



## מערכות ספרתיות ומבנה המחשב (044252) סמסטר אביב תשע"ט

### בוחן אמצע 15 במאי 2019

#### טור 1

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

מספר סטודנט

**משך המבחן:** שעתיים (120 דקות). תכננו את זמנכם היטב.

**חומר עזר:** אין להשתמש בכל חומר עזר בכתב, מודפס או אלקטרוני, פרט לדפי העזר שיחולקו במהלך הבחינה.

#### **הנחיות והוראות:**

- הבחינה כתובה על גבי 13 עמודים כולל עמוד זה (בדקו בתחילת הבחינה שלא חסרים לכם עמודים).
- בתחילת הבחינה תקבלו חוברת בחינה, מחברת טיוטה, דפי עזר וטופס תשובות ממוחשב. בסיום הבחינה, החזירו את טופס התשובות הממוחשב בלבד. לא לשכוח לסמן בטופס התשובות הממוחשב את מספר הטור שלכם (מופיע בראש עמוד זה!).
- אין לתלוש או להפריד דפים מחוברת הבחינה, ממחברות הטיוטה ומדפי העזר.
- רשמו את מספר הסטודנט שלכם על חוברת הבחינה (בראש עמוד זה), טופס התשובות הממוחשב, על דפי העזר, ועל כל מחברות הטיוטה.
- לא מורדות נקודות (אין "קנס") בגין תשובה שגויה. לכן, כדאי לסמן תשובה כלשהי לכל שאלה.
- אסור שימוש בכל חומר חיצוני. אסורה העברת חומר כלשהו בין הנבחנים, ואסורה כל תקשורת עם אנשים אחרים או כל מקור מידע. האיסור חל על כל צורות התקשורת – מילולית, חזותית, כתובה, אלקטרונית, אלחוטית, טלפתית, או אחרת. בפרט, אין להחזיק בטלפון סלולארי וגם לא במחשבון בזמן הבחינה.

**בהצלחה!**



### שאלה 1 (8 נקודות)

נתון מעבד RISC-V. גדלי הרגיסטרים במעבד הם 32 סיביות. נתון כי ברגיסטר X1 קיימת מילה בינארית.

מה יהיה הערך של רגיסטר X2 בסיום קטע הקוד הבא:

```
ori X2, X0, 0xFFF  
slli X2, X2, 12  
ori X2, X2, 0xFFF  
slli X2, X2, 8  
ori X2, X2, 0xFF  
xor X2, X2, X1  
addi X2, X2, 1  
and X2, X2, X1
```

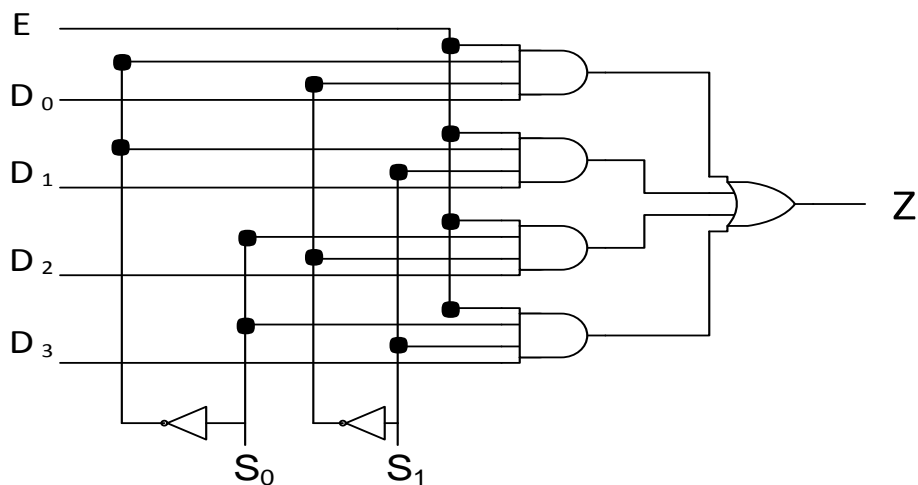
בחרו את התשובה הנכונה, מה יכיל X2 לאחר הרצת הקוד?

