GuyAI
מבית GOOL בגרויות

סוג הבחינה: בחינת גמר ממלכתית
מועד הבחינה: קיץ 2024 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 11 שאלות. יש לענות על 5 שאלות מתוכן. שאלות 1-7: יש לבחור 3 שאלות. שאלות 8-11: יש לבחור 2 שאלות. השיבו עליהן וכתבו את התשובות 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 שיצורף ע"י מה"ט.

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 הבחירה.

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
	52		
77			
			17.04

(18 נקודות)

ב. מצאו את המספר החיובי של המספר השלילי המכוון (Signed) הבא (שמייצג בשיטת המשלים לאחד במערכת ברוחב 8 סיביות):

$$-(10101000)_{1C} = (?)_{1C}$$

(2 נקודות)

2. נתונה הפונקציה הבאה:

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

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

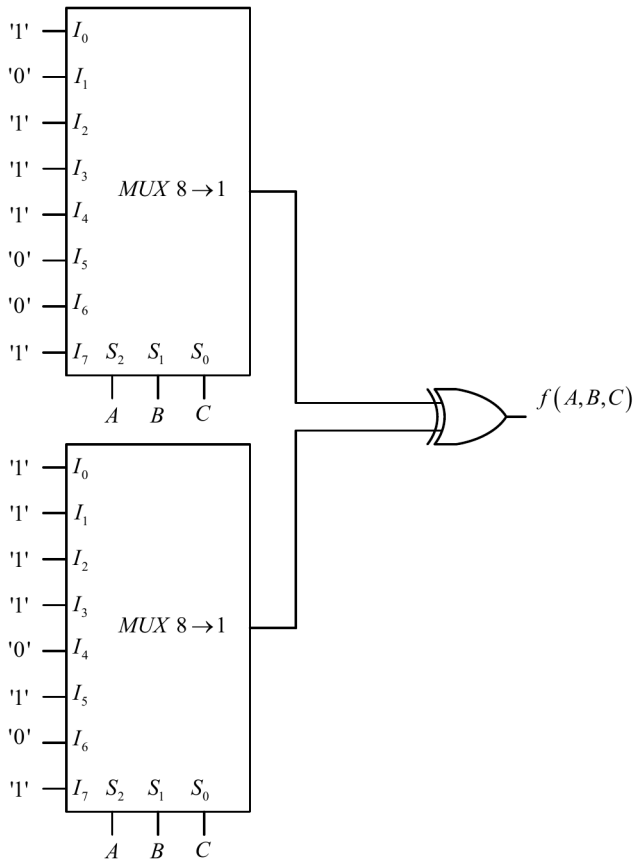
א. כתבו את הפונקציה בצורת רישום מינימלית של סכום מכפלות (SOP). אין צורך לבדוק צורת רישום SOP מינימלית שמבוססת על הפונקציה ההפוכה. על סמך צורת הרישום שקיבלתם, ציירו מימוש באמצעות שערי NAND בלבד.

(10 נקודות)

ב. כתבו את אותה הפונקציה בהסתמך הפעם על צורת רישום מינימלית של מכפלת סכומים (POS). גם כאן אין צורך לבדוק צורת רישום POS מינימלית שמבוססת על הפונקציה ההפוכה. על סמך צורת הרישום שקיבלתם, ציירו מימוש באמצעות שערי NOR בלבד.

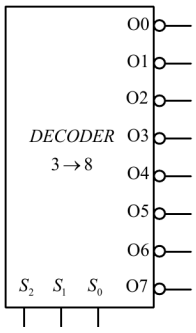
(10 נקודות)

3. באיור א' לשאלה 3 נתונה מערכת ספרתית:



א. הביאו את הפונקציה $f(A,B,C)$ בדרך כלשהי לצורה קנונית (סימון באמצעות $\sum(_)$ או $\Pi(_)$).

