GuyAI
מבית GOOL בגרויות

סוג הבחינה: בחינת גמר ממלכתית
מועד הבחינה: קיץ 2025 מועד א'
סמל השאלון: 97110
שם התלמיד/ה: _____

אלקטרוניקה ספרתית ומערכות ספרתיות

הנדסת אלקטרוניקה · הנדסאים וטכנאים

הוראות

א. משך הבחינה: ארבע שעות.

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה 9 שאלות. יש לענות על 5 שאלות מתוכן. השיבו עליהן וכתבו תשובות במחברת הבחינה. כל השאלות שוות בערכן, ערך כל שאלה: 20 נקודות. סה"כ: 100 נקודות. ענו על חמש מתוך השאלות 1-9, ערך כל שאלה 20 נקודות.

ג. חומר עזר מותר בשימוש: 1. מחשבון (אין להשתמש במחשב כף יד או במחשבון עם תקשורת חיצונית). 2. נוסחאון המצורף לבחינה.

ד. הוראות מיוחדות: 1. יש לקרוא בעיון את ההנחיות בדף השער ואת כל שאלות הבחינה, ולוודא שהן מובנות. 2. יש להשאיר את העמוד הראשון במחברת הבחינה ריק. בסיום המבחן יש לרשום בעמוד זה את מספרי התשובות לבדיקה. התשובות תיבדקנה לפי סדר כתיבתן בעמוד זה. לא תיבדקנה תשובות עודפות. 3. יש לכתוב את התשובות במחברת הבחינה בעט בלבד, בכתב יד ברור. 4. יש להתחיל כל תשובה בעמוד חדש ולציין את מספר השאלה ואת הסעיף. אין צורך להעתיק את השאלה עצמה. 5. טיוטה יש לכתוב במחברת הבחינה בלבד. יש לכתוב את המילה "טיוטה" בראש העמוד ולהעביר עליו קו כדי שלא ייבדק. 6. יש להציג פתרון מלא ומנומק, כולל חישובים לפי הצורך. תשובה מלאה היא תשובה מנומקת בחישוב או במילים או באיור ובה דיון קצר. 7. בסעיף שאלה שבו נדרש חישוב, תשובה מלאה היא תשובה שבה מוצג הביטוי המתמטי שלפיו יעשה החישוב, הערכים המוצבים בביטוי, ותוצאת החישוב מוצגת באמצעות מספר ויחידות. - כל מספר, המוצב בביטוי מתמטי, חייב להיות תוצאה של חישוב קודם או נתון המופיע בגוף השאלה. - אין השימוש במחשבון פוטר מהצורך להציג את מצב הערכים בביטוי המתמטי. 8. אם לדעתכם חסר נתון בשאלה, יש לציין זאת ולהוסיף נתון מתאים שיאפשר להמשיך בפתרון השאלה, נמקו את בחירתכם.

השאלות בשאלון זה מנוסחות בלשון רבים, אף על פי כן על כל תלמידה וכל תלמיד להשיב עליהן באופן אישי.

בהצלחה!

השאלות

1. **א.** העתיקו את טבלת המספרים חסרי הסימן (Unsigned) הבאה למחברת הבחינה והשלימו אותה:

Decimal	Hex	Bin	Oct
57			
			66
10.625			

(18 נקודות)

ב. חשבו את הערך של המספר העשרוני המכוון (Signed) הבא בשיטת המשלים לשניים (שיטת 2C) ברוחב של שש סיביות:

$$(-17)_{10} = (?)_{2C}$$

(2 נקודות)

2. נתונה הפונקציה הבאה:

$$f(A,B,C,D) = \sum(0,2,5,8,10,15) + \sum_{\Phi}(7,13)$$

הביטוי $\sum_{\Phi}(_)$ מציג את מיקום צירופי הברירה (Don't Care).

א. כתבו את הפונקציה בצורה המינימלית של סכום מכפלות (SOP).

על פי צורת הרישום שקיבלתם, ציירו מימוש באמצעות שערי NAND בלבד.

