



מערכות ספרתיות ומבנה המחשב (044252)

סמסטר חורף תשפ"א

בוחן אמצע

23 בדצמבר 2020

משך המבחן: שעה (60 דקות). **תכננו את זמנכם היטב.**

חומר עזר: אין להשתמש בכל חומר עזר בכתב, מודפס או אלקטרוני, פרט לדפי העזר ולמחשבון.

הנחיות והוראות:

- יש לענות על הבחינה במודל ובקישור הבא:
<https://forms.office.com/Pages/ResponsePage.aspx?id=TCxQ8S7uHEGXFchV9nU7hG-ciZjt5XBAnCJ-r6spYL5UOFVYNzhTTUtBNUdKWfNNRzVUVFFaOEI2Ti4u>
- לא מורדות נקודות (אין "קנס") בגין תשובה שגויה. לכן, כדאי לסמן תשובה כלשהי לכל שאלה.
- בסיומו של הבוחן יינתנו כ-10 לצורך ביצוע סריקה של טיוטת הבוחן.
- יש לשלוח סריקה של טיוטת הבוחן אל המייל הקורסי course44252@technion.ac.il. שם הקובץ יהיה מספר הזהות שלכם.
- אסור שימוש בכל חומר חיצוני מלבד מחשבון ודפי העזר. 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, או אחרת. בפרט, אין להחזיק בטלפון סלולארי.
- עליכם להשאיר את המצלמה אשר מצלמת את פניכם במצב פעיל לאורך כל שלבי הבחינה.
- עליכם להשאיר את השמע של המחשב פעיל לכל אורך הבחינה.
- שימוש בטלפון הנייד יתאפשר לצורך וידוא נהלים/פתרון בעיות על ידי משגיח/איש סגל ולצורך ביצוע סריקות של מחברת הבחינה/טיוטה בלבד. כל שימוש אחר בטלפון נייד בזמן הבחינה הוא אסור. בזמן הבחינה מכשיר הטלפון הנייד צריך להיות על מצב רטט.

בהצלחה!



שאלה 1

מצאו מימוש מינימלי (כסכום של מכפלות) עבור מעגל בעל 4 כניסות תחת הדרישות הבאות:
המעגל יוצא 1 אם המספר הבינארי אשר מיוצג על ידי הכניסות מחלק את המספר 432 ללא שארית ו-0 אחרת. הערך 0 לא יכול להתקבל כקלט למערכת.

הניחו כי הכניסות הן w, z, y, x כאשר x מייצגת את סיבית ה-MSB ו- w מייצגת את סיבית ה-LSB.

- א. $x'y' + z'w' + z'y' + zw'x'$
- ב. $x'y' + z'w' + z'y' + w'x'$
- ג. $yz'w' + xy'z' + x'y'w + x'zw$
- ד. $x'y' + z'w' + w'x' + xy'z'$
- ה. $x'y' + z'w' + w'x'z + xy'z'$

פתרון:

תשובה ב'. הקלט 0 הוא dc אשר נתייחס אליו כאל 1. נקבל:

| $ZW \backslash XY$ | 00 | 01 | 11 | 10 |
|--------------------|-------|----|----|----|
| 00 | 0 = 1 | 1 | 1 | 1 |
| 01 | 1 | | | 1 |
| 11 | 1 | | | |
| 10 | 1 | 1 | | |

קיבלנו: $x'y' + z'w' + z'y' + w'x'$



שאלה 2

חשבו את התוצאה עבור התרגיל הבא.
שימו לב שכל מספר מיוצג ע"י 6 סיביות בלבד ושהמספרים מיוצגים בבסיסים שונים.

$$(15)_{16} - (001010)_2$$

א. $(001011)_2$

ב. $(101011)_2$

ג. $(001001)_2$

ד. לא ניתן לבצע חיבור בין שני מספרים בבסיסים שונים.

ה. אף תשובה אינה נכונה

פתרון:

תשובה א'.

ראשית נייצג את המספר השני כשילולי שלו (ע"י משלים ל-2), ונחליף את החיסור בחיבור:
נשים לב שהמספר השני הינו:

$$-(001010)_2 = (110110)_2$$

שנית נייצג את המספר השמאלי בבסיס 2:

$$(15)_{16} = (010101)_2$$

נעת נבצע חיבור בין שני המספרים:

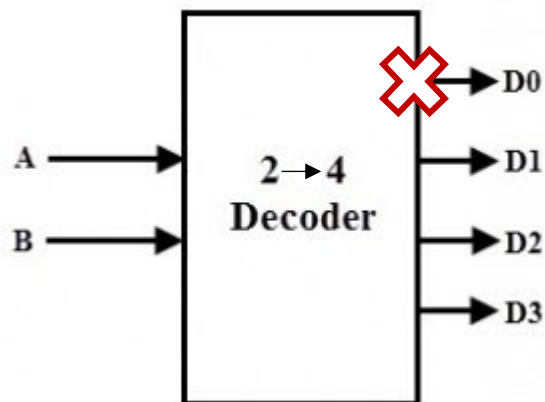
$$\begin{array}{r} 010101 \\ + 110110 \\ \hline 001011 \end{array}$$

שימו לב שהתעלמנו במקרה זה מה- *carry out*.
התוצאה שקיבלנו היא 11.



שאלה 3

בחברת מפענחים מפורסמת התגלתה בעיה בפס הייצור של מפענחי ה- $2 \rightarrow 4$ שלהם. כפי שמתואר בשרטוט הבא, בכל המפענחים רגל היציאה D_0 מוציאה 0 קבוע. למעט הבעיה הזאת, המפענחים עובדים כרגיל.