(10 נקודות)



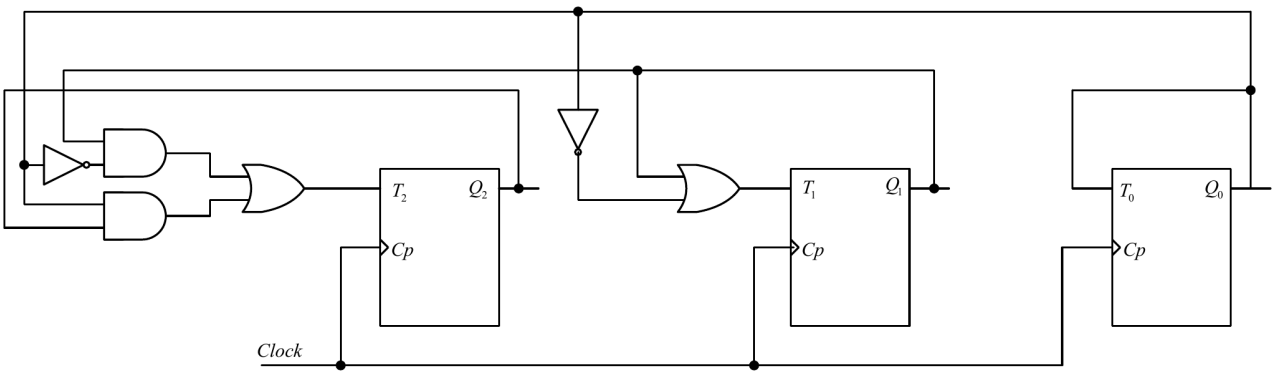
ב. ממשו את פונקציה $f(A,B,C)$ בעזרת מפלג $3 \rightarrow 8$ ושער לוגי עם **מינימום כניסות**, כמתואר באיור ב' לשאלה 3.

חברו את האות A לכניסת ה-MSB של הרכיב שנקראת S_2 וחברו את האות C לכניסת ה-LSB של הרכיב שנקראת S_0 .

(10 נקודות)

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

4. באיור לשאלה 4 נתונה המערכת הבאה:



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 14 ns.
2. זמן השהיית מעבר (tco) מינימלי של פליפ-פלופ הוא 5 ns.
3. זמן הכנה (ts) של פליפ-פלופ הוא 10 ns.
4. זמן השהיית מעבר (tpd) מכסימלי של שערי AND ו-OR בעלי 2 כניסות הוא 14 ns.
5. זמן השהיית מעבר (tpd) מכסימלי של שערי NOT הוא 12 ns.

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

(6 נקודות)

5. תכננו מונה סינכרוני שסופר בקוד בינארי עולה או יורד ברצף הבא:

$00 \leftrightarrow 11 \leftrightarrow 10 \leftrightarrow 01 \leftrightarrow 00$. המונה סופר באופן מעגלי (מודולו 4) כלומר, הספירה חוזרת על עצמה כל 4 מצבים. סוג המכונה הוא Direct-Moore כלומר, היציאות של המכונה (Q1 שהוא MSB ו-Q0 שהוא LSB) מגיעות ישירות משני הפליפ-פלופים של המכונה.

פרט לכניסת השעון, למונה יש גם כניסת כיוון ספירה $Up/\overline{Down}$ שתסומן באות U. כאשר כניסה זו נמצאת ב-1 לוגי המונה סופר כלפי מעלה. כאשר כניסה זו נמצאת ב-0 לוגי המונה סופר כלפי מטה.

השתמשו בפליפ-פלופים מסוג SR. את המערכת הצירופית (לוגיקת העירור) של המונה ממשו בצורת SOP מינימלי.

