

תוכן העניינים:

2	פרק 11
2	שאלות מסכמות ממבחנים
2	הקדמה והסבר :
3	ייצוג מספרים :
3	שאלות :
4	תשובות סופיות :
5	אלגברה בוליאנית :
5	שאלות :
7	תשובות סופיות :
8	לוגיקה צירופית :
8	שאלות :
11	תשובות סופיות :
12	מערכות סינכרוניות :
12	שאלות :
16	תשובות סופיות :
17	תזמונים במערכת סינכרוניות :
17	שאלות :
18	תשובות סופיות :
19	מערכות אסינכרוניות :
19	שאלות :
23	תשובות סופיות :
24	אוגרים ומונים :
24	שאלות :
24	תשובות סופיות :

פרק 11

שאלות מסכמות ממבחנים

הקדמה והסבר:

תלמידים יקרים!

הפרק עוסק בשאלות חזרה המחולקות לפי נושאי הלימוד של הקורס מערכות ספרתיות באופן הבא:

- ייצוג מספרים
- אלגברה בוליאנית
- לוגיקה צירופית
- מערכות סינכרוניות
- תזמונים במערכות סדרתיות
- מערכות אסינכרוניות
- אוגרים ומונים

כל השאלות חוברו בהשראת בחינות ממוסדות מובילים בארץ ומאפשרות לתרגל את הנושאים המרכזיים במגוון רמות, החל משאלות יסודיות ועד לשאלות ברמות הגבוהות ביותר.

סדר השאלות הינו אקראי ואינו מרמז על רמתן. עקב כך, תוכלו לבחור לעבוד על שאלות ספציפיות או פשוט לפתור את כל השאלות המוצעות בכל נושא.

שימו לב:

לפרק זה יתווספו שאלות מסמסטר לסמסטר ולכן מומלץ להוריד את ספר הפרק בטרם הלמידה והתרגול על מנת לקבל את התכנים המעודכנים ביותר.

בהצלחה בלימודים ובבחינה!

צוות האתר גול.

ייצוג מספרים:

שאלות:

- (1) נתונה טבלה המכילה ייצוג של מספרים באחת מבין 3 שיטות:
- גודל וסימן (Sign Magnitude).
 - משלים ל-1 (1's comp.).
 - משלים ל-2 (2's comp.).
- זהה את העמודה המתאימה לכל שיטת ייצוג וכתוב את שיטת הייצוג. השלם את הטבלה.

Number	Representation Method		
-23		101001	
-14	110001		
-46			1101110
50			

- (2) נתונים 3 מספרים: $x_0 = 0010$, $x_1 = 1100$, $x_2 = 1001$.
- אם נסדר אותם לפי ערכם העשרוני בסדר עולה נקבל: $x_0 < x_1 < x_2$.
- קבע איזו טענה נכונה:
- א. כל המספרים בהכרח שליליים.
 - ב. המספרים מיוצגים בייצוג בינארי רגיל.
 - ג. המספרים מיוצגים בייצוג המשלים ל-2.
 - ד. המספרים מיוצגים בייצוג המשלים ל-1.
 - ה. המספרים מיוצגים בקוד גריי.
 - ו. כל הטענות לא נכונות.

- (3) הוכח או הפרך את הטענות הבאות:
- נתון מספר עשרוני A .
- א. כמות ה-1-ים בייצוג בינארי של A תמיד תהיה שווה לכמות ה-1-ים של המספר העשרוני $2A$ בייצוג בינארי.
 - ב. כמות ה-1-ים בייצוג בינארי של $3A$ תמיד תהיה שווה גדולה או שווה לכמות ה-1-ים של המספר העשרוני A בייצוג בינארי.

4) נתון מספר A אשר ניתן לכתוב אותו ב-3 צורות ייצוג שונות באופן הבא :

$$A_1 = 0110$$

$$A_2 = 0101$$

$$A_3 = 1010$$

סמן את הטענות הנכונות :

א. אחת מצורות הייצוג של A היא בשיטת המשלים ל-2.

ב. אם הייצוג A_1 הוא בינארי רגיל אז A_3 הוא ייצוג בקוד -1, -2, 4, 8.

ג. אם הייצוג A_2 הוא בינארי רגיל אז A_3 הוא ייצוג בקוד גריי.

ד. אם הייצוג A_2 הוא בקוד גריי אז הייצוג A_1 הוא בינארי רגיל.

5) מצא באיזה בסיס נעשה החישוב הבא :

$$\begin{array}{r} 122 \\ \times 32 \\ \hline 4124 \end{array}$$

תשובות סופיות:

1) ראה טבלה מלאה בפתרון הוידאו באתר.

2) טענה ה'.

3) א. הוכחה. ב. הפרכה.

4) הטענות הנכונות: ב', ד'.

5) בסיס 8.

אלגברה בוליאנית:

שאלות:

1) חוק ההצפנה (Encryption law) מתייחס להעברת משתנה מאגף לאגף כך:

$$x = y \oplus z \Leftrightarrow x \oplus z = y$$

א. הוכח את חוק ההצפנה.

נתונה מילה B בת 5 סיביות שתסומן בייצוג בינארי רגיל כך: $B = b_4b_3b_2b_1b_0$.
כדי להמיר את המילה לייצוג באמצעות קוד גריי (Gray code) $G = g_4g_3g_2g_1g_0$

$$g_i = \begin{cases} b_i & i = 4 \\ b_i \oplus b_{i+1} & 0 \leq i < 4 \end{cases} \quad \text{נעזר בכלל ההמרה הבא:}$$

בנוסף, מגדירים ייצוג חדש שנקרא Extended Gray Code, ועבורו מתקיים:

$$e_i = \begin{cases} b_i & i = i_{\text{MSB}} \\ b_i \oplus b_{i+1} & i = i_{\text{MSB}} - 1 \\ b_i \oplus b_{i+1} \oplus b_{i+2} & 0 \leq i < i_{\text{MSB}} - 1 \end{cases}$$

מילה שתיוצג לפי קידוד זה תסומן: $E = e_4e_3e_2e_1e_0$.

ב. נתונה מילה בינארית: $B = 10110$.

כתוב את הייצוג שלה באמצעות קוד gray ובאמצעות קוד Extended Gray.

ג. כתוב כלל מעבר ממילה הנתונה בייצוג Extended Gray Code לייצוג בינארי רגיל. (כתוב עבור 5 סיביות בלבד).

