

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 :
6	תשובות סופיות :
7	לוגיקה צירופית :
7	שאלות :
9	תשובות סופיות :
10	מערכות סינכרוניות :
10	שאלות :
14	תשובות סופיות :
15	תזמונים במערכת סינכרוניות :
15	שאלות :
16	תשובות סופיות :
17	מערכות אסינכרוניות :
17	שאלות :
21	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. $(\bar{a} + \bar{c} + \bar{d})(b+c)(a+\bar{b}+d)$

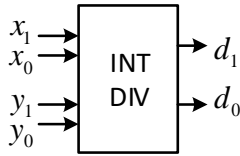
ב. $(a+c)(b+\bar{c})(\bar{a}+\bar{b}+\bar{d})$

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 :

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

תשובות סופיות:

(1) א. ראה הוכחה בסרטון הוידאו.

ב. 11101

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

ד. כן : 00011 , 00010 , 00001 , 00000

ג. (2)

ב. (3)

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 $1 \rightarrow 2$ Decoder, 8 שערי OR ו-16 שערי AND. תכנן את המבנה הפנימי של המערכת.

(2) יש לתכנן מערכת שמקבלת מספר בינארי (חיובי ללא סימן) בן 3 סיביות $A = a_2a_1a_0$ (a_2 הוא MSB) ומוציאה כפלט מספר בינארי B המייצג את תוצאת הכפל $B = 5 \cdot A$.

א. כמה סיביות יש למספר $B = b_{n-1}b_{n-2} \dots b_1b_0$ (מהו n)?

ב. ממש מעגל מתאים באמצעות 4-bit Binary Adder והקבועים 0 ו-1. אין להשתמש בשערים מכל סוג שהוא.

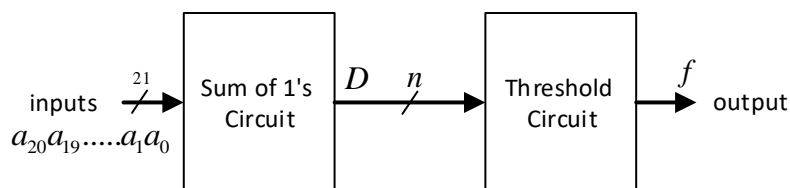
תזכורת: יחידת 4-bit Binary Adder מקבלת 8 כניסות: $X = x_3x_2x_1x_0$, $Y = y_3y_2y_1y_0$ ומוציאה 5 יציאות: $C_{out}S_3S_2S_1S_0$.

ג. ממש את המעגל באמצעות 3 יחידות $2 \rightarrow 4$ Decoder ו-3 שערי OR בלבד.

ד. לרשותך מספר בלתי מוגבל של שערי NOR.

כמה שערי NOR נדרש על מנת לממש את המעגל? אסור להשתמש באף שער אחר. הצג מימוש מתאים.

(3) 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 1 ו-0.
- 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?

4) ניתן להציג הכפלה של מספר A פי גודל קבוע M ע"י סכימה של הזזות המספר עצמו, כגון:

$$A = A$$

$$3A = 2A + A$$

$$9A = 8A + A$$

$$13A = 8A + 4A + A$$

בשאלה זו נשתמש בתכונת ההזזה בכדי לבצע פעולות כפל שונות.

א. הנח כי A הוא מספר חיובי בן 3 סיביות $A = a_2a_1a_0$ (a_2 הוא MSB).

סרטט דיאגרמה מתאימה עבור הכפלתו פי 7.

היעזר ביחידות של 4-bit Binary Adder והקבועים 0 ו-1 בלבד.

ב. כעת נניח כי מכפילים את המספר $A = a_2a_1a_0$ מהסעיף הקודם, פי M .

נכתוב את M בייצוג בינארי: $M = (m_{l-1}m_{l-2} \dots m_0)_2$.

i. כמה סכימות יש לבצע על מנת לקבל את המספר $M \cdot A$?

ii. מהי ההזזה המירבית שיש לבצע למספר A ?

iii. כמה יחידות של 4-bit Binary Adder צריך על מנת לבצע את ההכפלה $M \cdot A$?