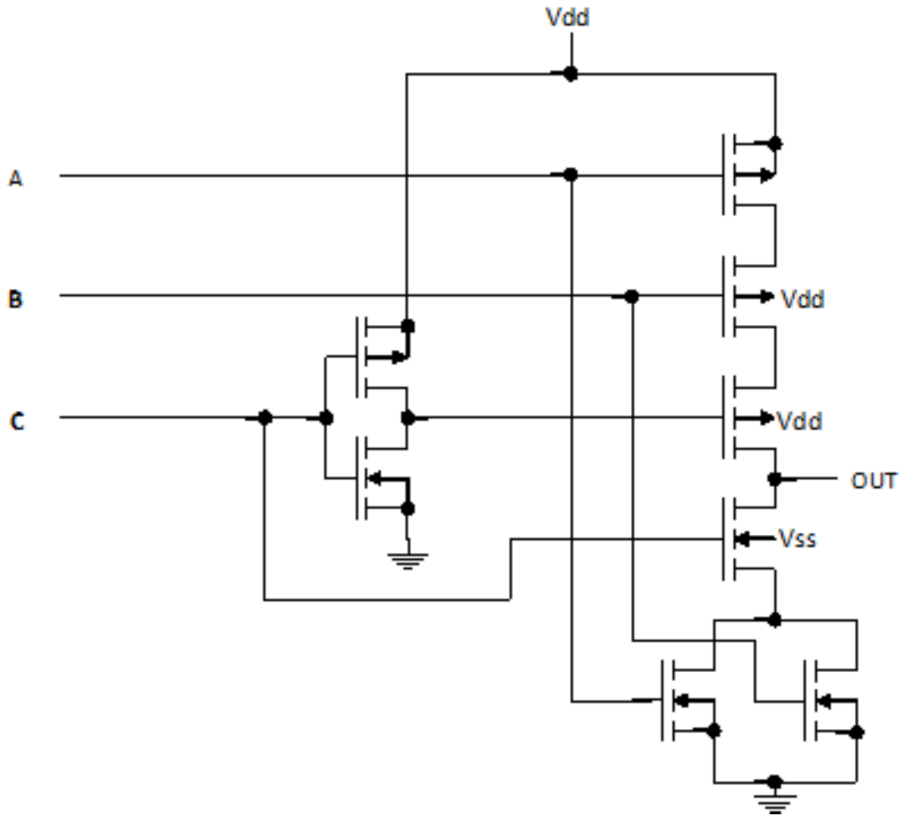
א. כתבו טבלת מעברים וטבלת עירור של המכונה עבור הפליפ-פלופים הנ"ל.

(10 נקודות)

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

(10 נקודות)

6. באיור לשאלה 6 מוצגת מערכת הממומשת בטכנולוגית CMOS:



א. כתבו טבלת אמת של המערכת. יכולים להיות מצבים שבהם היציאה מנותקת (High-Z).

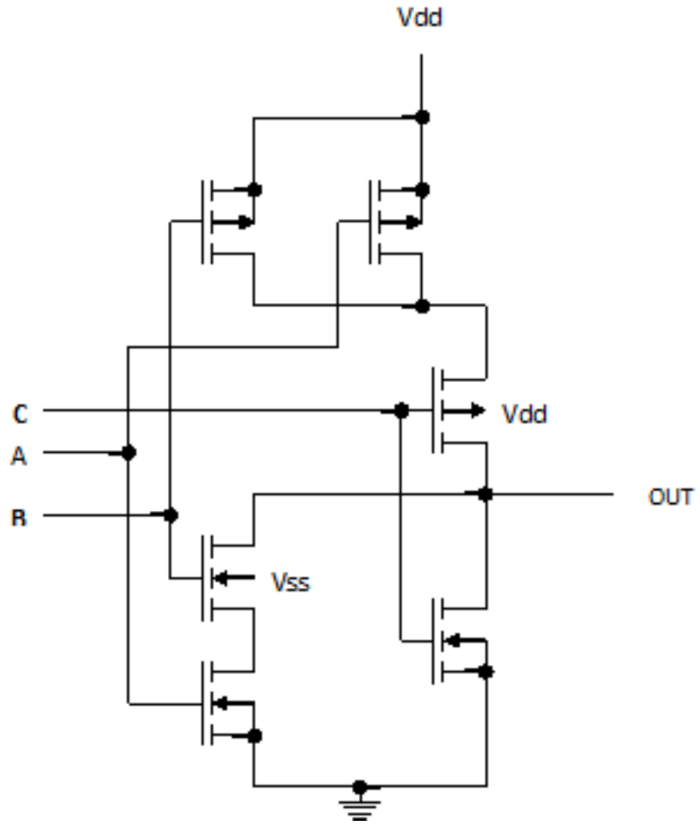
(15 נקודות)

ב. תארו את המערכת באמצעות שער אחד ו-Tri-State-Buffer.

(5 נקודות)

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

7. באיור לשאלה 7 מוצגת מערכת הממומשת בטכנולוגית CMOS:



א. מצאו בדרך כלשהי מהי הפונקציה של המערכת. כתבו את הפונקציה מתוך התבוננות במבנה המתגים או באמצעות בדיקת טבלת אמת של הפונקציה. הסבירו את הדרך שבחרתם.

