

מבוא לחומרה – אוסף תרגילים ופתרונות

איסוף ועריכה: עילאי הנדן

תוכן עניינים

תשס"ו

2	.....	1	תרגיל מס'
6	.....	2	תרגיל מס'
11	.....	3	תרגיל מס'
16	.....	4	תרגיל מס'
22	.....	5	תרגיל מס'
31	.....	6	תרגיל מס'
36	.....	7	תרגיל מס'
43	.....	8	תרגיל מס'
46	.....	9	תרגיל מס'

תשס"ה

51	.....	1	תרגיל מס'
54	.....	2	תרגיל מס'
60	.....	3	תרגיל מס'
66	.....	4	תרגיל מס'
72	.....	5	תרגיל מס'
84	.....	6	תרגיל מס'
88	.....	7	תרגיל מס'
95	.....	8	תרגיל מס'



מבוא לחומרה – סמסטר חורף 2005
תרגיל בית מספר 1

תרגיל 1: (24 נק') חשבו בבסיסים השונים את התרגילים הבאים:

- | | | |
|----|------------------------------------|--------|
| א. | $335_8 + 771_8 = X_8?$ | תשובה: |
| ב. | $544_8 + 234_8 = X_8?$ | תשובה: |
| ג. | $A5B0_{16} - 9F1.1_{16} = X_{10}?$ | תשובה: |
| ד. | $545_6 - 445.3_6 = X_6?$ | תשובה: |
| ה. | $10111_2 * 101001_2 = X_2?$ | תשובה: |
| ו. | $101101_2 / 101_2 = X_2?$ | תשובה: |

תרגיל 2: (24 נק') השלימו את הטבלה הבאה:

עשרוני	בינארי	אוקטלי	הקסדצימלי
56_{10}			
	10101100110_2		
		75613_8	
			$CE3A_{16}$

תרגיל 3: (24 נק') חשבו בשיטת המשלים ל-2, במידה ויש overflow ציינו זאת:

	תוצאה בייצוג עשרוני	תוצאה בייצוג בינארי	ייצוג בינארי (מספר ימני)	ייצוג בינארי (מספר שמאלי)	
א.					$15 + 42 =$
ב.					$8 - 16 =$
ג.					$-31 + 16 =$
ד.					$-5 - 7 =$
ה.					$128 - 129 =$
ו.					$51 + 17 =$



תרגיל 4: (28 נק') קוד בינארי המשתמש ב-13 ספרות מייצג כל אחת מ-13 הספרות של מספר בבסיס 13. כל ספרה מקבלת קוד של 12 0-ים ו-1 אחד. הקוד עבור הספרה 2 הוא 00000000000010.

1. קבעו את הקוד הבינארי ליתר הספרות.
2. מהו הייצוג המינימאלי האפשרי, כלומר מהו מספר הסיביות (הספרות) המינימאלי הנדרש לייצוג מספר בבסיס 13, ומהו הקוד?

שאלת בונוס: נתונים אלף כדי יין ועשרה עבדים אשר בהוראתך יישתו מהכדים. אחד מהכדים מורעל. עליך למצוא את הכד המורעל. הערה: לא ניתן לחכות ולראות איך עבד מגיב לאחר ששתה מכד מסוים, ואז לתת לו לשתות מכד אחר. כל העבדים שותים ביחד והתוצאה מיידית. נמקו את תשובתכם.



מבוא לחומרה – סמסטר חורף 2005
פתרון תרגיל בית מספר 1

תרגיל 1: (24 נק') חשבו בבסיסים השונים את התרגילים הבאים:

תשובה: 1326_8	$335_8 + 771_8 = X_8?$	א.
תשובה: 1000_8	$544_8 + 234_8 = X_8?$	ב.
תשובה: $9BBE.F_{16}$ 39870.9375_{10}	$A5B0_{16} - 9F1.1_{16} = X_{10}?$	ג.
תשובה: 55.3_6	$545_6 - 445.3_6 = X_6?$	ד.
תשובה: 1110101111_2	$10111_2 * 101001_2 = X_2?$	ה.
תשובה: 1001_2	$101101_2 / 101_2 = X_2?$	ו.

תרגיל 2: (24 נק') השלימו את הטבלה הבאה:

עשרוני	בינארי	אוקטלי	הקסדצימלי
56_{10}	111000	70	38
1382	10101100110_2	2546	566
31627	111101110001011	75613_8	7B8B
52794	1100111000111010	147072	$CE3A_{16}$

תרגיל 3: (24 נק') חשבו בשיטת המשלים ל-2, במידה ויש overflow ציינו זאת:

	תוצאה בייצוג עשרוני	תוצאה בייצוג בינארי	ייצוג בינארי (מספר ימני)	ייצוג בינארי (מספר שמאלי)	
א.	57	0111001	0101010	0001111	$15 + 42 =$
ב.	-8	11100	010000	001000	$8 - 16 =$
ג.	-15	110001	010000	100001	$-31 + 16 =$
ד.	overflow	overflow	0111	1011	$-5 - 7 =$
ה.	-1	11111111	010000001	010000000	$128 - 129 =$
ו.	overflow	overflow	0010001	0110011	$51 + 17 =$



תרגיל 4: (28 נק') קוד בינארי המשתמש ב-13 ספרות מייצג כל אחת מ-13 הספרות של מספר בבסיס 13. כל ספרה מקבלת קוד של 12-0 ימים ו-1 אחד. הקוד עבור הספרה 2 הוא 00000000000010.

1. קבעו את הקוד הבינארי ליתר הספרות.
2. מהו הייצוג המינימאלי האפשרי, כלומר מהו מספר הסיביות (הספרות) המינימאלי הנדרש לייצוג מספר בבסיס 13, ומהו הקוד?

פתרון:

1. הקוד הבינארי הוא:

$0 = 10000000000000$, $1 = 00000000000001$, $2 = 00000000000010$, $3 = 000000000000100$
 $4 = 00000000010000$, $5 = 00000000100000$, $6 = 00000001000000$, $7 = 00000010000000$
 $8 = 00000100000000$, $9 = 00001000000000$, $10 = 00010000000000$, $11 = 00100000000000$
 $12 = 01000000000000$

2. יש לייצג את כל 13 הספרות של מספר בבסיס 13, לכן אני זקוק ל-13 קומבינציות שונות של מספר בינארי על מנת לייצג ספרה בבסיס 13. מספר בינארי בן 3 ספרות ייתן לי 8 (= 2 בחזקת 3) קומבינציות (000, 001, 010, ...) ולכן נזדקק ליותר ספרות. מספר בינארי בן 4 ספרות ייתן לי 16 קומבינציות. לכן הייצוג המינימאלי באמצעות מספר בינארי הוא מספר בן 4 ספרות, והקוד יהיה בחירת 13 קומבינציות מתוך ה-16 לייצוג כל הספרות. לדוגמא:

$0 = 0000$, $1 = 0001$, $2 = 0010$, $3 = 0011$, $4 = 0100$, $5 = 0101$, $6 = 0110$, $7 = 0111$,
 $8 = 1000$, $9 = 1001$, $10 = 1010$, $11 = 1011$, $12 = 1100$

פתרון שאלת הבונוס:

עלינו למצוא דרך לייצג 1000 מספרים שונים, כמספר הכדים, באמצעות 10 ספרות, כמספר העבדים. מספר בינארי בעל 10 סיביות מייצג לנו 1024 מספרים שונים. זאת משום ש-10 בחזקת 2 שווה ל-1024 ולכן מספר בינארי בן 10 סיביות מייצג את המספרים 0 עד 1023. נמספר את הכדים מ-1 עד 1000, ונסתכל על העבדים כעל מספר בינארי בן 10 סיביות. נסתכל על הערך של כל כד לפי **ערכו הבינארי** ובכל מקום במספר שבו יש 1 ישנה העבד המתאים מאותו הכד, וכך הלאה עבור כל הכדים. כעת לאחר שכל העבדים שתו נחכה ונראה מי ימות, ולפי אלו שמתו נדע איזה כד הוא המורעל.

לדוגמא: אם עבדים מספר 1, 3, 5, 6 מתו אזי המספר הבינארי המתאים הוא 0000110101 ומספר זה מתאים לכד מספר 52. אם עבדים מספר 1, 5, 6, 7, 9 מתו אזי המספר הבינארי המתאים הוא 0101110001 ומספר זה מתאים לכד מספר 753.



מבוא לחומרה – סמסטר חורף 2005
תרגיל בית מספר 2

הנחיות להגשת התרגיל:

1. הגישו בזוגות בלבד
2. הגישו בכתב יד קריא וברור
3. הגישו פתרון מלא עבור כל שאלה (כולל כל החישובים והנימוקים)
4. הגישו לתא של אלעד כהן ליד חדר המחשבים בבנין ג'יקובס
5. תאריך הגשה: 21.11, 12:00 (בצהריים)

תרגיל 1: (50 נק') צמצמו את הפונקציות הבאות:

- א. $f(x,y,z) = xyz + x'y'z$
- ב. $f(x,y,z,w) = ((x + yz'w) \bullet (yz' \oplus w))' + y'w' + (zw)'$
- ג. $f(x,y,z,w) = ((xy + y'w) \bullet (y \oplus wz'))' + xyw' + (zw)'$
- ד. $f(x,y,z) = ((x'y' + x'z) \bullet (x'y + x'z'))'$
- ה. $f(x,y,z,w,t) = (xy'z + x'yt) \bullet (yz' + w')' + xt$



תרגיל 2: (30 נק')

1. השלימו את טבלת האמת הבאה עבור הפונקציה משאלה 1 סעיף ג':

x	y	z	w	f

2. צרו את הפונקציה הבוליאנית מתוך טבלת האמת, **וצמצמו אותה**.

תרגיל 3: (20 נק') קבעו האם המערכות הבאות שלמות או חצי שלמות:

1. $f(x,y,z) = x' + x'y'z + yz'$
2. $f(x,y,z) = xyz + x'yz' + x'y'z$

בהצלחה !!



מבוא לחומרה – סמסטר חורף 2005
פתרון תרגיל בית מספר 2

תרגיל 1: (50 נק') צמצמו את הפונקציות הבאות:

א. $f(x,y,z) = xyz + x'y'z$

תשובה: $z \cdot (x \oplus y)'$

ב. $f(x,y,z,w) = ((x + yz'w) \cdot (yz' \oplus w))' + y'w' + (zw)'$

תשובה: $x' + z' + w'$

ג. $f(x,y,z,w) = ((xy + y'w) \cdot (y \oplus wz'))' + xyw' + (zw)'$

תשובה: $x' + y' + z' + w'$

ד. $f(x,y,z) = ((x'y' + x'z) \cdot (x'y + x'z'))'$

תשובה: $x + y \oplus z$

ה. $f(x,y,z,w,t) = (xy'z + x'yt) \cdot (yz' + w')' + xt$

תשובה: $xy'zw + tx + yzwt$

פתרון מלא לסעיף ב:

$$\begin{aligned} f(x,y,z,w) &= ((x+yz'w) \cdot (yz' \oplus w))' + y'w' + (zw)' = \\ &= ((x' \cdot (yz'w))' \cdot (yz' \oplus w)')' + y'w' + (zw)' = \\ &= x' \cdot (yz'w)' + (yz' \oplus w)' + y'w' + (zw)' = \\ &= x'((y'+w')z')' + yz'w + (y'+z)w' + y'w' + z' + w' = \\ &= x'(y'+w'+z) + yz'w + y'w' + zw' + y'w' + z' + w' = \\ &= x'y' + x'w' + x'z + yz'w + y'w' + zw' + y'w' + z' + w' = \\ &= (z' + x'z + yz'w) + (w' + y'w' + zw' + x'w') + x'y' = \\ &= (z' + x') + (w') + x'y' = \\ &= z' + w' + (x' + x'y) = \\ &= \underline{x' + z' + w'} \end{aligned}$$



פתרון מלא לסעיף ד:

$$\begin{aligned}
 f(x,y,z) &= ((x'y' + x'z) \cdot (x'y + x'z'))' = \\
 &= (x'(y' + z) \cdot x'(y + z'))' \\
 &= (x' \cdot (y' + z) \cdot (y + z'))' \\
 &= (x' \cdot (y'y + y'z' + yz + z'z))' \\
 &= (x' \cdot (y'z' + yz))' \\
 &= (x' \cdot (y \oplus z))' \\
 &= \underline{x + y \oplus z}
 \end{aligned}$$

תרגיל 2: (30 נק')

1. השלימו את טבלת האמת הבאה עבור הפונקציה משאלה 1 סעיף ג':

x	y	z	w	f
0	0	0	0	1
0	0	0	1	1
0	0	1	0	1
0	0	1	1	1
0	1	0	0	1
0	1	0	1	1
0	1	1	0	1
0	1	1	1	1
1	0	0	0	1
1	0	0	1	1
1	0	1	0	1
1	0	1	1	1
1	1	0	0	1
1	1	0	1	1
1	1	1	0	1
1	1	1	1	0

2. צרו את הפונקציה הבוליאנית מתוך טבלת האמת.

נסתכל על השורה האחרונה, הביטוי הבוליאני עבורה הוא $xyzw$. מכיוון שבטאנו את הפונקציה כאשר ערכה 0 ($f = 0$) עלינו לקחת את המשלים שלה, ולכן



$$f(x,y,z,w) = (xyzw)' = x' + y' + z' + w'$$

תרגיל 3: (20 נק') קבעו האם המערכות הבאות שלמות או חצי שלמות:

$$1. f(x,y,z) = x' + x'y'z + yz'$$

$$2. f(x,y,z) = xyz + x'yz' + x'y'z$$

1.

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

$$f(x,x,x) = x' + xx' = x' \quad (\text{שער NOT})$$

$$f(x',y,y') = (x')' + (y')' = x + y \quad (\text{שער OR})$$

ייצגנו את שער OR ו-NOT ע"י הפונקציה ולכן המערכת שלמה.

2. השאלה מבוטלת

בהצלחה !!



מבוא לחומרה – סמסטר חורף 2005
תרגיל בית מספר 3

הנחיות להגשת התרגיל:

1. הגישו בזוגות בלבד
2. הגישו בכתב יד קריא וברור
3. הגישו פתרון מלא עבור כל שאלה (כולל כל החישובים והנימוקים)
4. הגישו לתא של אלעד כהן ליד חדר המחשבים בבנין ג'יקובס
5. כיתבו את מספר ת.ז בלבד ללא שם
6. תאריך הגשה: 1.12, 14:00

תרגיל 1: (30 נק') בנו טבלת אמת לארבעה משתנים לפונקציה המוציאה '1' כאשר המספר הבינארי הוא בין 5 ל – 12 (כולל) ומספר האפסים זהה למספר האחדות. מצאו את הפונקציה הלוגית המתאימה לטבלה זו והביאו אותה לצורה מצומצמת.

x	y	z	w	f(x,y,z,w)
0	0	0	0	
0	0	0	1	
0	0	1	0	
0	0	1	1	
0	1	0	0	
0	1	0	1	
0	1	1	0	
0	1	1	1	
1	0	0	0	
1	0	0	1	
1	0	1	0	
1	0	1	1	
1	1	0	0	
1	1	0	1	
1	1	1	0	
1	1	1	1	

תרגיל 2: (20 נק') מהי צורה הקנונית של הפונקציות הבאות (השתמשו בסימונים Π , Σ):

$f(x,y,z) = \Sigma($	$f(x,y,z) = x'y + xz' + yz$	1
$f(x,y,z) = \Pi($	$f(x,y,z) = (x \oplus y) + (yz \oplus x')$	3
$f(x,y,z,w) = \Sigma($	$f(x,y,z,w) = (y' + z)(x + z' + w')(x + y')$	4

תרגיל 3: (25 נק') נתונה הפונקציה:

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

1. ממשו את הפונקציה ע"י שערי AND ו-OR מרובי כניסות ושערי NOT
2. ממשו את הפונקציה ע"י 2 שערי XOR ושער XNOR אחד בעלי שתי כניסות (ניתן להשתמש בקבוע 0 כקלט למעגל אך לא בקבוע 1)



תרגיל 4: (25 נק') בנו את מפות קרנו הבאות וצמצמו אותן:

א. $f(x,y,z) = \Sigma(0,1,2,4,6)$ (5 נק')

$\begin{smallmatrix} yz \\ x \end{smallmatrix}$	00	01	11	10
0				
1				

ב. $f(x,y,z,w) = \Sigma(0,2,5,7,8,10,13,15)$ (5 נק')

$\begin{smallmatrix} zw \\ xy \end{smallmatrix}$	00	01	11	10
00				
01				
11				
10				

ג. $f(x,y,z,w) = \Sigma(0,3,6,7,9,12,14) + \Sigma_{\Phi}(1,2,15)$ (5 נק')

$\begin{smallmatrix} zw \\ xy \end{smallmatrix}$	00	01	11	10
00				
01				
11				
10				

ד. (10 נק') פונקציה $f(x,y,z,w)$ אשר ערכה 1 עבור מספרים המיוצגים בשיטת המשלים ל-2 וערכם גדול (ממש) מ-4 או קטן (ממש) מ-3.
ה.

$\begin{smallmatrix} zw \\ xy \end{smallmatrix}$	00	01	11	10
00				
01				
11				
10				

בהצלחה !!



מבוא לחומרה – סמסטר חורף 2005
פתרון תרגיל בית מספר 3

תרגיל 1: (30 נק') בנו טבלת אמת לארבעה משתנים לפונקציה המוציאה '1' כאשר המספר הבינארי הוא בין 5 ל- 12 (כולל) ומספר האפסים זהה למספר האחדות. מצאו את הפונקציה הלוגית המתאימה לטבלה זו והביאו אותה לצורה מצומצמת.

x	y	z	w	f(x,y,z,w)
0	0	0	0	φ
0	0	0	1	φ
0	0	1	0	φ
0	0	1	1	φ
0	1	0	0	φ
0	1	0	1	1
0	1	1	0	1
0	1	1	1	0
1	0	0	0	0
1	0	0	1	1
1	0	1	0	1
1	0	1	1	0
1	1	0	0	1
1	1	0	1	φ
1	1	1	0	φ
1	1	1	1	φ

$$f(x,y,z) = yz' + z \oplus w$$

תרגיל 2: (20 נק') מהי צורה הקנונית של הפונקציות הבאות (השתמשו בסימונים Π , Σ):

$f(x,y,z) = \Sigma(2, 3, 4, 6, 7)$	)	$f(x,y,z) = x'y + xz' + yz$	1
$f(x,y,z) = \Pi(6)$	)	$f(x,y,z) = (x \oplus y) + (yz \oplus x')$	3
$f(x,y,z,w) = \Sigma(0, 1, 2, 8, 9, 10, 11, 14, 15)$	)	$f(x,y,z,w) = (y' + z)(x + z' + w')(x + y')$	4

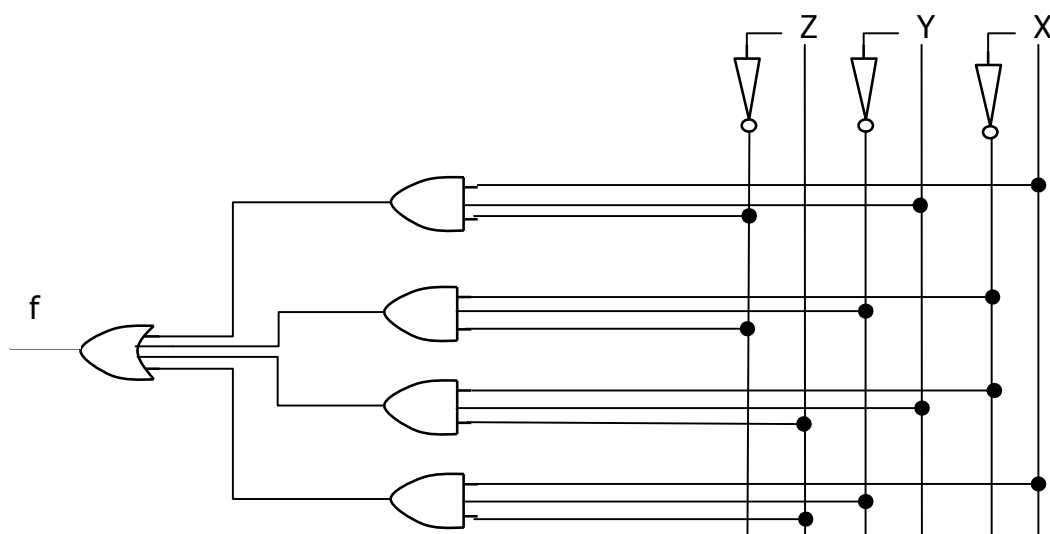
תרגיל 3: (25 נק') נתונה הפונקציה:

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

1. ממשו את הפונקציה ע"י שערי AND ו-OR מרובי כניסות ושערי NOT
2. ממשו את הפונקציה ע"י 2 שערי XOR ושער XNOR אחד בעלי שתי כניסות (ניתן להשתמש בקבוע 0 כקלט למעגל אך **לא** בקבוע 1)

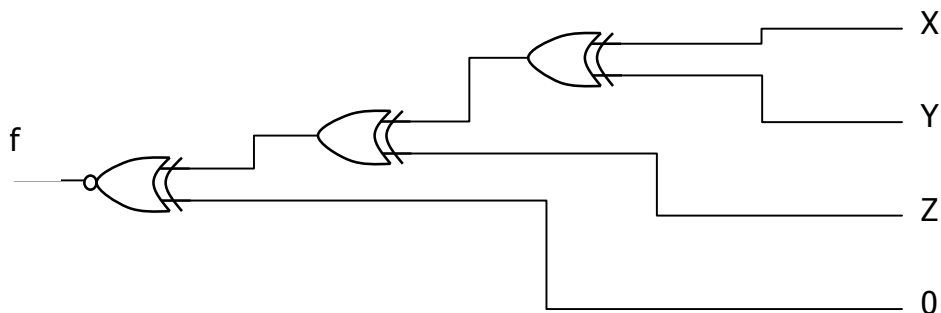


1.



2. נצמצם את הפונקציה ונקבל

$$f(x,y,z) = (x \oplus y \oplus z)'$$



תרגיל 4: (25 נק') בנו את מפות קרנו הבאות וצמצמו אותן:

א. $f(x,y,z) = \Sigma(0,1,2,4,6)$ (5 נק')

$$f(x,y,z) = z' + x'y'$$

$\begin{matrix} yz \\ x \end{matrix}$	00	01	11	10
0	1	1		1
1	1			1

ב. $f(x,y,z,w) = \Sigma(0,2,5,7,8,10,13,15)$ (5 נק')

$$f(x,y,z,w) = yw + y'w' = (y \oplus w)'$$

$\begin{matrix} zw \\ xy \end{matrix}$	00	01	11	10
00	1			1
01		1	1	
11		1	1	
10	1			1

ג. $f(x,y,z,w) = \Sigma(0,3,6,7,9,12,14) + \Sigma_{\Phi}(1,2,15)$ (5 נק')

$$f(x,y,z,w) = x'y' + yz + xyw' + y'z'w$$

$\begin{matrix} zw \\ xy \end{matrix}$	00	01	11	10
00	1	\emptyset	1	\emptyset
01			1	1
11	1		\emptyset	1
10		1		

ד. (10 נק') פונקציה $f(x,y,z,w)$ אשר ערכה 1 עבור מספרים המיוצגים בשיטת המשלים ל-2 וערכם גדול (ממש) מ-4 או קטן (ממש) מ-3.

$\begin{matrix} zw \\ xy \end{matrix}$	00	01	11	10
00				
01		1	1	1
11	1			
10	1	1	1	1

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

בהצלחה !!



מבוא לחומרה – סמסטר חורף 2005
תרגיל בית מספר 4

הנחיות להגשת התרגיל:

1. הגישו בזוגות בלבד
2. הגישו בכתב יד קריא וברור
3. הגישו פתרון מלא עבור כל שאלה – נמקו **בקצרה**
4. הגישו לתא של אלעד כהן ליד חדר המחשבים בבנין ג'יקובס
5. כתבו את מספר תז בלבד ללא שם
6. תאריך הגשה: 8.12, 14:00

תרגיל 1: (10 נק') השלימו את טבלת האמת למחסר מלא :

x	y	bin	D	bout
0	0	0		
0	0	1		
0	1	0		
0	1	1		
1	0	0		
1	0	1		
1	1	0		
1	1	1		

- תרגיל 2:** (30 נק') ממשו את הפונקציה הבאה :
- $$f(x,y,z,w,q) = \Sigma(0,1,2,3,4,5,7,8,9,11,12,14,16,18,24)$$
- א. ע"י בורר $1 \rightarrow 32$ יחיד.
 - ב. ע"י 2 מפענחים $4 \rightarrow 16$ וכמות הכרחית של שערים.
 - ג. ע"י בוררים $1 \rightarrow 4$ והקבועים 1 ו-0 בלבד! השתמשו רק בכמות הבוררים הדרושה.

תרגיל 3: (32 נק') ממשו את הפונקציות הבאות ע"י שני מסכמים למחצה:

- א. $f(x,y,z) = x \oplus y \oplus z$
- ב. $f(x,y,z) = x'yz + xy'z$
- ג. $f(x,y,z) = xyz' + (x' + y')z$
- ד. $f(x,y,z) = xyz$



תרגיל 4: (28 נק') נתונות הפונקציות:

$$C = xy + xz + yz$$
$$S = C'(x + y + z) + xyz$$

- א. הסבירו **בקצרה** מדוע פונקציות אלו מייצגות את היציאות של מסכם מלא.
ב. ממשו את הפונקציה C באמצעות שערי NAND בלבד. כתבו את הפונקציה S ע"י האופרטור NAND בלבד ($x(NAND)y = (x \cdot y)'$).
ג. הסבירו **בקצרה** מדוע ניתן לייצג את הפונקציות באמצעות שערי NAND בלבד.

