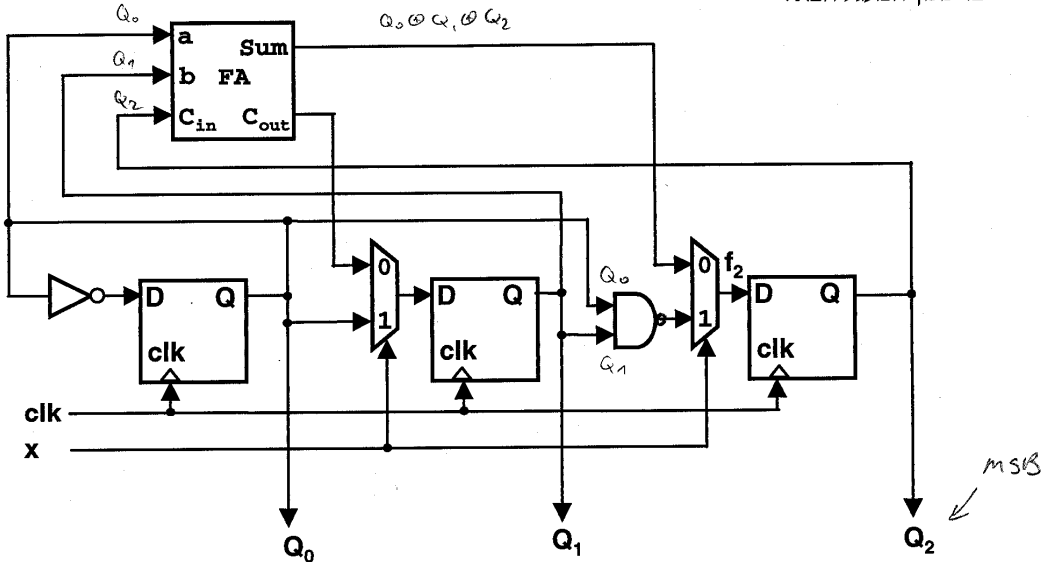
J	K	Q	D
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	0

J	Q	D
0	0	0
0	1	1
1	0	0
1	1	1

$$D = \overline{K}Q + J\overline{Q}$$



"ד" - ה ω נרשם $\sum = 1$
 ויש-ה $\{ \omega_0, \omega_1, \omega_2 \} - \rho$
 $\omega_0 \oplus \omega_1 \oplus \omega_2$

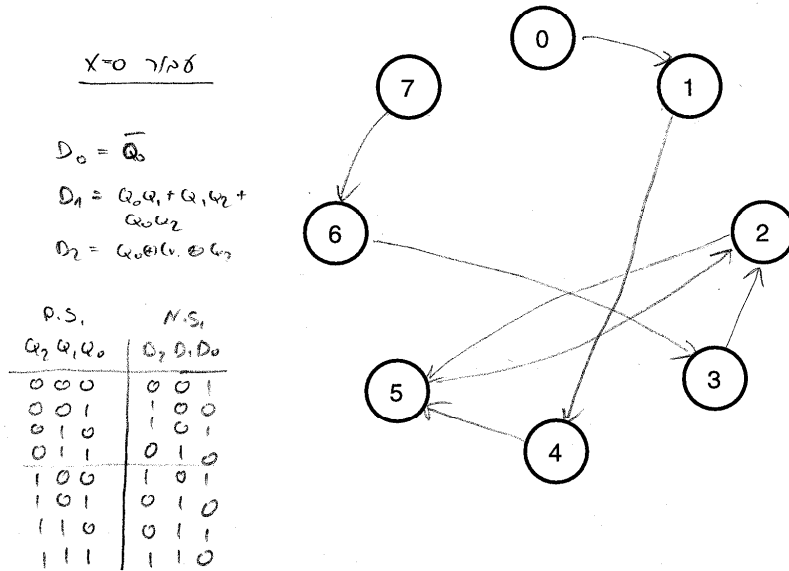


(i) פשט את הפונקציה f_2 באמצעות מפת הקרנו הבאה:

Handwritten Karnaugh map for the function $F(X, Y, Z) = X + YZ$. The map is a 4x4 grid with columns labeled 00, 01, 11, 10 and rows labeled 00, 01, 11, 10. The top two columns are grouped under $X=0$ and the bottom two under $X=1$. The map shows 1s at (00,01), (01,00), (01,01), (11,00), (11,01), (11,10), and (10,00), (10,01), (10,10). The prime implicants are X , YZ , and XZ .