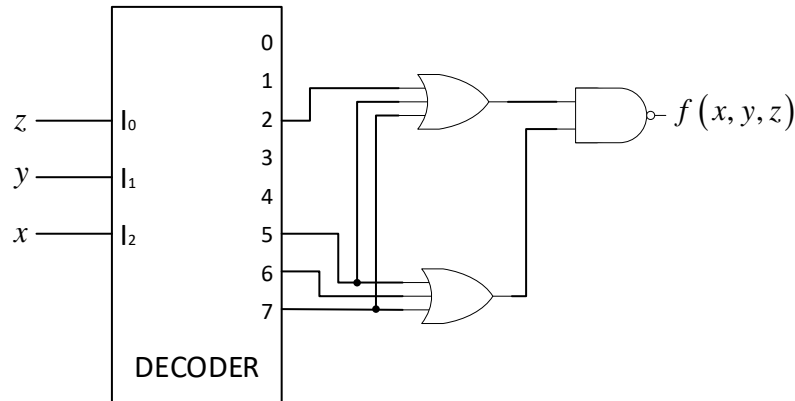
ג. **סעיף בונוס:**

נניח כעת כי המספר A הוא חיובי בן n סיביות ויש להכפיל אותו פי M

כאשר נציג אותו באופן הבא: $M = (m_{l-1}m_{l-2} \dots m_0)_2$.

כמה יחידות של 4-bit Binary Adder צריך על מנת לבצע את ההכפלה $M \cdot A$?
הבע באמצעות נתוני השאלה.

5) 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.

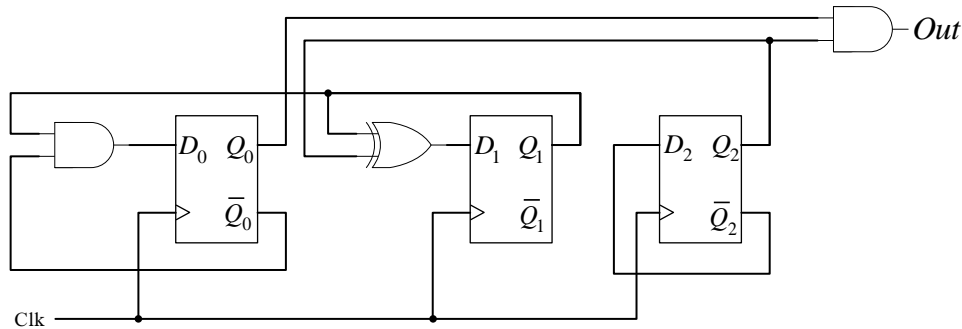
תשובות סופיות:

- ראה תכנון מלא ודיאגרמה בסרטון הוידאו.
- א. 6 סיביות.
ב. ראה מימוש מלא בסרטון הוידאו.
ג. ראה מימוש מלא בסרטון הוידאו.
ד. יש להשתמש ב-20 שערי NOR. ראה מימוש בסרטון הוידאו.
- א. יש להשתמש ב-23 יחידות FA. ראה מימוש בסרטון הוידאו.
ב. i. $f(d_4, d_3, d_2, d_1, d_0) = d_4 + d_3d_2 + d_3d_1d_0$. ii. 5.
ג. יש להשתמש ב-6 שערי NAND. ראה מימוש בסרטון הוידאו.
- א. ראה דיאגרמה ותובנות בסרטון הוידאו.
ב. i. $\sum_{k=0}^{l-1} m_k - 1$. ii. יש להיזז את A, $l-1$ פעמים (במקסימום).
iii. סה"כ יחידות של 4-bit Binary Adder: $\left\lceil \frac{l+2}{4} \right\rceil \cdot \left(\sum_{k=0}^{l-1} m_k - 1 \right)$.
ג. סה"כ יחידות של 4-bit Binary Adder: $\left\lceil \frac{n+l-1}{4} \right\rceil \cdot \left(\sum_{k=0}^{l-1} m_k - 1 \right)$.
- ה.

