GuyAI
מבית GOOL בגרויות

סוג הבחינה: בחינת גמר ממלכתית
מועד הבחינה: קיץ 2026 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.

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
		10111100	
77			
			145

(18 נקודות)

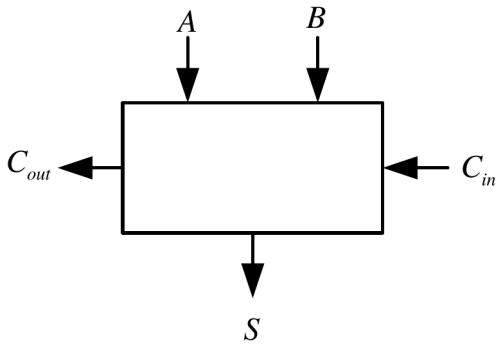
ב. חשבו איזה מבין המספרים המכוונים (Signed) הבאים ברוחב חמש סיביות הוא הגדול ביותר:
$(00000)_{BO}$ או $(00000)_{1C}$ או $(011111)_{BO}$
(2 נקודות)

2. נתונה פונקציה עם חמישה משתנים:
$$f(A,B,C,D,E) = \sum(3,4,5,7,11,12,13,15,20,21,22,23,28,29,30,31)$$
אין בתיאור הפונקציה צירופי ברירה כל שהם.

א. כתבו את הפונקציה בצורת רישום מינימלית של סכום מכפלות (SOP).
אין צורך לבדוק צורת רישום (SOP) שמבוססת על הפונקציה ההפוכה.
על סמך צורת הרישום שקיבלתם, ציירו מימוש מינימלי באמצעות שערי AND, OR ו-NOT, עם מספר כניסות מינימלי כרצונכם.
(10 נקודות)

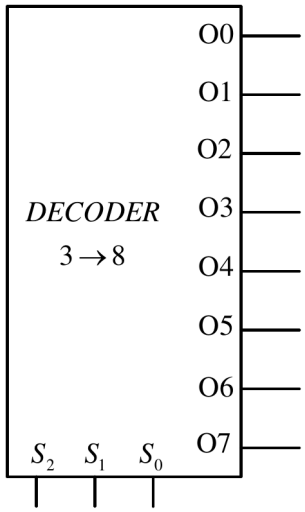
ב. כתבו שוב את אותה הפונקציה, בהסתמך הפעם על צורת רישום מינימלית של מכפלת סכומים (POS). גם כאן אין צורך לבדוק צורת רישום (POS) שמבוססת על הפונקציה ההפוכה.
על סמך צורת הרישום שקיבלתם, ציירו מימוש מינימלי באמצעות שערי AND, OR ו-NOT, עם מספר כניסות מינימלי כרצונכם.
(10 נקודות)

3. תכננו מסכם מלא (Full-Adder) ברוחב סיבית אחת המוצג באיור הבא:



א. רשמו את שתי הפונקציות של המסכם המלא בטבלת אמת.

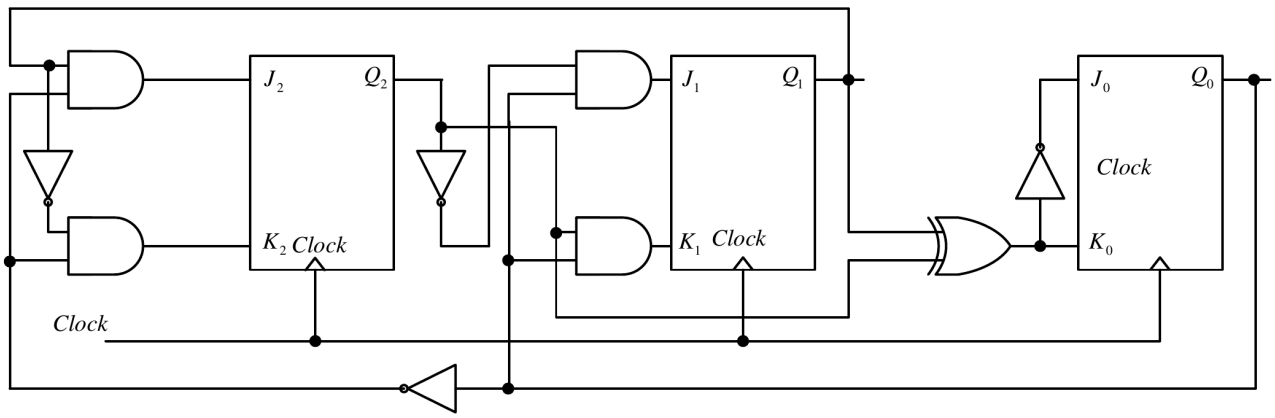
(10 נקודות)