- א- תמיד את המילה שכל הסיביות שלה הם 0
- ב- כל הסיביות הן 0 פרט לסיבית הנמוכה ביותר ב-X1 שהיא 1
- ג- את הערך של מינוס X1 בחזקת 2 בייצוג משלים ל-2
- ד- את הערך של מינוס X1 בייצוג משלים ל-2
- ה- ערך שתמיד יהיה קטן מהערך ב-X1 כמספרים unsigned



## שאלה 2 (8 נקודות)

נתון בורר (Multiplexer)  $4 \rightarrow 1$  באיור מטה.  
נתון כי לכל שערי ה-AND זמני ההשהיה הם זהים ולכל שערי ה-NOT זמני ההשהיה הם זהים (לכל סוג שער יכול להיות זמן השהיה שונה).  
נתון כי זמני ההשהיה של הקווים הם 0.



באילו מהמקרים הבאים יכול להתרחש הבהוב סטטי?

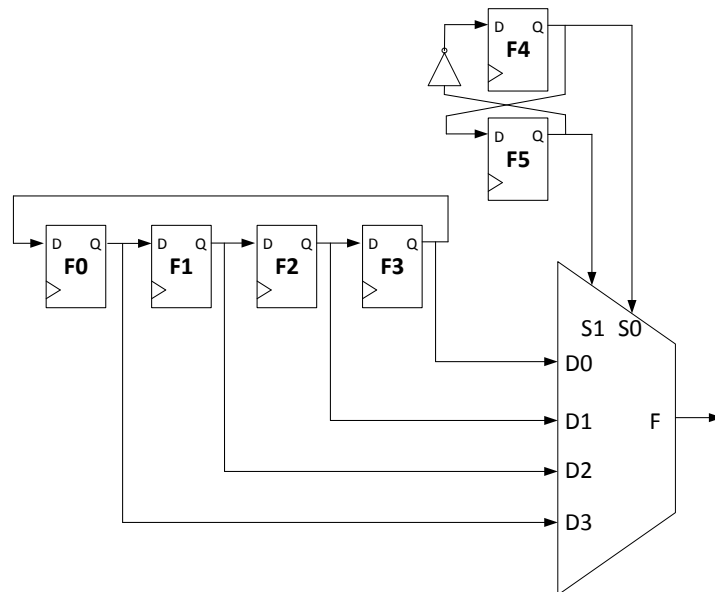
- א- שינוי אחת מכניסות הנתונים ( $D_0, D_1, D_2, D_3$ ) והמוצא אמור להישאר על 0
- ב- שינוי אחת מכניסות הבקרה ( $S_0, S_1$ ) והמוצא אמור להישאר על 0
- ג- שינוי אחת מכניסות הנתונים ( $D_0, D_1, D_2, D_3$ ) והמוצא אמור להישאר על 1
- ד- שינוי אחת מכניסות הבקרה ( $S_0, S_1$ ) והמוצא אמור להישאר על 1
- ה- יש יותר מתשובה אחת נכונה מבין התשובות א'-ד'



### שאלה 3 (8 נקודות)

נתון המעגל הסינכרוני המתואר באיור מטה. המעגל מכיל 6 דלגלים מסוג DFF (F0 – F5) הנדגמים בעליית שעון, שער NOT ובורר  $1 \rightarrow 4$  (הכניסה  $S_1$  היא ה-MSB של כניסות הבקרה).

כל הדלגלים מחוברים לאותו שעון. המערכת מתחילה לפעול כשמוצא הדלגל F0 הוא 1 ומוצא כל שאר הדלגלים הוא 0.