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?

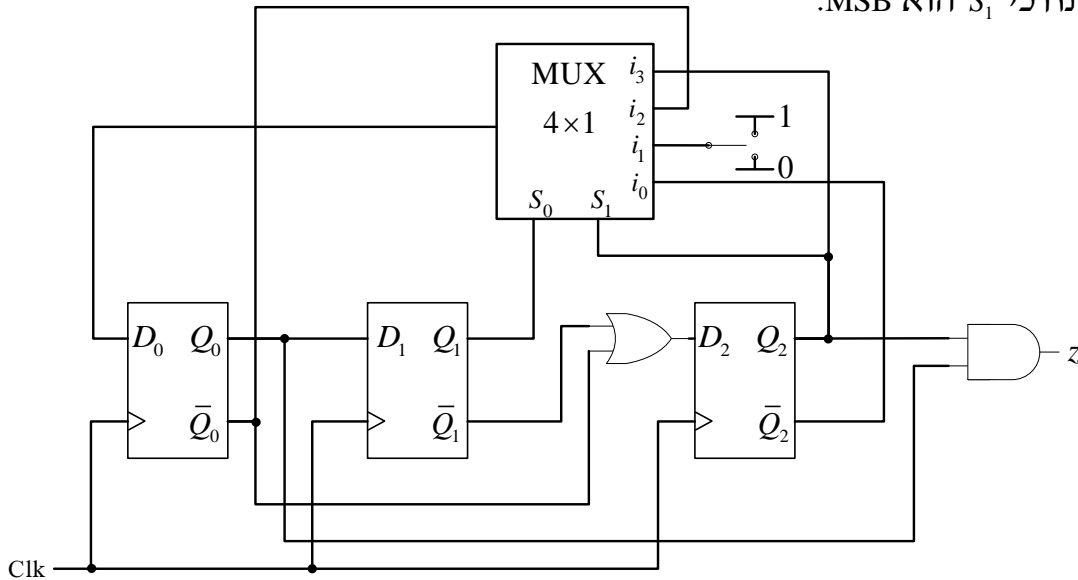
(היחס בין הזמן שהאות נמצא על 1 לוגי ביחס לזמן המחזור הכולל שלו)

- 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 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? ובכמה מתוכם היא משתמשת? האם המצבים שאליהם תגיע המערכת תלויים בתנאי ההתחלה (כלומר, ערכם ההתחלתי של Q_2, Q_1, Q_0) או שמא המערכת מוגדרת עבור כל המצבים האפשריים? נמק.
- ג. סרטט דיאגרמת מצבים המתאימה לפעולת המערכת. מה תוכל לומר על המערכת כאשר המפסק הבינארי נמצא על 1 לוגי?

מעבירים את המפסק לערך של 0 לוגי. ענה על השאלות הבאות:

- ד. כיצד ישתנו המשוואות שכתבת בסעיף א? כתוב רק את המשוואות ששוננו ונמק.
- ה. סרטט דיאגרמת מצבים חדשה של המערכת. האם יש שינוי בפעולתה? נמק.
- ו. כמה מצבים מוגדרים לפעילות תקינה של המערכת? האם המערכת מוגדרת עבור כל המצבים האפשריים?
- ז. בהנחה שהמערכת מוזנת מפולס שעון מחזורי בתדר של 48kHz, מה יהיה מחזור אות המוצא ומה יהיה ה-Duty Cycle שלו? הראה חישוב מתאים.

3) למערכת כניסת BUS שמורכבת ממילה באורך 32 ביטים : $A = a_{31}a_{30}a_{29}.....a_1a_0$.