ב. ממשו את המערכת בעזרת מפענח $3 \rightarrow 8$ המוצג באיור ושני שערים לוגיים בלבד.
חברו את C_{in} ל- S_0 (LSB), את B ל- S_1 ואת A ל- S_2 (MSB).

(10 נקודות)

4. נתונה המערכת הבאה:



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

א. רשמו דיאגרמת מצבים (בועות) של המכונה, הכוללת את כל מצבי המכונה (כולל מצבים צדדיים לחוג הראשי או מצבים בלתי מתוכננים).

הניחו כי יציאה Q_2 היא יציאת MSB.

(14 נקודות)

ב. בהנחה שנתוני התזמון הם:

[1] זמן השהיית מעבר (tco) מכסימלי של פליפ-פלופ הוא 10 ns.

[2] זמן השהיית מעבר (tco) מינימלי של פליפ-פלופ הוא 7 ns.

[3] זמן הכנה (ts) של פליפ-פלופ הוא 9 ns.

[4] זמן השהיית מעבר (tpd) מכסימלי של שערים בעל שתי כניסות הוא 12 ns.

[5] זמן השהיית מעבר (tpd) מינימלי של שערים בעל שתי כניסות הוא 8 ns.

[6] זמן השהיית מעבר (tpd) מכסימלי של שערים NOT הוא 10 ns.

[7] זמן השהיית מעבר (tpd) מינימלי של שערים NOT הוא 7 ns.

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

(6 נקודות)

5. תכננו מכונת מצבים מסוג Mealy שיש לה כניסה din ויציאה dout. המכונה היא גלאי סדרה שמגלה את הסדרה 1010. כאשר מתגלה הסדרה הזו, המכונה מפיקה ביציאה שלה 1 לוגי למשך מחזור שעון אחד ובשאר המקרים היציאה מפיקה 0 לוגי. המכונה מגלה סדרה בתוך סדרה (כלומר, זהו גלאי סדרה עם חפיפות).

להלן דוגמה לתגובה של המכונה לסדרת כניסות.

din	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0
dout	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0

א. ציירו דיאגרמת מצבים (דיאגרמת בועות). למצב ההתחלתי קראו idle ולשאר המצבים קראו בשמות כגון: s1, s10, s101 וכו', שמתארים באיזה שלב המכונה נמצאת.

(5 נקודות)

ב. כתבו טבלת מצבים.

(5 נקודות)