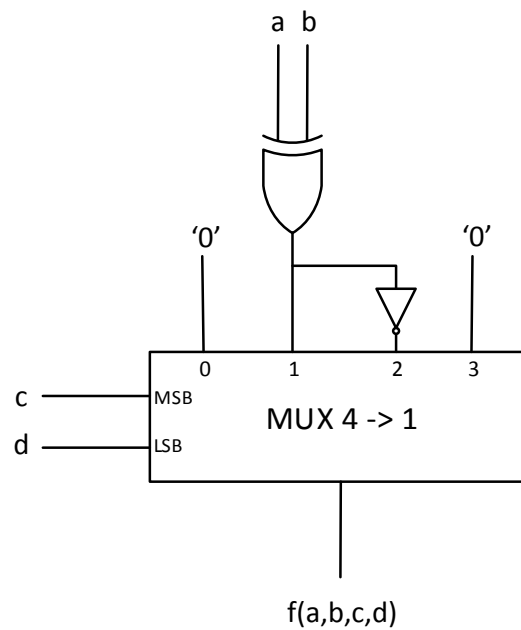
מה מהבאים מתאר את היציאה של הבורר בצורה הטובה ביותר?  
(התשובות מתייחסות לזמנים בהם המוצא של המערכת הוא יציב. כלומר, הבהובים אינם נלקחים בחשבון.)

- א- היציאה של הבורר היא 0 בכל מחזורי השעון.
- ב- היציאה של הבורר היא 0 ברוב מחזורי השעון, אך קיימים מחזורי שעון בהן היא 1.
- ג- היציאה של הבורר היא 0 בחצי ממחזורי השעון ו-1 בחצי ממחזורי השעון.
- ד- היציאה של הבורר היא 1 ברוב מחזורי השעון, אך קיימים מחזורי שעון בהן היא 0.
- ה- היציאה של הבורר היא 1 בכל מחזורי השעון.



### שאלה 4 (8 נקודות)

הפונקציה  $f(a, b, c, d)$  ממומשת ע"י בורר  $1 \rightarrow 4$  כפי שמתואר בציור :



מהי הפונקציה  $f(a, b, c, d)$ ?

א-  $f(a, b, c, d) = \sum(1, 2, 5, 6)$

ב-  $f(a, b, c, d) = \sum(0, 1, 2, 3)$

ג-  $f(a, b, c, d) = \sum(2, 5, 9, 14)$

ד-  $f(a, b, c, d) = \sum(5, 6, 8, 11)$

ה-  $f(a, b, c, d) = \sum(5, 7, 8, 9)$



**שאלה 5 (8 נקודות)**

צופן בינארי מוגדר באופן הבא: 9 סיביות המידע  $D_{ij}$  מסודרות במטריצה  $3 \times 3$ . כאשר לכל עמודה ולכל שורה מוסיפים סיבית זוגיות  $P_{ij}$ .  
סיבית נוספת -  $P_{44}$  היא סיבית זוגיות על כל 9 סיביות המידע.

$D_{11}$	$D_{12}$	$D_{13}$	$P_{14}$
$D_{21}$	$D_{22}$	$D_{23}$	$P_{24}$
$D_{31}$	$D_{32}$	$D_{33}$	$P_{34}$
$P_{41}$	$P_{42}$	$P_{43}$	$P_{44}$

בהנחה שמשתמשים בכל הצירופים האפשריים בסיביות המידע  $D_{11}$  עד  $D_{33}$ .  
מהו המרחק המינימלי של הצופן?

- א- 2
- ב- 3
- ג- 4
- ד- 5
- ה- 6



**שאלות 6 (8 נקודות)**  
נתונה הפונקציה הבאה

$$f(w, x, y, z) = \sum (1, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 13, 15) + \sum_{\emptyset} (14)$$

כאשר  $\sum_{\emptyset}$  מסמן צירופי ברירה – don't care

מה ניתן לומר על כמות הגורמים הראשוניים (PI) וכמות הגורמים הראשוניים ההכרחיים (EPI) עבור הפונקציה  $f$  ?

