GuyAI
מבית GOOL בגרויות

סוג הבחינה: בחינת גמר ממלכתית
מועד הבחינה: אביב 2023 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 ייבדקו לפי סדר כתיבתן בעמוד זה. לא ייבדקו 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
		111.111	
58			
	52		

(18 נקודות)

ב. ציינו איזה משני המספרים המכוונים (Signed) הבאים (שמיוצגים בשיטת המשלים לשניים במערכת ברוחב חמש סיביות) גדול יותר:

$(11111)_{2C}$ או $(10000)_{2C}$

(2 נקודות)

2. נתונה הפונקציה הבאה:

$$f(A,B,C,D) = \sum(0,2,5,7,10,12,13,14,15) + \sum \Phi(1,8)$$

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

א. כתבו את הפונקציה בצורת רישום מינימאלית של סכום מכפלות (SOP). על סמך צורת הרישום שקיבלתם, ציירו מימוש באמצעות שערי NAND בלבד.

(10 נקודות)

ב. כתבו שוב בדיוק את אותה הפונקציה, בהסתמך על צורת רישום מינימאלית של סכום מכפלות (SOP) של הפונקציה ההפוכה. על סמך צורת הרישום שקיבלתם, ציירו גם הפעם מימוש באמצעות שערי NAND בלבד.

(10 נקודות)

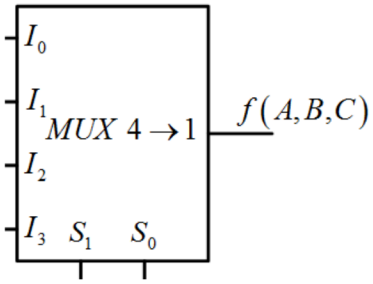
3. נתונה פונקציה בוליאנית:

$$f(A,B,C) = \sum(0,1,5,7)$$

א. רשמו את הפונקציה הנ"ל בצד ימין של טבלת האמת, שיכולה לכליל קבועים או ביטויים עם האות C בצד ימין של הטבלה (Truth table Entered Variable).

A	B	$f(A,B,C)$
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

(10 נקודות)



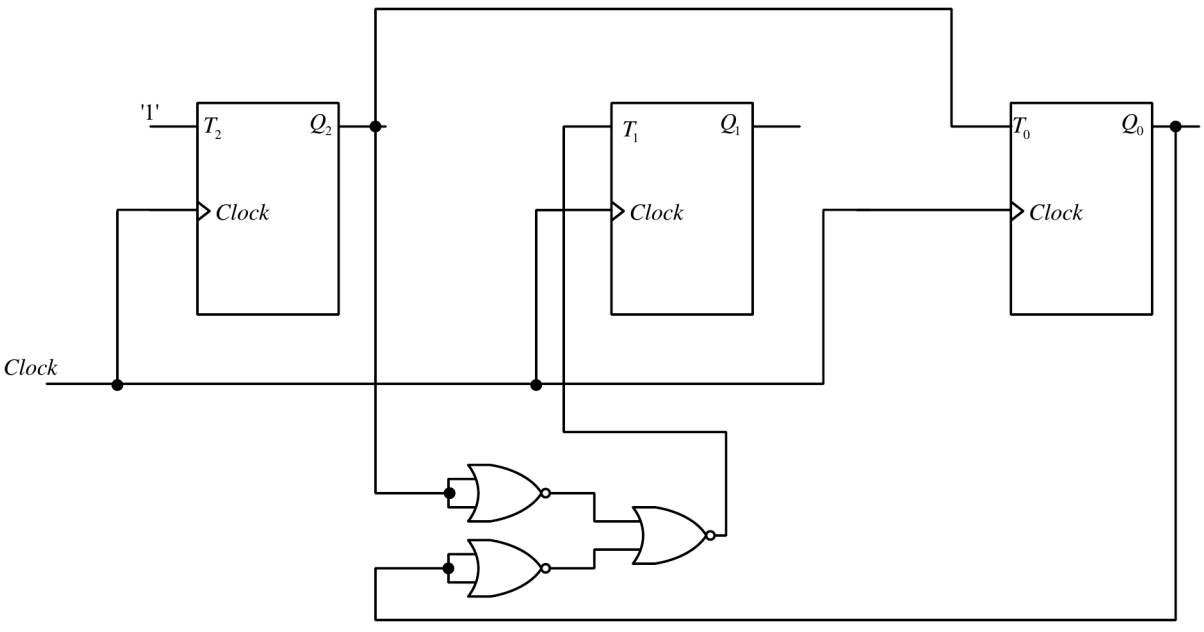
ב. ממשו את הפונקציה באמצעות מרבב בעל ממדים $4 \rightarrow 1$ כנתון באיור לשאלה 3 ב'.

חברו את האות A לכניסת ה- MSB של הבורר (S_1).

חברו את האות B לכניסת ה- LSB של הבורר (S_0).

(10 נקודות)

4. באיור לשאלה 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.