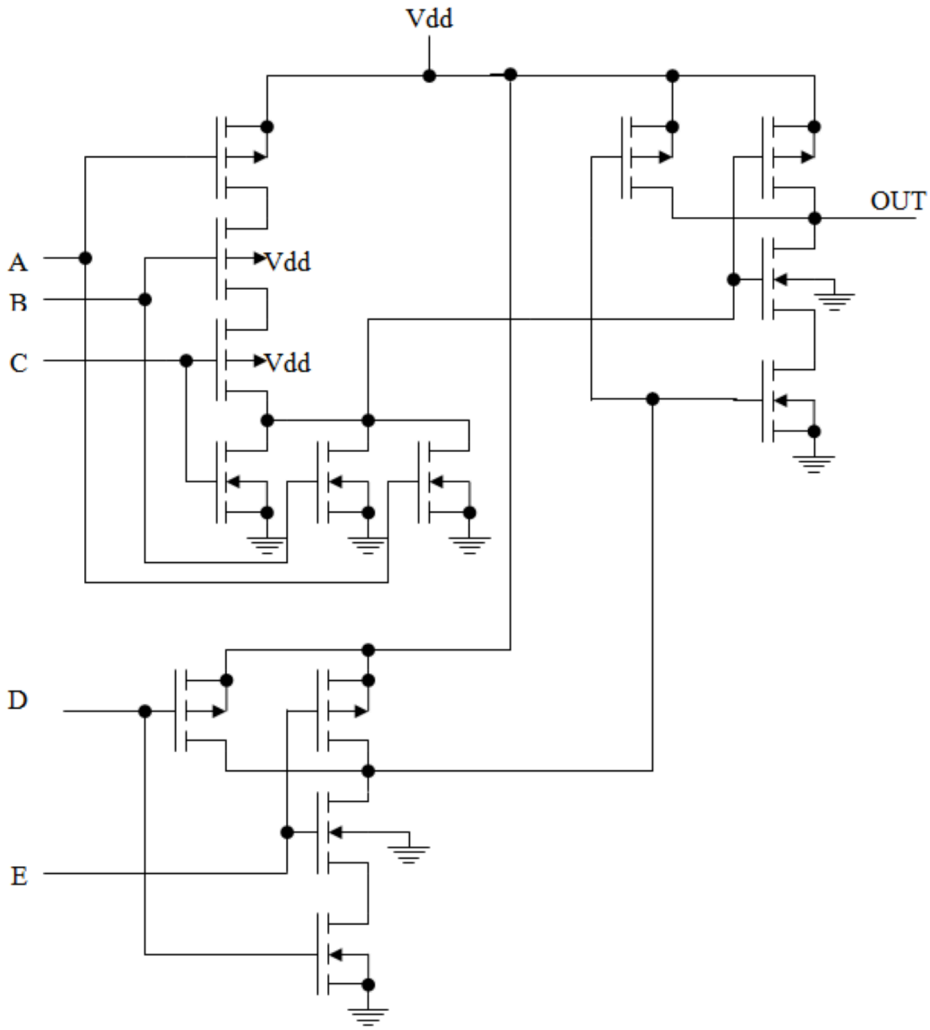
ג. בצעו הקצאת מצבים כלשהי וכתבו טבלת מעברים.

(5 נקודות)

ד. כתבו טבלת עירור עם פליפ-פלופים מסוג D וכתבו את אחת מפונקציות העירור, וכן את פונקציית היציאה.

(5 נקודות)

6. באיור הבא מוצגת מערכת הממומשת בטכנולוגית CMOS:



א. מצאו בדרך כלשהי מהי הפונקציה של המערכת. הסבירו מה הדרך שבחרתם.

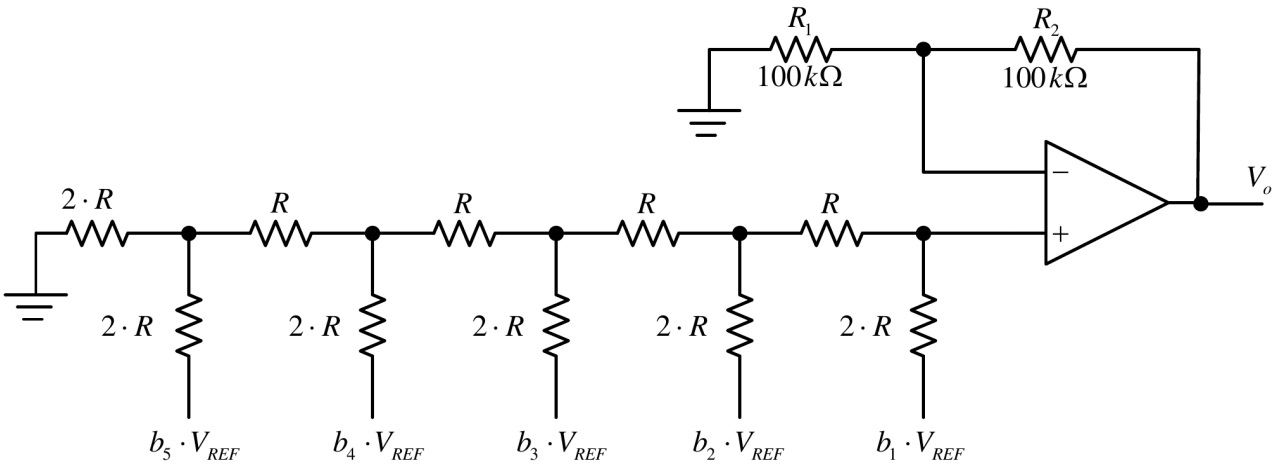
(15 נקודות)