תרגיל בונוס: (10 נק') הסבירו את הבעייתיות ברכיב ה- FF בזמן שהשעון למעלה (ולא רק בזמן השינוי - רגע עליית השעון) כפי שנלמד בהרצאה. איזה פתרון הוצג בהרצאה, ציירו סכימה והסבירו בקצרה.

בהצלחה !!



מבוא לחומרה – סמסטר חורף 2005
תרגיל בית מספר 4

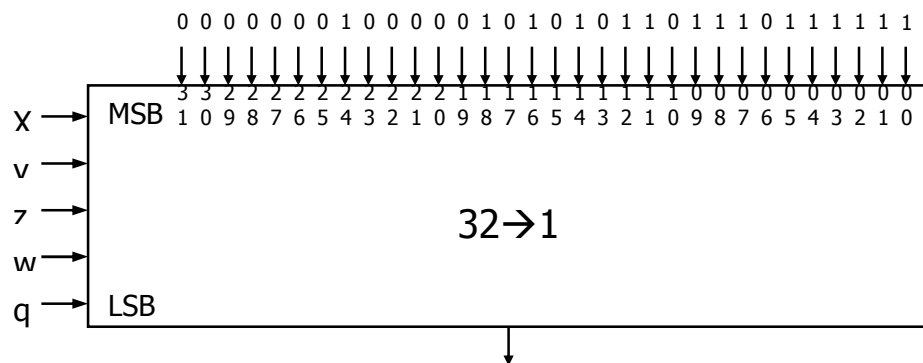
תרגיל 1: (10 נק') השלימו את טבלת האמת למחסר מלא :

x	y	bin	D	bout
0	0	0	0	0
0	0	1	1	1
0	1	0	1	1
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	0
1	1	0	0	0
1	1	1	1	1

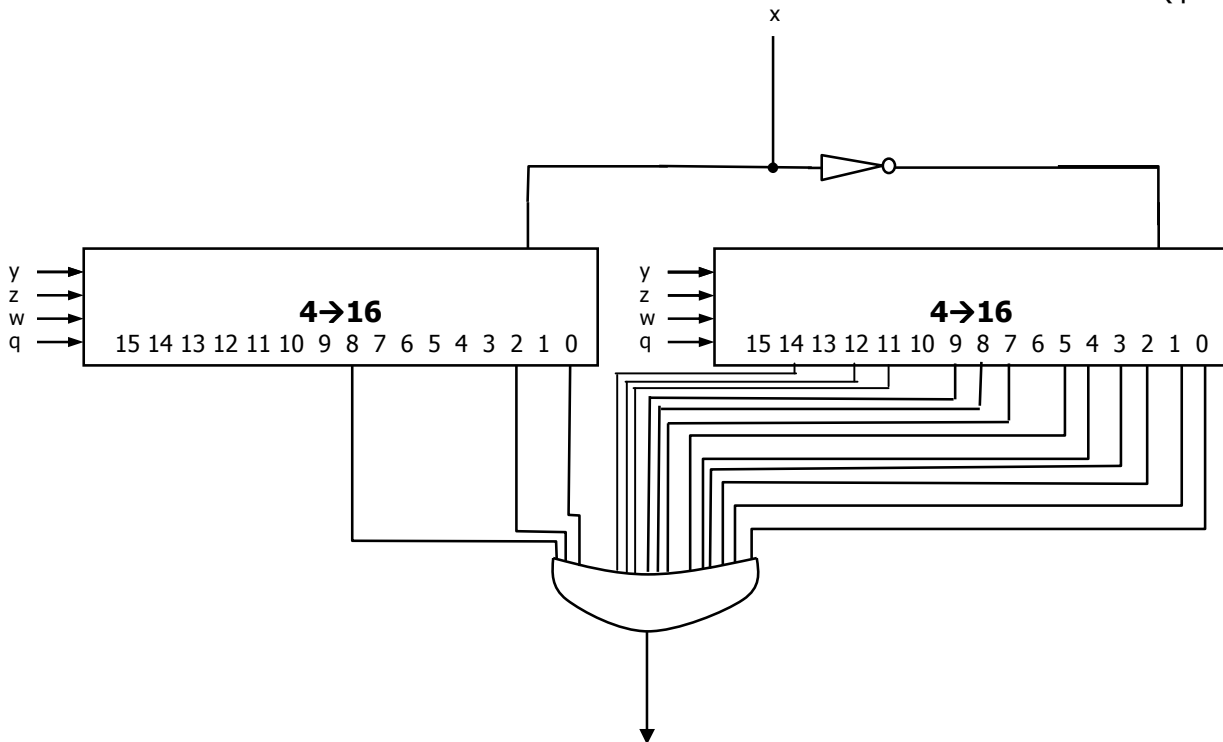
תרגיל 2: (30 נק') ממשו את הפונקציה הבאה :
 $f(x,y,z,w,q) = \Sigma(0,1,2,3,4,5,7,8,9,11,12,14,16,18,24)$

- א. ע"י בורר $32 \rightarrow 1$ יחיד.
 ב. ע"י 2 מפענחים $4 \rightarrow 16$ וכמות הכרחית של שערים.
 ג. ע"י בוררים $4 \rightarrow 1$ והקבועים 1 ו-0 בלבד! השתמשו רק בכמות הבוררים הדרושה.

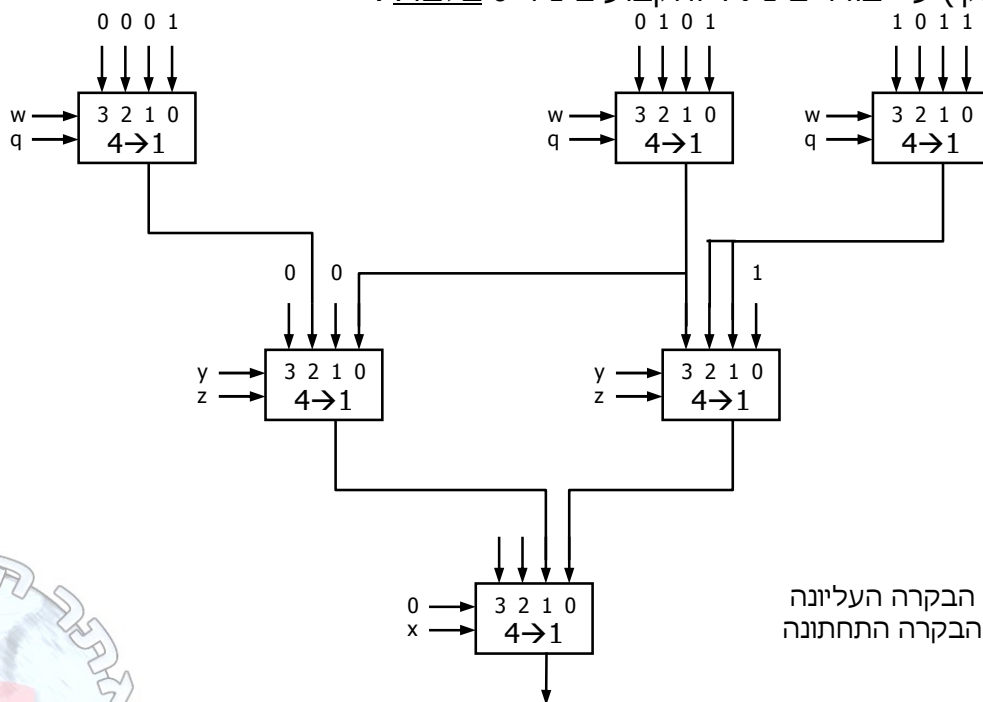
א. (5 נק') ע"י בורר $32 \rightarrow 1$ יחיד.



ב. (5 נק') ע"י 2 מפענחים $4 \rightarrow 16$ וכמות הכרחית של שערים.



ג. (15 נק') ע"י בוררים $4 \rightarrow 1$ והקבועים 1 ו-0 בלבד! .

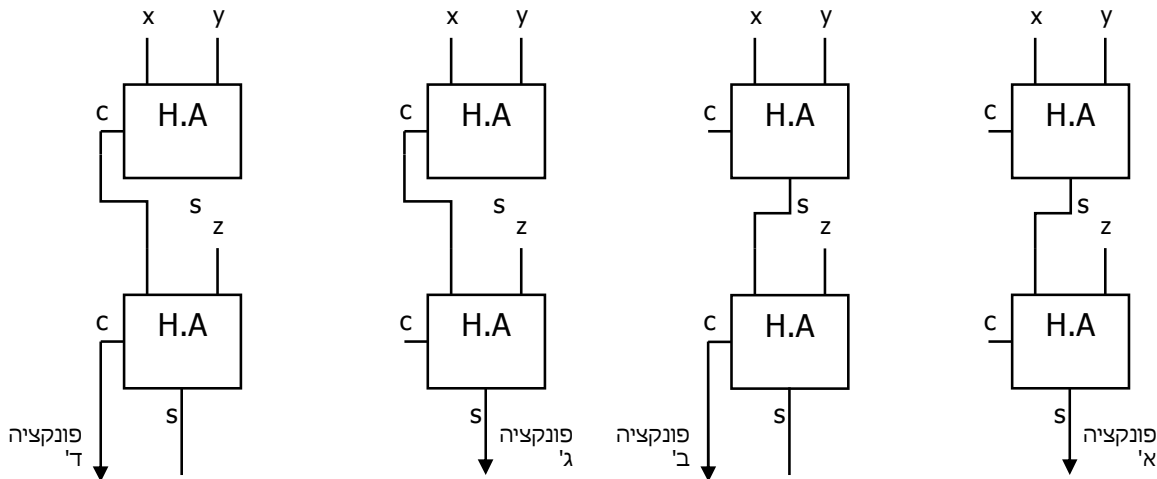


MSB – כניסת הבקרה העליונה
LSB – כניסת הבקרה התחתונה



תרגיל 3: (32 נק') ממשו את הפונקציות הבאות ע"י שני מסכמים למחצה:

- א. $f(x,y,z) = x \oplus y \oplus z$
 ב. $f(x,y,z) = x'yz + xy'z = z(x \oplus y)$
 ג. $f(x,y,z) = xyz' + (x' + y')z = xyz' + (xy)'z = (xy) \oplus z$
 ד. $f(x,y,z) = xyz$



תרגיל 4: (28 נק') נתונות הפונקציות:

$$C = xy + xz + yz$$

$$S = C'(x + y + z) + xyz$$

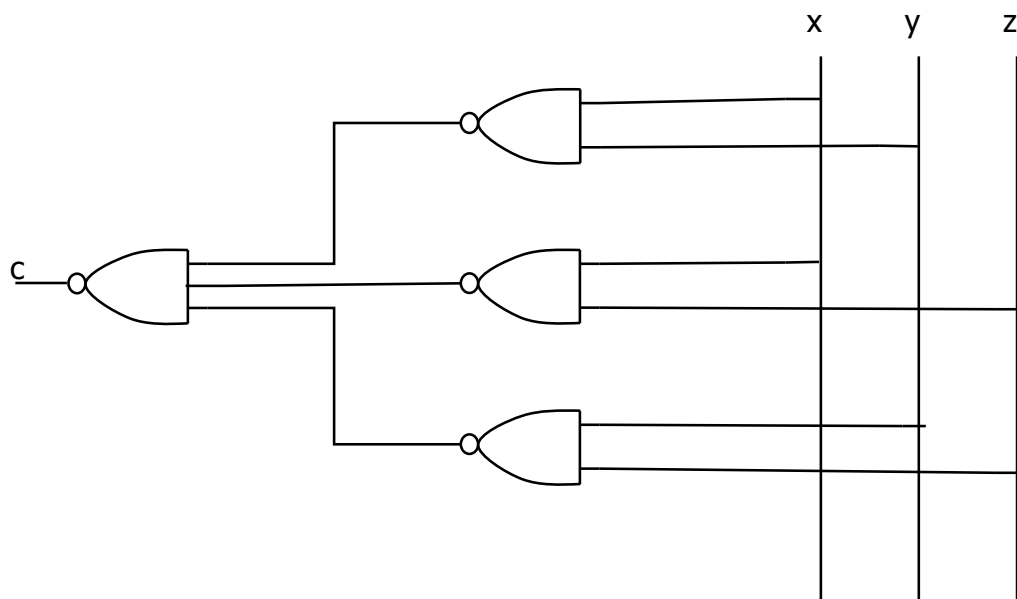
- א. הסבירו **בקצרה** מדוע פונקציות אלו מייצגות את היציאות של מסכם מלא.
 ב. ממשו את הפונקציה C באמצעות שערי NAND בלבד. כתבו את הפונקציה S ע"י האופרטור NAND בלבד ($(x \text{ NAND } y) = (x \cdot y)'$).
 ג. הסבירו **בקצרה** מדוע ניתן לייצג את הפונקציות באמצעות שערי NAND בלבד.

א. כאשר לפחות שתי סיביות מתוך השלוש הן בעלות הערך 1 אז פלט ה-carry הוא 1, כפי שמוגדר בפונקציה C.

פלט ה-sum הוא 1 רק כאשר יש סיבית אחת או שלוש סיביות בעלות הערך 1. כאשר פלט ה-carry הוא 0 או יודעים כי קיימת אחת בעלת הערך 1 או שכלל אין, לכן בפונקציה S אנו מוודאים שערך סיבית ה-carry הוא 0 אך שגם קיימת סיבית אחת שערכה 1 כמו כן אנו בודקים את המצב בו שלושת הסיביות הן בעלות ערך 1.

ב.

$$s = \{ [(xx)'(yy)'z]' \cdot [(xx)'y'(zz)']' \cdot [x(yy)'(zz)']' \cdot [xyz]' \}'$$

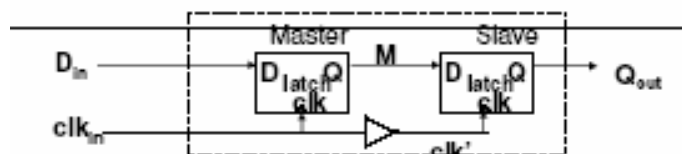


ג. שער NAND מורכב משער AND ושער NOT ולכן זוהי מערכת שלמה. כלומר ניתן לייצג כל פונקציה בוליאנית באמצעות שערי NAND ובפרט את הפונקציות C ו-S.

תרגיל בונוס: (10 נק') הסבירו את הבעייתיות ברכיב ה-FF בזמן שהשעון למעלה (ולא רק בזמן השינוי - רגע עליית השעון) כפי שנלמד בהרצאה. איזה פתרון הוצג בהרצאה, ציירו סכימה והסבירו בקצרה.

רכיב MASTER SLAVE

בעליית השעון הערך של ה-MASTER מתעדכן בהתאם לקלט של המערכת, אך הערך של ה-SLAVE נשאר ללא שינוי ולכן הפלט של הרכיב כולו אינו משתנה. בירידת השעון הערך של ה-SLAVE מתעדכן בהתאם לערך של ה-MASTER, אך הערך של ה-MASTER אינו משתנה ולכן הפלט של הרכיב כולו קבוע עד לעליית השעון הבאה.



בהצלחה !!



מבוא לחומרה – סמסטר חורף 2005
תרגיל בית מספר 5

הנחיות להגשת התרגיל:

1. הגישו בזוגות בלבד
2. הגישו בכתב יד קריא וברור
3. הגישו פתרון מלא עבור כל שאלה – נמקו **בקצרה**
4. הגישו לתא של אלעד כהן ליד חדר המחשבים בבנין ג'יקובס
5. כתבו את מספר ת.ז בלבד ללא שם
6. תאריך הגשה: 21.12 בחצות

תרגיל 1: (35 נק') בנו מכונת מצבים אשר מוציאה פלט 1 רק כאשר המספר (ערך הקלט עד כה) מתחלק בחמש ללא שארית ($x \bmod 5 = 0$). הקלט מתקבל מה-LSB. המכונה תהיה בעלת 5 מצבים, כל מצב מאפיין את השארית המתאימה. (רמז: חישוב מה המשמעות של הוספת 0 או 1 לרצף הקלט מה-LSB).

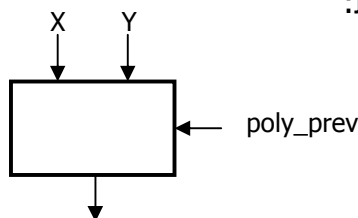
- א. שרטטו את מכונת המצבים (מכונת MEALY).
- ב. בנו את טבלת המעברים המתאימה עם הייצוג של כל מצב.
- ג. בנו את טבלת האמת.
- ד. צמצמו את הפונקציות הבוליאניות.
- ה. שרטטו סכימה של המערכת (כפי שהוצג בתרגול).
- ו. צמצמו את המכונה.

תרגיל 2: (35 נק') עליכם לממש רכיב אשר מזהה האם מחרוזת באורך 32 ביטים היא פולינדרום, כלומר, ניתן לקרוא אותה מהסוף להתחלה:

פולינדרום -	01100110	1011101
לא פולינדרום -	00011001	1010001

בנו את המערכת לפי השלבים הבאים:

- א. בנו מערכת המקבלת 3 קלטים בני סיבית אחת – x , y , poly_prev ומוציאה פלט 1 אם ורק אם מתקיים: $x=y$ וגם $\text{poly_prev}=1$. שרטטו כללי של המערכת:



ב. בנו מערכת סינכרונית המקבלת מחרוזת A בגודל 32 ביטים, מספר n בגודל 5 ביטים וסיגנל start. במחזור שעון הראשון $start=1$, A נטען למערכת וכך גם n .
 ב- n מחזורי השעון הבאים $start=0$ ולכל $0 \leq n$, במחזור השעון ה- i המערכת מוציאה כפלט שתי סיביות: $A[i]$ ו- $A[32-i-1]$.
 ג. בנו את כל המערכת, תוך כדי שימוש ברכיבים שבניתם בסעיפים א' ו-ב'. המערכת הכללית תהיה כזו שמקבלת מספר A בן 32 ביטים, סיגנל start ושעון. כפלט, תוציא המערכת שני סיגנלים – $finish=1$ כאשר הסתיימה פעולת הבדיקה ו- $poly=1$ אם במחרוזת שהתקבלה הינה פולינדרום.

תרגיל 3: (15 נק') בנו מונה סינכרוני מעגלי המונה בקפיצות של אחד בין הספרות 0 ל-3 ובעל כניסת direction (1 bit). כאשר $direction = 1$ המונה סופר למעלה, אחרת הוא סופר למטה. הראו את השלבים:
 א. טבלת אמת.
 ב. צמצום הפונקציות.

תרגיל 4: (15 נק') נתונה טבלת מעברי מצבים הבאה:

P.S.	00	01	10	11
A	A,0	J,0	G,0	B,0
B	I,0	A,0	B,0	B,0
C	H,0	F,0	C,0	C,0
D	D,0	G,0	H,0	B,0
E	E,0	H,0	G,0	B,0
F	F,0	J,0	G,0	B,0
G	A,0	E,1	B,1	D,0
H	A,0	E,1	C,1	D,0
I	F,0	D,1	B,1	E,0
J	E,0	B,1	D,1	E,0

צמצמו את מכונת המצבים.
 יש להראות את כל מחלקות השקילות בכל שלב בצמצום.



שאלת בונוס: (15 נק') בשלב ה-K של תהליך המינימיזציה של מכונת מצבים, אנו בודקים כל שני מצבים, אשר היו באותה מחלקת שקילות בשלב ה-(K-1), עבור כל הקלטים. אנו בודקים אם המצבים אליהם אנו מגיעים במעבר הראשון היו באותה מחלקת השקילות בשלב ה-(K-1), וכך למעשה אנו משלימים את הבדיקה של רצפי הפלט של שני המצבים עבור K מעברים לכל הקלטים.

א. בשביל שלמות התהליך עלינו להשוות גם את הפלט של המעבר הראשון משני המצבים, בפועל אין צורך בכך. הסבירו מדוע.

ב. האם ייתכן שאותו מצב יופיע בשתי מחלקות שקילות שונות ? נמקו.

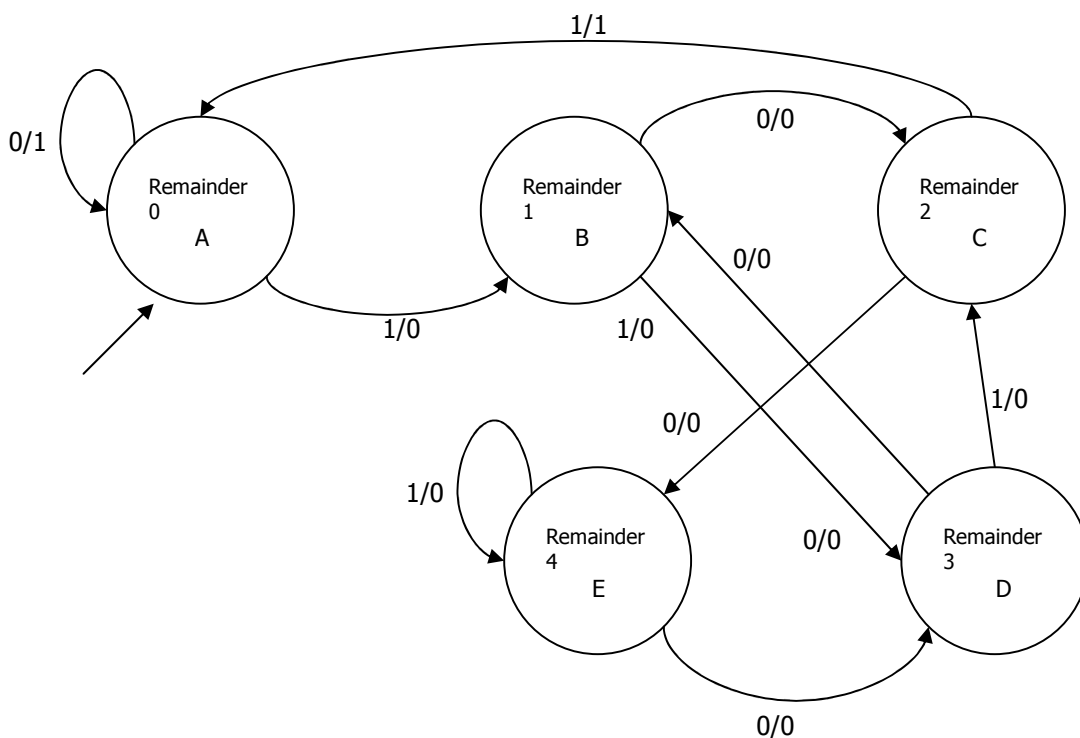
בהצלחה !!



מבוא לחומרה – סמסטר חורף 2005
פתרון תרגיל בית מספר 5

תרגיל 1: (35 נק') בנו מכונת מצבים אשר מוציאה פלט 1 רק כאשר המספר (ערך הקלט עד כה) מתחלק בחמש ללא שארית ($x \bmod 5 = 0$). הקלט מתקבל מה-LSB. המכונה תהיה בעלת 5 מצבים, כל מצב מאפיין את השארית המתאימה. (רמז: חישוב מה המשמעות של הוספת 0 או 1 לרצף הקלט מה-LSB).

- א. שרטטו את מכונת המצבים (מכונת MEALY).
- ב. בנו את טבלת המעברים המתאימה עם הייצוג של כל מצב.
- ג. בנו את טבלת האמת.
- ד. צמצמו את הפונקציות הבוליאניות.
- ה. שרטטו סכימה של המערכת (כפי שהוצג בתרגול).
- ו. צמצמו את המכונה.