ד. האם קיימות מילים בנות 5 סיביות עבורן ייצוג Gray וייצוג Extended Gray יהיו זהים? אם לא – נמק. אם כן – כמה מילים כאלו יש? מצא את כולן.

$\begin{matrix} ab \\ cd \end{matrix}$	00	01	11	10
00	0	0	1	1
01	1	ϕ	1	0
11	1	0	0	ϕ
10	1	0	ϕ	1

2) נתונה מפת קרנו הבאה:

מהו הייצוג המינימלי בצורת POS של הפונקציה?

א. $(\bar{a} + \bar{c} + \bar{d})(b+c)(a+\bar{b}+d)$

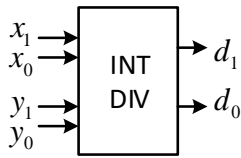
ב. $(a+c)(b+\bar{c})(\bar{a}+\bar{b}+\bar{d})$

ג. $(a+c+d)(\bar{b}+\bar{c})(\bar{a}+b+\bar{d})$

ד. $a+\bar{b}+c+d$

ה. $(a+c+d)(\bar{a}+\bar{b}+\bar{c})(b+\bar{d})$

ו. $(b+c+d)(\bar{c}+\bar{d})(\bar{b}+c+\bar{d})$



3) נתון הרכיב הבא:

רכיב זה מבצע חילוק בין שני מספרים שלמים באורך שתי סיביות בבסיס 2, ומחזיר את החלק השלם של התוצאה, גם היא באורך שתי סיביות בבסיס 2,

$$\text{כלומר: } (d_1, d_0) = \frac{(x_1, x_0)}{(y_1, y_0)}$$

כמו כן, יש להניח כי החילוק מתבצע באופן תקין, כלומר $(y_1, y_0) \neq (0, 0)$.
בחר את התשובה הנכונה ביותר:

- הרכיב מהווה אופרטור אוניברסלי (מערכת פעולות שלמה).
- הרכיב מהווה אופרטור אוניברסלי (מערכת פעולות שלמה) בתוספת הקבוע '1'.
- הרכיב מהווה אופרטור אוניברסלי (מערכת פעולות שלמה) בתוספת הקבוע '0'.
- הרכיב מהווה אופרטור אוניברסלי (מערכת פעולות שלמה) בתוספת הקבועים '0' ו-'1'.
- הרכיב מהווה אופרטור אוניברסלי (מערכת פעולות שלמה) בתוספת שער AND.
- הרכיב מהווה אופרטור אוניברסלי (מערכת פעולות שלמה) בתוספת שער OR.

4) נתונות שתי פונקציות מיתוג $f(x, y)$ ו- $g(x, y)$.

נתון כי קבוצת הפעולות: $\{f, \text{OR}\}$ היא מערכת פעולות שלמה וכן קבוצת הפעולות: $\{g, \text{NOT}\}$ היא מערכת פעולות שלמה. האם קבוצת הפעולות $\{f, g\}$ מהווה מערכת פעולות שלמה? נמק.

5) בשאלה זו נתמקד בקבוצת פעולות הכוללת את פעולת ה-XOR.

נתונה פונקצית מיתוג $f(x, y)$ ונתונים הקבועים 1 ו-0.

- האם ניתן להרכיב באמצעות פעולת ה-XOR והקבועים 1 ו-0 מערכת פעולות שלמה? נמק.
- ידוע כי קבוצת הפעולות $\{f, \text{XOR}, 1\}$ היא מערכת פעולות שלמה. האם הסט $\{f\}$ בהכרח מהווה מערכת פעולות שלמה? נמק.
- ידוע כי קבוצת הפעולות $\{f, \text{XOR}\}$ היא מערכת פעולות שלמה. האם הסט $\{f\}$ בהכרח מהווה מערכת פעולות שלמה? נמק.

תשובות סופיות:

1) א. ראה הוכחה בסרטון הוידאו.

ב. 11101

$$\left. \begin{array}{l} b_4 = e_4 \\ b_3 = e_3 \oplus e_4 \\ b_2 = e_2 \oplus e_3 \\ b_1 = e_1 \oplus e_2 \oplus e_4 \\ b_0 = e_0 \oplus e_1 \oplus e_3 \oplus e_4 \end{array} \right\} \text{ג. (ראה הסבר מלא בפתרון הוידאו).}$$

ד. כן: 00011, 00010, 00001, 00000.

2) ג.

3) ב.

4) כן.

5) א. לא. ב. לא. ג. לא.

לוגיקה צירופית:

שאלות:

(1) ביישומים רבים יש להגביר אות מידע כלשהו וזאת על בסיס תחום הערכים שהוא מפיק. אות חלש ידרוש הגבר גדול בעוד שאות בינוני ידרוש הגבר קטן יותר. נניח כי מערכת מקבלת אות קבוע המיוצג ע"י המספר $D = d_2d_1d_0$ ומגבירה אותו באופן הבא:

- אם $0 \leq D \leq 3$ המערכת תגביר אותו פי 6.

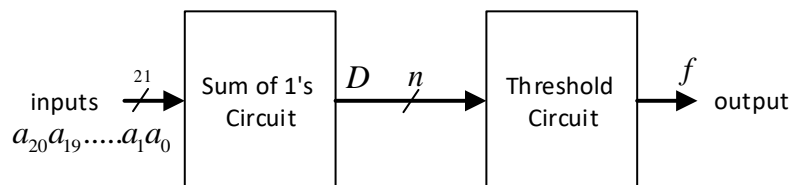
- אם $4 \leq D \leq 7$ המערכת תגביר אותו פי 3.

לרשותך רכיב אחד של 4-bit Binary Adder, רכיב 1 → 2 Decoder, 8 שערי OR ו-16 שערי AND. תכנן את המבנה הפנימי של המערכת.

בונוס:

בהנחה שקיים מספר מוגבל של שערי OR, ושערי AND, מהו מספר השערים המינימלי הדרוש על מנת לממש את המעגל (בנוסף לרכיבי ה-4b Adder ו-1 Decoder)? הראה חישוב מתאים.