המערכת מכילה מוצא אחד z שיהיה שווה לאחד רק אם הסכום $\sum_{k=0}^{30} a_k \cdot \bar{a}_{k+1}$

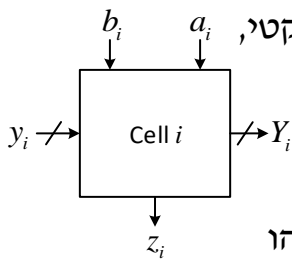
הוא מספר המתחלק ב-3 ללא שארית (כולל 0). למשל :

- עבור המילה : 10111011010111010100000101011011 מתקבל : $\sum_{k=0}^{30} a_k \cdot \bar{a}_{k+1} = 10$

ולכן $z = 0$

- עבור המילה : 11111011010101010100000101000001 מתקבל : $\sum_{k=0}^{30} a_k \cdot \bar{a}_{k+1} = 9$

ולכן $z = 1$.



מכיוון שמימוש צירופי המכיל 2^{32} כניסות אפשריות הוא לא פרקטי, נבצע מימוש איטרטיבי (סדרתי) של מערכת עם 31 תאים. כל תא הינו מערכת צירופית עם כניסות ויציאות משל עצמו ויראה באופן הבא : הנח כי לא כל התאים הם בעלי אותו המימוש וכי ניתן להתעלם ממימוש של כניסה/יציאה מסוימת מתא כלשהו במידה ואין לה השפעה על המערכת ועל המוצא הסופי.

- סרטט דיאגרמת מצבים המתאימה למכונת מצבים עם מינימום מצבים.
- כתוב טבלת מעברים וטבלת מוצא מלאות והנח כי המצב ההתחלתי יקבל את הקוד 0...000 (מספר האפסים תלוי במספר משתני המצב).
- כתוב משוואות מצב מתאימות.
- ממש את התא הראשון באמצעות 3 שערי NAND בלבד.
- ממש את התא השני באמצעות 6 שערי NAND בלבד.
- ממש את התא האחרון באמצעות 7 שערי NAND בלבד.

4) 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

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

5) 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?

6) 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).

תשובות סופיות:

(1) 1. כן. 2. ג. 3. ד. 4. ג.

(2) א. המשוואות:

$$D_0 = Q_0(t+1) = \bar{Q}_2 + Q_2Q_1 + Q_2\bar{Q}_0 \quad D_2 = Q_2(t+1) = \overline{Q_0Q_1}$$

$$D_1 = Q_1(t+1) = Q_0 \quad z = Q_0Q_1$$

ב. יש 8 מצבים. המערכת לא תלויה בתנאי ההתחלה ותמיד תגיע למצב $Q_2Q_1Q_0 = 011$.

ג. ראה דיאגרמה בסרטון הוידאו. המערכת תמיד תגיע למצב 011.

ד. רק המשוואה הבאה תשתנה: $D_0 = Q_0(t+1) = \bar{Q}_1\bar{Q}_2 + \bar{Q}_0\bar{Q}_1Q_2 + Q_1Q_2$

ה. ראה דיאגרמה בסרטון הוידאו. השינוי הוא במעברי המצבים 2 ו-3.

ו. 3 מצבים מוגדרים לפעילות תקינה: 0-5-2.

ז. מחזור אות המוצא הוא $f_z = 16\text{kHz} \rightarrow T_z = 62.5 \mu\text{sec}$.

(3) א. ישנם 3 מצבים בלבד. ראה דיאגרמה בסרטון הוידאו.

ב. ראה טבלאות בסרטון הוידאו.

סימון מצבים ומשתני מצב: $S_0 = 00, S_1 = 01, S_2 = 11$.

ג. להלן המשוואות:

$$Y_1 = y_1\bar{a}_k + y_1a_{k+1} + \bar{y}_1y_0\bar{a}_{k+1}a_k \quad ; \quad Y_0 = y_0a_{k+1} + y_0\bar{a}_k + \bar{y}_1y_0 + \bar{y}_1\bar{a}_{k+1}a_k$$

$$z = \bar{y}_0a_{k+1} + y_1\bar{a}_{k+1}a_k + \bar{y}_0\bar{a}_k\bar{a}_{k+1}$$

ד. ראה מימוש בסרטון הוידאו.