טבלת מעברים ואמת:

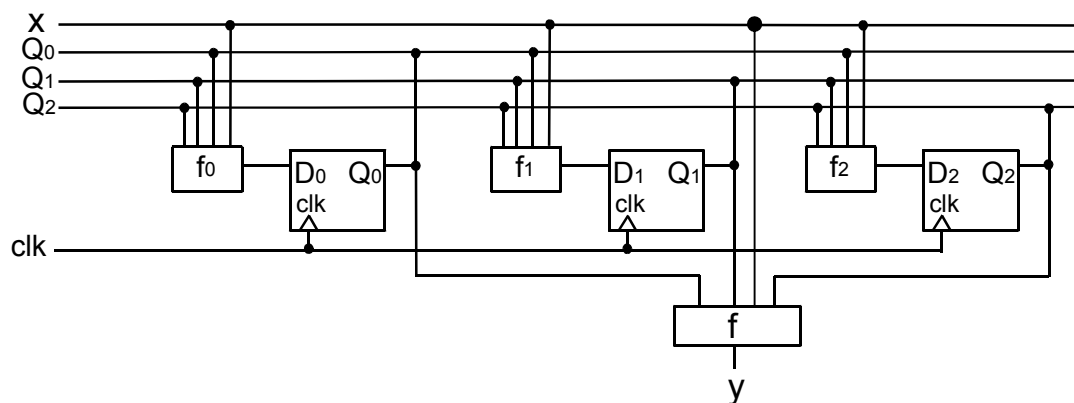
Input	P.S	Q ₂	Q ₁	Q ₀	N.S	D ₂	D ₁	D ₀	Output
0	A	0	0	0	A	0	0	0	1
0	B	0	0	1	C	0	1	0	0
0	C	0	1	0	E	1	0	0	0
0	D	0	1	1	B	0	0	1	0
0	E	1	0	0	D	0	1	1	0
0	φ	1	0	1	φ	φ	φ	φ	φ
0	φ	1	1	0	φ	φ	φ	φ	φ
0	φ	1	1	1	φ	φ	φ	φ	φ
1	A	0	0	0	B	0	0	1	0
1	B	0	0	1	D	0	1	1	0
1	C	0	1	0	A	0	0	0	1
1	D	0	1	1	C	0	1	0	0
1	E	1	0	0	E	1	0	0	0
1	φ	1	0	1	φ	φ	φ	φ	φ
1	φ	1	1	0	φ	φ	φ	φ	φ
1	φ	1	1	1	φ	φ	φ	φ	φ

$$D_2 = IQ_2 + I'Q_1Q_0'$$

$$D_1 = IQ_0 + Q_1'Q_0 + I'Q_2$$

$$D_0 = I'Q_2 + I'Q_1Q_0 + IQ_2'Q_1'$$

$$\text{Output} = I'Q_2'Q_1'Q_0' + IQ_1Q_0'$$



$$P_0 = (A \ B \ C \ D \ E)$$

$$P_1 = (A) \ (C) \ (B \ D \ E)$$

$$P_2 = (A) \ (B) \ (C) \ (D) \ (E)$$

המכונה כבר נמצאת בצורה המצומצמת.

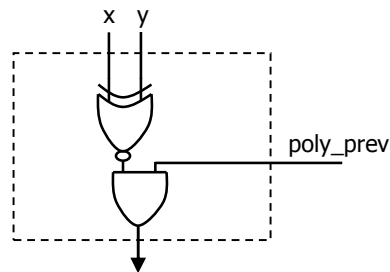
תרגיל 2: (35 נק')

עליכם לממש רכיב אשר מזהה האם מחרוזת באורך 32 ביטים היא פולינדרום, כלומר, ניתן לקרוא אותה מהסוף להתחלה:

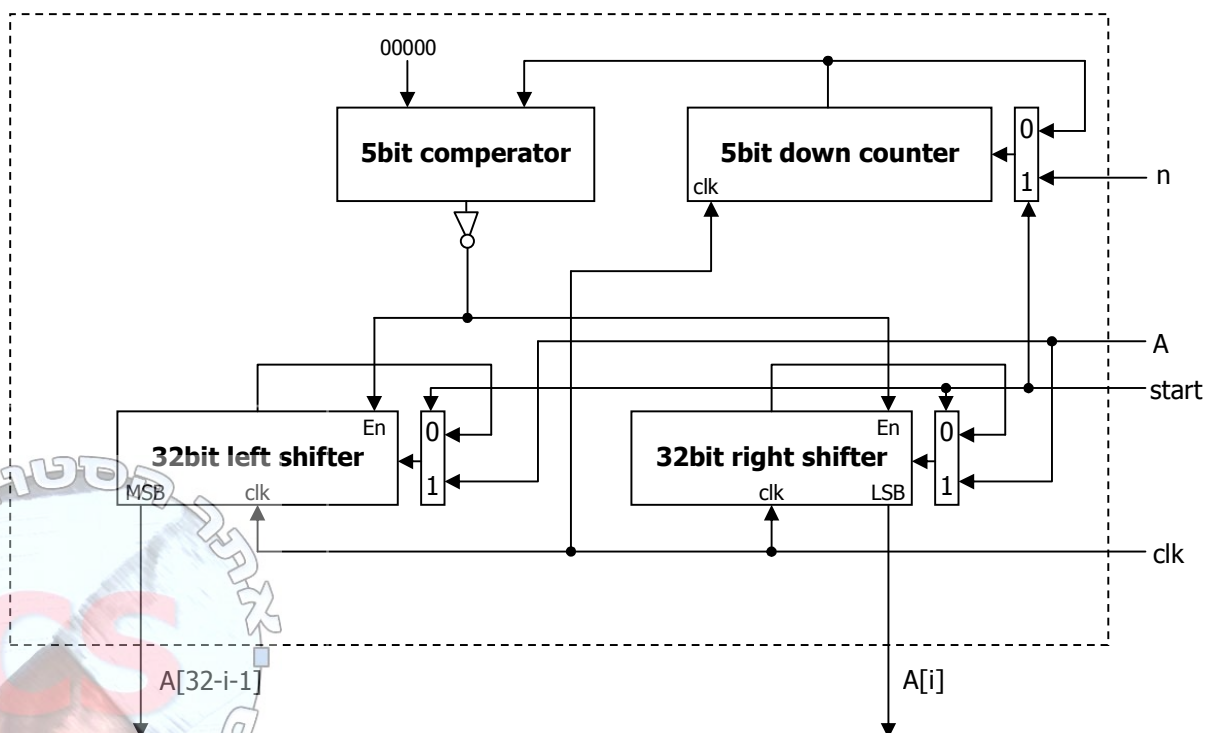
פולינדרום - 01100110
1011101
לא פולינדרום - 00011001
1010001

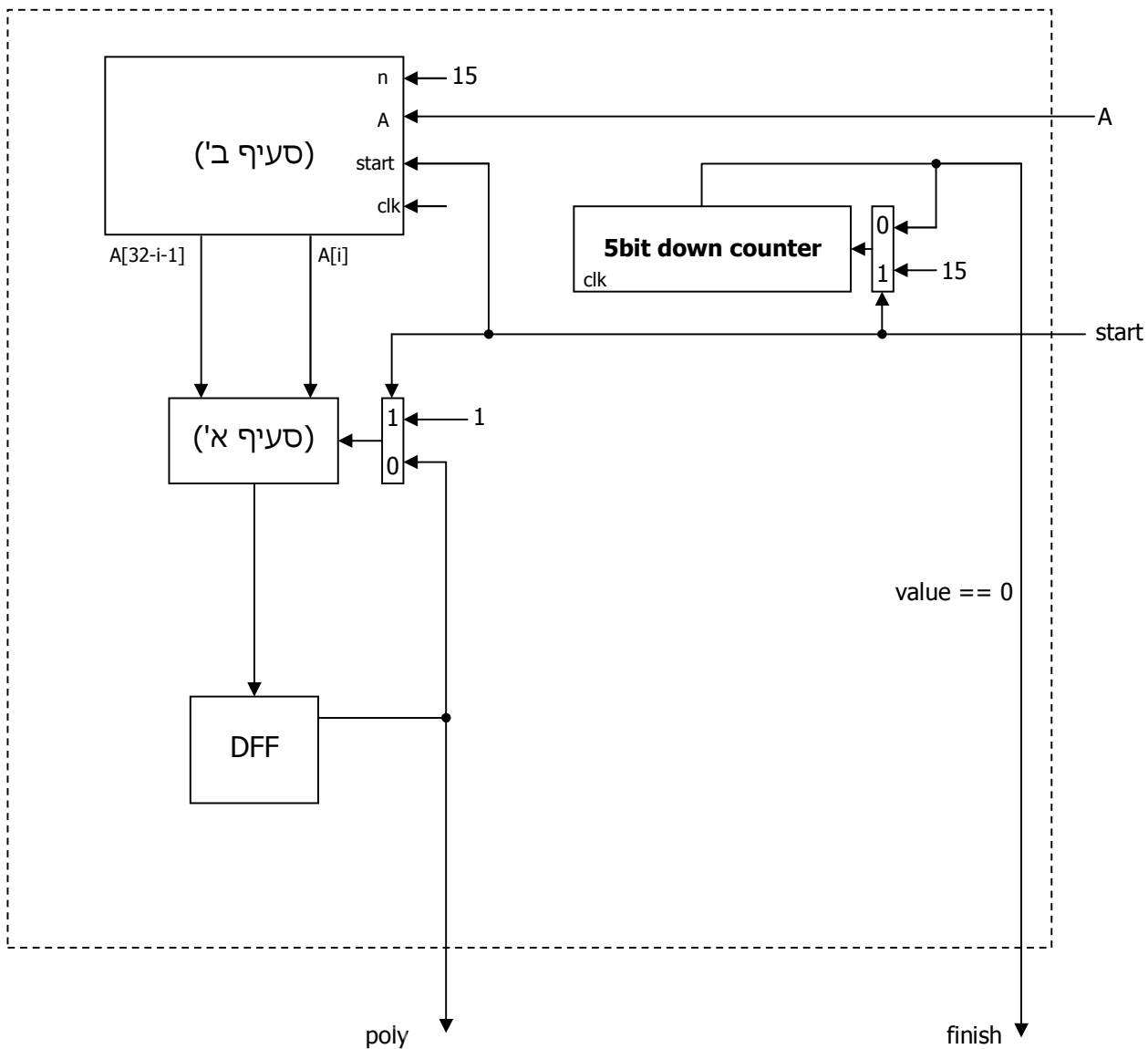
בנו את המערכת לפי השלבים הבאים:

א. בנו מערכת המקבלת 3 קלטים בני סיבית אחת – x , y , poly_prev ומציאה פלט '1' אם ורק אם מתקיים: $x=y$ וגם $\text{poly_prev}=1$.



ב. בנו מערכת סינכרונית המקבלת מחרוזת A בגודל 32 ביטים, מספר n בגודל 5 ביטים וסיגנל start . במחזור שעון הראשון $\text{start}=1$, A נטען למערכת וכך גם n .
ב- n מחזורי השעון הבאים $\text{start}=0$ ולכל $0 \leq i < n$, במחזור השעון ה- i המערכת מוציאה כפלט שתי סיביות: $A[i]$ ו- $A[32-i-1]$.





תרגיל 3: (15 נק') בנו מונה סינכרוני מעגלי המונה בקפיצות של אחד בין הספרות 0 ל-3 ובעל כניסת direction (1 bit). כאשר $\text{direction} = 1$ המונה סופר למעלה, אחרת הוא סופר למטה. הראו את השלבים:
א. טבלת אמת.
ב. צמצום הפונקציות.

Direction	Q_1	Q_0	P.S	N.S	D_1	D_0
0	0	0	A	D	1	1
0	0	1	B	A	0	0
0	1	0	C	B	0	1
0	1	1	D	C	1	0
1	0	0	A	B	0	1
1	0	1	B	C	1	0
1	1	0	C	D	1	1
1	1	1	D	A	0	0

$$D_1 = (\text{direction} \oplus Q_0 \oplus Q_1)'$$

$$D_0 = Q_0'$$

תרגיל 4: (15 נק') נתונה טבלת מעברי מצבים הבאה:

P.S.	00	01	10	11
A	A,0	J,0	G,0	B,0
B	I,0	A,0	B,0	B,0
C	H,0	F,0	C,0	C,0
D	D,0	G,0	H,0	B,0
E	E,0	H,0	G,0	B,0
F	F,0	J,0	G,0	B,0
G	A,0	E,1	B,1	D,0
H	A,0	E,1	C,1	D,0
I	F,0	D,1	B,1	E,0
J	E,0	B,1	D,1	E,0

צמצמו את מכונת המצבים.
יש להראות את כל מחלקות השקילות בכל שלב בצמצום:

$$P_0 = (A B C D E F G H I J)$$

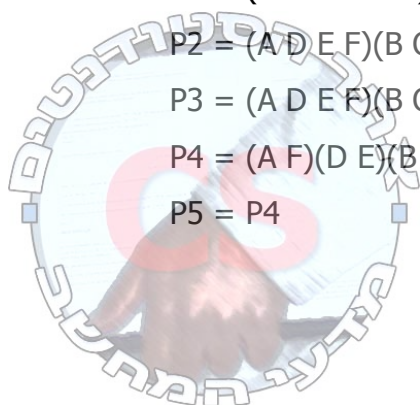
$$P_1 = (A B C D E F)(G H I J)$$

$$P_2 = (A D E F)(B C)(G H I J)$$

$$P_3 = (A D E F)(B C)(G H I)(J)$$

$$P_4 = (A F)(D E)(B C)(G H I)(J)$$

$$P_5 = P_4$$



שאלת בונוס: (15 נק') בשלב ה-K של תהליך המינימיזציה של מכונת מצבים, אנו בודקים כל שני מצבים, אשר היו באותה מחלקת שקילות בשלב ה-(K-1), עבור כל הקלטים. אנו בודקים אם המצבים אליהם אנו מגיעים במעבר הראשון היו באותה מחלקת השקילות בשלב ה-(K-1), וכך למעשה אנו משלימים את הבדיקה של רצפי הפלט של שני המצבים עבור K מעברים לכל הקלטים.

א. בשביל שלמות התהליך עלינו להשוות גם את הפלט של המעבר הראשון משני המצבים, בפועל אין צורך בכך. הסבירו מדוע.
 ב. האם ייתכן שאותו מצב יופיע בשתי מחלקות שקילות שונות? נמקו.

א. אין צורך להשוות בכל שלב את הפלט של המעבר הראשון, מכיוון שהוא כבר נבדק ב-P1. הרי בחישוב של P1 בדקנו את מחלקות השקילות עבור מעבר יחיד, ובשלב הבא (P2) בדקנו שני מעברים עבור כל זוג מצבים, אשר נמצאים באותה מחלקת שקילות ב-P1. ולכן לא ייתכן שבבניה של Pk נבדוק שני מצבים מאותה מחלקת שקילות ב-Pk-1 אשר נמצאים במחלקות שקילות שונות ב-P1. לכן הפלט של המעבר הראשון כבר נבדק.

ב. נניח שכן, כלומר מצב a מופיע בשתי מחלקות שקילות **שונות** C,B. נתונים המצבים a,b,c ושתי מחלקות שקילות C,B (שימו לב כי כל מחלקת שקילות היא קבוצה של מצבים). המצבים a ו-b שייכים ל-B, והמצבים a ו-c שייכים ל-C.
 $\Leftarrow c, b$ שקולים לפי טרמיטיביות.
 $\Leftarrow a, b, c$ שייכים לאותה מחלקת שקילות.
 \Leftarrow מחלקות השקילות C,B הן מחלקות זהות, בסתירה להנחה.

בהצלחה !!



מבוא לחומרה – סמסטר חורף 2005
תרגיל בית מספר 6

הנחיות להגשת התרגיל:

1. הגישו בזוגות בלבד
2. הגישו בכתב יד קריא וברור
3. הגישו פתרון מלא עבור כל שאלה – נמקו **בקצרה**
4. הגישו לתא של אלעד כהן ליד חדר המחשבים בבנין ג'יקובס
5. כתבו את מספר ת.ז בלבד ללא שם
6. **הגישו את העבודות משודכות וללא נילונית**
7. תאריך הגשה: 12.1 18:00

תרגיל 1: (30 נק')

חשבו את הפרמטרים של ה-cache הבא:
כתובת גישה ל-cache הינה בת 32 bit. גודל בלוק בו הוא 128 Byte ומידת האסוציאטיביות שלו הינה 4-way. כמו-כן נתון כי גודל ה-cache כולו הינו 256KB.

א. מהם גודל השדות השונים בגישה ל-cache ([tag | set | offset])?

ב. לאיזה מספר set מתמפה הכתובת 0x9977eb7b?

ג. מהי הכתובת הקרובה ביותר ל-0x14526374 שעלולה לגרום להחלפת בלוק ב-cache. הנתון המכיל כתובת זו (0x14526374)? הסבירו.

תרגיל 2: (50 נק')

נתון Data Cache בגודל 32K, גודל בלוק של 16byte וממומש בשיטת 2-way set associative, Write-Back, עם מנגנון LRU להחלפת שורות ב-cache. מרחב הכתובות הוא של 32bit. הנח כי:

- במצב ההתחלתי ה-Cache ריק.
- גישות קריאה וכתיבה יתכנו לכל כתובת. כך למשל, קריאה של 2 בתים מכתובת 20FF פירושה קריאה של 20FF ו-2100. במקרה כזה תתבצענה גישות לשני cache lines.
- זמני פעולה:
Hit = 1 cycle
Miss + fetch from memory = 10 cycles
Write back = 3 cycles

א. עבור גישות ל-cache, מהם גדלי השדות של הכתובת?

Offset = _____ bit
Set = _____ bit
Tag = _____ bit



נתונה סדרת הגישות הבאה לזיכרון:
 קריאת 2 בתים מכתובת 4200F
 קריאת 2 בתים מכתובת 42012
 קריאת 2 בתים מכתובת 52008
 קריאת 2 בתים מכתובת 6200F

ב. כעת מתבצעת קריאת 2 בתים מכתובת 4200F. מה תהיה תוצאת החיפוש ב-cache?

ג. כמה מחזורי שעון יידרשו בסה"כ כדי לבצע את 5 הפעולות הנ"ל?

תרגיל 3: (20 נק')

סמן נכון/לא-נכון ליד כל אחת מהטענות הבאות:

הגדלת גודל שורת ה-cache מקטינה את ה-Miss Penalty	
הוספת ways מקטינה Misses מסוג Conflict	
שיטת החלפה מסוג Write-Back מקטינה את ה-Miss penalty	
Fully associative cache הוא אופטימלי מבחינת Misses מסוג Conflict	
Write buffer מסייע להקטין את כמות הגישות לזיכרון ב-Write-Back	

בהצלחה !!



מבוא לחומרה – סמסטר חורף 2005 פתרון תרגיל בית מספר 6

תרגיל 1: (20 נק')

נתון Data Cache בגודל 32K, גודל בלוק של 16byte וממומש בשיטת Write-Back, 2-way set associative, עם מנגנון LRU להחלפת שורות ב-cache. מרחב הכתובות הוא של 32bit.
הנח כי:

- במצב ההתחלתי ה-Cache ריק.
- גישות קריאה וכתובה יתכנו לכל כתובת. כך למשל, קריאה של 2 בתים מכתובת 20FF פירושה קריאה של 20FF ו-2100.
- במקרה כזה תתבצענה גישות לשני cache lines.
- זמני פעולה:
Hit = 1 cycle
Miss + fetch from memory = 10 cycles
Write back = 3 cycles

א. עבור גישות ל-cache, מהם גדלי השדות של הכתובות?

Offset = 4 bit

Set = 10 bit

Tag = 18 bit

ב. נתונה סדרת הגישות הבאה לזיכרון:

○ קריאת 2 בתים מכתובת 4200F

○ קריאת 2 בתים מכתובת 42012

○ קריאת 2 בתים מכתובת 52008

○ קריאת 2 בתים מכתובת 6200F

קעת מתבצעת קריאת 2 בתים מכתובת 4200F. מה תהיה תוצאת החיפוש ב-cache?

42000/42010 miss/miss

42010 hit

52000 miss

62000/62010 miss/miss

Read from 4200F access to 2 lines start at: 42000 and 42010 we get one miss and one hit.

ג. כמה מחזורי שעון יידרשו בסה"כ כדי לבצע את 5 הפעולות הנ"ל?

$$1 * 2 + 10 * 6 = 62$$

תרגיל 2:

חשבו את הפרמטרים של ה-cache הבא:

כתובת גישה ל-cache הינה בת 32 bit. גודל בלוק בו הוא 128 Byte ומידת האסוציאטיביות שלו הינה 4-way. כמו-כן נתון כי גודל ה-cache כולו הינו 256KB.

א. מהם גודל השדות השונים בגישה ל-cache ([tag | set | offset])?

תשובה: נחשב את גודל השדות השונים ב-cache תחילה:

1



גודל block: $128B = 2^7B$ ומכאן נובע – שדה ה- offset בכתובת הינו 7 ביטים.
 מספר ה- blocks: $256KB/128B = 2^{18}B / 2^7B = 2^{11}$ מספר ה- sets הינו 2^9 .
 שדה ה- set בכתובת הינו 9 ביטים.
 שדה ה- tag: $32 - 9 - 7 = 16$

tag	set	offset
16	9	7

ב. לאיזה מספר set מתמפה הכתובת 0x9977eb?0

תשובה: הכתובת בבינארי היא:

1001100101110111-111010111-1101011

כלומר מספר ה- set הינו 111010111 (או 0x1d7 בהקסדצימלי).

ג. מהי הכתובת הקרובה ביותר ל- 0x14526374 שעלולה לגרום להחלפת בלוק ב- cache הנתון המכיל כתובת זו (0x14526374)? הסבירו.

תשובה: 0x14536300 – זוהי הכתובת הקרובה ביותר שלה אותו set ו- tag שונה.



תרגיל 3: (20 נק')

סמן נכון/לא-נכון ליד כל אחת מהטענות הבאות:

- False הגדלת גודל שורת ה-cache מקטינה את ה-Miss Penalty
- True הוספת ways מקטינה Misses מסוג Conflict
- False שיטת החלפה מסוג Write-Back מקטינה את ה-Miss penalty
- True Fully associative cache הוא אופטימלי מבחינת Misses מסוג Conflict
- False Write buffer מסייע להקטין את כמות הגישות לזיכרון ב-Write-Back

בהצלחה !!



מבוא לחומרה – סמסטר חורף 2005
תרגיל בית מספר 7

הנחיות להגשת התרגיל:

1. הגישו בזוגות בלבד
2. הגישו בכתב יד קריא וברור
3. הגישו פתרון מלא עבור כל שאלה – נמקו **בקצרה**
4. הגישו לתא של אלעד כהן ליד חדר המחשבים בבנין ג'יקובס
5. כתבו את מספר ת.ז בלבד ללא שם
6. **הגישו את העבודות משודכות וללא נילונית**
7. תאריך הגשה: 18:00 22.1

תרגיל 1: (60 נק')

נתון מעבד עם שתי רמות Cache. L1 Data Cache בגודל 32K, הממומש בשיטת 2-way set associative, עם מנגנון LRU להחלפת שורות ב-cache. L2 Data Cache בגודל 256K, ממומש בשיטת 4-way set associative. גודל בלוק בשני הזכרונות הוא 16 byte, ושניהם ממומשים בשיטת Write-back. מרחב הכתובות הוא של 32bit.

יש להניח כי:

- במצב ההתחלתי ה-Caches ריקים (כלומר בכל השורות, Valid=0).
- גישות קריאה וכתובה יתכנו לכל כתובת. כך למשל, קריאה של 2 בתים מכתובת 20FF פירושו קריאה של 20FF ו-2100. במקרה כזה תתבצענה גישות לשני cache lines.
- יש לזכור כי כתובתה של שורה ב-cache הינה הכתובת של הבית הראשון בשורה.
- זמני פעולה במחזורי שעון:

	L1 cache	L2 cache
Hit	1	5
Miss+fetch from memory	---	40
Write back	10	10

א. עבור גישות ל-L1 cache, מהם גדלי השדות של הכתובת?

Offset = _____ bits
 Set = _____ bits
 Tag = _____ bits

ב. עבור גישות ל-L2 cache, מהם גדלי השדות של הכתובת?

Offset = _____ bits
 Set = _____ bits
 Tag = _____ bits



ג. הסבר מדוע לא נתון זמן פעולה עבור Miss+fetch from memory ב-L1 cache:

ד. המעבד מבצע פעולת קריאה של שני בתים מכתובת 4201B. מה תהיה תוצאת החיפוש בכל אחד מה-caches (hit או miss), ומהם כתובות של השורות שיטענו לכל אחד מהזכרונות?

ה. בהמשך לסעיף ד, המעבד מבצע פעולת קריאה של שני בתים מכתובת 4200F. מה תהיה תוצאת החיפוש בכל אחד מה-caches (hit או miss), ומהם כתובות של השורות שיטענו לכל אחד מהזכרונות?

ו. בהמשך לסעיף ה, המעבד מבצע את סדרת הגישות הבאה. יש לציין את תוצאות הגישה לכל אחד מהזכרונות:

L1: _____, L2: _____	○ כתיבת 2 בתים לכתובת 5E00F
L1: _____, L2: _____	○ קריאת 2 בתים מכתובת 32002
L1: _____, L2: _____	○ קריאת 2 בתים מכתובת 42012
L1: _____, L2: _____	○ כתיבת 2 בתים לכתובת 4200F
L1: _____, L2: _____	○ קריאת 2 בתים מכתובת 5E008
L1: _____, L2: _____	○ קריאת 2 בתים מכתובת 6200F

ז. באילו מהגישות יהיה צורך לבצע פעולת Write-back לזיכרון?

ח. מה יהיה זמן הגישה הכולל לזיכרון (במחזורי שעון) עבור כל 8 הגישות?