(2) רכיב מסוג Black-Jack מקבל 21 כניסות בינאריות $a_{20}a_{19} \dots a_1a_0$ ומוצא אחד f . הרכיב מחזיר ערך של 1 ($f = 1$) במידה ויש רוב של 1-ים, אחרת המוצא יהיה 0. בשאלה זו נממש את הרכיב, אולם זה לא פרקטי לתאר את כל 2^{21} המקרים האפשריים ולכן נחלק את המימוש לשני חלקים כמתואר בסכמה הבאה:



- החלק הראשון, Sum of 1's, יחזיר מספר (עשרוני) המתאר של מספר ה-1-ים שבכניסות.

- החלק השני, Threshold Circuit, יחזיר את ערך המוצא בהתאם למספר המתקבל.

א. עליך לממש את החלק הראשון באמצעות יחידות FA בלבד.

כמה יחידות יש לקחת? הצג מימוש מתאים ונימוק מפורט.

ניתן להיעזר בקבועים 0 ו-1.

ב. מסמנים את מוצא החלק הראשון ב- $D = d_{n-1}d_{n-2} \dots d_1d_0$.

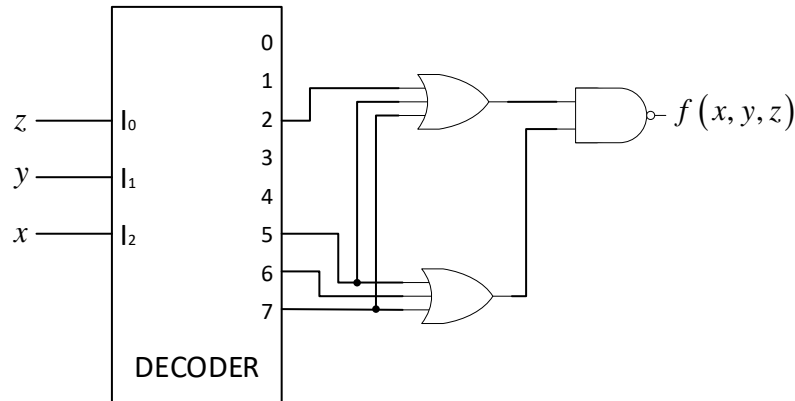
i. מהו n ?

ii. כתוב את הפונקציה f כתלות במשתני הכניסה של המספר D .

ג. ממש את f באמצעות שערי NAND בלבד.

כמה שערים צריך?

3) הפונקציה $f(x, y, z)$ מומשה באמצעות המעגל הבא:



מה היא התשובה הנכונה למימוש הפונקציה $f(x, y, z)$ בדרכים אחרות?

- במימוש כסכום מכפלות, ניתן לממש את הפונקציה בעזרת שערי AND בלבד.
- במימוש כסכום מכפלות, לפונקציה יש רק EPI אחד.
- ניתן לממש את הפונקציה באמצעות מרבב מסוג 4 ל-1 בלבד.
- ניתן לממש את הפונקציה באמצעות מרבב מסוג 2 ל-1 בלבד.
- בין התשובות א עד ד יש שתי תשובות נכונות.
- בין התשובות א עד ד יש שלוש תשובות נכונות.

4) יש לממש מעגל לוגי המקבל מספר בינארי $X = (x_1, x_0)$ (MSB הוא x_1) ומוציא מספר השווה ל- $2X^3$ לפי הדרישות בכל אחד מהסעיפים הבאים:

- בעזרת מרבב 2 ל-1 יחיד. אין להשתמש בשערים נוספים. ניתן להשתמש בקבועים.
- בעזרת חצי מחבר יחיד. אין להשתמש בשערים נוספים. ניתן להשתמש בקבועים.

5) יש לממש מעגל לוגי המקבל מספר בינארי $X = (x_1, x_0)$ (MSB הוא x_1) ומוציא מספר השווה לערך השלם העליון של: $\sqrt{X^2 + X}$ (כלומר: $\lceil \sqrt{X^2 + X} \rceil$).

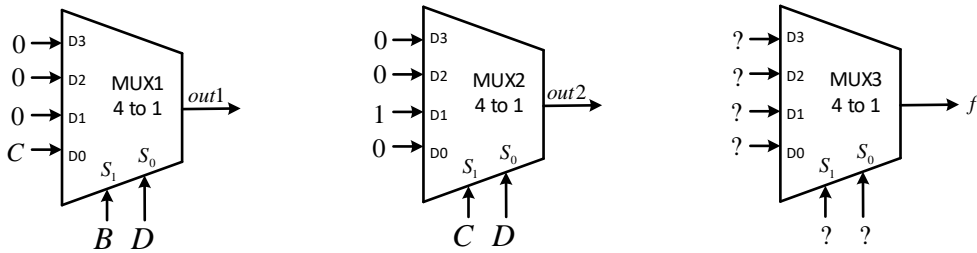
$$\text{לדוגמא: עבור } X = 5 \text{ נקבל: } \lceil \sqrt{5^2 + 5} \rceil = \lceil \sqrt{30} \rceil = \lceil 5.477 \rceil = 6$$

יש להיעזר במרבב של 2 ל-1 ומחבר חלקי בלבד. אין להשתמש בשערים נוספים. ניתן להשתמש בקבועים.

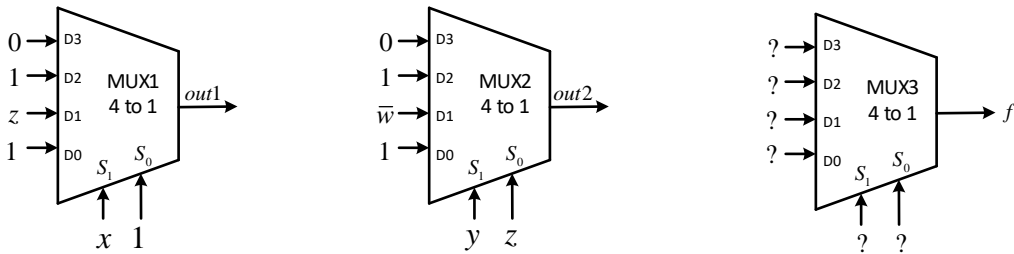
6) יש לממש מעגל לוגי המקבל מספר בינארי בן שתי סיביות $X = (x_1, x_0)$ (MSB הוא x_1) ומוציא מספר השווה לביטוי: $15 - X^2$.

יש להיעזר בשער NOT יחיד ושני מרבבים של 2 ל-1 בלבד. ניתן להשתמש בקבועים.