ה. ראה מימוש בסרטון הוידאו.

ו. ראה מימוש בסרטון הוידאו.

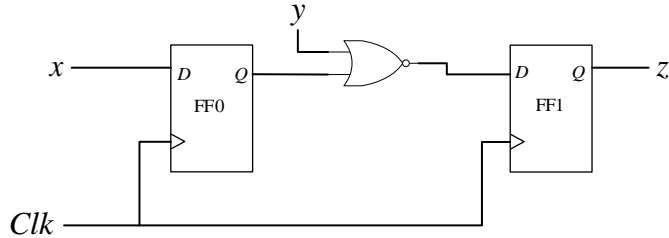
(4) ה.

(5) 6 מצבים.

(6) 3 מצבים.

תזמונים במערכת סינכרוניות:

שאלות:



(1) נתון המעגל הבא:

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

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

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

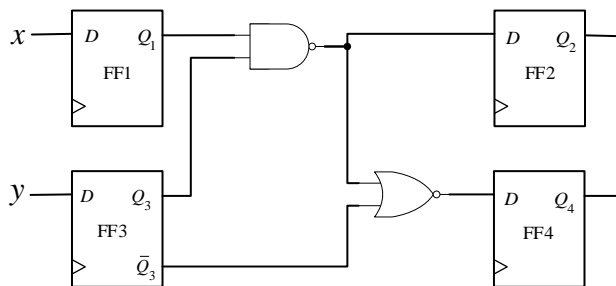
$$t_{CD}(C \rightarrow Q) = 2 \text{ ns}$$

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

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

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):

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

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

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

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

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

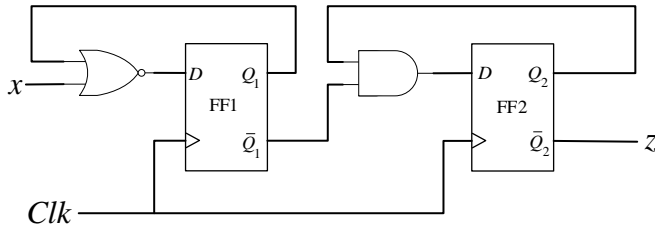
$$t_{PD}(NOR) = 4 \text{ ns}$$

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

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) :

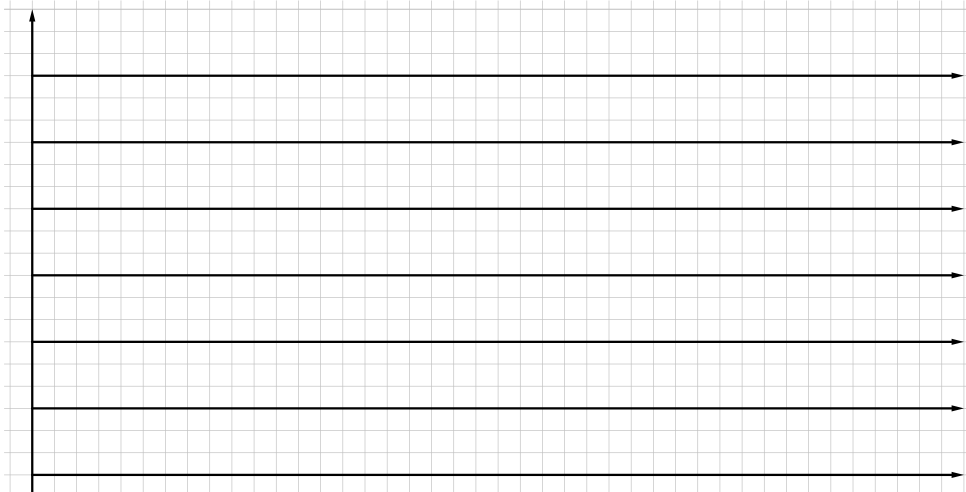
$t_{PD}(NOR) = 4 \text{ ns}$	$t_{setup} = 3 \text{ ns}$
$t_{CD}(NOR) = 1 \text{ ns}$	$t_{hold} = 2 \text{ ns}$
$t_{PD}(AND) = 5 \text{ ns}$	$t_{PD}(C \rightarrow Q) = 12 \text{ ns}$
$t_{CD}(AND) = 2 \text{ ns}$	$t_{CD}(C \rightarrow Q) = 3 \text{ ns}$