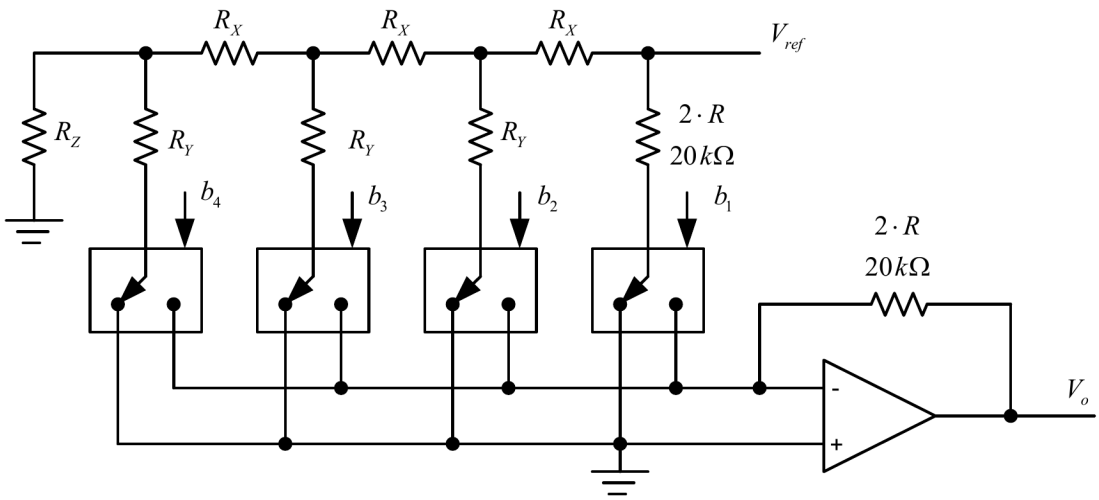
(15 נקודות)

ב. מנו לפחות 2 יתרונות של משפחת CMOS בהשוואה למשפחת TTL.

(5 נקודות)

8. באיור לשאלה 8 נתון המעגל הבא:

המגבר אידיאלי.



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

א. מהם הערכים של נגדים R_X, R_Y, R_Z להפעלה תקינה של המעגל?

(4 נקודות)

ב. עבור צירוף בינארי $b_1b_2b_3b_4 = 1001$ מתח מוצא שווה ל- $V_o = -4.5\,\text{V}$.

(1) מהו מתח הייחוס V_{ref} ?

(2) מהו המתח המרבי במוצא $V_{o(max)}$?

(8 נקודות)

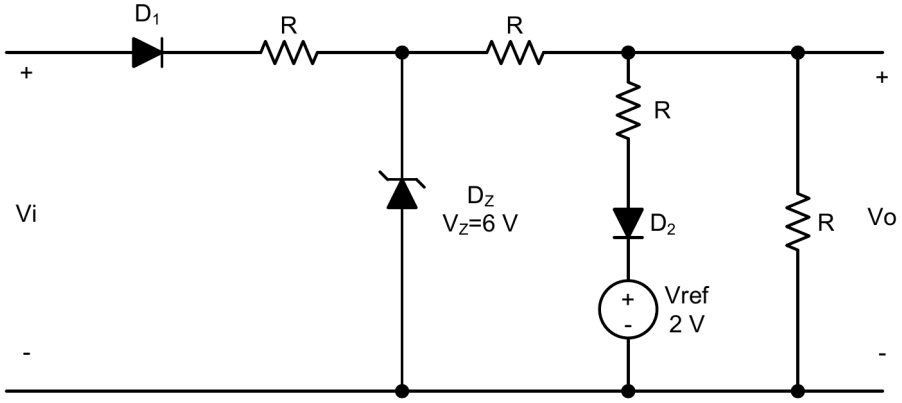
ג. כל הנגדים הוכפלו. הסבירו איך הדבר ישפיע על פעולת המעגל.

(3 נקודות)

ד. נדרשת אבחנה של $10\,\text{mV}$ לכל היותר. לכמה סיביות יש להרחיב את הממיר?

(5 נקודות)

9. באיור לשאלה 9 נתון המעגל הבא: (הדיודות אידיאליות).