- א- לפונקציה הנתונה יש ארבעה PI, מתוכם שלושה EPI
- ב- לפונקציה הנתונה יש ארבעה PI, מתוכם ארבעה EPI
- ג- לפונקציה הנתונה יש חמשה PI, מתוכם ארבעה EPI
- ד- לפונקציה הנתונה יש ששה PI, מתוכם שלושה EPI
- ה- לפונקציה הנתונה יש ששה PI, מתוכם ארבעה EPI



**שאלה 7 (8 נקודות)**

נתונה המשוואה הבאה, כאשר המשתנים  $x, y$  הינם שלמים, חיוביים ואינם ידועים:

$$(122)_5 = (x7)_y$$

כמה פתרונות אפשריים שונים יש למשוואה?

- א- 3
- ב- 4
- ג- 5
- ד- 7
- ה- 8

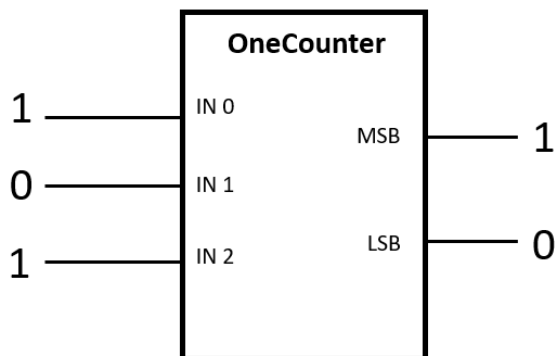




### שאלה 8 (8 נקודות)

נתון הרכיב: *OneCounter*, בעל 3 כניסות ו-2 יציאות, שביכולתו לספור כמה '1' יש בכניסותיו.  
לדוגמה:

$$\text{OneCounter}(1,0,1) = (1,0)$$



הרכיב מקבל בכניסותיו את המספר הבינארי 101. מספר זה מכיל שני '1', ולכן יוציא את המספר 2 (או-10 בבינארי) ביציאותיו.

האם רכיב זה יכול להוות מערכת פעולות שלמה?

- א- כן.
- ב- לא, אבל הרכיב בתוספת הקבוע '0' הינו מערכת פעולות שלמה, אך בתוספת הקבוע '1' איננו מערכת פעולות שלמה.
- ג- לא, אבל הרכיב בתוספת הקבוע '1' הינו מערכת פעולות שלמה, אך בתוספת הקבוע '0' איננו מערכת פעולות שלמה.
- ד- לא, אבל הרכיב בתוספת שני הקבועים '0' ו-'1' הינו מערכת פעולות שלמה (ואיננו מערכת פעולות שלמה עם אחד מהקבועים בלבד).
- ה- לא, הרכיב איננו מהווה מערכת פעולות שלמה גם בהוספת הקבועים '0' או '1'.



### **שאלה 9 (8 נקודות)**

בהמשך לשאלה הקודמת:

סטודנט להנדסת חשמל מעוניין לבנות את רכיב ה-HalfAdder שעליו למד בקורס. אך שם לב שבמקום שערים לוגיים, נותרו במעבדה רכיבים מסוג OneCounter בלבד (כפי שהם מופיעים בסעיף הקודם).

מה המספר המינימלי של רכיבי OneCounter הנדרשים על מנת לייצר את רכיב ה-HalfAdder?

**הערה:** בסעיף זה ניתן להשתמש בקבועים וחוטמים, ללא תלות בתשובה לשאלה הקודמת.

א- 1

ב- 2

ג- 3

ד- 4

ה- לא ניתן לממש את רכיב ה-Half Adder בעזרת רכיבי OneCounter בלבד.