- (7) יש לממש את פונקציית המיתוג הבאה : $f(A, B, C, D) = \bar{A}(B + \bar{C} + D) + \bar{C}D$
- לרשותנו שלושה בוררים של $1 \rightarrow 4$ ללא כניסת ה-enable ושני שערי NOT. על מנת להקל על התכנון, הכניסות לשני הבוררים הראשונים כבר נבחרו. יש לבחור את הכניסות לבורר השלישי על מנת לממש את הפונקציה f .
- שימו לב, הינכם יכולים להשתמש בשני שערי ה-NOT, בשער אחד או באף שער. במידה ובחרתם להשתמש באחד מן השערים, עליכם לפרט בסרטוט לאיזו כניסה הוא משמש.



- (8) יש לממש את פונקציית המיתוג הבאה : $f(x, y, z, w) = x \oplus z + x\bar{w}\bar{y}$
- לרשותנו שלושה בוררים של $1 \rightarrow 4$ ללא כניסת ה-enable. על מנת להקל על התכנון, הכניסות לשני הבוררים הראשונים כבר נבחרו. יש לבחור את הכניסות לבורר השלישי על מנת לממש את הפונקציה f .



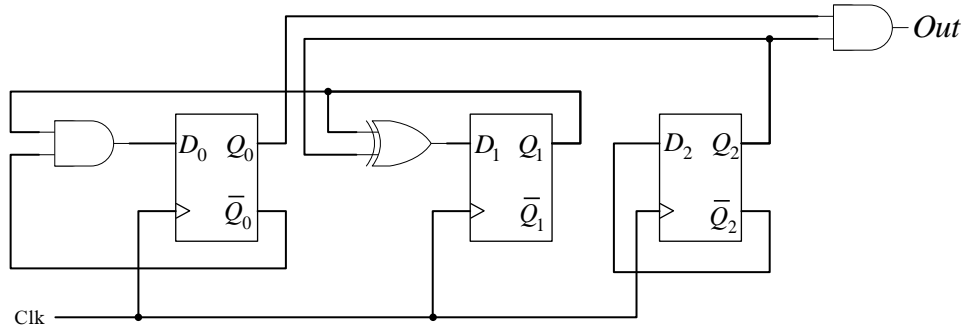
תשובות סופיות:

- (1) ראה תכנון מלא ודיאגרמה בסרטון הוידאו.
- (2) א. יש להשתמש ב-23 יחידות FA. ראה מימוש בסרטון הוידאו.
ב. i. 5 .ii $f(d_4, d_3, d_2, d_1, d_0) = d_4 + d_3d_2 + d_3d_1d_0$.
ג. יש להשתמש ב-6 שערי NAND. ראה מימוש בסרטון הוידאו.
- (3) ה.
- (4) ראה תכנון מלא ודיאגרמה בסרטון הוידאו.
- (5) ראה תכנון מלא ודיאגרמה בסרטון הוידאו.
- (6) ראה תכנון מלא ודיאגרמה בסרטון הוידאו.
- (7) ראה תכנון מלא ודיאגרמה בסרטון הוידאו.
- (8) ראה תכנון מלא ודיאגרמה בסרטון הוידאו.

מערכות סינכרוניות:

שאלות:

1) נתונה מערכת עקיבה סינכרונית בעלת שלושה רכיבי זיכרון מסוג D-FF הממוספרים D_0, D_1, D_2 משמאל לימין בהתאמה כפי שמתואר בסכמה:



בטרם הפעלת המערכת טוענים את יציאות הרכיבים Q כך ש- $Q_1 = 1, Q_0, Q_2 = 0$. סמן את התשובה הנכונה לכל שאלה. אין צורך בנימוק.

1. האם היציאה Out היא מחזורית? כן / לא

2. מה יהיה תדר המוצא בהנחה כי תדר השעון של המערכת הוא 64 MHz?

- א. 64 MHz
- ב. 4 MHz
- ג. 16 MHz
- ד. 8 MHz

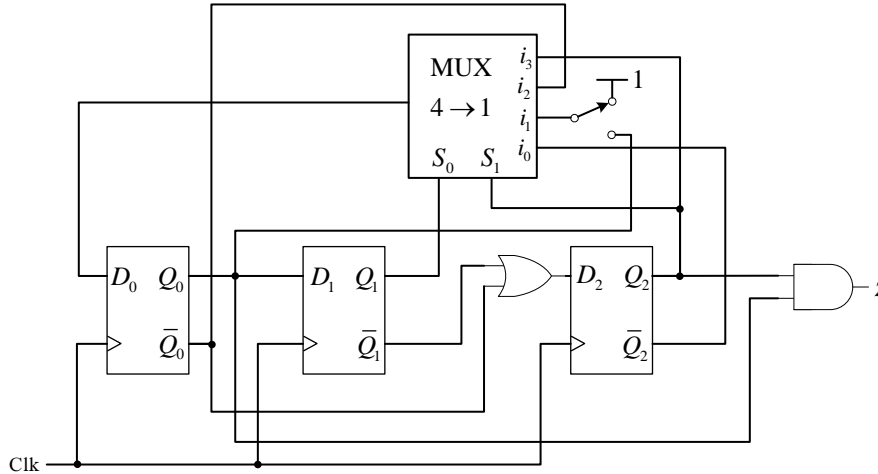
3. מהו ה-D.C. (Duty Cycle) של אות המוצא?
(היחס בין הזמן שהאות נמצא על 1 לוגי ביחס לזמן המחזור הכולל שלו)

- א. 75%
- ב. 66.66%
- ג. 50%
- ד. 25%

4. איזה מהשינויים הבאים יהפוך את המוצא ל-0 זהותית?

- א. טעינת כל רכיבי הזיכרון לערך של 0 לוגי.
- ב. העלאת תדר השעון מ-64 MHz ל-6 GHz ויותר?
- ג. שינוי הכניסה של D_2 מ- \bar{Q}_2 ל- Q_2 .
- ד. החלפת השער הלוגי של המוצא מ-AND ל-OR.

- 2 נתונה הדיאגרמה הבאה המורכבת מ-3 רכיבי זיכרון מסוג D-FF הממוספרים D_0, D_1, D_2 מימין לשמאל בהתאמה כפי שמתואר בסכמה (D_2 הוא MSB). מפסק בינארי מחובר לכניסה i_1 של רכיב ה-MUX ומכוון בתחילה על ערך של 1 לוגי. הנח כי S_1 הוא MSB.