עליכם לממש שער XOR תקין באמצעות המפענחים המקולקלים ללא שימוש בשערים נוספים. שימו לב כי לא ניתן להשתמש בקבועים '0' ו-'1' אלא אם הם זמנים מהפונקציונלית הנתונה של המפענח.

מהו מספר המפענחים המינימלי הנדרש למימוש שער XOR?

- א. 1
- ב. 2
- ג. 3
- ד. 4

ה. לא ניתן לממש שער XOR באמצעות המפענחים המקולקלים.

פתרון:

תשובה ה'

נוכל לממש רק את הפעולות הבאות: $\bar{x}y, \bar{y}x, xy$. במבט ראשון נראה שיש לנו את שני הגורמים של שער ה-XOR, אך לא ניתן לממש שער OR כדי לאחד את שני החלקים.



שאלה 4

פשטו את הביטוי הבא:

$$z' y w + y' (x' + y) (x' + z') + w x' z' + z' y w' + z' x'$$

הביטוי המתקבל לאחר הצמצום הוא:

- א. $z' y + z' x' + x' y'$
- ב. $z' + y + x' y'$
- ג. $z' y + z' x' w + x' y'$
- ד. $z' y w + z' w x' + x'$
- ה. $x' y' + z' y'$

פתרון:

תשובה ה'

נתחיל מהביטוי המקורי:

$$z' y w + y' (x' + y) (x' + z') + w x' z' + z' y w' + z' x'$$

נשתמש בזהות: $(A + b)(A + C) = A + BC$ נקבל כי:

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

כאשר המעבר האחרון נובע מהזהות: $y \cdot y' = 0$

נוציא גורם משותף z' משאר הביטויים ונקבל:

$$z' y w + w x' z' + z' y w' + z' x' = z' (y w + w x' + y w' + x')$$

כעת נוציא גורם משותף x' וגורם משותף נוסף y ונקבל:

$$z' (y w + w x' + y w' + x') = z' (y (w + w') + x' (w + 1))$$

נשתמש בזהויות $1 + A = 1$ ו $A + A' = 1$ ונקבל:

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

סך הכל הביטוי שקיבלנו הוא:

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

כאשר במעבר האחרון השתמשנו בזהויות $A \cdot 1 = 1$ ו $A + A' = 1$.



נקבל:

$$x'y' + z'y + z'x'y + z'x'y'$$

נוציא גורמים משותפים ונקבל:

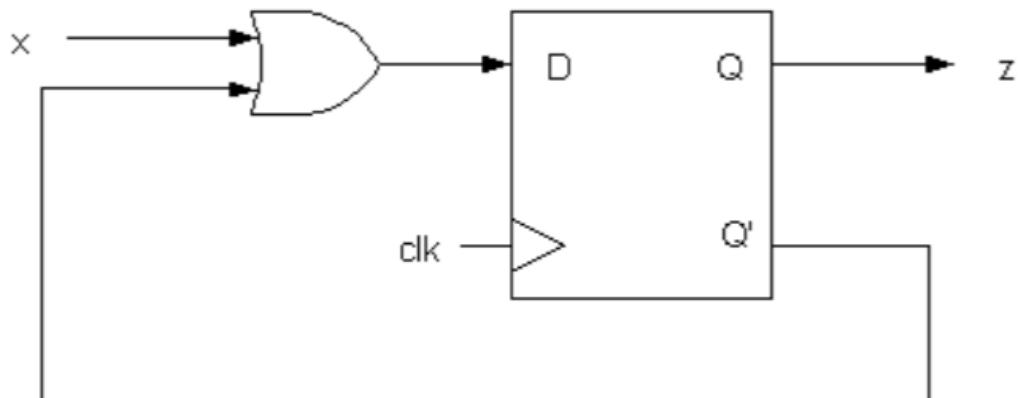
$$x'y'(1 + z') + z'y(1 + x')$$

נשתמש בזהות $1 + A = 1$ ונקבל את הביטוי המצומצם:

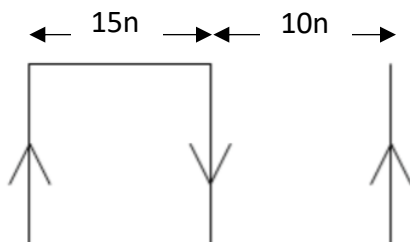
$$x'y' + z'y$$

שאלה 5

נתון המעגל הבא בעל DFF המתעדכן בעליית שעון:



הכניסה X מתעדכנת 2ns לפני ירידת אות השעון. מחזור השעון נראה כלהלן:



נתונים הזמנים הבאים עבור רכיבי המעגל:

הזמן $t_{pcQ}(FF)$ מוגדר ליציאה Q וגם ליציאה Q'

הזמן $t_{ccQ}(FF)$ מוגדר ליציאה Q וגם ליציאה Q'

| |
|--------------------------|
| $t_{pd}(OR) = 6_{ns}$ |
| $t_{cd}(OR) = 1_{ns}$ |
| $t_{pcQ}(FF) = 8_{ns}$ |
| $t_{ccQ}(FF) = 3_{ns}$ |
| $t_{setup}(FF) = 5_{ns}$ |
| $t_{hold}(FF) = 5_{ns}$ |

מה הזמן העובד במערכת מעדכון הכניסה X עד להתייצבות היציאה Z?

- 20ns, המעגל יפעל באופן תקין.
- 25ns, המעגל יפעל באופן תקין.
- 32ns, המעגל יפעל באופן תקין.
- המעגל לא יפעל באופן תקין בעקבות אי עמידה בתנאי hold
- המעגל לא יפעל באופן תקין בעקבות אי עמידה בתנאי setup



פתרון: ד'

נבדוק תנאי hold:

$$t_{hold} \leq t_{ccq}(FF) + t_{cd}(OR)$$
$$5 \leq 3 + 1 = 4$$

תנאי hold לא מתקיים.