(12 נקודות)

ב. בהנחה שנתוני התזמון הם:

1. זמן השהיית מעבר (tco) מכסימלי של פליפ-פלופ הוא $10\,\text{ns}$.
2. זמן השהיית מעבר (tco) מינימלי של פליפ-פלופ הוא $7\,\text{ns}$.
3. זמן הכנה (ts) של פליפ-פלופ הוא $5\,\text{ns}$.
4. זמן השהיית מעבר (tpd) מכסימלי של שערים בעלי שתי כניסות הוא $12\,\text{ns}$.
5. זמן השהיית מעבר (tpd) מינימלי של שערים בעלי שתי כניסות הוא $8\,\text{ns}$.

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

(4 נקודות)

ג. רוצים להגדיל את תדר השעון. הציעו דרך לפיתרון, באמצעות שער אחר, כך שתדר השעון המכסימלי יגדל. חשבו מחדש את תדר השעון המכסימלי.

(4 נקודות)

5. תכננו מכונת מצבים מסוג Mealy שיש לה כניסה din ויציאה dout. המכונה היא גלאי סדרה שמגלה את הסדרה $\overline{0101}$. כאשר מגלה הסדרה הזו, המכונה מפיקה ביציאה שלה 1 לוגי למשך מחזור שעון אחד ובשאר המקרים היציאה מפיקה 0 לוגי. המכונה **אינה** מגלה סדרה בתוך סדרה (כלומר, זהו גלאי סדרה ללא 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	0	1	0	0	0	1	0	0	0

א. ציירו דיאגרמת מצבים (דיאגרמת בועות). למצב ההתחלתי קראו idle ולשאר המצבים קראו בשמות כגון: s0, s01, s010 וכו' שמתארים באיזה שלב הסדרה המכונה נמצאת.

(8 נקודות)

ב. ציירו שוב דיאגרמת מצבים (דיאגרמת בועות) באמצעות שמות דומים לחלק הקודם, אך הפעם המכונה היא מסוג Moore והיא מגיבה באופן דומה למכונה הקודמת.

(8 נקודות)

ג. לכמה פליפ-פלופים תזדקקו במימוש בחלק א' ולכמה במימוש בחלק ב'?

(4 נקודות)

6. נתונה הפעולה הלוגית הבאה:

$$f(A,B,C) = \overline{A} \cdot B + A \cdot C$$

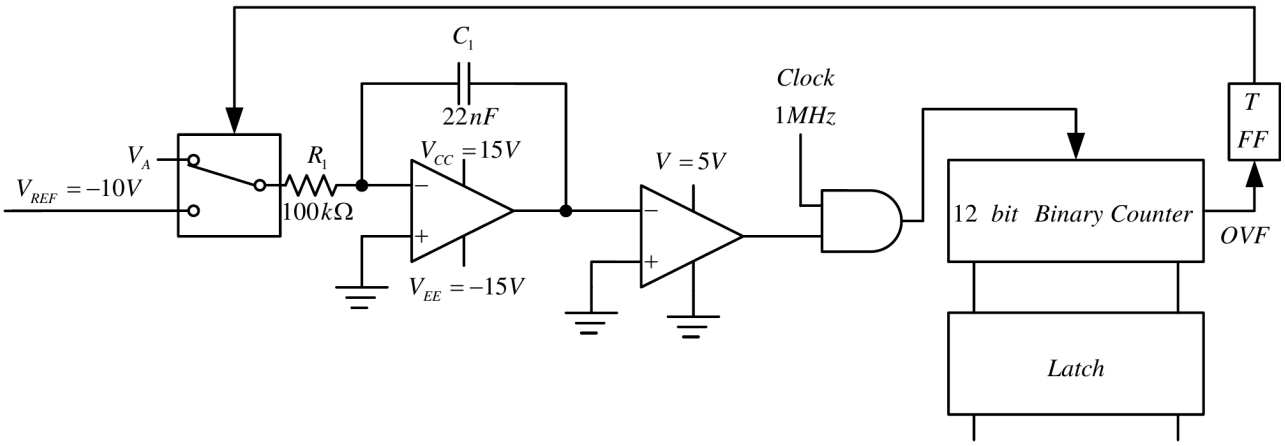
א. שרטטו את מימוש המערכת בעזרת שלושה שערי NOR ושער NOT אחד (סימבולים לוגיים).

(6 נקודות)

ב. ממשו את המערכת בעזרת שערי NOR ו- NOT מסוג CMOS בלבד.

(14 נקודות)

7. באיור לשאלה 7 נתון המעגל הבא:



המגברים אידיאליים.

א. הסבירו בקצרה את עקרון הפעולה של המעגל.

(4 נקודות)

ב. מהו תחום מתחי מבוא V_A שניתנים להמרה?

(6 נקודות)

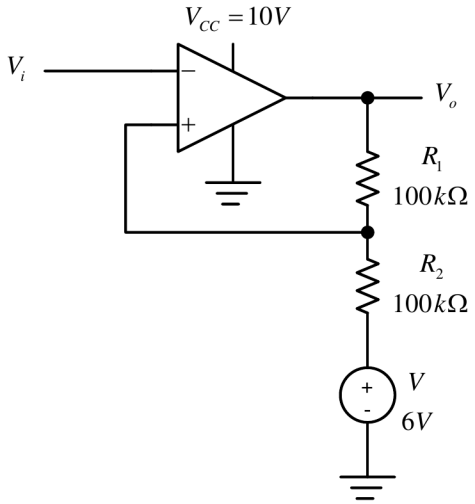
ג. מהו זמן ההמרה עבור $V_A = 2.5\,\mathrm{V}$?