- א. כתוב את משוואות הכניסה לרכיבי הזיכרון, משוואות המצב הבא ומשוואות המוצא.
- ב. כמה מצבים יש למערכת כאשר המפסק נמצא במצב הנתון? בכמה מתוכם היא משתמשת? האם המצבים שאליהם תגיע המערכת תלויים בתנאי ההתחלה (כלומר, ערכם ההתחלתי של Q_2, Q_1, Q_0). נמק.
- ג. סרטט דיאגרמת מצבים המתאימה לפעולת המערכת. מה תוכל לומר על המערכת כאשר המפסק הבינארי נמצא על 1 לוגי? מעבירים את המפסק לערך התחתון. ענה על השאלות הבאות:
- ד. כיצד ישתנו המשוואות שכתבת בסעיף א'?
- ה. סרטט דיאגרמת מצבים חדשה של המערכת. האם יש שינוי בפעולתה? נמק.
- ו. תאר שינוי תיאורטי שניתן לבצע במערכת על מנת שהתנהגותה תשתנה. אין צורך להדגים את השינוי בסכמה הלוגית או במשוואות אלא רק בדיאגרמת המצבים. הסבר את השיקול לבחירתך ואת פעולת המערכת הנובעת מהשינוי שבחרת.
- ז. משנים כעת את המערכת כך שכאשר המפסק מוחזק על 1 לוגי, מתקיים:
- מצב $Q_2 Q_1 Q_0 = 011$ עובר למצב $Q_2 Q_1 Q_0 = 010$.
 - מצב $Q_2 Q_1 Q_0 = 101$ עובר למצב $Q_2 Q_1 Q_0 = 111$.
- בהנחה שהמערכת מוזנת מפולס שעון מחזורי בתדר של 48kHz, מה יהיה מחזור אות המוצא ומה יהיה ה-Duty Cycle שלו עבור מצב מפסק זה? הראה חישוב מתאים.

3) נתונה מערכת עקיבה המאופיינת ע"י טבלת המצבים הבאה במודל Moore. איזו תשובה היא הנכונה ביותר?

P.S.	N.S.		output z
	$x=0$	$x=1$	
a	g	c	1
b	e	d	0
c	g	i	0
d	f	e	1
e	b	f	0
f	d	b	1
g	g	c	1
h	c	i	0
i	d	h	1
j	e	d	0

- א. במערכת המצומצמת 5 מצבים (ללא התייחסות למצב התחלתי).
- ב. במערכת המצומצמת 7 מצבים (ללא התייחסות למצב התחלתי).
- ג. כאשר המצב ההתחלתי הוא b יש במערכת המצומצמת 2 מצבים.
- ד. כאשר המצב ההתחלתי הוא h יש במערכת המצומצמת 6 מצבים.
- ה. בין התשובות א עד ד יש שתי תשובות נכונות.
- ו. אף תשובה אינה נכונה.

4) יש לתכנן מערכת עקיבה סינכרונית במודל Mealy בעלת כניסה אחת x ויציאה אחת z . המערכת תפיק $z=1$ כשאחת הסדרות הבאות זוהתה: 1100, 1010, 1001. המערכת חוזרת למצבה ההתחלתי כאשר $z=1$. נתון כי הסדרות הן ללא חפיפה. מה הוא מספר המצבים בדיאגרמת המצבים המצומצמת של המערכת?

5) יש לתכנן מערכת עקיבה סינכרונית במודל Moore. למערכת כניסה x ויציאה z . מגדירים:

$a(t)$ - מספר ה-1ים בסדרת הכניסה מהזמן t_0 (הזמן ההתחלתי) ועד לזמן נוכחי t כלשהו.

$b(t)$ - מספר ה-0ים בסדרת הכניסה מהזמן t_0 (הזמן ההתחלתי) ועד לזמן נוכחי t כלשהו.

היציאה $z(t)$ תקבל 1 לוגי אם ורק אם מתקיים: $|a(t) - b(t)| \bmod 3 = 0$.

ידוע כי במצבה ההתחלתי של המערכת (כלומר בזמן t_0) המערכת תפיק $z=0$. מצא, אם ניתן, את מספר המצבים במערכת המצומצמת (אם מספר המצבים הוא אינסופי – נמק מדוע).

6) נתונה מכונת מצבים בעלת כניסה אחת x ויציאה אחת z . המכונה מוציאה $z=1$ אם ורק אם סדרת הקלט שהתקבלה ממחזור השעון הראשון (מרגע הפעלת המכונה) ועד למחזור השעון הנוכחי הוא בדיוק מהצורה: $0\ 1\ S\ 1\ 1\ R\ 1\ 0$.
כאשר S ו- R הן שתי מחזורות בינאריות באורך כלשהו הגדול מאפס ואינו ידוע מראש. לאחר ששתי המחזורות S ו- R אותרו והמכונה הוציאה $z=1$, היא תתאפס חזרה למצב הבסיסי. להלן דוגמה לפעילות של המכונה עבור קלט מסוים:

x	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1		
z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0

- א. האם ניתן לממש מכונה כזו על ידי מספר סופי של מצבים? במידה וכן יש לסרטט דיאגרמת מצבים מתאימה ומפורטת.
- ב. כעת נתון גם כי על מנת שהמכונה תוציא $z=1$ אורך הסדרה S חייב להיות זוגי ואורך הסדרה R חייב להתחלק ב-3. האם ניתן לממש מכונה כזו בעזרת מספר מצבים סופי? במידה וכן יש לסרטט דיאגרמת מצבים מתאימה ומפורטת.

תשובות סופיות:

(1) 1. כן. 2. ג. 3. ד. 4. ג.

(2) א. המשוואות:

$$D_0 = Q_0(t+1) = \bar{Q}_2 + Q_1 + \bar{Q}_0 \quad D_2 = Q_2(t+1) = \overline{Q_0 Q_1}$$

$$D_1 = Q_1(t+1) = Q_0 \quad z = Q_0 Q_1$$

ב. יש 8 מצבים. המערכת תלויה בתנאי ההתחלה.

במצבים 0,2,4,5,6 היא תגיע לזוג 5-6 (כלומר: $Q_2 Q_1 Q_0 = [101:110]$),

במצבים 1,3,7 היא תינעל במצב 3 (כלומר: $Q_2 Q_1 Q_0 = 011$).

ג. ראה דיאגרמה בסרטון הוידאו.

ד. רק המשוואה הבאה תשתנה: $D_0 = Q_0(t+1) = Q_2 Q_1 + \bar{Q}_2 Q_0 + \bar{Q}_1 \bar{Q}_0$.