$$f_2 = \overline{Q_1} \overline{Q_0} Q_2 + X \overline{Q_1} + X \overline{Q_0} + \overline{Q_1} Q_0 \overline{Q_2} + Q_1 Q_0 \overline{Q_2} + Q_1 Q_0 X Q_2$$

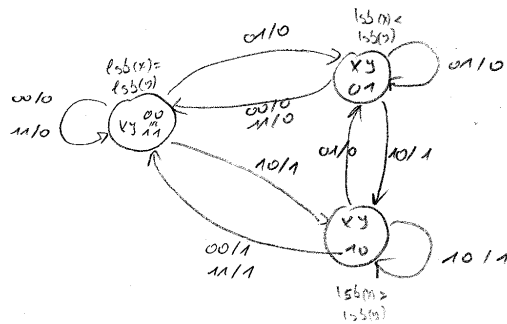
(ii) רשום את דיאגרמת מעברי המצבים של המעגל. שימו לב כי על הדיאגרמה לתאר לכל מצב אפשרי מהו המצב הבא שלו. $X=0$ נקרא Q_0 .



7

ג. תכנן מכונת מצבים מסוג מילי בעלת קלטים X ו-Y ופלט Z (כולם ברוחב סיבית אחת) כך שבכל רגע נתון מתקיים: $Z=1$ אם המספר הבינארי המיוצג על-ידי שתי הסיביות האחרונות שהתקבלו ב-X (הסיבית האחרונה היא סיבית ה-msb), גדול מהמספר הבינארי המיוצג על-ידי שתי הסיביות האחרונות שהתקבלו ב-Y (הסיבית האחרונה היא סיבית ה-msb). יש לשרטט את דיאגרמת מעברי המצבים של המכונה בלבד.

טחול, האנשים שלי ימים את זרמי
הטחול והקוזמט של X ושל Y



10



שאלה 2

LOOP R1, R2

R1 = R1-1;

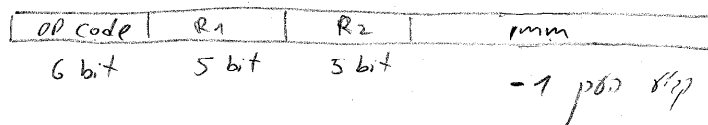
If (R1 != 0) then PC = PC+R2;

יש להוסיף למעבד ה-MIPS פקודה חדשה:

הפקודה מבצעת:

א. הצע קידוד לפקודה החדשה, תוך שימוש באחד הפורמטים הקיימים. לכל שדה בפקודה רשום את שמו, אורכו ומה הוא מכיל. רשום מהו הפורמט בו השתמשת.