תרגיל 2: (40 נק')

הראו את שלבי הביצוע במעבד ואת זרימת האינפורמציה עבור הפקודה:

BEQ R12, R28, 0x1234

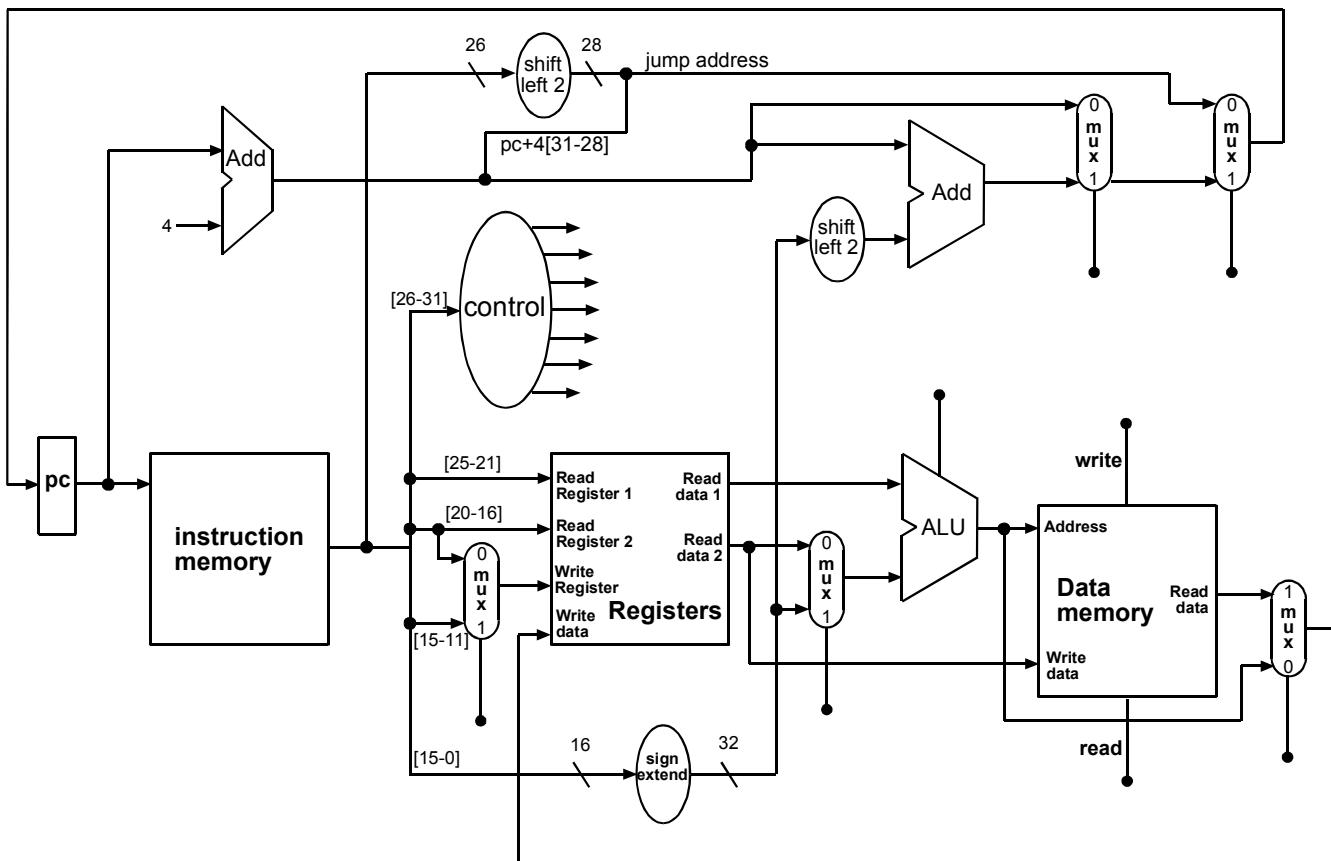
1. מהו הטיפוס של הפקודה ומהם ערכי האופרנדים ?



שימו לב כי יחידת ה-CONTROL אינה יכולה להחליט איזו כתובת לטעון ל-PC עד שמתקבלת תוצאת ההשוואה מה-ALU.

2. כיצד ניתן להתחשב גם בתוצאת ה-ALU וגם בסיגנל של ה-CONTROL (המושפע מה-OPCODE) כדי להחליט מה יהיה הסיגנל של ה-MUX אשר משפיע על ערך הכתובת שתטען ל-PC. (רמז: השתמשו בשער לוגי).

3. סמנו בציור את שלבי ביצוע המעבד זרימת האינפורמציה.



בהצלחה !!



מבוא לחומרה – סמסטר חורף 2005
פתרון תרגיל בית מספר 7

תרגיל 1: (30 נק')

נתון מעבד עם שתי רמות Cache. L1 Data Cache בגודל 32K, הממומש בשיטת 2-way set associative, עם מנגנון LRU להחלפת שורות ב-cache. L2 Data Cache בגודל 256K, ממומש בשיטת 4-way set associative. גודל בלוק בשני הזכרונות הוא 16 byte, ושניהם ממומשים בשיטת Write-back. מרחב הכתובות הוא של 32bit.

יש להניח כי:

- במצב ההתחלתי ה-Caches ריקים (כלומר בכל השורות, Valid=0).
- גישות קריאה וכתיבה יתכנו לכל כתובת. כך למשל, קריאה של 2 בתים מכתובת 20FF פירושה קריאה של 20FF ו-2100. במקרה כזה תתבצענה גישות לשני cache lines.
- יש לזכור כי כתובתה של שורה ב-cache הינה הכתובת של הבית הראשון בשורה.
- זמני פעולה במחזורי שעון:

	L1 cache	L2 cache
Hit	1	5
Miss+fetch from memory	---	40
Write back	10	10

א. עבור גישות ל-L1 cache, מהם גדלי השדות של הכתובת?

Offset = 4 bits
 Set = 10 bits
 Tag = 18 bits

ב. עבור גישות ל-L2 cache, מהם גדלי השדות של הכתובת?

Offset = 4 bits
 Set = 12 bits
 Tag = 16 bits

ג. הסבר מדוע לא נתון זמן פעולה עבור Miss+fetch from memory ב-L1 cache:

במידה ויש miss ב-L1, הרי שפונים ל-L2. כלומר הנתונים עבור L2 רלוונטיים רק במידה ויש Miss ב-L1. מאחר והחיפוש בשני ה-caches נעשה במקביל, אין משמעות לזמן miss ב-L1.



ד. המעבד מבצע פעולת קריאה של שני בתים מכתובת 4201B. מה תהיה תוצאת החיפוש בכל אחד מה-caches (hit או miss), ומהם כתובות של השורות שיטענו לכל אחד מהזכרונות?

Line 42010 miss L1 and L2

ה. בהמשך לסעיף ד, המעבד מבצע פעולת קריאה של שני בתים מכתובת 4200F. מה תהיה תוצאת החיפוש בכל אחד מה-caches (hit או miss), ומהם כתובות של השורות שיטענו לכל אחד מהזכרונות?

hit - 42010, miss L1 and L2 - 42000

ו. בהמשך לסעיף ה, המעבד מבצע את סדרת הגישות הבאה. יש לציין את תוצאות הגישה לכל אחד מהזכרונות:

L1: _____, L2: _____	○ כתיבת 2 בתים לכתובת 5E00F
L1: _____, L2: _____	○ קריאת 2 בתים מכתובת 32002
L1: _____, L2: _____	○ קריאת 2 בתים מכתובת 42012
L1: _____, L2: _____	○ כתיבת 2 בתים לכתובת 4200F
L1: _____, L2: _____	○ קריאת 2 בתים מכתובת 5E008
L1: _____, L2: _____	○ קריאת 2 בתים מכתובת 6200F

5E00F read lines 5E000, 5E010

5E000 - L1: miss, L2: miss

5E010 - L1: miss, L2: miss

32002 read line 32000

L1: miss, L2: miss

42012 read line 42010

L1: hit

4200F read lines 42010, 42000

42000 - miss+WB in L1 for 42000 (5E000 is evicted), L2: hit

42010 - hit

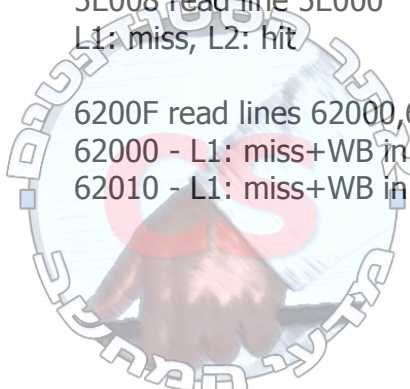
5E008 read line 5E000

L1: miss, L2: hit

6200F read lines 62000, 62010

62000 - L1: miss+WB in L1 (42000 is evicted), L2: miss

62010 - L1: miss+WB in L1 (5E010 is evicted), L2: miss



ז. באילו מהגישות יהיה צורך לבצע פעולת Write-back לזכרון?

4200F for block 42000, 6200F for blocks 62000 and 62010

ח. מה יהיה זמן הגישה הכולל לזיכרון (במחזורי שעון) עבור כל 8 הגישות?

$$40 \cdot 7 + 1 \cdot 3 + 5 \cdot 2 + 10 \cdot 3 = 333$$

תרגיל 2: (נק')

הראו את שלבי הביצוע במעבד ואת זרימת האינפורמציה עבור הפקודה:

BEQ R12, R28, 0x1234

1. מהו הטיפוס של הפקודה ומהם ערכי האופרנדים ?

I-type –

op	12	28	0x1234
6	5	5	16

שימו לב כי יחידת ה-CONTROL אינה יכולה להחליט איזו כתובת לטעון ל-PC עד שמתקבלת תוצאת ההשוואה מה-ALU.

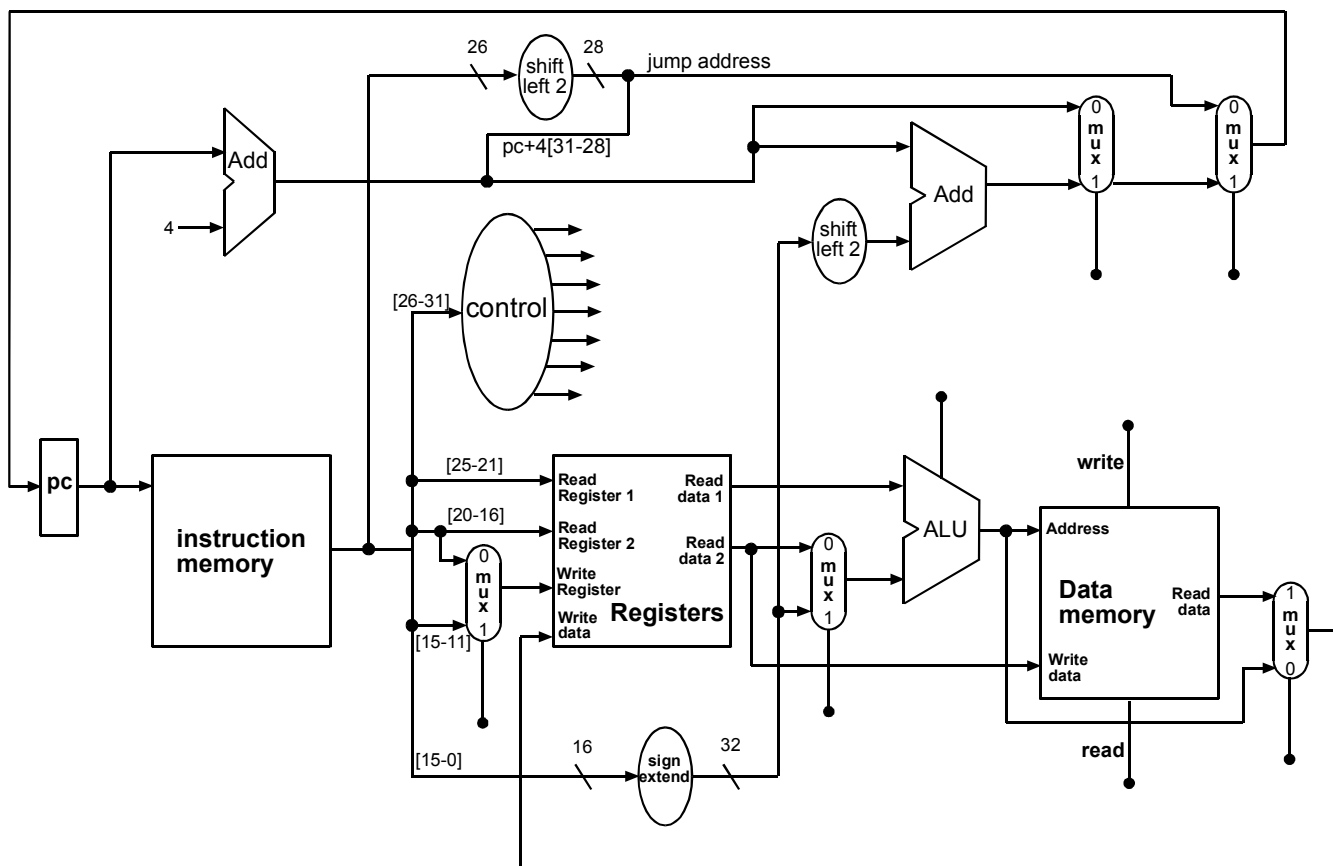
2. כיצד ניתן להתחשב גם בתוצאת ה-ALU וגם בסיגנל של ה-CONTROL (המושפע מה-OPCODE) כדי להחליט מה יהיה הסיגנל של ה-MUX אשר משפיע על ערך הכתובת שתטען ל-PC. (רמז: השתמשו בשער לוגי).

נוסיף שער AND אשר כניסותיו הם הסיגנל של ה-CONTROL ויציאת ה-ZERO של ה-ALU. הפלט של השער הוא הקלט עבור ביט הבקרה של ה-MUX.

3. סמנו בציור את שלבי ביצוע המעבד וזרימת האינפורמציה.

הסתכלו בהרצאה מספר 10 שקף 23.





בהצלחה !!



מבוא לחומרה – סמסטר חורף 2005
תרגיל בית מספר 8

הנחיות להגשת התרגיל:

1. הגישו בזוגות בלבד
2. הגישו בכתב יד קריא וברור
3. הגישו פתרון מלא עבור כל שאלה – נמקו **בקצרה**
4. הגישו לתא של אלעד כהן ליד חדר המחשבים בבנין ג'יקובס
5. כתבו את מספר ת.ז בלבד ללא שם
6. **הגישו את העבודות משודכות וללא נילונית**
7. תאריך הגשה: 26.1 00:00

תרגיל 1: (100 נק') נתונה התוכנית הבאה ($r2 = 4$ בתחילת התוכנית):

```
label1:
1.    add r1, r2, r2    // r1 = r2 + r2
2.    beq r1, r0, finish // if (r1 == r0) jump to finish
label2:
3.    subi r2, r2, 1    // r2 = r2 - 1
4.    beq r2, r0, label1 // if (r2 == r0) jump to label1
5.    j label2          // jump to label2
finish:
6.    lw r3, 60(r4)     // r3 = MEM[r4 + 60]
7.    sw r3, 40(r4)     // MEM[r4 + 40] = r3
```

התוכנית רצה במעבד pipeline עם 5 שלבים (בדומה ל-MIPS). כל שלב במעבד מתבצע במחזור שעון יחיד. עבור כל אחד מהסעיפים הראו כמה stalls נחוצים אחרי כל פקודה וחשבו את ה-CPI (הניחו כי פקודת ה-jump **אינה** גוררת stalls בכל אחד מהסעיפים):

1. **לא קיימת** יחידת forwarding **ולא קיימת** חציית רגיסטר.
2. **לא קיימת** יחידת forwarding **אך כן קיימת** חציית רגיסטר.
3. **קיימת** יחידת forwarding **וקיימת** חציית רגיסטר.

בהצלחה !!



מבוא לחומרה – סמסטר חורף 2005
פתרון תרגיל בית מספר 8

תרגיל 1: (100 נק') נתונה התוכנית הבאה ($r2 = 4$ בתחילת התוכנית):

```
label1:
1.    add r1, r2, r2    // r1 = r2 + r2
2.    beq r1, r0, finish // if (r1 == r0) jump to finish
label2:
3.    subi r2, r2, 1    // r2 = r2 - 1
4.    beq r2, r0, label1 // if (r2 == r0) jump to label1
5.    j label2          // jump to label2
finish:
6.    lw r3, 60(r4)     // r3 = MEM[r4 + 60]
7.    sw r3, 40(r4)     // MEM[r4 + 40] = r3
```

התוכנית רצה במעבד pipeline עם 5 שלבים (בדומה ל-MIPS). כל שלב במעבד מתבצע במחזור שעון יחיד. עבור כל אחד מהסעיפים הראו כמה stalls נחוצים אחרי כל פקודה וחשבו את ה-CPI (הניחו כי פקודת ה-jump אינה גוררת stalls בכל אחד מהסעיפים):

1. **לא קיימת** יחידת forwarding **ולא קיימת** חציית רגיסטר.
2. **לא קיימת** יחידת forwarding **אך כן קיימת** חציית רגיסטר.
3. **קיימת** יחידת forwarding **וקיימת** חציית רגיסטר.

1. אחרי פקודה 1 יש 3 stalls
אחרי פקודה 2 יש 3 stalls
אחרי פקודה 3 יש 3 stalls
אחרי פקודה 4 יש 3 stalls
אחרי פקודה 5 יש 0 stalls
אחרי פקודה 6 יש 3 stalls
אחרי פקודה 7 יש 0 stalls

$$CPI = (17 \cdot 1 \text{ (inst)} + 4 \cdot 1 \text{ (filling cpu)} + 13 \cdot 3 \text{ (stalls)}) / 17 \text{ (inst)} = 3.53$$



2. אחרי פקודה 1 יש 2 stalls
אחרי פקודה 2 יש 3 stalls
אחרי פקודה 3 יש 2 stalls
אחרי פקודה 4 יש 3 stalls
אחרי פקודה 5 יש 0 stalls

אחרי פקודה 6 יש 2 stalls
אחרי פקודה 7 יש 0 stalls

$$PCI = (17*1 \text{ (inst)} + 4*1 \text{ (filling cpu)} + 7*3 + 6*2 \text{ (stalls)}) / 17 \text{ (inst)} = 3.17$$

3. אחרי פקודה 1 יש 0 stalls
אחרי פקודה 2 יש 3 stalls
אחרי פקודה 3 יש 0 stalls
אחרי פקודה 4 יש 3 stalls
אחרי פקודה 5 יש 0 stalls
אחרי פקודה 6 יש 1 stalls
אחרי פקודה 7 יש 0 stalls

$$PCI = (17*1 \text{ (inst)} + 4*1 \text{ (filling cpu)} + 6*3 + 1*1 \text{ (stalls)}) / 17 \text{ (inst)} = 2.35$$

בהצלחה !!



מבוא לחומרה – סמסטר חורף 2005

תרגיל בית מספר 9

הנחיות להגשת התרגיל:

1. הגישו בזוגות בלבד
2. הגישו בכתב יד קריא וברור
3. הגישו פתרון מלא עבור כל שאלה – נמקו **בקצרה**
4. הגישו לתא של אלעד כהן ליד חדר המחשבים בבנין ג'יקובס
5. כתבו את מספר ת.ז בלבד ללא שם
6. **הגישו את העבודות משודכות וללא נילונית**
7. תאריך הגשה: 15/2 16:00

תרגיל 1: (50 נק')

השאלה עוסקת בגישה ליזכרון לצורך עדכון נתונים, במעבד המצויר MIPS שנלמד בכיתה:

- א. האם ניתן לבצע פעולת עדכון לערך המצוי בזיכרון, ע"י פקודה אחת מתוך אוסף הפקודות הקיימות עבור ה-MIPS (כמו $x = x + 2$; בשפת C) ? הסבירו.
- ב. כתבו קטע קוד המראה כיצד מבוצע עדכון לערך המצוי בזיכרון. (יש להשתמש בפקודות מתוך אוסף הפקודות הקיימות עבור ה-MIPS (אסמבלר).
- ג. מה השינוי שצריך להתבצע ב-MIPS כך שפעולות עדכון כמצוין ב- (א) יוכלו להתבצע? תארו שינוי זה והשפעתו על שאר הפקודות. (רמז: הוספת שלבי ביצוע במעבד).
- ד. אילו בעיות מבנה (structural hazards) יוצר שינוי זה? תארו בעיה אחת שכזו וכתבו קטע קוד המדגים אותה (השתמשו ב-LWS כשם הפקודה).

תרגיל 2: (50 נק') נתון קטע הקוד הבא:

- (1) XOR r1, r1, r1
- (2) ADDI r2, r1, 0x01F0
- (3) ADD r3, r2, r2
- (4) SLL r1, r2, 6
- (5) SRL r4, r1, 2
- (6) SW r2, 0x100(r2)
- (7) LW r3, 0x100(r2)
- (8) BNEQ r3, r2, -5
- (9) SUBI r3, r3, 0x001F

עליכם לענות על הסעיפים הבאים:

א. במעבד מצונר MIPS שנלמד בכיתה, בעל 5 שלבי ביצוע, ללא חציית RF וללא forwarding, מה מספר מחזורי השעון שייקח למעבד לבצע את כל הפקודות (כולל עיכובים - stalls)?

ב. כתבו אילו פקודות נמצאות בכל שלב (כולל stalls) במעבד במחזור השעון העשירי.

ג. הביאו דוגמא לפקודות שאינן תלויות אחת בשנייה ושהחלפת מיקומן (pipeline scheduling) יקטין את משך ביצוע קטע הקוד.

ד. במעבד מצונר MIPS שנלמד בכיתה, בעל 5 שלבי ביצוע, עם חציית RF וכן forwarding, מה מספר מחזורי השעון שייקח למעבד לבצע את כל הפקודות (כולל עיכובים - stalls)?

ה. בהמשך לסעיף (ד) ציינו 3 דוגמאות של קידום ערכים ע"י יחידת ה-forwarding. אילו ערכים מקודמים? מאיזה שלב ולאילו פקודה?

בהצלחה



מבוא לחומרה – סמסטר חורף 2005

פתרון תרגיל בית מספר 9

תרגיל 1: (50 נק')

השאלה עוסקת בגישה לזיכרון לצורך עדכון נתונים, במעבד המצויר MIPS שנלמד בכיתה:

א. האם ניתן לבצע פעולת עדכון לערך המצוי בזיכרון, ע"י פקודה אחת מתוך אוסף הפקודות הקיימות עבור ה-MIPS (כמו $x = x + 2$; בשפת C) ? הסבירו.

תשובה: לא. פעולות הגישה לזיכרון הן lw ו-sw וכדי לעדכן ערך בזיכרון, יש לטעון אותו תחילה לאוגר מהזיכרון (lw), לשנותו ואז לכתוב אותו בחזרה לזיכרון (sw).

ב. כתבו קטע קוד המראה כיצד מבוצע עדכון לערך המצוי בזיכרון. (יש להשתמש בפקודות מתוך אוסף הפקודות הקיימות עבור ה-MIPS (אסמבלר).

תשובה: למשל,

```
LW    R1, 1000(R0)    // load x from address 1000
ADDI   R1, R1, 2       // x = x+2
SW     R1, 1000(R0)    // store x to address 1000
```

ג. מה השינוי שצריך להתבצע ב-MIPS כך שפעולות עדכון כמצוין ב- (א) יוכלו להתבצע? תארו שינוי זה והשפעתו על שאר הפקודות. (רמז: הוספת שלבי ביצוע במעבד).

תשובה: כדי לבצע עדכון בפקודה אחת, יש להוסיף שלבי ביצוע במעבד. השלבים שיתווספו יהיו EX2 ו-MEM2 כמתואר להלן:

IF | ID | EX | MEM | **EX2** | **MEM2** | WB

כל הפקודות "הרגילות" לא יבצעו בשלבים אלו דבר מלבד לעבור בהם. הפקודה החדשה תבצע בשלב ה-EX2 את פעולת העדכון לערך שהובא מהזיכרון בשלב ה-MEM ובשלב ה-MEM2 ייכתב הערך המעודכן לזיכרון עצמו.

ד. אילו בעיות מבנה (structural hazards) יוצר שינוי זה? תארו בעיה אחת שכזו וכתבו קטע קוד המדגים אותה (השתמשו ב-LWS כשם הפקודה).

תשובה: מאחר ומתבצעת גישה לזיכרון בשלב MEM ובשלב MEM2, ייתכנו מקרים בהם שתי פקודות ניגשות לאותו מקום בזיכרון, אחת כדי לקרוא ואחת כדי לכתוב. נביא דוגמה למצב שכזה. תחילה נניח כי הפקודה לביצוע עדכון בזיכרון היא LWS (load and store) והיא ניגשת לכתובת בזיכרון לפי הגישה הרגילה ($MEM[imm+Rs]$). הערך לעדכון הוא Rt, כלומר:

LWS Rt, imm(Rs) // $MEM[imm+Rs] = MEM[imm+Rs] + Rt$

דוגמה לגישה כפולה לאותה כתובת בזיכרון:


```

LWS  R1, 100(R0)    // MEM2 stage – write to address 100
ADD   R4, R4, R4     // EX2 stage – just a separate instruction
LWS   R3, 100(R0)    // MEM stage – read from address 100

```

הערה: הפקודה המצויה בשלב ה-MEM יכולה להיות גם lw או sw פשוטים הניגשים לאותה כתובת בזיכרון.

תרגיל 2: (50 נק')

נתון אותו קטע קוד משאלה 1. עליכם לענות על הסעיפים הבאים:

א. במעבד מצונר MIPS שנלמד בכיתה, בעל 5 שלבי ביצוע, ללא חציית RF וללא forwarding, מה מספר מחזורי השעון שייקח למעבד לבצע את כל הפקודות (כולל עיכובים - stalls)?

תשובה: 25 מחזורי שעון עד שהפקודה האחרונה תצא מהמעבד, או 28 מחזורי שעון במידה ומוסיפים 3 stalls לאחר פקודת ה-Branch.

```

(1)      XOR   r1, r1, r1
(2-4)    3 * Stall
(5)      ADDI  r2, r1, 0x01F0
(6-8)    3 * Stall
(9)      ADD   r3, r2, r2
(10)     SLL   r1, r2, 6
(11-13)  3 * Stall
(14)     SRL   r4, r1, 2
(15)     SW    r2, 0x100(r2)
(16)     LW    r3, 0x100(r2)
(17-19)  3 * Stall
(20)     BNEQ  r3, r2, -5
(21)     SUBI  r3, r3, 0x001F

```



ב. כתבו אילו פקודות נמצאות בכל שלב (כולל stalls) במעבד במחזור השעון העשירי.