ה. לא. המערכת תתנהג אותו הדבר ותגיע לאותם המצבים.

ו. ראה 2 דוגמאות בסרטון הוידאו.

ז. $D.C.(%) = 50\%$, $T = 83.33 \mu\text{sec}$.

(3) ה.

(4) 6 מצבים.

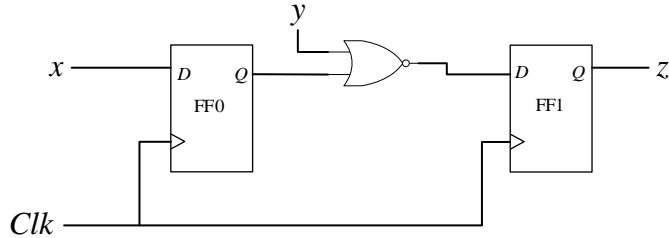
(5) 3 מצבים.

(6) א. כן. ראה הסבר מפורט והגדרת המצבים בסרטון הוידאו.

ב. כן. ראה הסבר מפורט והגדרת המצבים בסרטון הוידאו.

תזמונים במערכת סינכרוניות:

שאלות:



(1) נתון המעגל הבא:

נתונים הזמנים הבאים (הנח כי לשני רכיבי הזיכרון אותם זמנים אופייניים):

$$t_{setup} = 3 \text{ ns}$$

$$t_{PD}(C \rightarrow Q) = 5 \text{ ns}$$

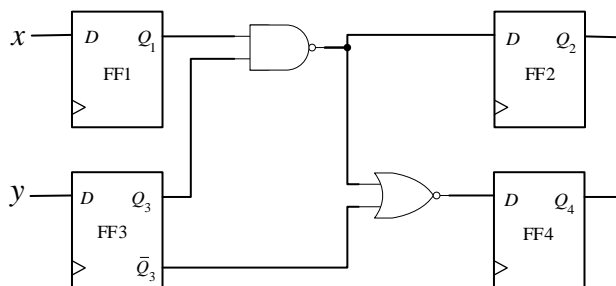
$$t_{CD}(C \rightarrow Q) = 2 \text{ ns}$$

$$t_{PD}(NOR) = 4 \text{ ns}$$

$$t_{CD}(NOR) = 1 \text{ ns}$$

א. חשב את מחזור השעון המינימלי T_{Clk} אשר יבטיח פעילות תקינה של המעגל.

ב. חשב את הערך המקסימלי של t_{hold} עבורו המעגל יעבוד באופן תקין.



(2) נתון המעגל הבא:

נתונים הזמנים הבאים
(הנח כי לכל רכיבי הזיכרון
אותם זמנים אופייניים
וכולם מחוברים לאותו
שעון חיצוני – לא מופיע באיור):

$$t_{setup} = 3 \text{ ns}$$

$$t_{PD}(C \rightarrow Q) = 9 \text{ ns}$$

$$t_{CD}(C \rightarrow Q) = 2 \text{ ns}$$

$$t_{PD}(NAND) = 5 \text{ ns}$$

$$t_{CD}(NAND) = 2 \text{ ns}$$

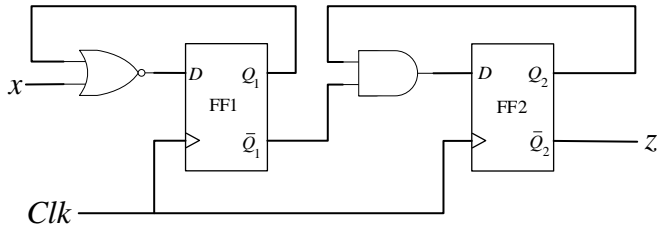
$$t_{PD}(NOR) = 4 \text{ ns}$$

$$t_{CD}(NOR) = 1 \text{ ns}$$

א. חשב את מחזור השעון המינימלי T_{Clk} אשר יבטיח פעילות תקינה של המעגל.

ב. חשב את הערך המקסימלי של t_{hold} עבורו המעגל יעבוד באופן תקין.

3 נתון המעגל הבא :



נתונים הזמנים הבאים (הנח כי לשני רכיבי הזיכרון אותם זמנים אופייניים) :

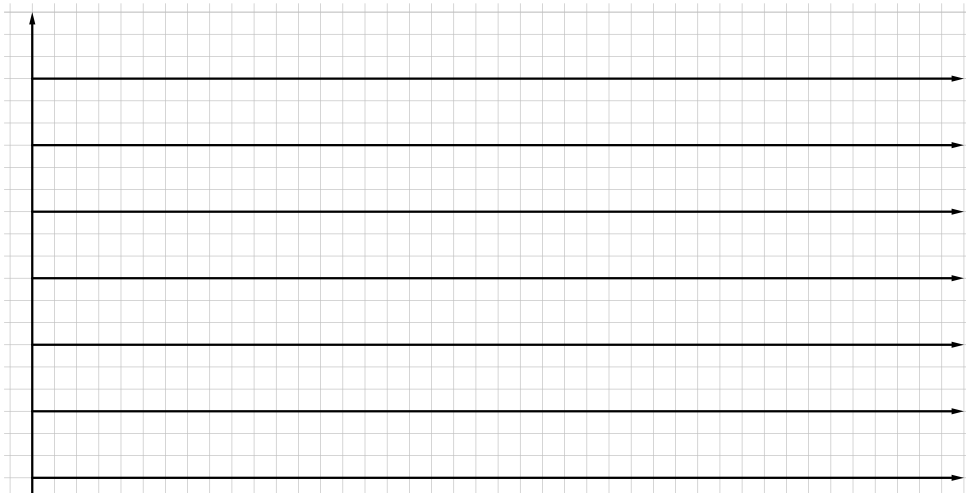
$$\begin{aligned}
 t_{PD}(NOR) &= 4 \text{ ns} & t_{setup} &= 3 \text{ ns} \\
 t_{CD}(NOR) &= 1 \text{ ns} & t_{hold} &= 2 \text{ ns} \\
 t_{PD}(AND) &= 5 \text{ ns} & t_{PD}(C \rightarrow Q) &= 12 \text{ ns} \\
 t_{CD}(AND) &= 2 \text{ ns} & t_{CD}(C \rightarrow Q) &= 3 \text{ ns}
 \end{aligned}$$

ידוע כי הכניסה x מתעדכנת עם ירידת השעון וכי שני רכיבי הזיכרון מתעדכנים בעליית השעון. נסמן ב- t_{UP} את הזמן שבו השעון מוחזק על 1 לוגי וב- t_{DN} את הזמן שבו השעון מוחזק על 0 לוגי (שים לב! מחזור השעון אינו בהכרח סימטרי כלומר ייתכן ו- $t_{UP} \neq t_{DN}$).