ב. כתבו את הפונקציה לאחר צמצום באלגברה בוליאנית וללא גגות (ללא פעולות NOT) בצורת סכום מכפלות מינימלי.

(5 נקודות)

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

7. באיור הבא מוצג ממיר D/A מסוג R-2R ל- 5 סיביות:



א. חשבו את מתח המוצא כפונקציה של $(V_{REF}, b_1, b_2, \ldots, b_5)$.

(12 נקודות)

ב. נתון $V_{REF} = 5\,\mathrm{V}$. חשבו את מתח המוצא עבור הכניסות הבאות:

$$b_1b_2b_3b_4b_5 = 01001$$

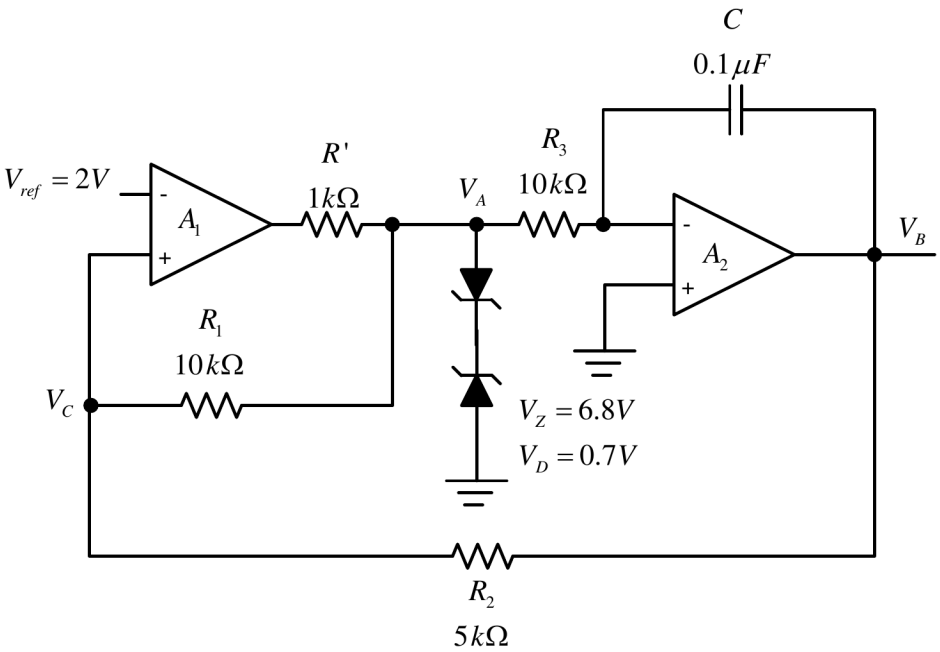
$$b_1b_2b_3b_4b_5 = 11000$$

(4 נקודות)

ג. הציעו דרך להגדיל את האבחנה של הממיר פי 2. שרטטו הפתרון.

(4 נקודות)

8. נתון המעגל הבא:



א. הסבירו בקצרה מה מבצע המעגל ומהם המעגלים הבנויים סביב מגבר A_1 ו- A_2 .
שרטטו תרשים מלבנים פשוט של המעגל.

(4 נקודות)

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

ב. חשבו את תדר התנודות וגורם המחזור של המעגל.