תשובה:

(IF) SLL r1, r2, 6
(ID) ADD r3, r2, r2
(EX) Stall
(ME) Stall
(WB) Stall

ג. הביאו דוגמא לפקודות שאינן תלויות אחת בשנייה ושהחלפת מיקומן (pipeline scheduling) יקטין את משך ביצוע קטע הקוד.

תשובה: נחליף בין פקודות (5) ו-(6) ובכך נגדיל את מרחקה של פקודה (5) מ-(4) (5) תלויה ב-(4))

(5) SRL r4, r1, 2
(6) SW r2, 0x100(r2)

ד. במעבד מצונור MIPS שנלמד בכיתה, בעל 5 שלבי ביצוע, עם חציית RF וכן forwarding, מה מספר מחזורי השעון שייקח למעבד לבצע את כל הפקודות (כולל עיכובים - stalls)?

תשובה: 14 מחזורי שעון עד שהפקודה האחרונה תצא מהמעבד, או 17 מחזורי שעון במידה ומוסיפים 3 stalls לאחר פקודת ה-Branch.

(1) XOR r1, r1, r1
(2) ADDI r2, r1, 0x01F0
(3) ADD r3, r2, r2
(4) SLL r1, r2, 6
(5) SRL r4, r1, 2
(6) SW r2, 0x100(r2)
(7) LW r3, 0x100(r2)
(8) Stall
(9) BNEQ r3, r2, -5
(10) SUBI r3, r3, 0x001F

ה. בהמשך לסעיף (ד) ציינו 3 דוגמאות של קידום ערכים ע"י יחידת ה-forwarding. אילו ערכים מקודמים? מאיזה שלב ולאילו פקודה?

תשובה: קידום ערכים מתבצע עבור הפקודות הבאות (מספרי הפקודות לפי סעיף ד):

- מפקודה (1) מקודם הערך של r1 לפקודה (2).
- מפקודה (2) מקודם הערך של r2 לפקודות (3) ו-(4).
- מפקודה (4) מקודם הערך של r1 לפקודה (5).
- מפקודה (7) מקודם הערך של r3 לפקודה (9).



מבוא לחומרה – סמסטר חורף 2004
תרגיל בית מספר 1

תאריך הגשה: 3/11/2004 , שעה: 16:00 , מקום: ביתא של אוהד
 מגישים:

ת.ז. 1 : _____

ת.ז. 2 : _____

הוראות הגשה:

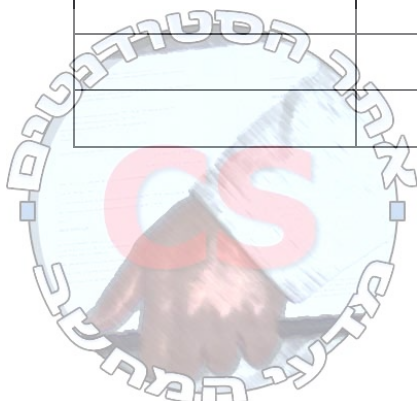
1. יש לענות על כל השאלות על דפי השאלון. במידה ויש צורך, ניתן לצרף דפים נוספים ולכתוב הערה מתאימה בגוף השאלון. בכל מקרה, יש לכתוב תשובה סופית על גבי השאלון.
2. בראש עמוד זה יש לציין את ת.ז. המגישים בלבד (ללא שם)!!
3. יש להשתדל להגיש בזוגות.
4. יש להגיש את התרגיל פתור, עד למועד שנקבע, במקום שנקבע להגישו.

תרגיל 1: (32 נק') חשבו בבסיסים השונים את התרגילים הבאים:

_____ תשובה:	$615_8 + 427_8 = X_8$	א.
_____ תשובה:	$623_8 + 146_8 = X_8?$	ב.
_____ תשובה:	$2540_6 - 441.1_6 = X_6$	ג.
_____ תשובה:	$3445_6 - 421.5_6 = X_6?$	ד.
_____ תשובה:	$3340.23_5 - 323.021_7 = X_9$	ה.
_____ תשובה:	$10022101_5 / 212.11_5 = X_5$	ו.
_____ תשובה:	$3940.13_5 - 306.061_7 = X_9?$	ז.
_____ תשובה:	$10022101_5 / 212.11_5 = X_{10}?$	ח.

תרגיל 2: (36 נק') השלימו את הטבלה הבאה:

הקסדצימלי	אוקטלי	בינארי	עשרוני
326D			
	27074		
		100100010010001	
			179



תרגיל 3: (32 נק') חשבו בשיטת המשלים ל- 2 , בעזרת ייצוג של 8 סיביות (1 Byte):

	ייצוג בינארי (מספר שמאלי)	ייצוג בינארי (מספר ימני)	תוצאה בייצוג בינארי	תוצאה בייצוג עשרוני	
15 + 42 =					א.
125 - 126 =					ב.
100 + 15 =					ג.
-1 - 30 =					ד.
-37 - 37 =					ה.
120 + 5 =					ו.
-41 - 73 =					ז.
-38 + 33 =					ח.

בהצלחה !!



מבוא לחומרה – סמסטר חורף 2004
פתרון תרגיל בית מספר 1

תרגיל 1: (32 נק') חשבו בבסיסים השונים את התרגילים הבאים:

א.	$615_8 + 427_8 = X_8$	תשובה: 1244_8
ב.	$623_8 + 146_8 = X_8?$	תשובה: 771_8
ג.	$2540_6 - 441.1_6 = X_6$	תשובה: 2054.5_6
ד.	$3445_6 - 421.5_6 = X_6?$	תשובה: 3023.1_6
ה.	$3340.23_5 - 323.021_7 = X_9$	תשובה: $370.42517..._9$
ו.	$10022101_5 / 212.11_5 = X_5$	תשובה: $21031.23041..._5$
ז.	$3940.13_5 - 306.061_7 = X_9?$	תשובה: 9 לא בבסיס 5
ח.	$10022101_5 / 212.11_5 = X_{10}?$	תשובה: 1391.5269_5

תרגיל 2: (36 נק') השלימו את הטבלה הבאה:

עשרוני	בינארי	אוקטלי	הקסדצימלי
12909	11001001101101	31155	326D
11836	10111000111100	27074	2E3C
18577	100100010010001	44221	4891
179	10110011	263	B3

תרגיל 3: (32 נק') חשבו בשיטת המשלים ל-2, בעזרת ייצוג של 8 סיביות (1 Byte):

	תוצאה בייצוג עשרוני	תוצאה בייצוג בינארי	ייצוג בינארי (מספר ימני)	ייצוג בינארי (מספר שמאלי)	
א.	57	00111001	00101010	00001111	$15 + 42 =$
ב.	-1	11111111	10000010	01111101	$125 - 126 =$
ג.	115	01110011	00001111	01100100	$100 + 15 =$
ד.	-31	11100001	11100010	11111111	$-1 - 30 =$
ה.	-74	10110110	00100101	11011011	$-37 - 37 =$
ו.	125	01111101	00000101	01111000	$120 + 5 =$
ז.	-114	10001110	10110111	11010111	$-41 - 73 =$
ח.	-5	11111011	00100001	11011010	$-38 + 33 =$

מבוא לחומרה – סמסטר חורף 2004
תרגיל בית מספר 2

תאריך הגשה: 10/11/2004 , שעה: 16:00 , מקום: ביתא של אוהד
מגשים:

ת.ז. 1 : _____

ת.ז. 2 : _____

הוראות הגשה:

1. יש לענות על כל השאלות על דפי השאלון. במידה ויש צורך, ניתן לצרף דפים נוספים ולכתוב הערה מתאימה בגוף השאלון. בכל מקרה, יש לכתוב תשובה סופית על גבי השאלון.
2. בראש עמוד זה יש לציין את ת.ז. המגשים בלבד (ללא שם)!!
3. יש להשתדל להגיש בזוגות.
4. יש להגיש את התרגיל פתור, עד למועד שנקבע, במקום שנקבע להגישו.

תרגיל 1: (35 נק') צמצמו את הפונקציות הבאות:

א. $f = x'y(xz' + x'w) + y'xw + (z'(x+yw))'$

פונקציה מצומצמת: _____

ב. $f = x'y(xz' + x'w') + y'x'w + (z'(x' + yw))'$

פונקציה מצומצמת: _____

ג. $f = xyz' + x'yz + xy'z + xyz + w'xw + z'$

פונקציה מצומצמת: _____

ד. $f = xy + yz + zw + wt + tx + w' + t'$

פונקציה מצומצמת: _____

ה. $f = ((x' + y')(z' + w'))'((x + y)(z + w))'$

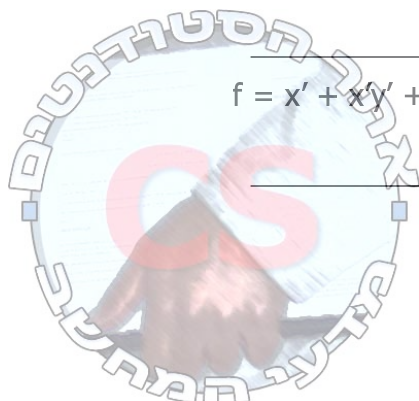
פונקציה מצומצמת: _____

ו. $f = x + xy' + xy'z + xy'zw' + xy'zw't$

פונקציה מצומצמת: _____

ז. $f = x' + x'y' + xy'z' + xz'w' + xy'z'w't$

פונקציה מצומצמת: _____

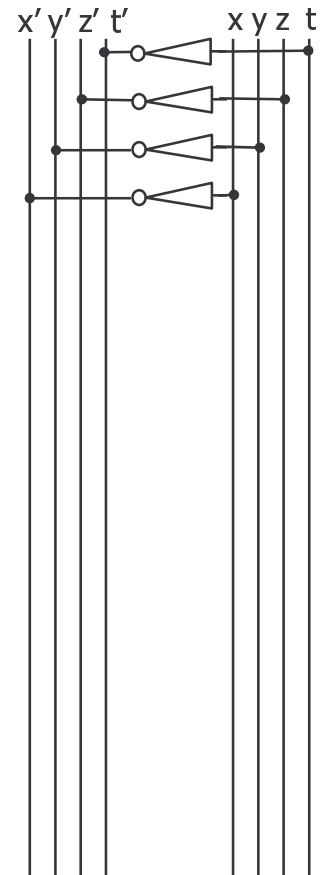


תרגיל 2: (35 נק' בסה"כ)

שרטטו את המעגל המייצג את הפונקציה הבאה:

$$f(x,y,z,t) = (xtz' \oplus yz) + ((xy' + (t+y)')(ty' \oplus x))'$$

א. (15 נק') יש לשרטט את הפונקציה כפי שהיא, ללא צמצום. יש לרשום במוצא כל שער בשרטוט את הפונקציה המייצגת מוצא זה.



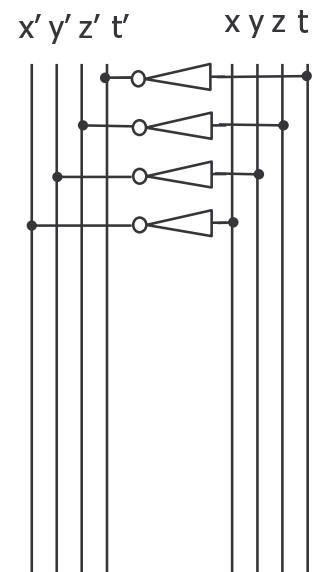
f

ב. (10 נק') צמצמו את הפונקציה לפי כללי הצמצום.

$$f(x,y,z,t) = (xtz' \oplus yz) + ((xy' + (t+y)')(ty' \oplus x))' =$$



ג. (10 נק') שרטטו את הפונקציה המצומצמת שקיבלתם.



f

תרגיל 3: (30 נק') . השלימו את טבלת האמת הבאה עבור הפונקציות:

א. $f1(x,y,z) = xy'z + x \oplus (yz) + xy(z'+y')$

ב. $f2(x,y,z) = x'z(x \oplus (yz \oplus x'))$

ג. $f3(x,y,z) = x'(1+y'(0+z'+(1 \oplus y')))$

x	y	z	f1	f2	f3
0	0	0			
0	0	1			
0	1	0			
0	1	1			
1	0	0			
1	0	1			
1	1	0			
1	1	1			

בהצלחה !!



מבוא לחומרה – סמסטר חורף 2004
פתרון תרגיל בית מספר 2

תרגיל 1: (35 נק') צמצמו את הפונקציות הבאות:

א. $f = x'y(xz' + x'w) + y'xw + (z'(x+yw))'$

$f = x + z + yw$ פונקציה מצומצמת:

ב. $f = x'y(xz' + x'w') + y'x'w + (z'(x' + yw))'$

$f = x'(y \oplus w) + xz'(y' + w')$ פונקציה מצומצמת:

ג. $f = xyz' + x'yz + xy'z + xyz + w'xw + z'$

$f = y + x + z'$ פונקציה מצומצמת:

ד. $f = xy + yz + zw + wt + tx + w' + t'$

$f = 1$ פונקציה מצומצמת:

ה. $f = ((x' + y')(z' + w'))'((x + y)(z + w))'$

$f = x'y'zw + xyz'w'$ פונקציה מצומצמת:

ו. $f = x + xy' + xy'z + xy'zw' + xy'zw't$

$f = x$ פונקציה מצומצמת:

ז. $f = x' + x'y' + xy'z' + xz'w' + xy'z'w't$

$f = x' + y' + z'w'$ פונקציה מצומצמת:

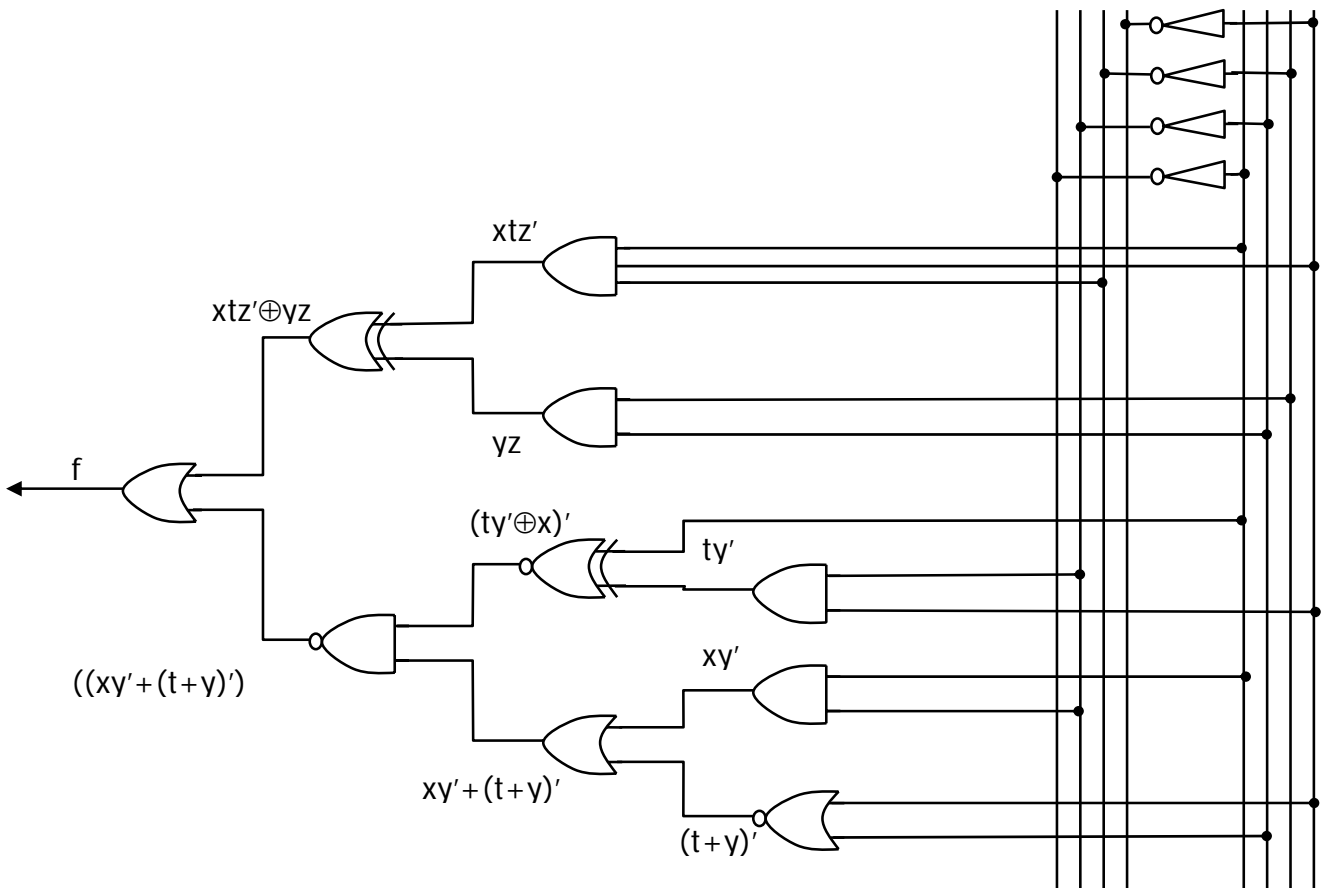


תרגיל 2: (35 נק' בסה"כ)

שרטטו את המעגל המייצג את הפונקציה הבאה:

$$f(x,y,z,t) = (xtz' \oplus yz) + ((xy' + (t+y)')(ty' \oplus x))'$$

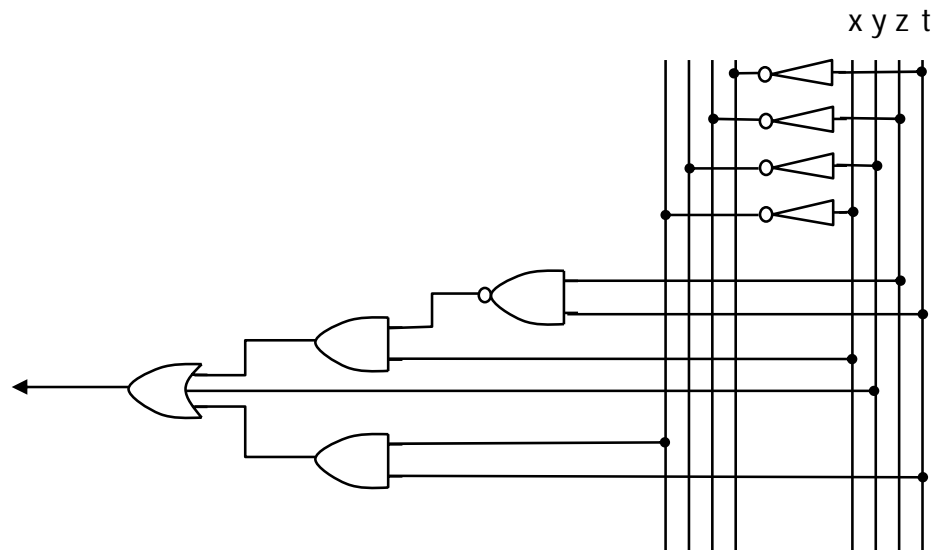
א. (15 נק') יש לשרטט את הפונקציה כפי שהיא, ללא צמצום. יש לרשום במוצא כל שער בשרטוט את הפונקציה המייצגת מוצא זה.



ב. (10 נק') צמצמו את הפונקציה לפי כללי הצמצום.

$$\begin{aligned}
 f(x,y,z,w,t) &= (xtz' \oplus yz) + ((xy' + (t+y)')(ty' \oplus x))' \\
 &= (xtz' \oplus yz) + (xy' + t'y)' + (ty' \oplus x) \\
 &= (xtz' \oplus yz) + y + (x+t)' + (ty' \oplus x) \\
 &= (xtz' \oplus yz) + y + x't + (ty'x' + (ty')'x) \\
 &= (xtz' \oplus yz) + y + x't + (ty'x' + xt' + xy) \\
 &= (xtz' \oplus yz) + y + x't + ty'x' + xt' \\
 &= (xtz' \oplus yz) + y + x't + xt' \\
 &= (xtz'(y' + z') + (x' + t' + z)yz) + y + x't + xt' \\
 &= xt'z'y' + xt'z'y + y + x't + xt' \\
 &= xt'z'y + y + x't + xt' \\
 &= x(z' + t') + y + x't \\
 &= x(zt)' + y + x't \quad (= y + xz' + x \oplus t)
 \end{aligned}$$

ג. (10 נק') שרטטו את הפונקציה המצומצמת שקיבלתם.



תרגיל 3: (30 נק') . השלימו את טבלת האמת הבאה עבור הפונקציות:

א. $f_1(x, y, z) = xy'z + x \oplus (yz) + xy(z' + y')$

ב. $f_2(x, y, z) = x'z(x \oplus (yz \oplus x'))$

ג. $f_3(x, y, z) = x'(1 + y'(0 + z' + (1 \oplus y)))$

x	y	z	f1	f2	f3
0	0	0	0	0	1
0	0	1	0	1	1
0	1	0	0	0	1
0	1	1	1	0	1
1	0	0	1	0	1
1	0	1	1	0	0
1	1	0	1	0	0
1	1	1	0	0	0

בהצלחה !!



מבוא לחומרה – סמסטר חורף 2004
תרגיל בית מספר 3

תאריך הגשה: 17/11/2004 , שעה: 16:00 , מקום: ביתא של אוהד

מגשים:

ת.ז. 1 : _____

ת.ז. 2 : _____

הוראות הגשה:

1. יש לענות על כל השאלות על דפי השאלון. במידה ויש צורך, ניתן לצרף דפים נוספים ולכתוב הערה מתאימה בגוף השאלון. בכל מקרה, יש לכתוב תשובה סופית על גבי השאלון.
2. בראש עמוד זה יש לציין את ת.ז. המגשים בלבד (ללא שם)!!
3. יש להשתדל להגיש בזוגות.
4. יש להגיש את התרגיל פתור, עד למועד שנקבע, במקום שנקבע להגישו.

תרגיל 1: (30 נק') בנו טבלת אמת לארבעה משתנים לפונקציה המוציאה '1' כאשר המספר הבינארי מתחלק ב-3 או ב-7. מצאו את הפונקציה הלוגית המתאימה לטבלה זו והביאו אותה לצורה מצומצמת.

$f(x,y,z,w) =$ _____

x	y	z	w	$f(x,y,z,w)$
0	0	0	0	
0	0	0	1	
0	0	1	0	
0	0	1	1	
0	1	0	0	
0	1	0	1	
0	1	1	0	
0	1	1	1	
1	0	0	0	
1	0	0	1	
1	0	1	0	
1	0	1	1	
1	1	0	0	
1	1	0	1	
1	1	1	0	
1	1	1	1	

תרגיל 2: (20 נק') מהי צורה הקנונית של הפונקציות הבאות:

$f(x,y,z) = \Sigma($	)	$f(x,y,z) = x'y + xz' + yz$	1
$f(x,y,z,w) = \Pi($	)	$f(x,y,z,w) = x'y \oplus y'z + x'(y + (x+z)')$	2
$f(x,y,z) = \Pi($	)	$f(x,y,z) = (x \oplus y) + (yz \oplus x')$	3
$f(x,y,z,w) = \Sigma($	)	$f(x,y,z,w) = (y' + z)(x + z' + w')(x + y')$	4

תרגיל 3: (10 נק') . נתון "מחיר" לכל שער:

$$2 = \text{AND}(x,y)$$

$$3 = \text{OR}(x,y)$$

$$1 = \text{NOT}(x)$$

$$1 = \text{NAND}(x,y)$$

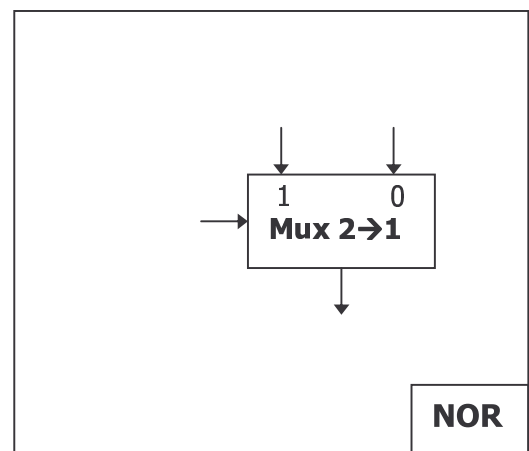
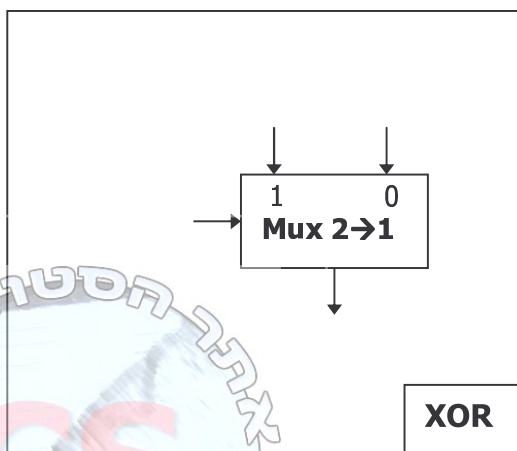
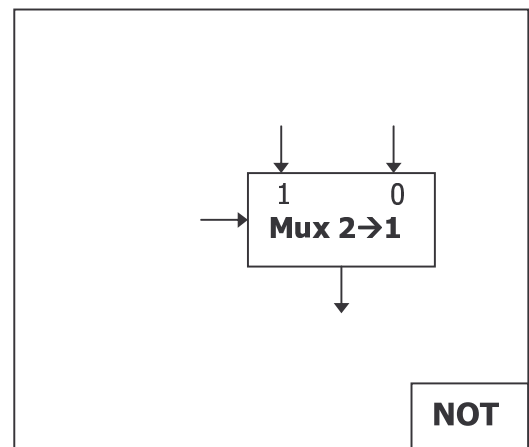
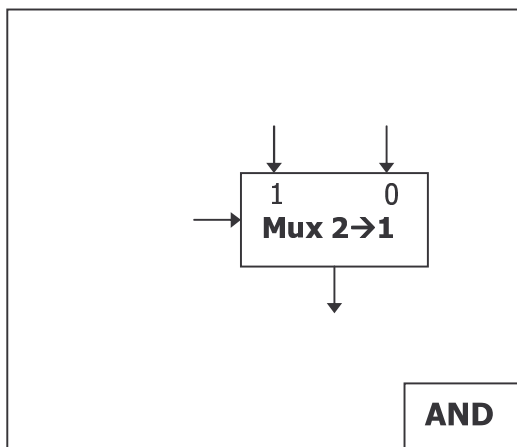
$$1 = \text{NOR}(x,y)$$

מהי הפונקציה השקולה לפונקציה $f(x,y,z) = (xy)' + xz + x'yz$ כך שמתקבלת עלות מינימלית?