א. מצא את מחזור השעון המינימלי המבטיח פעולה תקינה של המעגל. ציין את שיקוליך.

ב. האם פעולת המערכת עדיין תהיה תקינה אם נחליף את הזמנים t_{UP} ו- t_{DN} ?

הינך יכול להיעזר בדיאגרמת הזמנים הריקה הבאה :



תשובות סופיות :

- 1) א. $T_{clk} = 12 \text{ nsec}$ ב. $t_{hold} = 3 \text{ nsec}$
- 2) א. $T_{clk} = 21 \text{ nsec}$ ב. $t_{hold} = 3 \text{ nsec}$
- 3) א. $T_{clk} = 20 \text{ nsec}$ ב. כן. ראה הסבר בסרטון הוידאו.

מערכות אסינכרוניות:

שאלות:

- (1) נתונה טבלת מצבים פרימיטיבית של Flip Flop מסוג SR המגיב בירידת שעון (Negative Edge Trigger). לרכיב 3 כניסות: S , R , C (Clock), ומוצא יחיד Q . מבצעים שינוי מסוים לרכיב וכעת עבור הכניסה $SR = 11$ הרכיב מוגדר ושומר את המצב הקודם (כלומר: $Q(t+1) = Q(t)$). השלם את טבלת המצבים הפרימיטיבית וסמן את המצבים היציבים.

P.S. S,R,C	N.S. / Q							
	000	001	011	010	110	111	101	100
s_0	$s_0/0$							
s_1	$s_1/1$							
s_2		$s_2/0$						
s_3		$s_3/1$						
s_4			$s_4/0$					
s_5			$s_5/1$					
s_6				$s_6/0$				
s_7				$s_7/1$				
s_8					$s_8/0$			
s_9					$s_9/1$			
s_{10}						$s_{10}/0$		
s_{11}						$s_{11}/1$		
s_{12}							$s_{12}/0$	
s_{13}							$s_{13}/1$	
s_{14}								$s_{14}/0$
s_{15}								$s_{15}/1$

2) נתונה מערכת המאופיינת ע"י טבלת המעברים הבאה :

P.S.	N.S. / Output (z)			
	$x_1x_2 = 00$	$x_1x_2 = 01$	$x_1x_2 = 11$	$x_1x_2 = 10$
A	A/0	B/-	A/1	C/-
B	A/-	B/0	D/-	C/-
C	C/1	B/-	D/-	D/1
D	D/0	A/-	D/1	C/-

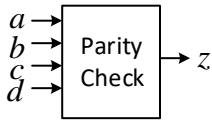
- א. האם המערכת יציבה?
 אם לא, הראה את המעברים האסורים.
- ב. נתונה הקצאת משתנים: $A = 00$, $B = 01$, $C = 11$, $D = 10$.
 האם קיימים מרוצים במערכת? אם כן אלו ובין אלו מעברים?
- ג. הסבר בפירוט כיצד ניתן לשנות את המערכת כך שתהיה חופשית ממרוצים ומצבים לא יציבים (במידה וישנם) ללא תוספת של מצבי מעבר חדשים וללא שינוי של תפקוד המערכת. התייחס להקצאת המשתנים מהסעיף הקודם.

3) נתונה מערכת המאופיינת ע"י טבלת המעברים הבאים :

P.S.	N.S. / Output (z)			
	$x_1x_2 = 00$	$x_1x_2 = 01$	$x_1x_2 = 11$	$x_1x_2 = 10$
a	b/-	a/0	a/0	e/-
b	b/0	d/1	b/1	e/-
c	-/-	d/1	c/1	e/-
d	b/-	d/0	a/-	-/-
e	a/-	e/1	b/?	e/0

- א. האם המערכת יציבה? אם לא, הראה את המעברים האסורים.
- ב. נתונה הקצאת משתנים: $a = 111$, $b = 110$, $c = 101$, $d = 100$, $e = 010$.
 האם קיימים מרוצים במערכת? אם כן אלו ובין אלו מעברים?
- ג. הסבר בפירוט האם ניתן לשנות את המערכת כך שתהיה חופשית ממרוצים, מצבים לא יציבים (במידה וישנם) ומסיכונים בתפוקה מבלי להוסיף מצבי ביניים. כמובן שאין לשנות את תפקוד המערכת ויש להתייחס להקצאת המשתנים מהסעיף הקודם.
 השלם ב-? ערך מתאים שיבטיח כי לא יהיו סיכונים סטטיים במוצא.

4) רכיב Parity Check כולל 4 כניסות $abcd$ ומוצא אחד z כמתואר באיור.

