

(25%)

1. תהי  $f : \{0,1\}^n \rightarrow \{0,1\}^n$  פונקציה המוגדרת באופן הבא:

$$f(\vec{x})[i] := \text{XOR}(x[0], \dots, x[i])$$

הגדרה:  $h$  היא הפיכה אם קיימת פונקציה  $g : \{0,1\}^n \rightarrow \{0,1\}^n$  עבורה:

$$(*) \quad \forall \vec{x} \in \{0,1\}^n : g(h(\vec{x})) = \vec{x}$$

פונקציה  $g$  המקיימת את  $(*)$  נקראת הפונקציה ההופכית ל- $h$  ונסמנה ב- $h^{-1}$ .

א. הוכיחו/הפריכו את הטענה:  $f$  היא הפיכה.

ב. מהו העומק הקטן ביותר של מעגל צירופי  $C$  המממש את  $f$  אם דרגת הכניסה של כל שער ב- $C$  היא לכל היותר 2?

ג. הציעו מעגל במחיר ובהשהיה אסימפטוטית אופטימליים לחישוב הפונקציה ההופכית  $f^{-1}$ .

--סוף מקום--

(25%)

2.

מטרת השאלה היא לתכנן מעגל סינכרוני שבדק האם השמה של ערכי  $\{0,1\}$  למשתני נוסחא בוליאנית היא מספקת. נשתמש בהגדרות הבאות:

- ליטרל הוא משתנה או שלילתו (למשל:  $x_1, \text{not}(x_1)$ ).
- פסוקית היא OR של שלושה ליטרלים בדיוק (למשל:  $(\text{OR}(x_1, \text{not}(x_3), x_4))$ ).
- נוסחא היא AND של פסוקיות. למשל:  
$$\text{AND}(\text{OR}(x_1, \text{not}(x_3), x_4), \text{OR}(x_8, \text{not}(x_2), x_7), \text{OR}(x_1, x_7, x_4))$$
- השמה  $\{0,1\}^n \rightarrow Z: \{0,1\}^n$  מספקת את הנוסחא אם הצבת ערך בוליאני  $x_i = Z[i]$  לכל המשתנים נותנת ערך 1.

תכננו מעגל סינכרוני בעל מחזור שיעון ומחיר אסימפטוטיים אופטימליים לפי המפרט הבא.

קלט:  $Z[0:N-1] \in \{0,1\}^N$  (כאשר  $N=2^n$ ) מחזור השעון (כאשר  $N=2^n$ )

$\text{reset} \in \{0,1\}$ ,  $b_1, b_2, b_3 \in \{0,1\}$ ,  $i, j, k \in \{0,1\}^n$

- במחזור שיעון  $t = 0$  האות  $\text{reset} = 1$  ואח"כ נשאר 0 בשאר המחזורים.
- במחזורי שיעון  $t \in \{1, 2, \dots, m\}$  הקלטים  $i(t), j(t), k(t), b_1(t), b_2(t), b_3(t)$  מקודדים את הליטרלים של הפסוקית ה- $t$ , באופן הבא:  
דומה מקודדים  $b_{2,j}$  ו- $b_{3,k}$  את שני הליטרלים הנוספים של הפסוקית ה- $t$ , ו- $b_{1,i}$  מקודד את הליטרל  $x_{\langle i \rangle}$  אם  $b_1 = 1$ , ואת  $\text{not}(x_{\langle i \rangle})$  אם  $b_1 = 0$ , ובאופן דומה מקודדים  $b_{2,j}$  ו- $b_{3,k}$  את שני הליטרלים הנוספים של הפסוקית ה- $t$ .

פלט:  $y \in \{0,1\}$

הפלט  $y$  צריך להיות שווה ל-1 במחזור שיעון  $m+1$  אם ההשמה  $\vec{Z}$  מספקת את הנוסחא, אחרת הפלט  $y$  צריך להיות שווה ל-0.

--תחילת תשובה—  
תרשים של המעגל (יש לפרט את הבלוקים הלא סטנדרטים שמופיעים בתרשים):

הסבירו במילים את פעולת המעגל :

נתחו את המחיר ומחזור השעון האסימפטוטיים של המעגל :

--סוף מקום--

(34%)

3.

השאלות הבאות מתייחסות למימוש של מעבד DLX ללא תמיכה בפסיקות.

(10%)

א. למה נדרשים שני מצבי בקרה (SAVEPC , JALR) עבור הרצת פקודת JALR?

(24%)

ב. כדי לחסוך באוגרים, מוצע לאחד את אוגר הMDR והאוגר C במסלול הנתונים.

- הציעו תכנון חדש למסלול הנתונים (מספיק להציג את השינויים בלבד)

- מהו השינוי הנדרש באותות הבקרה?

--סוף מקום--

(16%)

4.

השאלות הבאות מתייחסות למעבד DLX עם תמיכה בפסיקות:

(8%)

א. החטאת דף בfetch היא פסיקה מסוג חזור (repeat). הסבירו מדוע יש מעבר בהתרחשות פסיקה זו למצב JISR1 ולא למצב JISR(-1).

(8%)

ב. מה מתרחש במעבד DLX בשעה שהבקרה נמצאת במצב TRAP?

--סוף מקום--