**תזכורת:** טבלת האמת של הרכיב Half Adder (כאשר a,b הינם הקלטים, ו-s,Cout הינם הפלטים של הרכיב):

a	b	s	Cout
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1



### שאלה 10 (8 נקודות)

נתון המערך הבא:  $int\ arr[7] = \{2, 4, 6, 8, 10, 12, 14\}$   
הכתובת של האיבר הראשון במערך ( $arr[0]$ ) היא  $0x0001000$  ושמורה ברגיסטר S0.  
(ניתן להניח שכל  $int$  תופס 4 בתים בזיכרון, כלומר  $arr[1]$  נמצא בכתובת  $0x0001004$ ,  
 $arr[2]$  נמצא בכתובת  $0x0001008$  וכו')  
נתון הקוד הבא:

```
add t0, x0, x0
loop: slti t1, t0, 6
      beq t1, x0, end
      slli t2, t0, 2
      add t3, s0, t2
      lw t4, 0(t3)
      lw t5, 4(t3)
      add t5, t4, t5
      sw t5, 0(t3)
      addi t0, t0, 1
      jal x0, loop
end:
      addi t6, x0, 0x1014
      lw t6, 0(t6)
```

מה שמור ברגיסטר t6 בתום ריצת הקוד?

- א- 14
- ב- 18
- ג- 22
- ד- 26
- ה- 28



## שאלה 11 (8 נקודות)

נתונה הפונקציה הבאה:

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

בנוסף, נתונים זמני ההשהיה ב-ns של השערים הבאים (שערי ה-OR וה-AND עם 2 כניסות בלבד):

	$t_{pd,LH}$	$t_{pd,HL}$
NOT	1	2
2input OR	4	2
2input AND	3	4

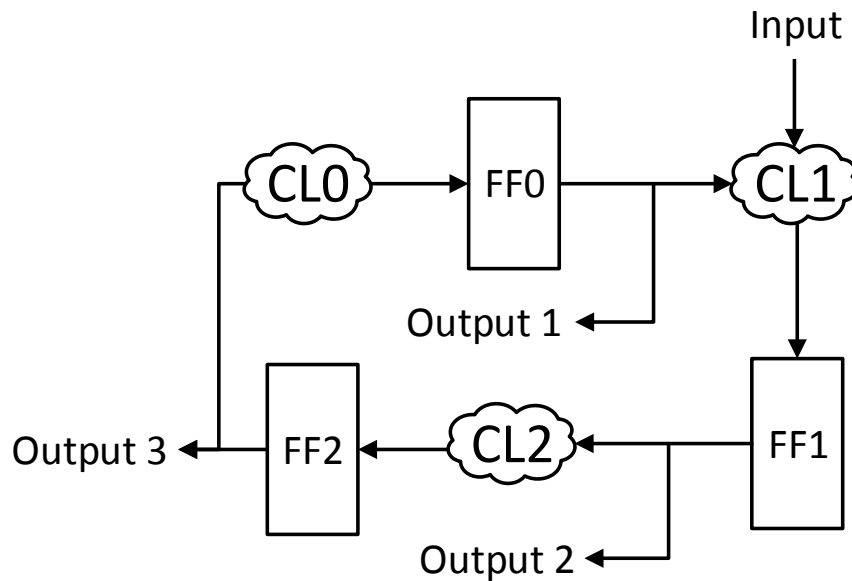
מממשים את הפונקציה הנתונה באמצעות מעגל המכיל מספר מינימלי של השערים הנתונים בלבד.

מהו ה- $t_{pd}$  המינימלי של המעגל?

- א- 4ns
- ב- 5ns
- ג- 6ns
- ד- 12ns
- ה- 14ns

## שאלה 12 (8 נקודות)

נתונה המערכת הסינכרונית הבאה (הרכיבים CL0, CL1, CL2 הינם צירופיים):



נתון התזמונים הבאים ב-ns:

	$t_{pd}/t_{pCQ}$	$t_{setup}$
<b>FF0</b>	1	1
<b>FF1</b>	2	1
<b>FF2</b>	3	1
<b>CL0/CL1/CL2</b>	3	

בנוסף נתון שכל ה-FF עובדים עם אותו השעון.  
בשאלה זו הנח שתנאי hold מתקיים, ושהכניסה input מקיימת את תנאי setup ו-hold.

מהו זמן המחזור המינימלי  $T_{min}$  בו ניתן להפעיל את המערכת בצורה תקינה?

- א-  $4ns$
- ב-  $5ns$
- ג-  $6ns$
- ד-  $7ns$
- ה-  $8ns$