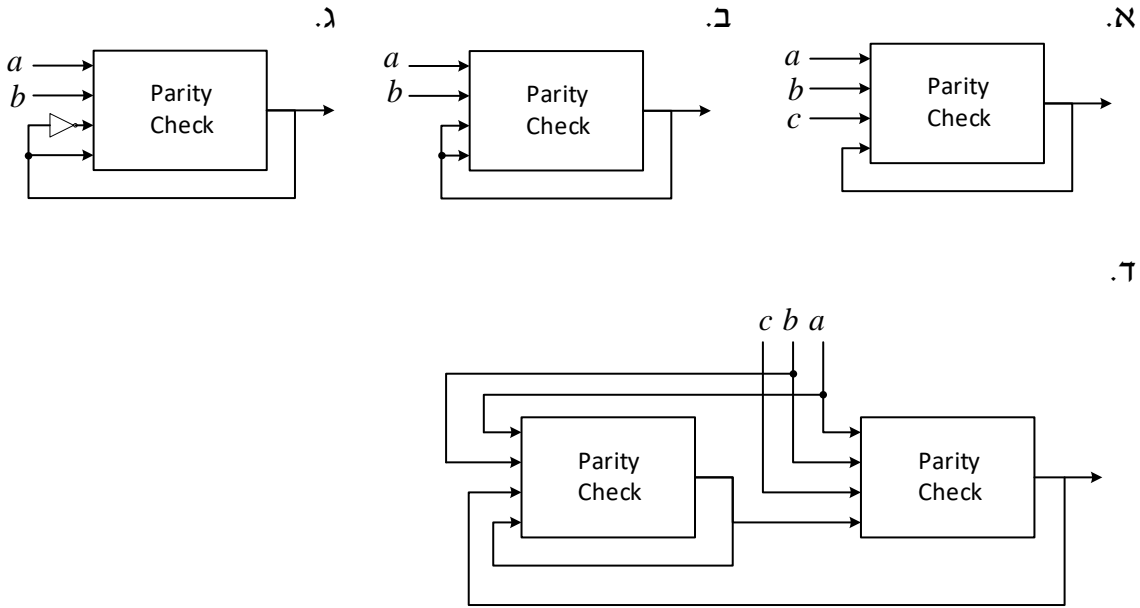


המוצא $z = 1$ אם מספר ה-1ים שבכניסות הוא זוגי

ו- $z = 0$ אם מספר ה-1ים שבכניסות הוא אי-זוגי.

(שים לב: המספר 0 גם נחשב זוגי!)

קבע לגבי כל אחת מהמערכות הבאות האם היא יציבה. נמק את תשובתך.



5) נתונה טבלת זרימה פרימיטיבית של מערכת בת שתי כניסות x_1x_2 ומוצא יחיד z .

P.S.	N.S. / Output			
	$x_1x_2 = 00$	$x_1x_2 = 01$	$x_1x_2 = 11$	$x_1x_2 = 10$
a	$b/-$	$a/1$	$-/-$	$-/-$
b	$b/1$	$f/-$	$-/-$	$-/-$
c	$g/-$	$c/0$	$d/-$	$-/-$
d	$c/-$	$-/-$	$-/-$	$d/1$
e	$-/-$	$e/1$	$b/-$	$-/-$
f	$g/-$	$f/0$	$d/-$	$-/-$
g	$-/-$	$a/-$	$g/1$	$-/-$

- א. כתוב את כל הזוגות הקומפיטביליים.
- ב. כתוב את כל קבוצת המצבים הקומפיטביליים המקסימליות.
- ג. עבור המערכת הנ"ל קיימים שני כיסויים סגורים מינימליים. כתוב את שניהם.
- ד. כתוב טבלה מצומצמת עבור כל אחד מהכיסויים שכתבת בסעיף הקודם. הגדר מצבים חדשים באמצעות אותיות גדולות A, B, C, \dots .
- ה. בחר את אחת הטבלאות שעשית ובצע הקצאה של קודים בינאריים למצבים של המערכת תוך כדי הימנעות ממרוצים (קריטיים ולא קריטיים).
- ו. בהתאם לטבלה שבחרת, מצא הקצאת ערכים ליציאת המערכת עבור המצבים שלא יציבים תוך כדי הימנעות מסיכונים. ממש את יציאת המערכת בעזרת שער לוגי אחד בלבד (מכל סוג שתבחר) עם מספר כניסות כרצונך. ניתן להשתמש במשתנה בצורתו הרגילה או המשלימה ללא צורך בשער נוסף.

תשובות סופיות:

- (1) ראה מילוי טבלה בסרטון הוידאו.
- (2) א. המערכת לא יציבה. מעברים אסורים:
- $$x_1 x_2 : 11 \rightarrow 10$$
- $$x_1 x_2 : 00 \rightarrow 10$$
- $A \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow C \rightarrow \dots$, $C \rightarrow D \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow \dots$
 $D \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow C \rightarrow \dots$
- ב. קיים מרוץ קריטי. ראה פירוט בסרטון הוידאו.
 ג. ראה את השינויים הנדרשים בסרטון הוידאו.
- (3) א. המערכת יציבה, אין מעברים אסורים.
 ב. קיימים מרוצים, ראה פירוט בסרטון הוידאו.
 ג. קיים מרוץ קריטי אחד שלא ניתן לפסול ללא הוספת מצבים.
 יש לתת במקום ? את הערך 1.
 ראה פירוט ונימוקים בסרטון הוידאו.
- (4) א. לא יציבה ב. יציבה ג. יציבה ד. לא יציבה.
- (5) א. $(a, e), (a, g), (c, f), (d, e), (d, g)$
 ב. $(a, e), (a, g), (c, f), (d, e), (d, g), (b)$
 ג. 1. $A = \{a, e\}$, $B = \{b\}$, $C = \{c, f\}$, $D = \{d, g\}$
 2. $A = \{a, g\}$, $B = \{b\}$, $C = \{c, f\}$, $D = \{d, e\}$
 ד. ראה טבלה לפי המצבים שהוגדרו בסרטון הוידאו.
 ה. נבחר בטבלה שהמעברים בה מסתכמים ללא מרוצים.
 ו. ראה מימוש בסרטון הוידאו.

אוגרים ומונים:

שאלות:

- (1) מנייה מסוימת נסחרת בבורסה וערכה נע בטווח של \$ [330: 660] מדי שעה. לשם הפשטות נניח כי ערך המנייה יכול להיות רק מספר שלם (בדולרים). יש לממש מערכת אשר מקבלת את ערך המנייה מדי שעה ומתריעה על שינויים בערכה במידה וקצב הירידה או העלייה גדול מ-\$3 לשעה, במשך 5 שעות רצופות. למערכת יהיו שני מוצאים, HIGH ו-LOW.
- HIGH = 1 במידה וישנה עלייה בערך המנייה במשך 5 שעות ברציפות.
 LOW = 1 במידה וישנה ירידה בערך המנייה במשך 5 שעות ברציפות.
 לצורך פתרון השאלה ניתן להשתמש ברכיבים הבאים:
- שני רכיבי 'משווה', המוציאים 1 עבור $a > b$ ו-0 אחרת (עובדים בשיטת המשלים ל-2).
 - 6 רכיבי זיכרון מסוג D-FF.
 - מחבר/מחסר אחד בלבד (עובד בשיטת המשלים ל-2).
 - אוגר (ביכולתכם לקבוע את סוג האוגר).
 - 2 שערי AND.
- שימו לב, הינכם יכולים להגדיר את אורכי הרכיבים (משווים, מחבר/מחסר, אוגר) כרצונכם לפי אורך הביטים הדרוש. נמקו את הבחירה.

תשובות סופיות:

- (1) ראה פתרון והסבר מקיף על דרך החשיבה בסרטון הווידאו.