(10 נקודות)

ב. כתבו מחדש את הפונקציה, בהתבסס על צורת הרישום המינימלית של סכום מכפלות (SOP) עבור הפונקציה ההפוכה.

על פי צורת הרישום שנוצרה, ציירו גם הפעם מימוש באמצעות שערי NAND בלבד.

(10 נקודות)

3. נתונה מערכת בעלת 3 כניסות A, B, C (כאשר A היא סיבית ה- MSB). אם הצירוף המספרי של הכניסות הוא מספר ראשוני (כלומר, מתחלק רק בעצמו וב- 1) יציאת המערכת Y תהיה ב- '1'.

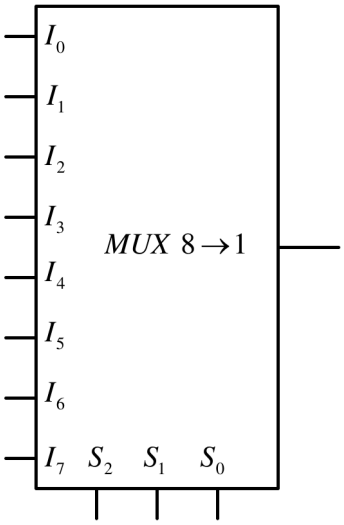
הניחו כי 0 נחשב כמספר ראשוני.

להלן דוגמאות נוספות למספרים ראשוניים: 1, 2, 3, 5.

א. רשמו את טבלת האמת של המערכת.

(10 נקודות)

ממשו את המערכת בעזרת בורר $8 \rightarrow 1$.

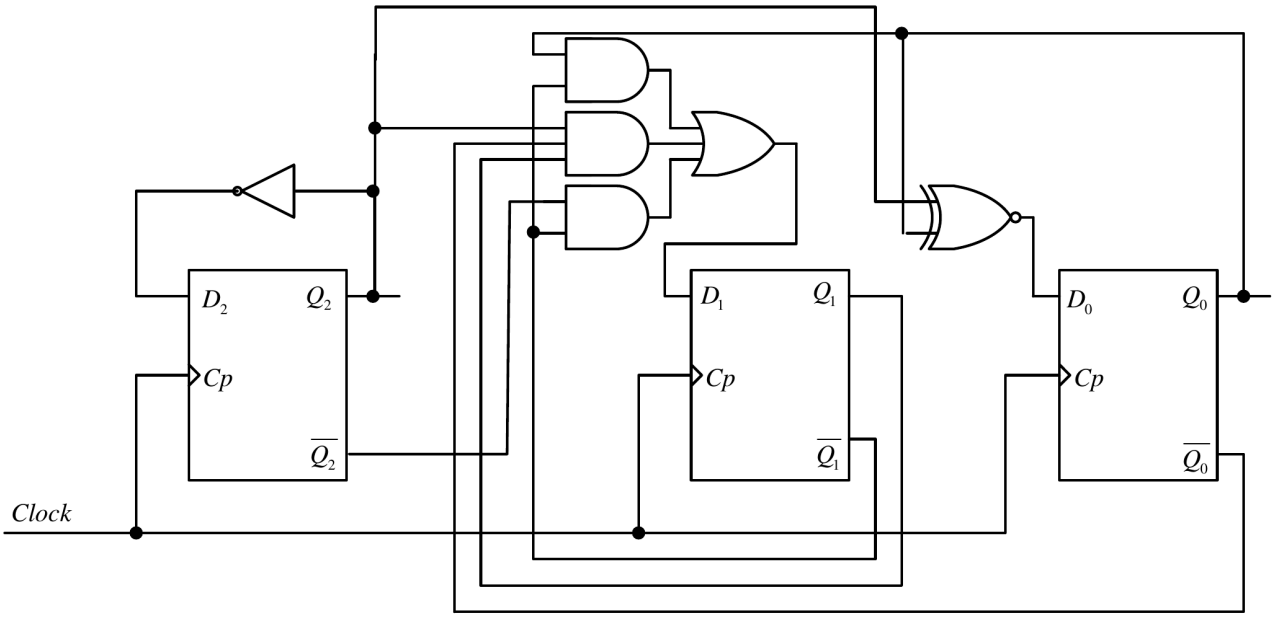


ב. חברו את האות A לכניסת ה- MSB של הרכיב שנקראת S_2 .