(10 נקודות)

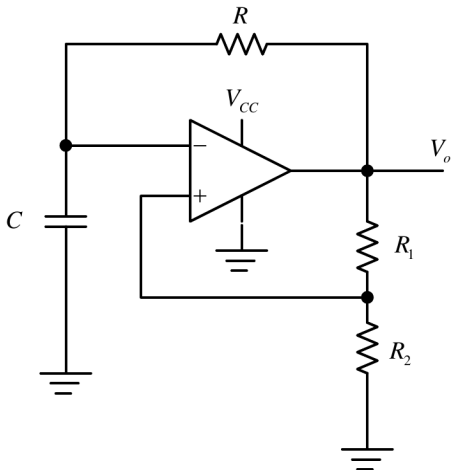
ג. שרטטו את המתחים V_A, V_B, V_C תוך ציון זמנים וערכים אופייניים.

(6 נקודות)

9. יש לענות על כל הסעיפים 9.4-9.1.

כל סעיף 5 נק'.

נתון המעגל הבא:



9.1. במעגל זה, תדר תנודות:

א. תלוי רק ב- R ו- C

ב. תלוי ב- R, C, R_1, R_2

ג. תלוי ב- R, C, R_1, R_2, V_{CC}

ד. המעגל אינו מתנד כלל כיוון שמתח הייחוס השלילי הוא $0\,\text{V}$

(5 נקודות)

9.2. יש להמיר את האות האנלוגי הבא:

$$v(t) = 4 \cdot \sin\left(3140 \cdot t + 60^\circ\right) + 8 \cdot \cos\left(10000 \cdot t - 30^\circ\right)$$

תדר הדגימה המינימלי המאפשר שחזור של האות חייב להיות גדול מ:

א. $3140\,\text{Hz}$

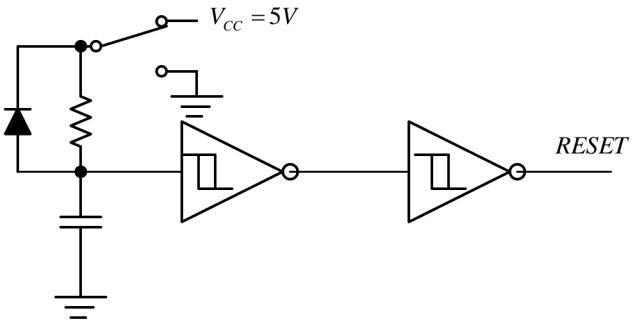
ב. $20000\,\text{Hz}$

ג. $1591.55\,\text{Hz}$

ד. $500\,\text{Hz}$

(5 נקודות)

נתון המעגל הבא:



9.3. תפקיד הדיודה:

א. לזרז פעולת איפוס של המערכת בזמן הפעלת המערכת.

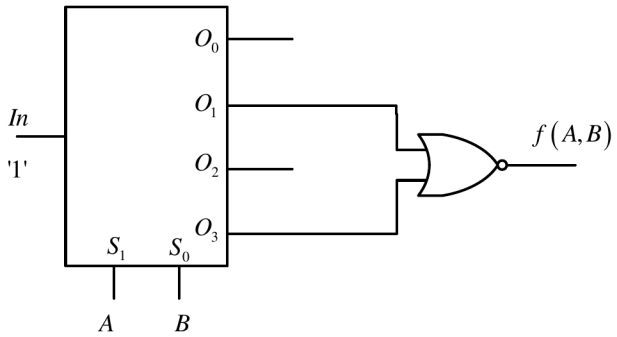
ב. למנוע קפיצות מתח על הנגד בזמן הפעלת המערכת.

ג. להגן על הקבל מפני שינויים פתאומיים במתח.

ד. לזרז זמן פריקה של הקבל בזמן כיבוי המערכת.

(5 נקודות)

נתון המעגל הלוגי הבא:



9.4. למה שווה הפונקציה f(A,B)?

א. $\bar{A}$

ב. $\bar{B}$

ג. $\bar{A} \cdot B$

ד. $A \cdot \bar{B}$

(5 נקודות)

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

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