I-type



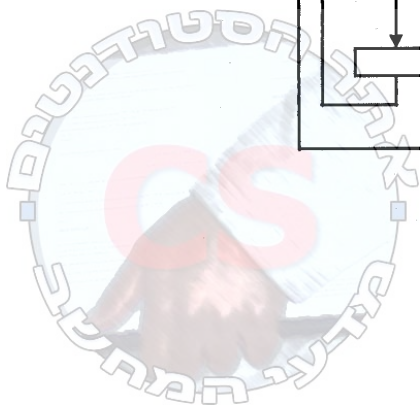
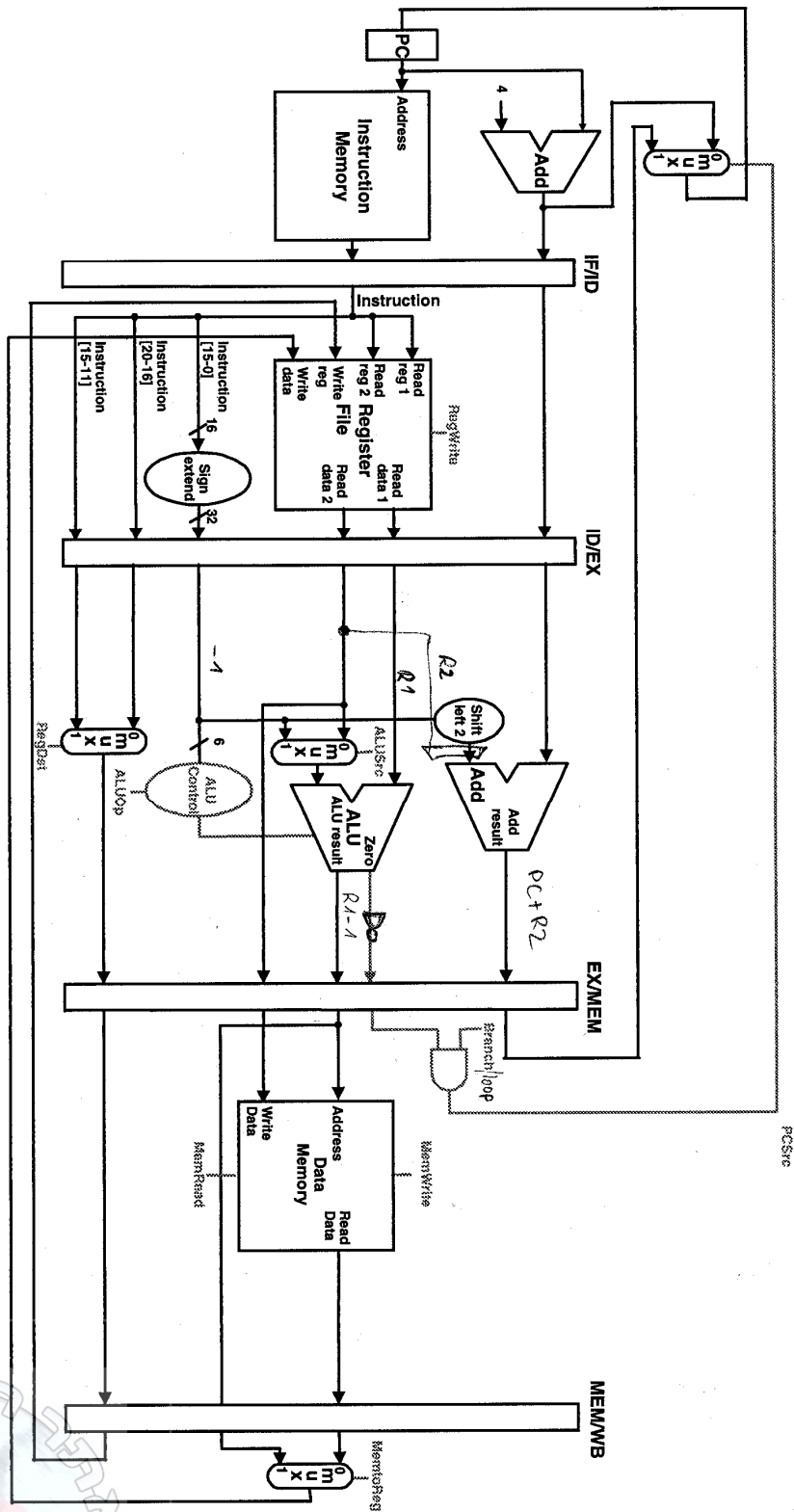
ב. תאר את השינויים הנדרשים במעבד לצורך ביצוע הפקודה החדשה על-גבי הציור שבעמוד הבא. שים לב: אין להוסיף שלב (אך מותר להוסיף רכיבי חומרה). הסבר את השינויים ומדוע הם נדרשים לביצוע הפקודה החדשה.

1. מUX ו ALU - Target - 32 bit
 2. PC+R2
 3. AND - 32 bit, R1 - 5 bit
 4. R1 - 5 bit

ג. תאר את שלבי הביצוע של הפקודה החדשה:

EX: R1-1, PC+R2
 MEM: if (R1 != 0)
 WB: Register file, R1





ד. ההשפעה של Data Hazard :

תחת חומרת ה-bypass שנילמדה בכיתה, האם יבוצע stall בין רצף של שתי פקודות R1, R2 LOOP המופיעות זו אחר זו? הסבר.

לא, לא יבוצע stall. R1 ו-R2
הוא כי R1 לא תלוי ב-R2
לכן אין צורך ב-bypass

ה. ההשפעה של Control Hazards

עתה הנח שלצורך ביצוע הפקודה החדשה יש לחלק את שלב ה-EX שבו מתבצעים החישובים R1-1 ו-PC+R2 לשני שלבים EX1 ו-EX2.

בנוסף נתון כי למעבד יש BTB בעל המאפיינים הבאים:

(1) hit rate = 90% (יחס הפגיעות ב-BTB).