חברו את האות C לכניסת ה- LSB של הרכיב שנקראת S_0 .

(10 נקודות)

4. נתונה המערכת הבאה:



א. רשמו את דיאגרמת המצבים (בועות) של המכונה, הכוללת את כל מצבי המכונה (כולל מצבים צדדיים לחוג הראשי או מצבים בלתי מתוכננים). הניחו כי הסיבית Q_2 היא MSB ו- Q_0 היא LSB.

הערה: השער בכניסה ל- D_0 הוא NXOR.

(14 נקודות)

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

ב. בהנחה שנתוני התזמון הם:

[1] זמן השהיית מעבר (tco) מקסימלי של פליפ-פלופ הוא 12 ns.

[2] זמן השהיית מעבר (tco) מינימלי של פליפ-פלופ הוא 5 ns.

[3] זמן הכנה (ts) של פליפ-פלופ הוא 8 ns.

[4] זמן השהיית מעבר (tpd) מקסימלי של שערי AND ו- OR בעלי שתי כניסות הוא 14 ns.

[5] זמן השהיית מעבר (tpd) מקסימלי של שערי NXOR בעלי שתי כניסות הוא 18 ns.

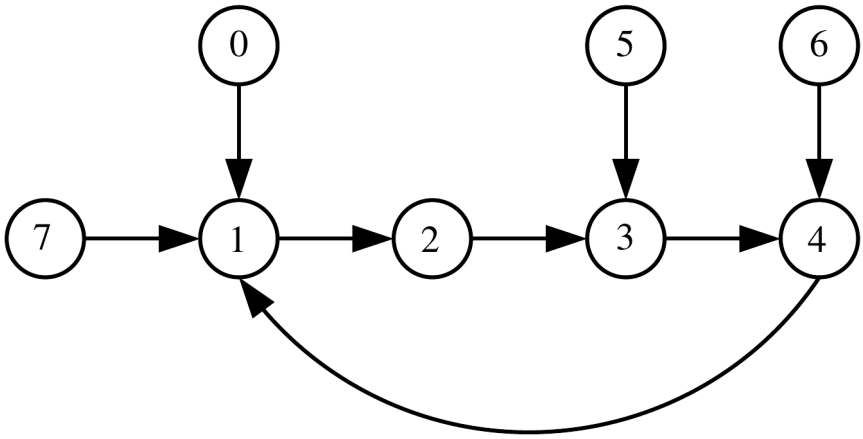
[6] זמן השהיית מעבר (tpd) מקסימלי של שערי NOT הוא 10 ns.

[7] זמן השהיית מעבר (tpd) מקסימלי של שערי AND ו- OR בעלי 3 כניסות הוא 20 ns.

בדקו מהו המסלול הקריטי (הגרוע ביותר) לתדר השעון וחשבו את תדר השעון המקסימלי הגרוע (הנמוך) ביותר.

(6 נקודות)

5. נתונה דיאגרמת המצבים (הבועות) של המכונה הבאה, המשמשת כמונה:



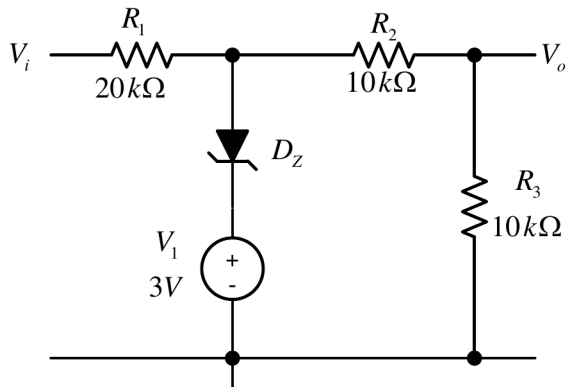
א. כתבו את טבלת המעברים וטבלת העירור של המכונה עבור פליפ-פלופים מסוג T.