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/-

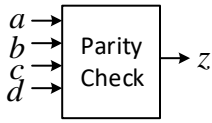
- א. האם המערכת יציבה?
 אם לא, הראה את המעברים האסורים.
- ב. נתונה הקצאת משתנים: $A = 00$, $B = 01$, $C = 11$, $D = 10$.
 האם קיימים מרוצים במערכת? אם כן אלו ובין אלו מעברים?
- ג. הסבר בפירוט כיצד ניתן לשנות את המערכת כך שתהיה חופשית ממרוצים ומצבים לא יציבים (במידה וישנם) ללא תוספת של מצבי מעבר חדשים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

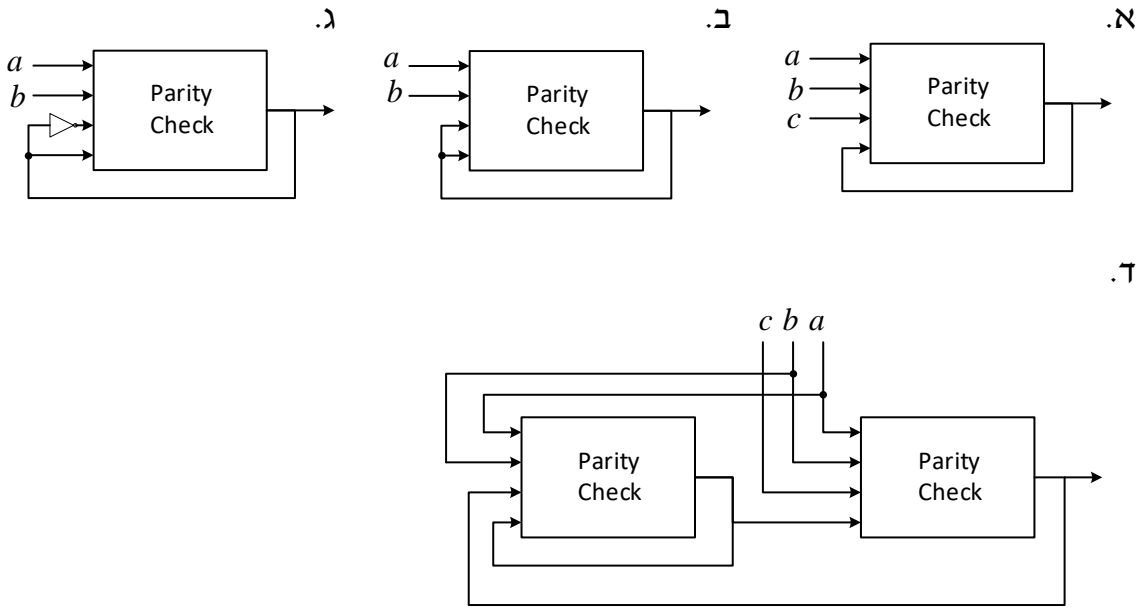


המוצא $z = 1$ אם מספר ה-1ים שבכניסות הוא זוגי

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:
- $$x_1x_2: 11 \rightarrow 10$$
- $$x_1x_2: 00 \rightarrow 10$$
- $A \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow C \rightarrow \dots$, $C \rightarrow D \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow \dots$
 $D \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow C \rightarrow \dots$
- 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.