הפונקציה השקולה: $f(x,y,z) =$ _____

העלות: _____

תרגיל 4: (20 נק') הביעו בעזרת Mux $2 \rightarrow 1$ ושערי NOT את השערים: NOT, AND, XOR, NOR



תרגיל 5: (20 נק') בנו את מפות קרנו הבאות וצמצמו אותן:

א. $f(x,y,z) = \Sigma(0,2,4,6,7)$ (5 נק')

$f(x,y,z) =$ _____

$\begin{matrix} yz \\ x \end{matrix}$	00	01	11	10
0				
1				

ב. $f(x,y,z,w) = \Sigma(0,1,2,3,5,7,8,10,13,15)$ (5 נק')

$f(x,y,z,w) =$ _____

$\begin{matrix} zw \\ xy \end{matrix}$	00	01	11	10
00				
01				
11				
10				

ג. $f(x,y,z,w) = \Sigma(0,3,6,7,9,12,14) + \Sigma_{\Phi}(1,2,15)$ (5 נק')

$f(x,y,z,w) =$ _____

$\begin{matrix} zw \\ xy \end{matrix}$	00	01	11	10
00				
01				
11				
10				

ד. (10 נק') פונקציה $f(x,y,z,w)$ אשר ערכה 1 עבור מספרים המיוצגים בשיטת המשלים ל-2 וערכם גדול (ממש) מ-4 או קטן (ממש) מ-3.

$f(x,y,z,w) =$ _____

$\begin{matrix} zw \\ xy \end{matrix}$	00	01	11	10
00				
01				
11				
10				

בהצלחה !!



מבוא לחומרה – סמסטר חורף 2004
פתרון תרגיל בית מספר 3

תרגיל 1: (30 נק') בנו טבלת אמת לארבעה משתנים לפונקציה המוציאה '1' כאשר המספר הבינארי מתחלק ב-3 או ב-7. מצאו את הפונקציה הלוגית המתאימה לטבלה זו והביאו אותה לצורה מצומצמת.

x	y	z	w	f(x,y,z,w)
0	0	0	0	1
0	0	0	1	0
0	0	1	0	0
0	0	1	1	1
0	1	0	0	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
0	1	1	1	1
1	0	0	0	0
1	0	0	1	1
1	0	1	0	0
1	0	1	1	0
1	1	0	0	1
1	1	0	1	0
1	1	1	0	1
1	1	1	1	1

$$f(x,y,z,w) = yz + x'zw + z'w'(x \oplus y') + xw(y \oplus z')$$

תרגיל 2: (20 נק') מהי צורה הקנונית של הפונקציות הבאות:
 $x'y \oplus y'z + x'y + x'z'$

$f(x,y,z) = \Sigma(2, 3, 4, 6, 7)$	$f(x,y,z) = x'y + xz' + yz$	1
$f(x,y,z,w) = \Pi(0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 11)$	$f(x,y,z,w) = x'y \oplus y'z + x'(y + (x+z)')$	2
$f(x,y,z) = \Pi(6)$	$f(x,y,z) = (x \oplus y) + (yz \oplus x')$	3
$f(x,y,z,w) = \Sigma(0, 1, 2, 8, 9, 10, 11, 14, 15)$	$f(x,y,z,w) = (y' + z)(x + z' + w')(x + y')$	4

תרגיל 3: (10 נק') נתון "מחיר" לכל שער:

$$2 = \text{AND}(x,y)$$

$$3 = \text{OR}(x,y)$$

$$1 = \text{NOT}(x)$$

$$1 = \text{NAND}(x,y)$$

$$1 = \text{NOR}(x,y)$$

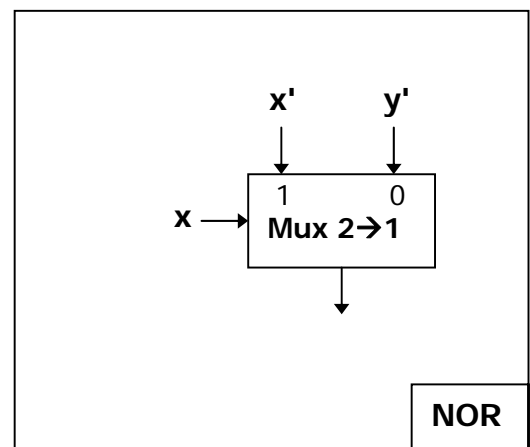
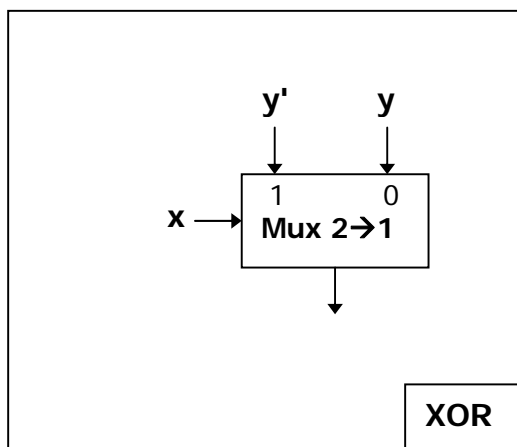
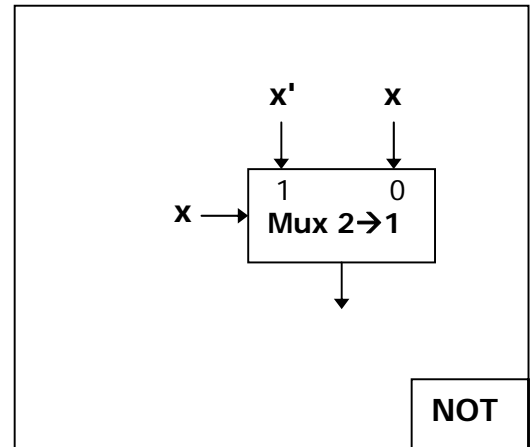
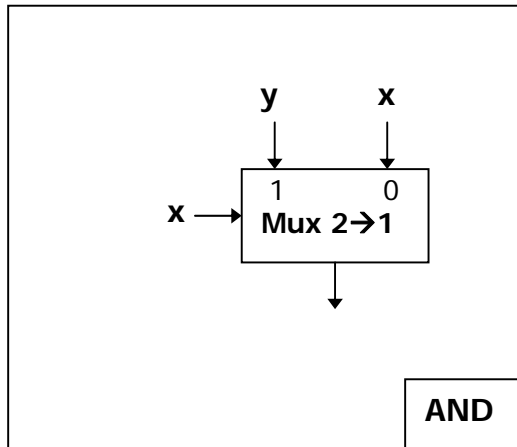
מהי הפונקציה השקולה לפונקציה $f(x,y,z) = (xy)' + xz + x'yz'$ כך שמתקבלת עלות מינימלית?

הפונקציה השקולה: $f(x,y,z) = (x(y' + z))'$

העלות: 3, מאחר והשתמשנו ב- NAND, NOT ו- NOR יחידים



תרגיל 4: (20 נק') הביעו בעזרת Mux $2 \rightarrow 1$ ושערי NOT את השערים: AND, XOR, NOR



תרגיל 5: (20 נק') בנו את מפות קרנו הבאות וצמצמו אותן:

א. (5 נק') $f(x,y,z) = \Sigma(0,2,4,6,7)$

$\begin{matrix} yz \\ x \end{matrix}$	00	01	11	10
0	1			1
1	1		1	1

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



ב. (5 נק') $f(x,y,z,w) = \Sigma(0,1,2,3,5,7,8,10,13,15)$

zw \ xy	00	01	11	10
00	1	1	1	1
01		1	1	
11		1	1	
10	1			1

$$f(x,y,z,w) = x'y' + yw + y'w'$$

ג. (5 נק') $f(x,y,z,w) = \Sigma(0,3,6,7,9,12,14) + \Sigma_{\Phi}(1,2,15)$

zw \ xy	00	01	11	10
00	1	\emptyset	1	\emptyset
01			1	1
11	1		\emptyset	1
10		1		

$$f(x,y,z,w) = x'y' + yz + xyw' + y'z'w$$

ד. (10 נק') פונקציה $f(x,y,z,w)$ אשר ערכה 1 עבור מספרים המיוצגים בשיטת המשלים ל-2 וערכם גדול (ממש) מ-4 או קטן (ממש) מ-3.

zw \ xy	00	01	11	10
00				
01		1	1	1
11	1			
10	1	1	1	1

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

בהצלחה !!



מבוא לחומרה – סמסטר חורף 2004
תרגיל בית מספר 4

תאריך הגשה: 24/11/2004 , שעה: 16:00 , מקום: ביתא של אוהד

מגשים:

ת.ז. 1 : _____

ת.ז. 2 : _____

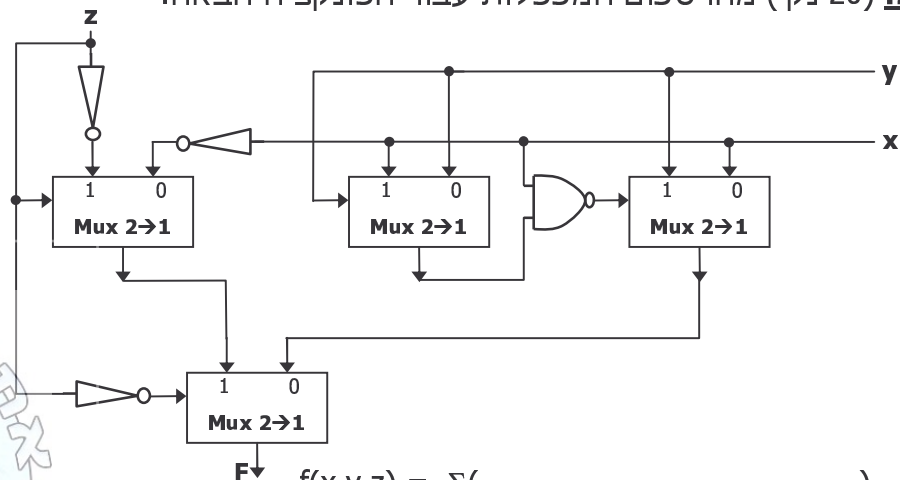
הוראות הגשה:

- יש לענות על כל השאלות על דפי השאלון. במידה ויש צורך, ניתן לצרף דפים נוספים ולכתוב הערה מתאימה בגוף השאלון. בכל מקרה, יש לכתוב תשובה סופית על גבי השאלון.
- בראש עמוד זה יש לציין את ת.ז. המגשים בלבד (ללא שם)!!
- יש להשתדל להגיש בזוגות.
- יש להגיש את התרגיל פתור, עד למועד שנקבע, במקום שנקבע להגישו.

תרגיל 1: (10 נק') השלימו את טבלת האמת למחסר מלא :

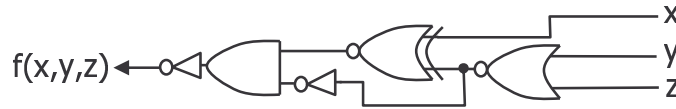
x	y	bin	D	bout
0	0	0		
0	0	0		
0	0	0		
0	0	0		
1	1	1		
1	1	1		
1	1	1		
1	1	1		

תרגיל 2: (20 נק') מהו סכום המכפלות עבור הפונקציה הבאה:



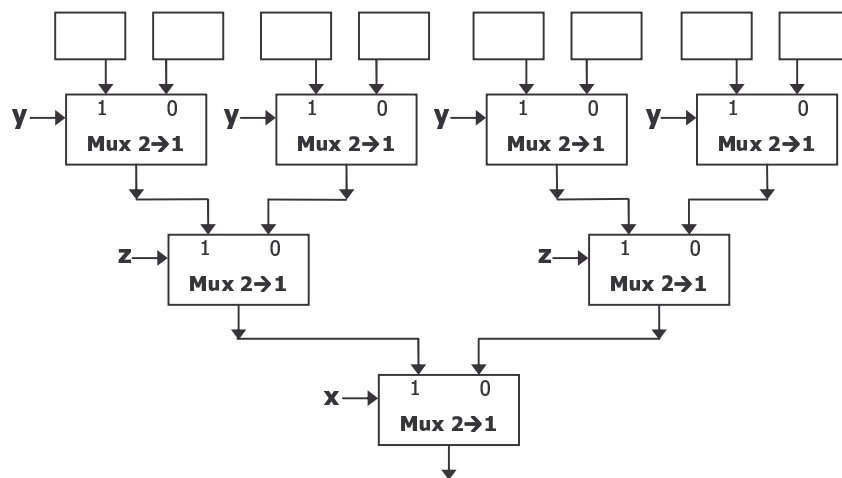
תרגיל 3: (30 נק')

א. (10 נק') מהי מכפלת הסכומים עבור המעגל הבא?



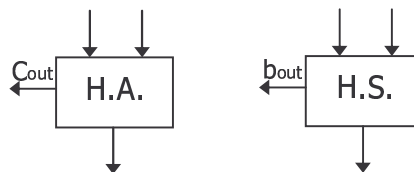
תשובה: $f(x,y,z) = \Pi(\underline{\hspace{2cm}})$

ב. (10 נק') השלימו את הקלט המתאים בשרטוט (במבואות הבוררים העליונים), כך שהפונקציה המובעת תהיה שקולה לפונקציה מסעיף א'. שימו לב לסדר הפרמטרים!



ג. (10 נק') עפ"י השרטוט, כמה בוררים 2→1 מיותרים וניתן להחליפם בקבוע או בבורר דומה? תשובה: _____.

תרגיל 4: (20 נק') השלימו את השרטוט כך שתקבל הפונקציה $f(x,y,z) = x'y + z'(x+y)$. אין להשתמש בשערים או רכיבים אחרים מלבד הקבוע '1'!!!

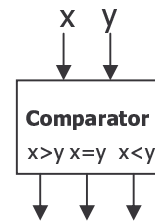


$f(x,y,z)$

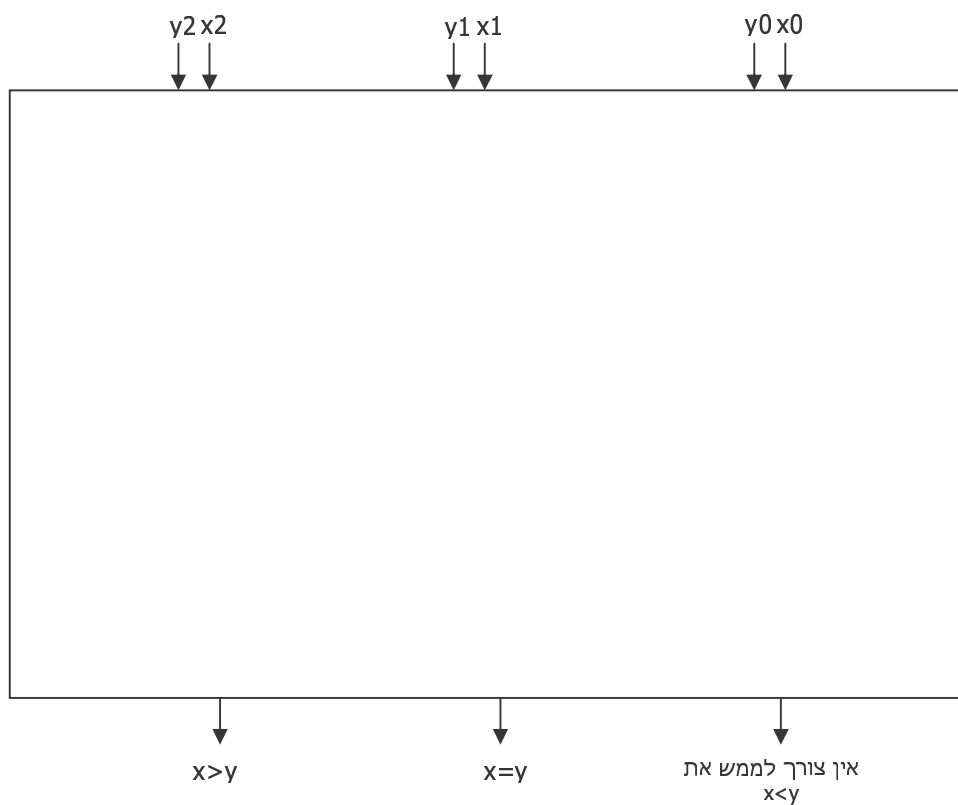
2



תרגיל 5: (20 נק') ממשו משווה (comparator) ל-3 סיביות ($x=x_2x_1x_0, y=y_2y_1y_0$) בעזרת שער OR יחיד (מרובה כניסות) ומשווים לסיבית אחת, מהצורה:



השלימו את המימוש בתוך התבנית הבאה, כאשר אין צורך לממש את $x < y$:



בהצלחה !!

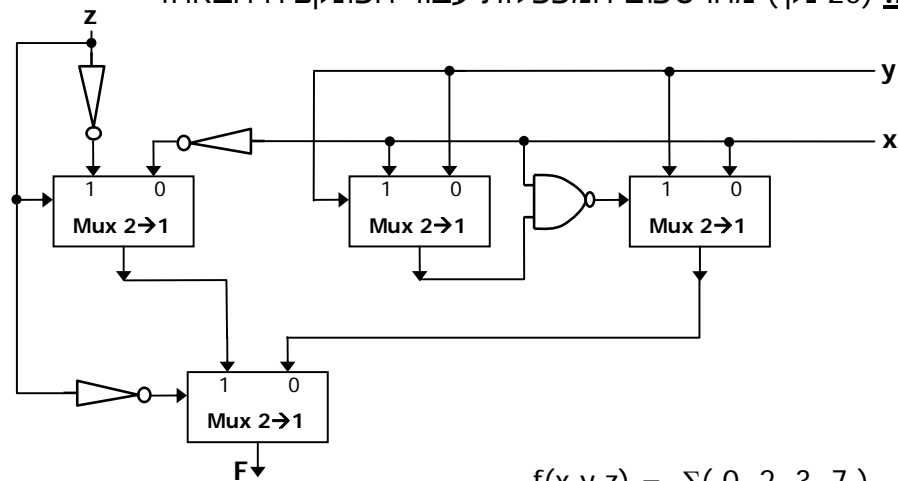


מבוא לחומרה – סמסטר חורף 2004
פתרון תרגיל בית מספר 4

תרגיל 1: (10 נק') השלימו את טבלת האמת למחסר מלא :

x	y	bin	D	bout
0	0	0	0	0
0	0	1	1	1
0	1	0	1	1
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	0
1	1	0	0	0
1	1	1	1	1

תרגיל 2: (20 נק') מהו סכום המכפלות עבור הפונקציה הבאה:

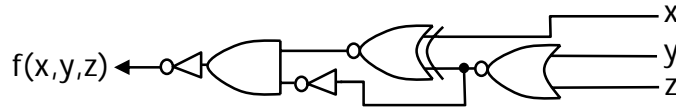


תשובה: $f(x,y,z) = \sum(0, 2, 3, 7)$



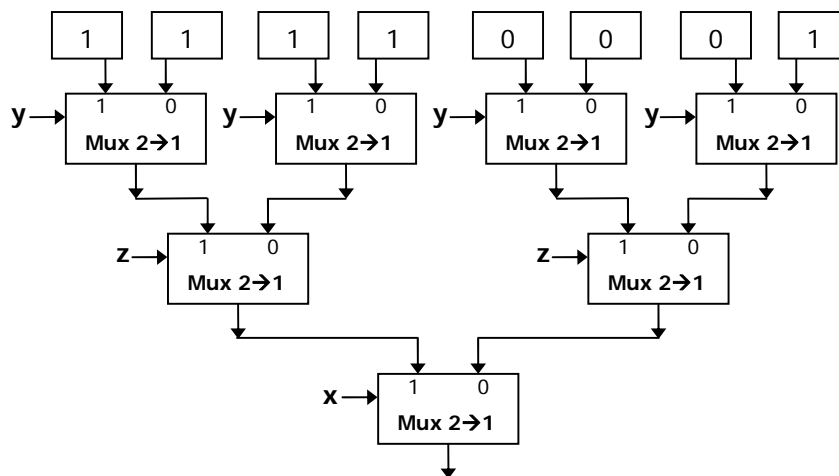
תרגיל 3: (30 נק')

א. (10 נק') מהי מכפלת הסכומים עבור המעגל הבא?



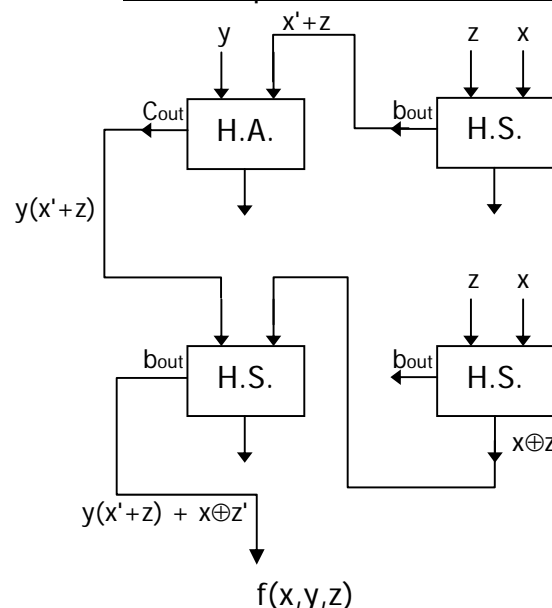
תשובה: $f(x,y,z) = \Pi(1, 2, 3)$

ב. (10 נק') השלימו את הקלט המתאים בשרטוט (במבואות הבוררים העליונים), כך שהפונקציה המובעת תהיה שקולה לפונקציה מסעיף א'. שימו לב לסדר הפרמטרים!

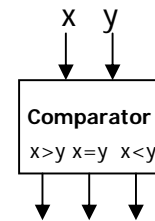


ג. (10 נק') עפ"י השרטוט, כמה בוררים 2→1 וניתן להחליפם בקבוע או בבורר דומה? תשובה: 4.

תרגיל 4: (20 נק') השלימו את השרטוט כך שתקבל הפונקציה $f(x,y,z) = x'y + z \oplus (x+y)$. אין להשתמש בשערים או רכיבים אחרים מלבד הקבוע '1'!!!



תרגיל 5: (20 נק') ממשו משווה (comparator) ל-3 סיביות ($x=x_2x_1x_0$, $y=y_2y_1y_0$) בעזרת שער OR יחיד (מרובה כניסות) ומשוים לסיבית אחת, מהצורה:



השלימו את המימוש בתוך התבנית הבאה, כאשר אין צורך לממש את $x < y$:



בהצלחה !!



מבוא לחומרה – סמסטר חורף 2004
תרגיל בית מספר 5

תאריך הגשה: 8/12/2004 , שעה: 16:00 , מקום: בתא של אוהד

מגשים:

ת.ז. 1 : _____

ת.ז. 2 : _____

הוראות הגשה:

1. יש לענות על כל השאלות על דפי השאלון. במידה ויש צורך, ניתן לצרף דפים נוספים ולכתוב הערה מתאימה בגוף השאלון. בכל מקרה, יש לכתוב תשובה סופית על גבי השאלון.
2. בראש עמוד זה יש לציין את ת.ז. המגשים בלבד (ללא שם)!!
3. יש להשתדל להגיש בזוגות.
4. יש להגיש את התרגיל פתור, עד למועד שנקבע, במקום שנקבע להגישו.