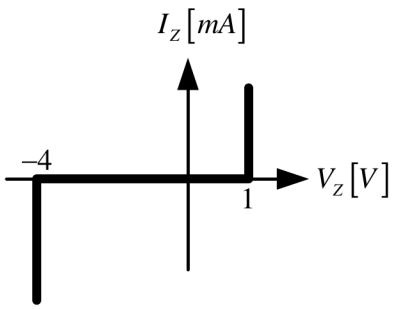
(10 נקודות)

ב. כתבו את משוואות העירור של המכונה בצורה מצומצמת (SOP מינימלי).

(10 נקודות)

6. נתון המעגל הבא ואופיין של דיודת זנר:



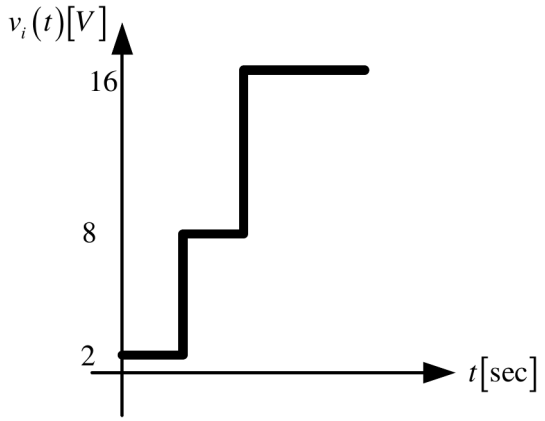


נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

א. חשבו ושרטטו את אופיין המעבר של המעגל $V_o = f(V_i)$. ציין ערכים אופייניים.

(14 נקודות)

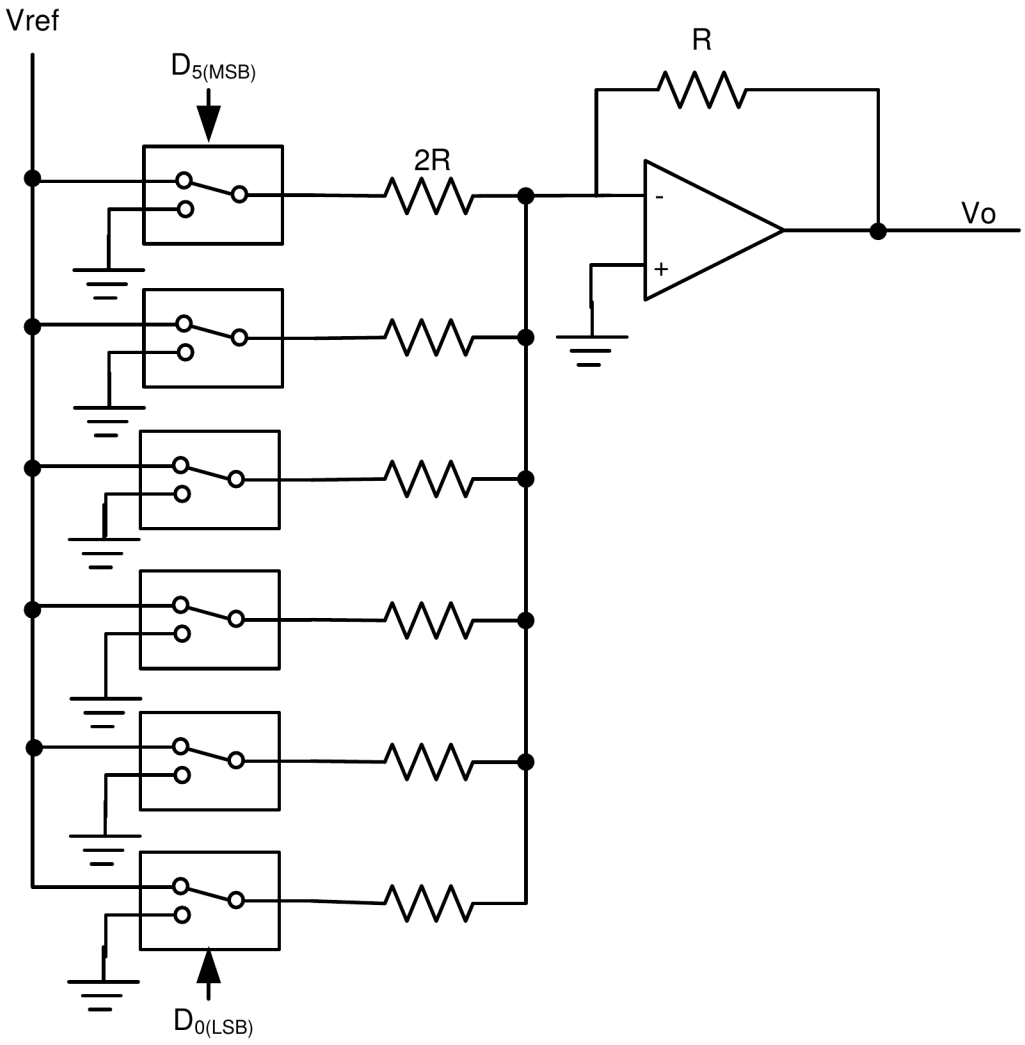
במבוא למעגל מחברים מתח כמתואר באיור הבא:



ב. העתיקו את האיור למחברתכם ושרטטו מתחתיו את מתח המוצא $v_o(t)$.

(6 נקודות)

7. נתון המעגל הבא:



נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

א. רשמו את ערכי הנגדים הנוספים הדרושים להבטחת פעולה תקינה של המעגל.
מה תפקיד המעגל?
(5 נקודות)

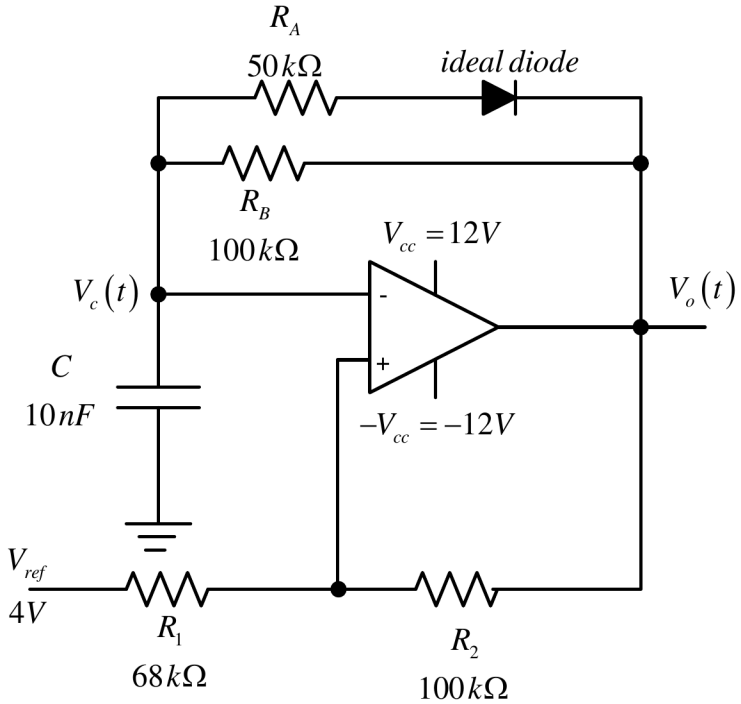
ב. רשמו את המשוואה המקשרת בין מתח המוצא V_o מתח הייחוס V_{ref} והאותות הספרתיים $(D_5 \div D_0)$.
(5 נקודות)

ג. אם ידוע כי עבור צירוף $D_5D_4D_3D_2D_1D_0 = 011000$ נמדד מתח מוצא $V_o = 7.5\,\mathrm{V}$
חשבו את ערכו של מתח הייחוס V_{ref}.
(4 נקודות)

ד. עבור כניסה $D_5D_4D_3D_2D_1D_0 = 100101$ חשבו את מתח המוצא V_o.
(3 נקודות)