(2) accuracy = 90% (יחס החיזויים הנכונים מתוך הפגיעות).

עוד נתון כי 20% מהפקודות בתוכנית הן פקודות branch מותנות ושהסתברות שפקודת branch מותנה תהיה taken היא 60%. במקרה של BTB miss אין Penalty עבור פקודת branch שהיא Not taken. במעבד הנתון $CPI=1$ (קבוע לכל הפקודות) ללא Control Hazards.

(1) עבור המקרה שבו R1-1 מחושב בשלב EX1 ו-PC+R2 מחושב ב-EX2 מהו ה-CPI הממוצע של המעבד בהתחשב ב-Control Hazards? 1.12

הסבר: $branch\ miss\ penalty = 4$

$$CPI = 1 + 0.2 [0.9 \cdot 0.1 \cdot 4 + 0.1 \cdot 0.6 \cdot 4] = 1.12$$

(2) עבור המקרה שבו PC+R2 מחושב בשלב EX1 ו-R1-1 מחושב ב-EX2 מהו ה-CPI הממוצע של המעבד בהתחשב ב-Control Hazards? 1.12

הסבר: $branch\ mis\ הפיגוע$



$$\#sets\ L1: 2^{14} / (2^1 \cdot 2^5) = 2^8$$

$$\#sets\ L2: 2^{17} / 2^5 = 2^{12}$$

שאלה 3

א. נתון מעבד בעל cache בשתי רמות (L1, L2). L1 הוא בגודל 16KB, באירגון 2-way set-associative, ובעל אורך שורה של 32 בתים. L2 הוא בגודל 128KB, באירגון direct map, ובעל אורך שורה של 32 בתים. מדיניות החלפה בשני ה-cache-ים היא LRU.

(i) נתון כי בין L1 ו-L2 מתקיים עקרון ההכלה. כלומר אם נורקת שורה מ-L2, המעבד דואג לזרוק את השורה גם מ-L1. מלא את הטבלה עבור כל אחת מהכתובות בסידרת הפניות הנתונה. הנח כי בתחילת סידרת הפניות שני ה-cache-ים ריקים.

L2		L1		
hit/miss	set	hit/miss	way	
m	048	m	0	90D H
m	048	m	1/0	20917 H
m	048	m	0	901 H
m	C48	m	1	7890F H
m	548	m	0	EA915 H
h	048	m	1	918 H

(ii) חזור על סעיף (i), אך הנח כי עיקרון ההכלה אינו מתקיים. כלומר, זריקת שורה מ-L2 אינה גוררת את זריקת השורה גם מ-L1. שוב, הנח כי בתחילת סידרת הפניות שני ה-cache-ים ריקים.

L2		
hit/miss	hit/miss	
m	m	90D H
m	m	20917 H
m	h	901 H
m	m	7890F H
m	m	EA915 H
h	m	918 H



ב. במחשב מסוים נתונה היררכיית זכרון הפועלת על-פי עקרון ההכללה וכוללת:

- זכרון cache.
- זכרון וירטואלי עם TLB
- כאשר דף מפונה מהזכרון הראשי, מוחקים את השורה המתאימה לו ב-TLB (אם היא קיימת). המערכת מאורגנת כך שכתובת וירטואלית מתורגמת תחילה לכתובת פיזית ורק איתה פונים ל-cache. בגישה לזכרון ייתכנו שלושה סוגים של חטאות:
 - cache miss
 - TLB miss
 - page fault

עבור כל אחד מהצורפים האפשריים של 3 סוגי החטאות הנ"ל, רשמו האם הוא יכול להתרחש או לא והסבירו בקצרה.

הסבר	אפשרי?	page fault	TLB miss	cache miss
הנתון נמצא ב-cache	כן	אין	אין	אין
הנתון נמצא בזכרון הראשי אך לא ב-cache	כן	אין	אין	יש
הנתון נמצא בזכרון או ב-cache אך אין גישה ל-BTB	כן	אין	יש	אין
הנתון נמצא בזכרון הראשי	כן	אין	יש	יש
} אם יש P.F. חייג עדיין נמצא בזכרון הראשי אם בזימם cache.	לא	יש	אין	אין
	לא	יש	אין	יש
	לא	יש	יש	אין
הנתון נמצא רק בזימם	כן	יש	יש	יש