(6 נקודות)

ד. מהי יציאת הממיר עבור $V_A = 2.5\,\mathrm{V}$?

(4 נקודות)

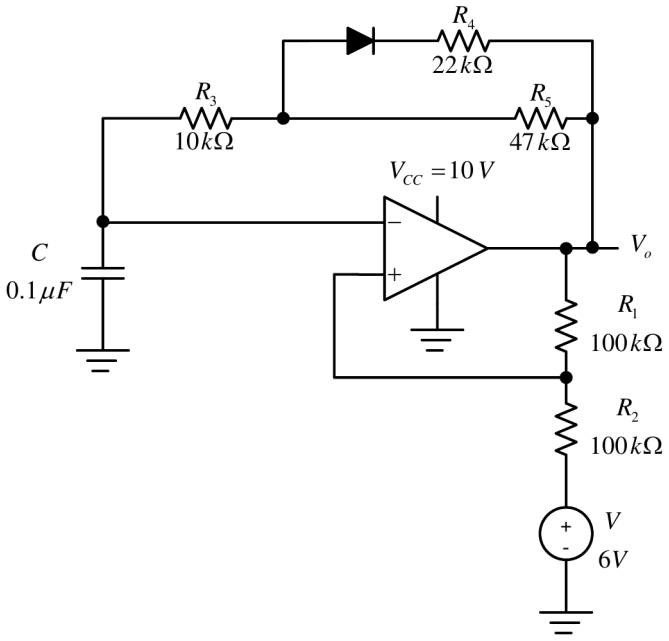
8.



א. באיור לשאלה 8 א' נתון המעגל הבא:

שרטטו אופיין מעבר $V_o = f(V_i)$.

(8 נקודות)



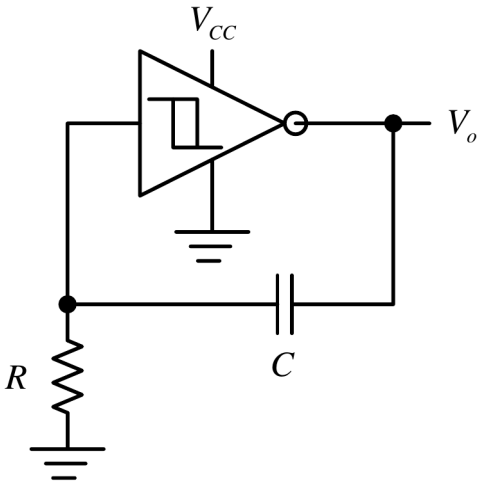
ב. סביב המעגל הוסיפו רשת RC כמתואר באיור לשאלה 8 ב':

(1) חשבו ושרטטו את $V_c(t)$ ו- $V_o(t)$ עבור 2 מחזורים ראשונים של האות.
הניחו $V_c(0) = 0\,\text{V}$ ובזמן $t = 0^+$ המגבר נכנס לרוויה חיובית.

(2) חשבו את תדר התנודות ואת גורם מחזור Duty Cycle של המעגל.

(12 נקודות)

9. יש לענות על סעיפים 9.1-9.4.



9.1. באיור לשאלה 9.1 נתון המעגל הבא:

א. תדר התנודות של המעגל תלוי במתח V_{CC} , וערכי R ו- C .

ב. תדר התנודות של המעגל תלוי בערכי R ו- C .

ג. תדר התנודות של המעגל תלוי במתח V_{DD} , וערכי R ו- C וזרם המוצא.

ד. המעגל אינו מתנד.

9.2. במה תלוי זמן ההמרה בממיר ADC מסוג Dual-Slope?

א. מספר סיביות N, ערכו של נגד R, ערכו של הקבל C ותדר השעון.

ב. מספר סיביות N ותדר השעון.

ג. מספר סיביות N, תדר השעון וערכו של מתח הייחוס.

ד. מספר סיביות N.

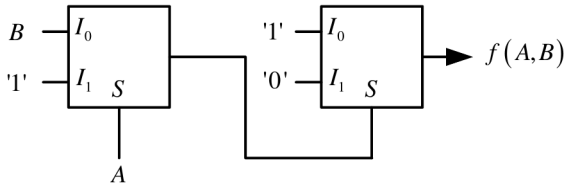
9.3. ע"י מה אפשר לממש את הפונקציה: $F_{A,B,C} = \overline{A}C + B\overline{C}$?

א. מסכם מלא.

ב. משווה.

ג. מרבב.

ד. מקודד.



9.4. נתונה מערכת ספרתית הבנויה משני בוררים:

פעולה לוגית הממומשת ע"י המערכת היא:

א. NOR.

ב. NAND.

ג. NXOR.

ד. XOR.

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