תרגיל 1: (20 נק') נתונה דיאגרמת מעברי המצבים הבאה:

P.S.	00	01	10	11
A	A,0	B,0	C,0	F,0
B	G,1	J,1	A,0	E,0
C	A,0	I,0	G,0	E,0
D	G,1	C,1	F,0	E,0
E	A,0	B,0	J,0	F,0
F	A,0	I,0	J,0	E,0
G	B,0	D,0	B,0	E,0
H	I,0	D,0	B,0	F,0
I	H,1	J,1	A,0	F,0
J	A,0	D,0	A,0	H,0

צמצמו את מכונת המצבים לפי שיטת הצמצום שנלמדה.
 יש להראות את כל מחלקות השקילות בכל שלב בצמצום:

P0 = (A B C D E F G H I J)

P1 = _____

P2 = _____

P3 = _____

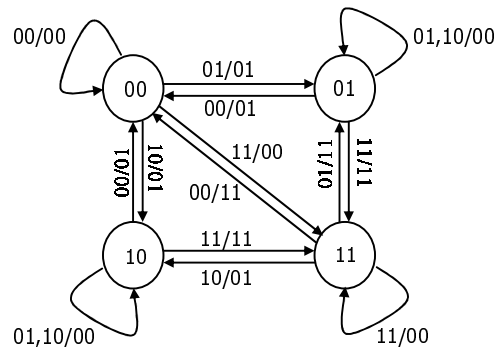
P4 = _____

P5 = _____

P6 = _____



תרגיל 2: (30 נק') נתונה מכונת המצבים הבאה בעלת קלט ופלט בני שתי סיביות.



א. (10 נק') השלימו את טבלת מעברי המצבים הבאה, למכונת המצבים הנ"ל, כאשר Q מסמל מצב נוכחי, D מסמל מצב הבא, I מסמל קלט ו-O מסמל פלט.

Q ₁	Q ₀	I ₁	I ₀	D ₁	D ₀	O ₁	O ₀
0	0	0	0				
0	0	0	1				
0	0	1	0				
0	0	1	1				
0	1	0	0				
0	1	0	1				
0	1	1	0				
0	1	1	1				
1	0	0	0				
1	0	0	1				
1	0	1	0				
1	0	1	1				
1	1	0	0				
1	1	0	1				
1	1	1	0				
1	1	1	1				

ב. (10 נק') כתבו את הפונקציה המצומצמת של כל אחת מסיביות הפלט (MSB, LSB):

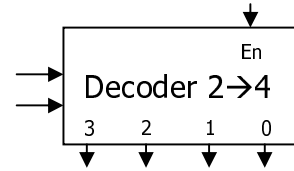
$O_0 = f(\text{---}, \text{---}, \text{---}) = \text{---}$

$O_1 = f(\text{---}, \text{---}, \text{---}) = \text{---}$

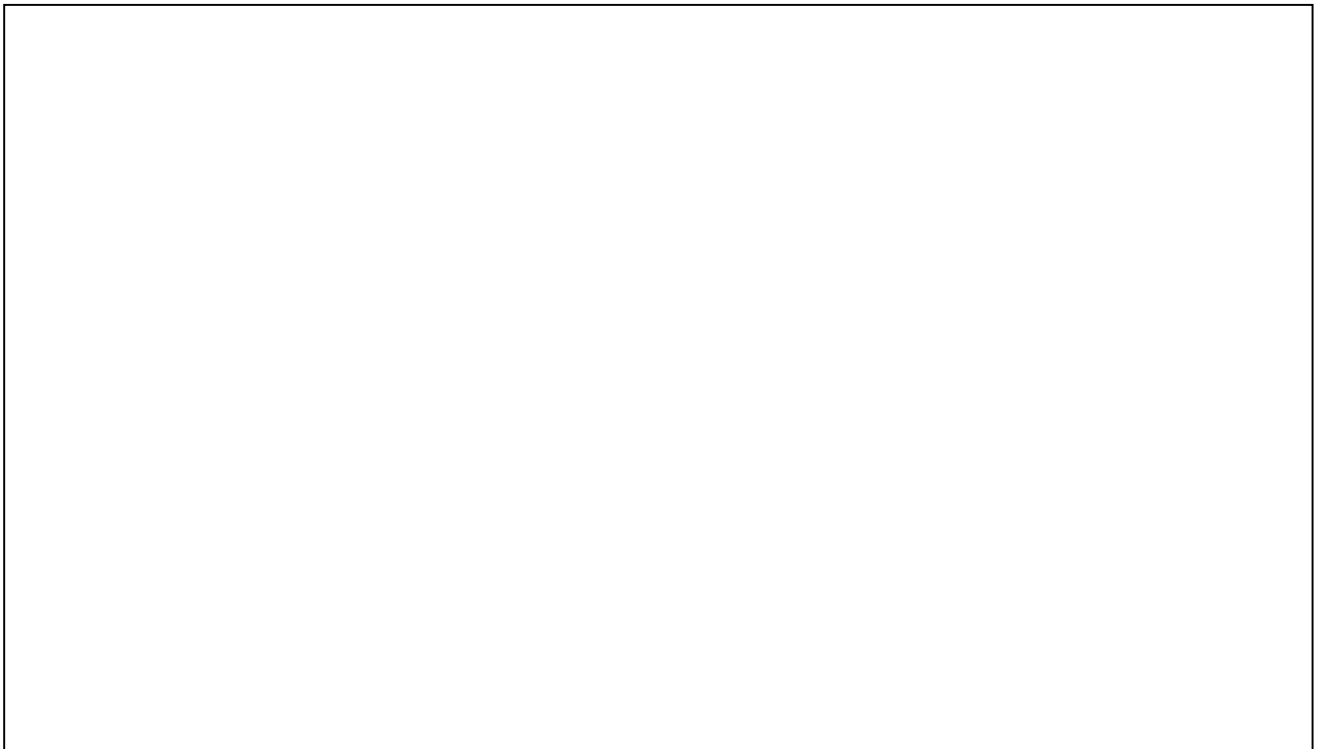
$D_0 = f(\text{---}, \text{---}, \text{---}) = \text{---}$

$D_1 = f(\text{---}, \text{---}, \text{---}) = \text{---}$

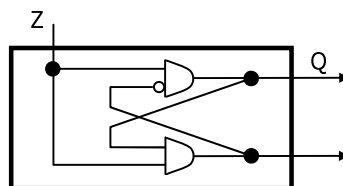
ג. (10 נק') שרטטו ע"י מפענחים $2 \rightarrow 4$ ושער OR יחיד (מרובה כניסות) את הפונקציה של D_0 . מפענח $2 \rightarrow 4$ הוא מהצורה:



שרטוט:



תרגיל 3: (20 נק') הקיפו את התשובה הנכונה.
3.1. נתון Flip-Flop מסוג חדש, ZFF:

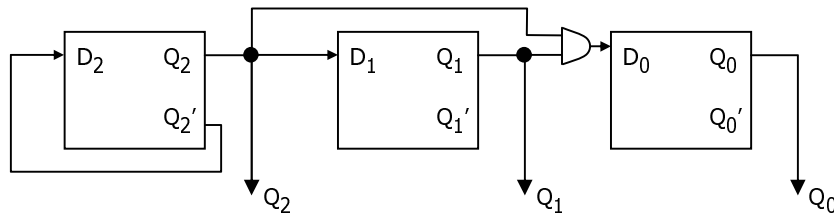


מה מהמשפטים הבאים נכון?

- 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 $z=1$.



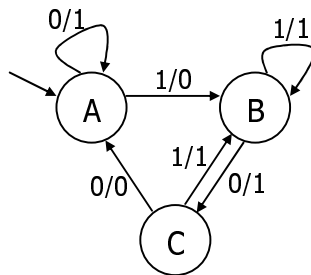
3.2. נתונה המערכת הסינכרונית הבאה המורכבת מ- DFF ושערים:



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

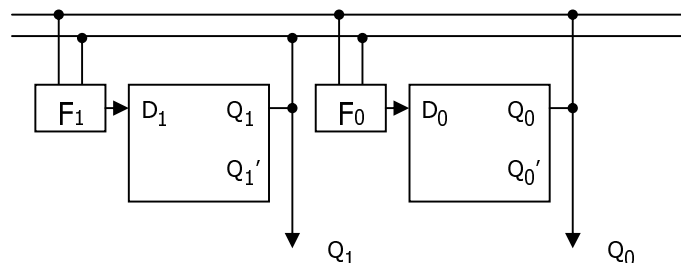
- א. $000 \leftarrow 000 \leftarrow 000$
- ב. $110 \leftarrow 100 \leftarrow 000$
- ג. $000 \leftarrow 011 \leftarrow 111$
- ד. $100 \leftarrow 000 \leftarrow 101$

3.3. איזה פלט של מכונת המצבים הבאה אינו אפשרי:



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

3.4. 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. $(Q_1 \oplus Q_2)'$
- ב. Q_1'
- ג. Q_1
- ד. $(Q_1 \oplus Q_2)$



3.5. אילו מבין המספרים הבינאריים הבאים מתחלק ב- 3 ללא שארית? (ייתכנו כמה תשובות)

- א. 011101010100010101010100010110100
- ב. 01110101010101010001011000101010101
- ג. 01011001101001101001111001011100100
- ד. 01001111001010101100110100111100101

תרגיל 4: (30 נק')

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

4.א. (10 נק') ציירו את מכונת המצבים של הבקר (מכונת Mealy). הסבירו מה מתאר כל מצב:

1

0

2



מצב 0 מתאר

מצב 1 מתאר

מצב 2 מתאר

4.ב. (10 נק') בנו טבלת אמת של הפלט כפונקציה של הכניסות והמצב הנוכחי (INPUT, PS) של המכונה וכתבו את פונקציות הפלט בצורה של סכום מכפלות (Σ).

I ₁	I ₀	Q ₁	Q ₀	O ₂	O ₁	O ₀
0	0	0	0			
0	0	0	1			
0	0	1	0			
0	0	1	1			
0	1	0	0			
0	1	0	1			
0	1	1	0			
0	1	1	1			
1	0	0	0			
1	0	0	1			
1	0	1	0			
1	0	1	1			
1	1	0	0			
1	1	0	1			
1	1	1	0			
1	1	1	1			

O₀ = _____

O₁ = _____

O₂ = _____

4.ג. (10 נק') צמצמו את פונקציות הפלט של המכונה באמצעות מפת קרנו ורשמו את הפונקציות המצומצמות.

Q ₁ Q ₀	00	01	11	10
I ₁ I ₀				
00				
01				
11				
10				

O₀ = _____

Q ₁ Q ₀	00	01	11	10
I ₁ I ₀				
00				
01				
11				
10				

O₁ = _____

Q ₁ Q ₀	00	01	11	10
I ₁ I ₀				
00				
01				
11				
10				

O₂ = _____



מבוא לחומרה – סמסטר חורף 2004
פתרון תרגיל בית מספר 5

תרגיל 1: (20 נק') נתונה דיאגרמת מעברי המצבים הבאה:

P.S.	00	01	10	11
A	A,0	B,0	C,0	F,0
B	G,1	J,1	A,0	E,0
C	A,0	I,0	G,0	E,0
D	G,1	C,1	F,0	E,0
E	A,0	B,0	J,0	F,0
F	A,0	I,0	J,0	E,0
G	B,0	D,0	B,0	E,0
H	I,0	D,0	B,0	F,0
I	H,1	J,1	A,0	F,0
J	A,0	D,0	A,0	H,0

צמצמו את מכונת המצבים לפי שיטת הצמצום שנלמדה.
 יש להראות את כל מחלקות השקילות בכל שלב בצמצום:

$$P_0 = (A\ B\ C\ D\ E\ F\ G\ H\ I\ J)$$

$$P_1 = (A\ C\ E\ F\ G\ H\ J)(B\ D\ I)$$

$$P_2 = (A\ C\ E\ F\ J)(B\ D\ I)(G\ H)$$

$$P_3 = (A\ E\ F)(B\ D\ I)(C)(G\ H)(J)$$

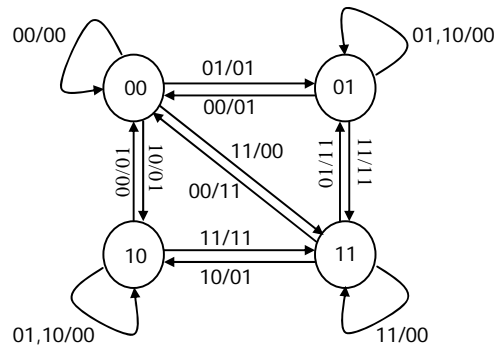
$$P_4 = (A)(B\ I)(C)(D)(E\ F)(G\ H)(J)$$

$$P_5 = P_4$$

$$P_6 = P_5$$



תרגיל 2: (30 נק') נתונה מכונת המצבים הבאה בעלת קלט ופלט שתי סיביות.



א. (10 נק') השלימו את טבלת מעברי המצבים הבאה, למכונת המצבים הנ"ל, כאשר Q מסמל מצב נוכחי, D מסמל מצב הבא, I מסמל קלט ו-O מסמל פלט.

Q ₁	Q ₀	I ₁	I ₀	D ₁	D ₀	O ₁	O ₀
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	1	0	1
0	0	1	0	1	0	0	1
0	0	1	1	1	1	0	0
0	1	0	0	0	0	0	1
0	1	0	1	0	1	0	0
0	1	1	0	0	1	0	0
0	1	1	1	1	1	1	1
1	0	0	0	0	0	0	1
1	0	0	1	1	0	0	0
1	0	1	0	1	0	0	0
1	0	1	1	1	1	1	1
1	1	0	0	0	0	1	1
1	1	0	1	0	1	1	1
1	1	1	0	1	0	0	1
1	1	1	1	1	1	0	0

ב. (10 נק') כתבו את הפונקציה המצומצמת של כל אחת מסיביות הפלט (MSB, LSB):

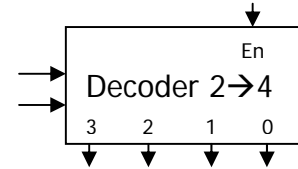
$$O_0 = f(Q_1, Q_0, I_1, I_0) = \Sigma(2, 3, 7, 9, 10, 11, 14, 15)$$

$$O_1 = f(Q_1, Q_0, I_1, I_0) = \Sigma(1, 3, 5, 6, 7, 11, 13, 15)$$

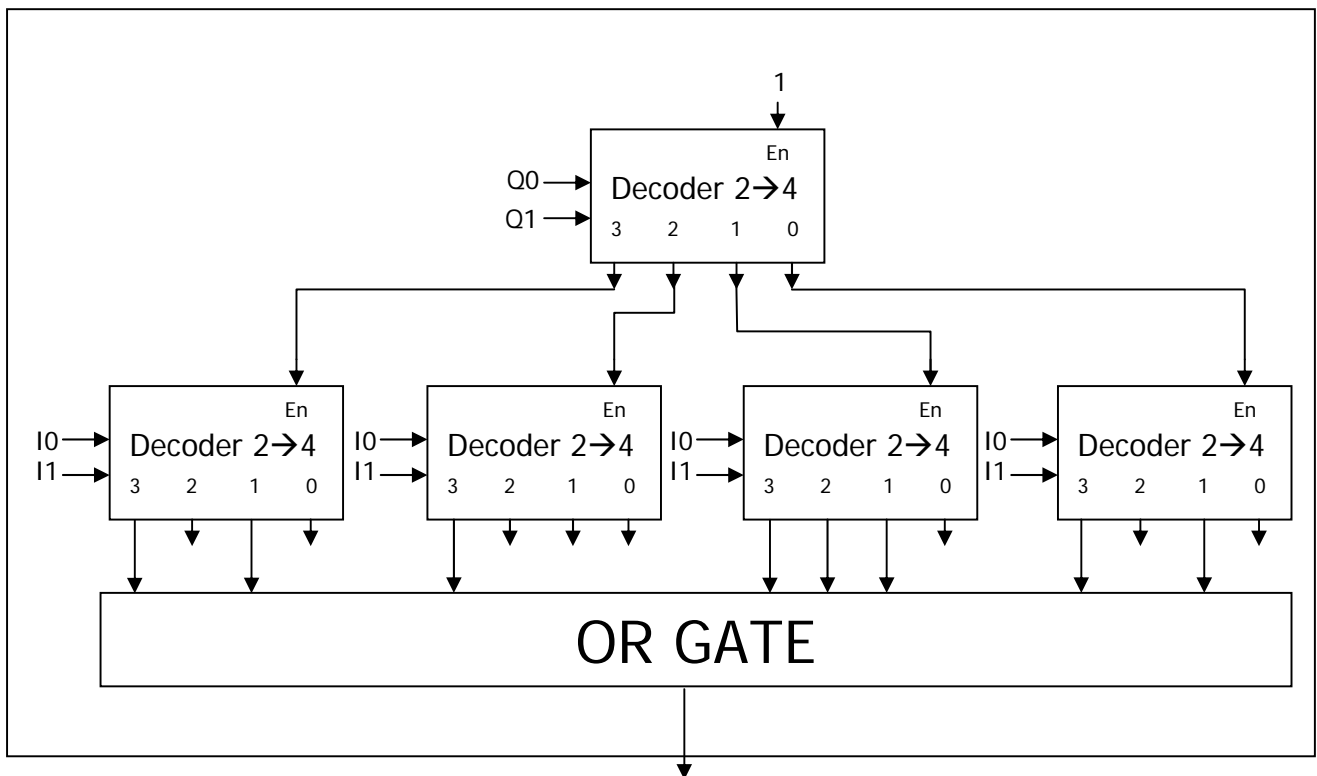
$$D_0 = f(Q_1, Q_0, I_1, I_0) = \Sigma(7, 11, 12, 13)$$

$$D_1 = f(Q_1, Q_0, I_1, I_0) = \Sigma(1, 2, 4, 7, 8, 11, 12, 13, 14)$$

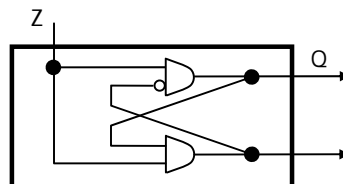
ג. (10 נק') שרטטו ע"י מפענחים $2 \rightarrow 4$ ושער OR יחיד (מרובה כניסות) את הפונקציה של D_0 .
מפענח $2 \rightarrow 4$ הוא מהצורה:



שרטוט:



תרגיל 3: (20 נק') הקיפו את התשובה הנכונה.
3.1. בתוך Flip-Flop מסוג חדש, ZFF:

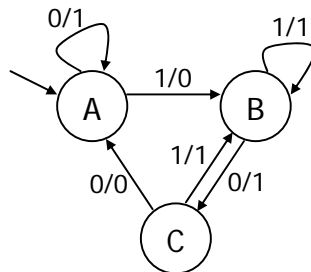


מה מהמשפטים הבאים נכון?

- 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 $z=1$.

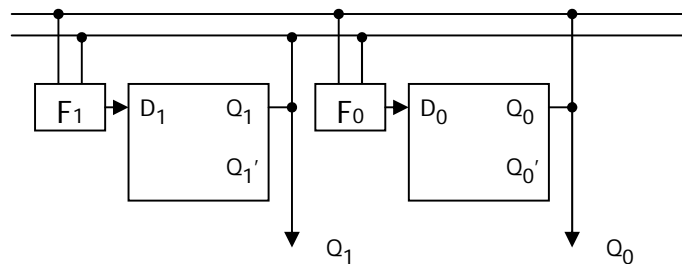


3.2. איזה פלט של מכונת המצבים הבאה אינו אפשרי:



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

3.3. מה הפונקציה המייצגת את הסיבית המשמעותית D_1 במונה אקראי בן שתי סיביות הסופר באופן הבא: $0 \rightarrow 3 \rightarrow 1 \rightarrow 2 \rightarrow 0 \rightarrow 3 \rightarrow \dots$ (הפונקציה מסומנת ב- F_1 בשרטוט)



- א. $(Q_1 \oplus Q_2)'$
- ב. Q_1'
- ג. Q_1
- ד. $(Q_1 \oplus Q_2)$

3.5. אילו מבין המספרים הבינאריים הבאים מתחלק ב- 3 ללא שארית? (ייתכנו כמה תשובות)

- א. $01110101010001010101010100010110100$
- ב. $01110101010101010001011000101010101$
- ג. $01011001101001101001111001011100100$
- ד. $01001111001010101100110100111100101$



תרגיל 4: (30 נק')

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

4.א. (10 נק') ציירו את מכונת המצבים של הבקר (מכונת Mealy). הסבירו מה מתאר כל מצב:

1

0

2

מצב 0 מתאר _____ מעלית בקומה 0

מצב 1 מתאר _____ מעלית בקומה 1

מצב 2 מתאר _____ מעלית בקומה 2



4.ב. (10 נק') בנו טבלת אמת של הפלט כפונקציה של הכניסות והמצב הנוכחי (INPUT, PS) של המכונה וכתבו את פונקציות הפלט בצורה של סכום מכפלות (Σ).

I ₁	I ₀	Q ₁	Q ₀	O ₂	O ₁	O ₀
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	1	0
0	0	1	0	1	0	1
0	0	1	1	∅	∅	∅
0	1	0	0	1	0	0
0	1	0	1	0	0	0
0	1	1	0	1	1	0
0	1	1	1	∅	∅	∅
1	0	0	0	0	1	0
1	0	0	1	1	0	0
1	0	1	0	0	0	0
1	0	1	1	∅	∅	∅
1	1	0	0	∅	∅	∅
1	1	0	1	∅	∅	∅
1	1	1	0	∅	∅	∅
1	1	1	1	∅	∅	∅

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

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

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

4.ג. (10 נק') צמצמו את פונקציות הפלט של המכונה באמצעות מפת קרנו ורשמו את הפונקציות המצומצמות.

Q ₁ Q ₀ \ I ₁ I ₀	00	01	11	10
00		1	∅	
01	1		∅	1
11	∅	∅	∅	∅
10		1	∅	

$$O_0 = I_0 \oplus Q_0$$

Q ₁ Q ₀ \ I ₁ I ₀	00	01	11	10
00		1	∅	
01			∅	1
11	∅	∅	∅	∅
10	1		∅	

$$O_1 = I_1'I_0'Q_0 + I_0Q_1 + I_1Q_1'Q_0'$$

Q ₁ Q ₀ \ I ₁ I ₀	00	01	11	10
00			∅	1
01			∅	
11	∅	∅	∅	∅
10			∅	

$$O_2 = I_1'I_0'Q_1$$



מבוא לחומרה – סמסטר חורף 2004
תרגיל בית מספר 6

תאריך הגשה: 5/1/2005 , שעה 16:00 , מקום: ביתא של אוהד
מגשים:

ת.ז. 1 : _____

ת.ז. 2 : _____

הוראות הגשה:

1. יש לענות על כל השאלות על דפי השאלון. במידה ויש צורך, ניתן לצרף דפים נוספים ולכתוב הערה מתאימה בגוף השאלון. בכל מקרה, יש לכתוב תשובה סופית על גבי השאלון.
2. בראש עמוד זה יש לציין את ת.ז. המגשים בלבד (ללא שם)!!
3. יש להשתדל להגיש בזוגות.
4. יש להגיש את התרגיל פתור, עד למועד שנקבע, במקום שנקבע להגישו.

תרגיל 1: (20 נק')

נתון קידוד פקודה בצורה של מספר הקסדצימלי: 0x2199FFF0

א. (5 נק') מהי הפקודה?

- 1.א. add
- 2.א. addi
- 3.א. sll
- 4.א. lw
- 5.א. sw
- 6.א. אין פקודה כזו

ב. (5 נק') מהו מספר הרגיסטר אליו נכתבת תוצאת החישוב של הפקודה הנ"ל?

- 1.ב. 9
- 2.ב. 12
- 3.ב. 20
- 4.ב. 25
- 5.ב. אין מספר רגיסטר כי פקודה זו לא כותבת לרגיסטר את התוצאה.
- 6.ב. אין מספר רגיסטר כי אין פקודה כזו.

ג. (5 נק') מהו ערך ה- immediate של הפקודה?

- 1.ג. -16
- 2.ג. 16
- 3.ג. 65520
- 4.ג. -65520
- 5.ג. אין ערך immediate כי הפקודה איננה בפורמט I-type.
- 6.ג. אין ערך immediate כי אין פקודה כזו.

ד. (5 נק') מה פורמט הפקודה? (R-type, I-type, J-type או אף אחד)
תשובה: _____



תרגיל 2: (25 נק')
תרגמו להקסדצימלי את הפקודות הבאות:

ADD	R3, R4, R18	Hexa: 0x_____	א.
LW	R4, 100(R7)	Hexa: 0x_____	ב.
SW	R4, 100(R7)	Hexa: 0x_____	ג.
ADDI	R1, R12, 104	Hexa: 0x_____	ד.
SLL	R9, R8, 2	Hexa: 0x_____	ה.

תרגיל 3: (30 נק')

3.1. (10 נק') כתבו פקודה אחת בלבד המאפסת את ערכו של R8 מבלי להשתמש בו:
תשובה: _____

3.2. (10 נק') כתבו פקודה אחת בלבד המאפסת את ערכו של R8 עם שימוש ב-R4 בלבד:
תשובה: _____

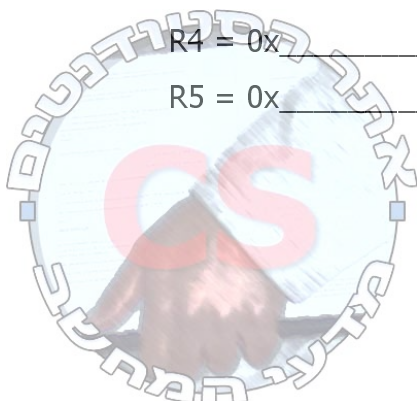
3.3. (10 נק') כתבו רצף של פקודות XOR בלבד הגורמות להחלפת ערכי R7 ו-R8 עם שימוש ב-R7 ו-R8 בלבד:
תשובה: _____

תרגיל 4: (25 נק') נתון כי $R1=R2=R3=R4=0x1234ABCD$ מה יהיה ערכם ההקסדצימלי לאחר ביצועי הקוד הבא:

```
ADD  R1, R2, R3
XOR  R2, R1, R4
NOR  R3, R1, R2
SUBI R4, R2, 0x1234
SLL  R5, R4, 6
```

R1 = 0x_____
R2 = 0x_____
R3 = 0x_____
R4 = 0x_____
R5 = 0x_____

בהצלחה !!