ה. ברצוננו לשנות את רמת האבחנה פי 4.
איזה שינוי יש לבצע?
(3 נקודות)

8. נתון המעגל הבא:



נתון: $V_c(0) = 0\,\mathrm{V}$. הניחו כי ברגע $t = 0^+$ מתח המוצא שווה ל- $V_o(0^+) = V_{cc} = 12\,\mathrm{V}$

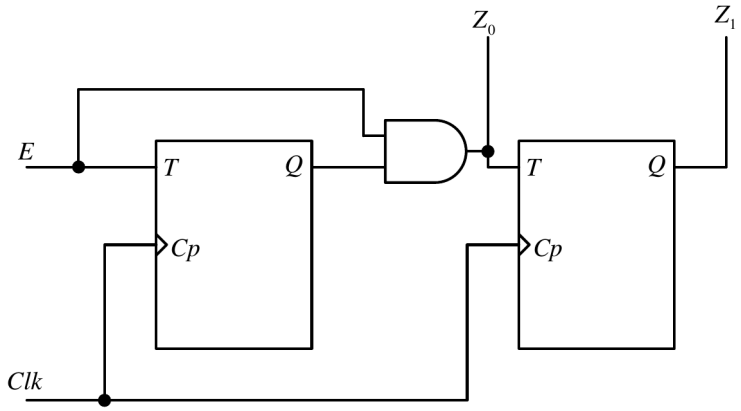
א. חשבו ושרטטו את המתחים $V_o(t), V_c(t)$, תוך ציון זמנים וערכים אופייניים.
(14 נקודות)

ב. חשבו את תדר התנודות וגורם המחזור של המעגל.
(6 נקודות)

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

9. יש לענות על כל הסעיפים 9.1-9.4.

להלן סכמת מכונת מצבים סינכרונית (היציאות הן Z0 ו- Z1):



9.1. מה סוג המכונה:

א. מכונת Mealy.

ב. מכונת Moore ישירה.

ג. מכונה אוטונומית.

ד. מכונת Moore לא ישירה.

9.2. מערכת שלמה היא מערכת רכיבים שבאמצעותם, ובשילוב המצבים הלוגיים הקבועים 0 לוגי ו-1 לוגי, ניתן לממש את כל הפעולות האפשריות של אלגברה בוליאנית.

איזו מבין מערכות השערים הבאות **אינה** מהווה מערכת שלמה?

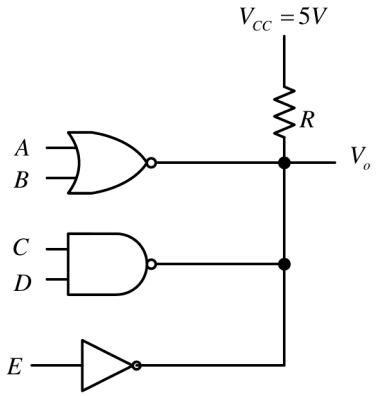
א. שער AND ביחד עם שער OR.

ב. שער AND ביחד עם שער NOT.

ג. שער OR ביחד עם שער NOT.

ד. שער AND ביחד עם שער OR וביחד עם שער NOT.

נתון המעגל הבא, הבנוי משערים בעלי יציאות מסוג Open Collector או Open-Drain:



9.3. מהי הפונקציה הבוליאנית שממומשת על ידי המעגל?

א. $\overline{A \cdot B} \cdot \overline{C + D} \cdot E$

ב. $\overline{A \cdot B} \cdot \overline{C + D} \cdot \overline{E}$

ג. $\overline{A + B} \cdot \overline{C \cdot D} \cdot E$

ד. $\overline{A + B} \cdot \overline{C \cdot D} \cdot \overline{E}$

9.4. מתי גדלה החסינות לרעש ברכיבי CMOS?

א. מתח אספקה קטן.

ב. מתח אספקה גדול.

ג. כאשר מעלים את תדר השעון.

ד. כאשר מספר שערים שמחברים במוצא גדל.

כל מבחני מה"ט עם פתרונות מלאים: www.guyai.co.il/mahat