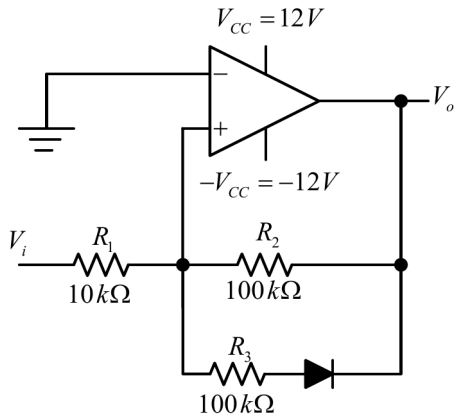


א. חשבו ושרטטו את אופיין המעבר $V_o = f(V_i)$. ציינו ערכים אופייניים על האופיין.

(20 נקודות)

10. באיור א' לשאלה 10 נתון המעגל הבא:

מגבר השרת הוא אידיאלי.

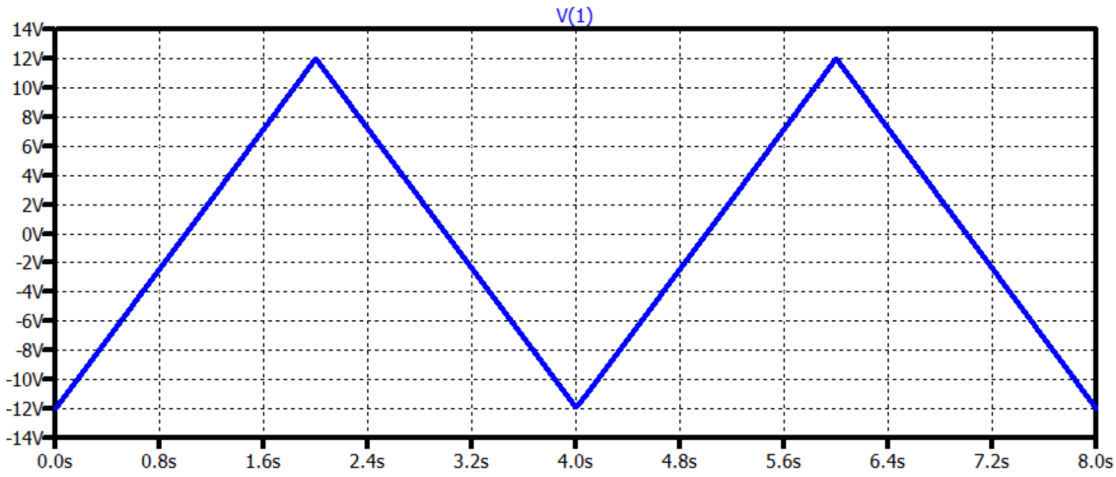


א. חשבו ושרטטו את אופיין המעבר של המעגל $V_o = f(V_i)$.

(12 נקודות)

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

נתון מתח מבוא כמתואר באיור:

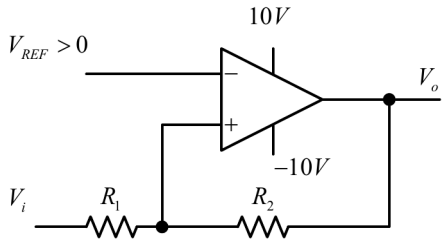


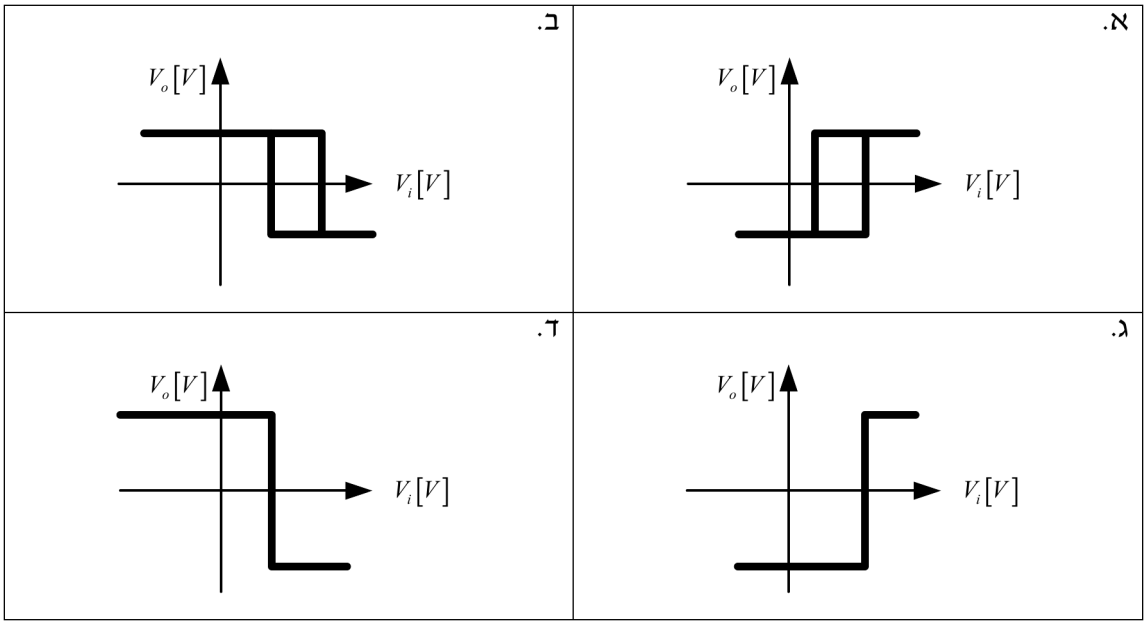
ב. העתיקו את השרטוט למחברת ושרטטו מתחתיו את מתח המוצא תוך ציון זמנים וערכים אופייניים.

(8 נקודות)

11. יש לענות על כל הסעיפים 11.1-11.4. כל סעיף 5 נק'.

נתון המעגל הבא:





11.1. מהו אופיין המעבר העקרוני של המעגל?

(5 נקודות)

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

11.2. כמה סיביות נדרשות כדי להפוך מספר בינארי באורך של 8 סיביות לקוד BCD?

א. 8 סיביות.

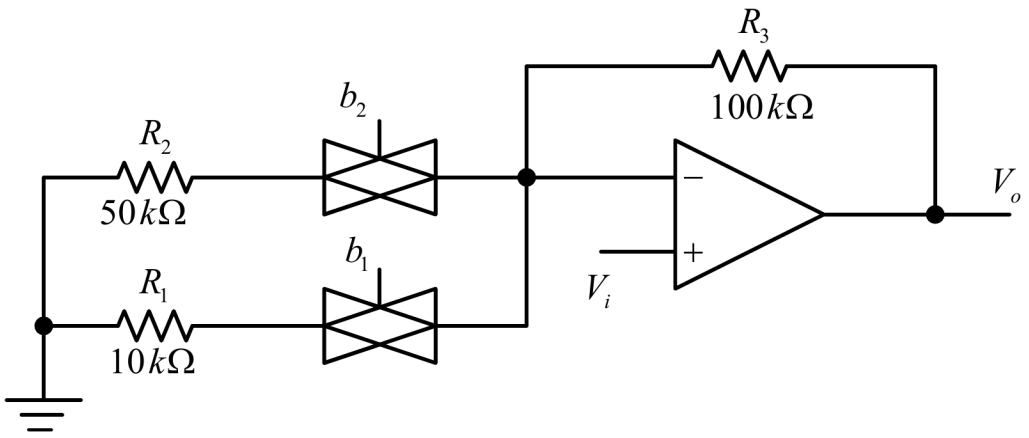
ב. 12 סיביות.

ג. 16 סיביות.

ד. 20 סיביות.

(5 נקודות)

באיור לשאלה 11.3 נתון המעגל הבא הכולל 2 Transmission-Gates:



11.3. כאשר $b_1 =' 0'$, $b_2 =' 1'$, לכמה שווה הגבר המעגל $A_V = \frac{V_o}{V_i}$?

א. 10

ב. 11

ג. 3

ד. -10

(5 נקודות)

11.4. יציאות של שערים מסוג Open-Collector או Open-Drain מאפשרות יצירת חיבור:

א. מהיר יותר מחיבור יציאות רגילות.

ב. מיועד לחיבור שערים מאותה תת משפחה בלבד.

ג. צורך פחות הספק בהשוואה לחיבורים אחרים.

ד. מיועד לתאם (ליצור ממשק) בין שערים ממשפחות לוגיות שונות או בין שערים מתת משפחת לוגיות שונות.

(5 נקודות)

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