מבוא לחומרה – סמסטר חורף 2004
פתרון תרגיל בית מספר 6

תרגיל 1: (20 נק')

נתון קידוד פקודה בצורה של מספר הקסדצימלי: 0x2199FFF0

א. (5 נק') מהי הפקודה?

א.1. add

א.2. addi

א.3. sll

א.4. lw

א.5. sw

א.6. אין פקודה כזו

ב. (5 נק') מהו מספר הרגיסטר אליו נכתבת תוצאת החישוב של הפקודה הנ"ל?

ב.1. 9

ב.2. 12

ב.3. 20

ב.4. 25

ב.5. אין מספר רגיסטר כי פקודה זו לא כותבת לרגיסטר את התוצאה.

ב.6. אין מספר רגיסטר כי אין פקודה כזו.

ג. (5 נק') מהו ערך ה- immediate של הפקודה?

ג.1. -16

ג.2. 16

ג.3. 65520

ג.4. -65520

ג.5. אין ערך immediate כי הפקודה איננה בפורמט I-type.

ג.6. אין ערך immediate כי אין פקודה כזו.

ד. (5 נק') מה פורמט הפקודה? (R-type, I-type, J-type או אף אחד)

תשובה: I-Type

תרגיל 2: (25 נק')

תרגמו להקסדצימלי את הפקודות הבאות:

ADD	R3, R4, R18	Hexa: 0x00921820	א.
LW	R4, 100(R7)	Hexa: 0x8CE40064	ב.
SW	R4, 100(R7)	Hexa: 0XACE40064	ג.
ADDI	R1, R12, 104	Hexa: 0x21810068	ד.
SLL	R9, R8, 2	Hexa: 0x00084880	ה.



תרגיל 3: (30 נק')

3.1. (10 נק') כתבו פקודה אחת בלבד המאפסת את ערכו של R8 מבלי להשתמש בו:
תשובה: XOR R8, R7, R7

3.2. (10 נק') כתבו פקודה אחת בלבד המאפסת את ערכו של R8 עם שימוש ב- R4 בלבד:
תשובה: SUB R8, R4, R4

3.3. (10 נק') כתבו רצף של פקודות XOR בלבד הגורמות להחלפת ערכי R7 ו- R8 עם שימוש ב- R7 ו- R8 בלבד:
תשובה: XOR R8, R8, R7
XOR R7, R8, R7
XOR R8, R8, R7

תרגיל 4: (25 נק') נתון כי R1=R2=R3=R4=0x1234ABCD מה יהיה ערכם ההקסדצימלי לאחר ביצוע הקוד הבא:

```
ADD  R1, R2, R3
XOR  R2, R1, R4
NOR  R3, R1, R2
SUBI R4, R2, 0x1234
SLL  R5, R4, 6
```

```
R1 = 0x2469579A
R2 = 0x365DFC57
R3 = 0xC9820020
R4 = 0x365DEA23
R5 = 0x977A88C0
```

בהצלחה !!



מבוא לחומרה – סמסטר חורף 2004 תרגיל בית מספר 7

תאריך הגשה: 5/1/2005 , שעה 16:00 , מקום: בתא של אוהד
מגשים:

ת.ז. 1 : _____

ת.ז. 2 : _____

הוראות הגשה:

- יש לענות על כל השאלות על דפי השאלון. במידה ויש צורך, ניתן לצרף דפים נוספים ולכתוב הערה מתאימה בגוף השאלון. בכל מקרה, יש לכתוב תשובה סופית על גבי השאלון.
- בראש עמוד זה יש לציין את ת.ז. המגשים בלבד (ללא שם)!!
- יש להשתדל להגיש בזוגות.
- יש להגיש את התרגיל פתור, עד למועד שנקבע, במקום שנקבע להגישו.

תרגיל 1: (30 נק')

נתונים המאפיינים הבאים של ה- cache:

- כתובת גישה לזיכרון הינה באורך 32bit.
 - גודל שדה ה- set בכתובת הינו כפול מגודל שדה ה- offset.
 - גודל ה- (Data) cache הינו 256KB.
- א. (5 נק') מה יכול להיות גודל שדה ה- offset (בביטים)?

- א. בין 12 ל- 18.
- א. בין 6 ל- 12.
- א. בין 0 ל- 6.
- א. בין 4 ל- 8.

ב. (5 נק') מה יכול להיות גודל ה- tag array (בביטים) המכסימלי ב- cache הנ"ל?
תשובה: _____

ג. (5 נק') כעת ידוע, בנוסף, שגודל block הינו 32B . מהי צורת ארגון ה- cache?
תשובה: _____

ד. (5 נק') בהמשך לסעיף ג', נתונה הכתובת 0x112233AA (בהקסדצימלי). מהו מספר הבלוק (בהקסדצימלי) המכיל כתובת זו?
תשובה: _____

ה. (5 נק') לאיזה מספר set ממופה הכתובת מסעיף ג' ב- cache?
תשובה: _____

ו. (5 נק') מהי הכתובת הקרובה ביותר לכתובת הנ"ל (בהקסדצימלי) שעלולה לגרום להחלפת הבלוק שמכיל כתובת זו?
תשובה: _____



תרגיל 2: (15 נק')
נתונה חלוקת הכתובת בגישה ל- cache:

tag	set	Offset
12	8	6

עבור כל משפט מהמשפטים הבאים, עליכם לסמן בטבלה שבהמשך "X" במקום המתאים, האם המשפט "נכון תמיד", "יכול להתקיים" או "לא נכון תמיד":

- גודל ה- cache הינו בדיוק 16KB.
- גודל ה- cache הינו לפחות 16KB.
- ה- cache מאורגן בצורה של direct map.
- גודל בלוק ב- cache הוא 32B.
- הכתובת 0x12A23B1 תמופה ל- set מספר 0x8E.

	נכון תמיד	יכול להתקיים	לא נכון תמיד
א			
ב			
ג			
ד			
ה			

תרגיל 3: (20 נק') נתון cache מסוג direct map בעל 8 sets, שגודלו 128B. כתובת גישה ל- cache הינה באורך 18 ביטים. נתון כי ה- cache ריק מנתונים. פנייה לכתובת גוררת הבאת בלוק מתאים ל- cache. עבור כל פנייה מרצף הפניות הבאות הקיפו בעיגול האם היה עבודה hit או miss וציינו לאיזה set מופתה הכתובת:

כתובת	Hit / Miss	מספר set
0x1134	Hit Miss	0x
0x113F	Hit Miss	0x
0x213F	Hit Miss	0x
0x21F3	Hit Miss	0x
0x2174	Hit Miss	0x
0x21F4	Hit Miss	0x
0x1234	Hit Miss	0x
0x1143	Hit Miss	0x
0x11F8	Hit Miss	0x
0x1148	Hit Miss	0x
0x1149	Hit Miss	0x
0x2174	Hit Miss	0x
0x1134	Hit Miss	0x



תרגיל 4 (35 נק'):

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

א. (10 נק') מה גודל השדות השונים בגישה למטמון עם כתובת למרחב זיכרון של 4GB?
(2^{32} Bytes)?

Offset = _____ Set = _____ Tag = _____

ב. (5 נק') מה גודל ה- Tag array בביטים?
תשובה: _____

ג. נתון מעבד עם זיכרון מטמון (Data cache) כפי שהוגדר בתחילת השאלה.
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 כזה שמחליף את הבלוק הראשון שהובא לאותו set מבין שני הבלוקים הקיימים שם.
נניח שכתובת ההתחלה של המערך A בזיכרון הראשי היא 0, של המערך B היא 0×10800 (64K) ושל המערך C היא 0×20000 (128K).
נניח שסדר הגישות לזיכרון ב- (*) הוא: (1 A[i], 2 B[i], 3 C[i]).

1. (10 נק') לאילו sets ב-cache יכנס כל אחד מהמערכים הללו:

A: מ- set מספר _____ ועד set _____
B: מ- set מספר _____ ועד set _____
C: מ- set מספר _____ ועד set _____

2. (10 נק') חשבו את ה- hit rate ב- Data cache עבור ביצוע הלולאה. תנו הסבר לתוצאה שקבלתם.

hit rate = _____ % הסבר: _____

בהצלחה !!



מבוא לחומרה – סמסטר חורף 2004
פתרון תרגיל בית מספר 7

תרגיל 1: (30 נק')

- נתונים המאפיינים הבאים של ה-cache:
- כתובת גישה לזיכרון הינה באורך 32bit.
 - גודל שדה ה-set בכתובת הינו כפול מגודל שדה ה-offset.
 - גודל ה-cache (Data) הינו 256KB.
- א. (5 נק') מה יכול להיות גודל שדה ה-offset (בביטים)?
- בין 12 ל-18.
 - בין 6 ל-12.
 - בין 0 ל-6.**
 - בין 4 ל-8.

ב. (5 נק') מה יכול להיות גודל ה-tag array (בביטים) המכסימלי ב-cache הנ"ל? תשובה: 2^{23} bit

הסבר: במקרה הקיצוני ביותר, $|\text{offset}| = |\text{set}| = 0$, כלומר: $|\text{tag}| = 32 = 2^5 \text{ bit}$. סה"כ, במקרה זה ישנם 2^{18} בלוקים ב-cache ולכל בלוק מוצמד tag $\leftarrow 2^{18} \text{ bit} * 2^5 = 2^{23} \text{ bit}$

ג. (5 נק') כעת ידוע, בנוסף, שגודל block הינו 32B. מהי צורת ארגון ה-cache? תשובה: 8-way

הסבר: מספר הבלוקים ב-cache הוא $2^{13} = 2^{18} \text{ B} / 2^5 \text{ B} = 5 = \log(2^5) = |\text{offset}|$ ולכן $|\text{set}| = 10$. מספר ה-sets ב-cache הינו $2^{10} \leftarrow \text{יש } 2^3 = 2^{13} / 2^{10}$ בלוקים ב-set יחיד $\leftarrow 8\text{-way}$.

ד. (5 נק') בהמשך לסעיף ג', נתונה הכתובת 0x112233AA (בהקסדימלי). מהו מספר הבלוק (בהקסדימלי) המכיל כתובת זו? תשובה: 0x89119D

הסבר: מספר הבלוק הינו החלק של ה-set+tag ולכן:
 $0x112233AA = 00010001001000100 \mid 0110011101 \mid 01010$
 $\text{block number} = \text{set} + \text{tag} = 00010001001000100 \mid 0110011101 = 0x89119D$

ה. (5 נק') לאיזה מספר set ממופה הכתובת מסעיף ג' ב-cache? תשובה: 0x19D

הסבר: ראו הסבר לסעיף קודם – שדה ה-set הינו $0x19D = 0110011101$

ו. (5 נק') מהי הכתובת הקרובה ביותר לכתובת הנ"ל (בהקסדימלי) שעלולה לגרום להחלפת הבלוק שמכיל כתובת זו? תשובה: 0x1121B3BF

הסבר: לכתובת חייב להיות אותו מספר set, אך tag שונה. השינוי ב-tag צריך להיות מזערי (± 1) ובהתאם לכך ייקבע ה-offset.

-1 $00010001001000011 \mid 0110011101 \mid 11111$ (*)

הכתובת: $00010001001000100 \mid 0110011101 \mid 01010$

+1 $00010001001000101 \mid 0110011101 \mid 00000$ (**)

חישוב פשוט מראה שהכתובת הקרובה ביותר לכתובת המבוקשת היא (*).



תרגיל 2: (15 נק')
נתונה חלוקת הכתובת בגישה ל-cache:

tag	Set	Offset
12	8	6

עבור כל משפט מהמשפטים הבאים, עליכם לסמן בטבלה שבהמשך "X" במקום המתאים, האם המשפט "נכון תמיד", "יכול להתקיים" או "לא נכון תמיד":

- גודל ה-cache הינו בדיוק 16KB.
- גודל ה-cache הינו לפחות 16KB.
- ה-cache מאורגן בצורה של direct map.
- גודל בלוק ב-cache הוא 32B.
- הכתובת 0x12A23B1 תמופה ל-set מספר 0x8E.

	נכון תמיד	יכול להתקיים	לא נכון תמיד
א		X	
ב	X		
ג		X	
ד			X
ה	X		

הסבר:

- גודל ה-cache הינו: $ways * 2^6 * 2^8 = ways * 2^{14} \geq 2^{14}$
- נכון, לפי א'.
- ג. תלוי במספר ה-ways. אם מספר ה-way הוא 1 אז ה-cache הוא direct map.
- ד. נקבע לפי גודל שדה ה-offset $\leftarrow |block| = 2^6B$.
- ה. מבצעים חלוקה לפי גודל השדות ומקבלים את שדה ה-set.



תרגיל 3: (20 נק') נתון cache מסוג direct map בעל 8 sets, שגודלו 128B. כתובת גישה ל-cache הינה באורך 18 ביטים. נתון כי ה-cache ריק מנתונים. פנייה לכתובת גוררת הבאת בלוק מתאים ל-cache. עבור כל פנייה מרצף הפניות הבאות הקיפו בעיגול האם היה עבודה hit או miss וציינו לאיזה set מופתה הכתובת:

כתובת	Hit / Miss	מספר set
0x1134	Hit Miss	0x3
0x113F	Hit Miss	0x3
0x213F	Hit Miss	0x3
0x21F3	Hit Miss	0x7
0x2174	Hit Miss	0x7
0x21F4	Hit Miss	0x7
0x1234	Hit Miss	0x3
0x1143	Hit Miss	0x4
0x11F8	Hit Miss	0x7
0x1148	Hit Miss	0x4
0x1149	Hit Miss	0x4
0x2174	Hit Miss	0x7
0x1134	Hit Miss	0x3

תרגיל 4 (35 נק'): נתון זיכרון מטמון (cache) בעל הפרמטרים הבאים:
גודלו 128KB וגודל block בו הינו 16B. ה-cache הינו 2-way set associative.

א. (10 נק') מה גודל השדות השונים בגישה למטמון עם כתובת למרחב זיכרון של 4GB (2^{32} Bytes)?

Offset = 4 Set = 12 Tag = 16

ב. (5 נק') מה גודל ה-Tag array בביטים?
תשובה: $\#sets * \#ways * |Tag| = 2^{12} * 2^1 * 2^4 = 2^{17}$

ג. נתון מעבד עם זיכרון מטמון (Data cache) כפי שהוגדר בתחילת השאלה. 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 כזה שמחליף את הבלוק הראשון שהובא לאותו set מבין שני הבלוקים הקיימים שם. נניח שכתובת ההתחלה של המערך A בזיכרון הראשי היא 0, של המערך B היא $0x10800$ (64K) ושל המערך C היא $0x20000$ (128K).
נניח שסדר הגישות לזיכרון ב- (*) הוא: (1) A[i], (2) B[i], (3) C[i].

ג1. (10 נק') לאילו sets ב-cache יכנס כל אחד מהמערכים הללו:

A: מ- set מספר 0x0 ועד set 0xF9
B: מ- set מספר 0x80 ועד set 0x179
C: מ- set מספר 0x0 ועד set 0xF9

ג2. (10 נק') חשבו את ה- hit rate ב- Data cache עבור ביצוע הלולאה. תנו הסבר לתוצאה שקבלתם.

hit rate = 75 %
הסבר: מאחר ויש 2 בלוקים ב-set אין התנגשויות ולכן יש miss
יחיד עבור כל גישה לבלוק (פעם ראשונה). לכל בלוק פונים 4 פעמים ולכן 3 פגיעות מתוך 4
הם 75%.

בהצלחה !!



תרגיל בית מספר 8

מגישים:

_____ : ת.ז. 1

_____ : ת.ז. 2

הוראות הגשה:

1. יש לענות על כל השאלות על דפי השאלון. במידה ויש צורך, ניתן לצרף דפים נוספים ולכתוב הערה מתאימה בגוף השאלון. בכל מקרה, יש לכתוב תשובה סופית על גבי השאלון.
2. בראש עמוד זה יש לציין את ת.ז. המגשים בלבד (ללא שם)!!
3. יש להשתדל להגיש בזוגות.
4. יש להגיש את התרגיל פתור, עד למועד שנקבע, במקום שנקבע להגישו.

תרגיל 1: (20 נק')

כידוע, קיימת בעיית הגישה במקביל ל- RF register file (RF) הן לכתיבה והן לקריאה. לצורך כך מוצע להוסיף שלב נוסף – ID2. כעת בשלב ה- ID יכתבו ל- RF ובשלב ה- ID2 ייקראו מה- RF. האם באופן זה ניתן היה לפתור את הבעייה? הסבירו.

תשובה:

[illegible]

תרגיל 2: (30 נק')

כידוע, קידום ערכים ב- cpu (forwarding) נעשה משלבים MEM ו- WB לשלב ה- EXE. חציית RF משמעותית כאשר פקודה בשלב ה- WB כותבת לאוגר הנקרא ע"י פקודה בשלב ה- ID. נסמן קידום משלב ה- MEM לשלב ה- EXE כ- "MEM-EXE". נסמן קידום משלב ה- WB לשלב ה- EXE כ- "WB-EXE". נסמן חציית RF משמעותית ב- "RF-split".

עבור הקוד הבא, עליכם לסמן בכל מחזור שעון איזה מבין המצבים הנ"ל מתקיימים. רישמו את הפקודות כפי שהן מתבצעות במעבד בעל forwarding וחציית RF. יש לשים לב שייתכנו פקודות stall. סמנו בעמודה המתאימה x במידה ומתקיים קידום או חציית RF משמעותית.

```
ADD    R3, R2, R3
ANDI   R2, R3, 400
SUB     R7, R3, R2
LW      R7, 200(R3)
SW      R3, 200(R7)
SLL     R3, R3, 2
XOR     R6, R7, R3
```

מחזור שעון	פקודה	MEM-EXE	WB-EXE	RF-split
1	ADD R3, R2, R3			
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				

דוגמא:



תרגיל 3: (50 נק') נתונה התכנית הבאה:

```
1      XOR    R1, R0, R8
2      ADD    R3, R0, R0
3 loop: LW     R2, 1000(R1)
4      ADDI   R1, R1, 4
5      ADDI   R3, R3, 1
6      BEQ    R2, R9, loop
7      SUBI   R3, R3, 1
```

א. (10 נק') ידוע שהגענו לפקודה מספר 7 (אך טרם ביצענו אותה) כאשר $R3=20$ (דצימלי) והכתובת האחרונה שניגשנו אליה ב- data memory היתה 2600 (דצימלי). מה היה ערכו הראשוני של R8 ? תשובה: _____

ב. (5 נק') מה התכנית מבצעת?
ב.1. מחפשת ערך מסוים במערך בזכרון.
ב.2. מעתיקה ערכים מרגיסטר למערך בזכרון.
ג.2. מחפשת את הערך הראשון השובר רצף של ערכים דומים במערך בזכרון.
ד.2. סופרת כמה ערכים קיימים בזכרון.

ג. (10 נק') אילו מהפקודות בתכנית ניתנות להחלפה (pipeline scheduling) ? ייתכנו כמה תשובות.
ג.1. 1-1-2
ג.2. 2-1-3
ג.3. 3-1-4
ג.4. 4-1-5
ג.5. 5-1-6
ג.6. לא ניתן להחליף אף פקודה.
ד. (5 נק') איזו פעולת אתחול חסרה בקוד שלעיל? תשובה: _____

ה. (10 נק') לאור האמור בסעיף א', כמה מחזורי שעון ייקח לבצע את כל התכנית (כולל זמן עד יציאת הפקודה האחרונה מה-cpu) במעבד MIPS בעל 5 שלבים כפי שנלמד בכיתה, ללא חציית RF וללא forwarding ? תשובה: _____
הסבר: _____

ו. (10 נק') חזרו על החישוב מסעיף ה', רק שכעת יש חציית RF ו- forwarding ? תשובה: _____
הסבר: _____

בהצלחה !!



מבוא לחומרה – סמסטר חורף 2004
פתרון תרגיל בית מספר 8

תרגיל 1: (20 נק')

כידוע, קיימת בעיית הגישה במקביל ל- register file (RF) הן לכתיבה והן לקריאה. לצורך כך מוצע להוסיף שלב נוסף – ID2. כעת בשלב ה- ID ייכתבו ל- RF ובשלב ה- ID2 ייקראו מה- RF. האם באופן זה ניתן היה לפתור את הבעייה? הסבירו.
 תשובה: לא, מאחר והבעייה היא שפקודה שנמצאת בשלב ה- WB תכתוב לרגיסטר בזמן שבשלב ה- ID2 תמצא פקודה שקוראת מאותו רגיסטר.

תרגיל 2: (30 נק')

כידוע, קידום ערכים ב- cpu (forwarding) נעשה משלבים MEM ו- WB לשלב ה- EXE. חציית RF משמעותית כאשר פקודה בשלב ה- WB כותבת לאוגר הנקרא ע"י פקודה בשלב ה- ID. נסמן קידום משלב ה- MEM לשלב ה- EXE כ- "MEM-EXE". נסמן קידום משלב ה- WB לשלב ה- EXE כ- "WB-EXE". נסמן חציית RF משמעותית ב- "RF-split".

עבור הקוד הבא, עליכם לסמן בכל מחזור שעון איזה מבין המצבים הנ"ל מתקיימים. רישמו את הפקודות כפי שהן מתבצעות במעבד בעל forwarding וחציית RF. יש לשים לב שייתכנו פקודות stall. סמנו בעמודה המתאימה x במידה ומתקיים קידום או חציית RF משמעותית.

ADD R3, R2, R3
 ANDI R2, R3, 400
 SUB R7, R3, R2
 LW R7, 200(R3)
 SW R3, 200(R7)
 SLL R3, R3, 2
 XOR R6, R7, R3

מחזור שעון	פקודה	MEM-EXE	WB-EXE	RF-split
1	ADD R3, R2, R3			
2	ANDI R2, R3, 400			
3	SUB R7, R3, R2			
4	LW R7, 200(R3)	X		X
5	Stall	X	X	
6	SW R3, 200(R7)	X		X
7	SLL R3, R3, 2			
8	XOR R6, R7, R3		X	
9	-----			
10	-----	X		
11	-----			
12	-----			

תרגיל 3: (50 נק') נתונה התכנית הבאה:

```

1      XOR    R1, R0, R8
2      ADD    R3, R0, R0
3 loop: LW    R2, 1000(R1)
4      ADDI   R1, R1, 4
5      ADDI   R3, R3, 1
6      BEQ    R2, R9, loop
7      SUBI   R3, R3, 1
    
```

א. (10 נק') ידוע שהגענו לפקודה מספר 7 (אך טרם ביצענו אותה) כאשר $R3=20$ (דצימלי) והכתובת האחרונה שניגשנו אליה ב- data memory היתה 2600 (דצימלי). מה היה ערכו הראשוני של R8 ?
תשובה: בתחילת הלולאה ערכו של R1 היה כמו של R8: $2600 - (20 \cdot 4) - 1000 = 1520$

ב. (5 נק') מה התכנית מבצעת?
ב.1. מחפשת ערך מסוים במערך בזכרון.
ב.2. מעתיקה ערכים מרגיסטר למערך בזכרון.
ג.2. מחפשת את הערך הראשון השובר רצף של ערכים דומים במערך בזכרון.
ד.2. סופרת כמה ערכים קיימים בזכרון.

ג. (10 נק') אילו מהפקודות בתכנית ניתנות להחלפה (pipeline scheduling) ? ייתכנו כמה תשובות.
ג.1. 1 ו-2
ג.2. 2 ו-3
ג.3. 3 ו-4
ג.4. 4 ו-5
ג.5. 4 ו-6
ג.6. לא ניתן להחליף אף פקודה.

ד. (5 נק') איזו פעולת אתחול חסרה בקוד שלעיל?
תשובה: השמת ערך ב- R9

ה. (10 נק') לאור האמור בסעיף א', כמה מחזורי שעון ייקח לבצע את כל התכנית (כולל זמן עד יציאת הפקודה האחרונה מה- cpu) במעבד MIPS בעל 5 שלבים כפי שנלמד בכיתה, ללא חציית RF וללא forwarding ?
תשובה: 111
הסבר: 2 stalls לפני הלולאה, 1 בתוך הלולאה ו-2 אחרי הלולאה. הלולאה התבצעה 20 פעמים ולקח עוד 4 מחזורי שעון עד ליציאת הפקודה האחרונה ולכן:
 $2 + 20 \cdot (4 + 1) + 2 + 1 + 4$ (ה- stalls מודגשים)

ו. (10 נק') חזרו על החישוב מסעיף ה', רק שכעת יש חציית RF ו- forwarding ?
תשובה: 87
הסבר: לא היו stalls כלל ולכן: $2 + 20 \cdot 4 + 1 + 4$