GuyAI
מבית GOOL בגרויות

סוג הבחינה: בחינת גמר ממלכתית
מועד הבחינה: קיץ 2024 מועד ב'
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 1-5: יש לבחור 3 שאלות. שאלות 6-9: יש לבחור 2 שאלות. השיבו עליהן וכתבו את התשובות במחברת הבחינה. כל השאלות שוות בערכן, ערך כל שאלה: 20 נקודות. סה"כ 100 נקודות. בגוף השאלון מודפס לפני שאלה 1: "השיבו על 3 שאלות מתוך 7 השאלות.", ולפני שאלה 8: "שאלות 8-11 (ערך כל שאלה – 20 נקודות) השיבו על 2 שאלות מתוך 4 השאלות.".

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
57			
			66
10.625			

(18 נקודות)

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

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

(2 נקודות)

2. נתונה הפונקציה הבאה:

$$f(A,B,C,D) = \overline{\left(\overline{A} \oplus B + C \cdot D\right)} \cdot \overline{\left(A \cdot B + \overline{D}\right)}$$

הביאו את הפונקציה בדרך כלשהי לטבלת אמת או למפת קרנו. קיימות דרכים שונות לבצע זאת.

א. הביאו את הפונקציה בצורה כלשהי למפת קרנו.

(10 נקודות)

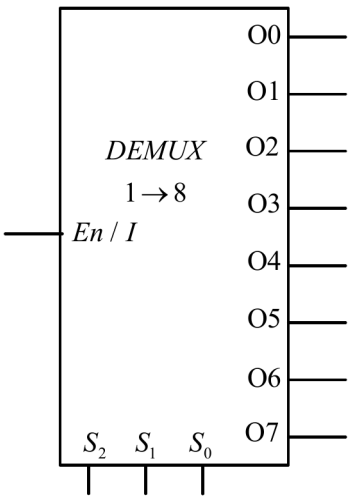
ב. כתבו את הפונקציה בצורת רישום מינימלית של סכום מכפלות (SOP). אין צורך לבדוק צורת רישום (SOP) מינימלית שמבוססת על הפונקציה ההפוכה. על סמך צורת הרישום שקיבלתם, ציירו מימוש באמצעות שערי NAND בלבד.

(10 נקודות)

3. תכננו מערכת יתירות 2 מתוך 3. למערכת 3 כניסות בינאריות A, B, C. כאשר לפחות כניסה אחת מתוך 3 במצב '1', יציאה X נמצאת במצב '1'. כאשר לפחות 2 מתוך 3 כניסות במצב '1', יציאה Y נמצאת במצב '1'.

א. רשמו טבלת אמת למערכת.

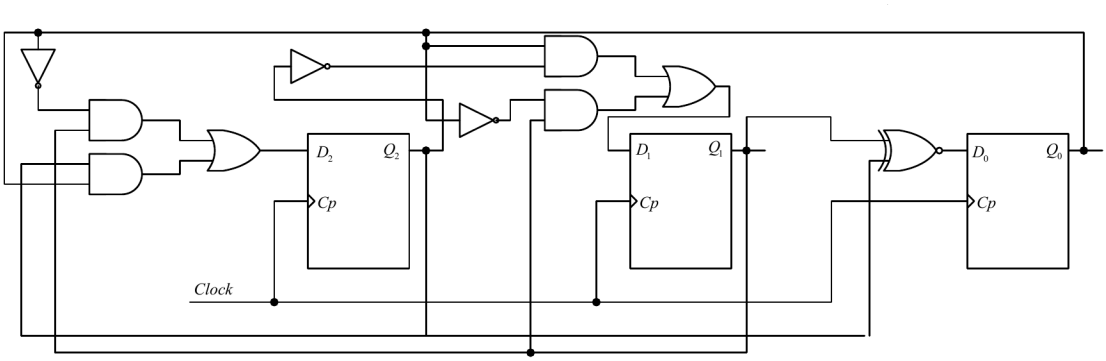
(10 נקודות)



ב. ממשו את המערכת בעזרת מפלג $1 \rightarrow 8$ המוצג באיור ושערים לוגיים קטנים ככל האפשר. 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)

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)

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

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 מונה סינכרוני שסופר בקוד בינארי עולה ברצף הבא: $00 \rightarrow 01 \rightarrow 10 \rightarrow 11 \rightarrow 00$ .. המונה סופר באופן מעגלי (מודולו 4) כלומר, הספירה חוזרת על עצמה כל ארבעה מצבים. סוג המכונה הוא Direct-Moore כלומר, היציאות של המכונה (Q_1 שהוא MSB ו- Q_0 שהוא LSB) מגיעות ישירות משני הפליפ-פלופים של המכונה.

פרט לכניסת השעון, למונה יש גם כניסת אפשור (Enable) שתסומן באות E. המונה סופר כאשר כניסה זו נמצאת ב- 1 לוגי והמונה עומד במקום כאשר כניסה זו היא 0 לוגי. השתמשו בפליפ-פלופים מסוג T. את המערכת הצירופית (לוגיקת העירור) של המונה ממשו בצורת SOP מינימלי.

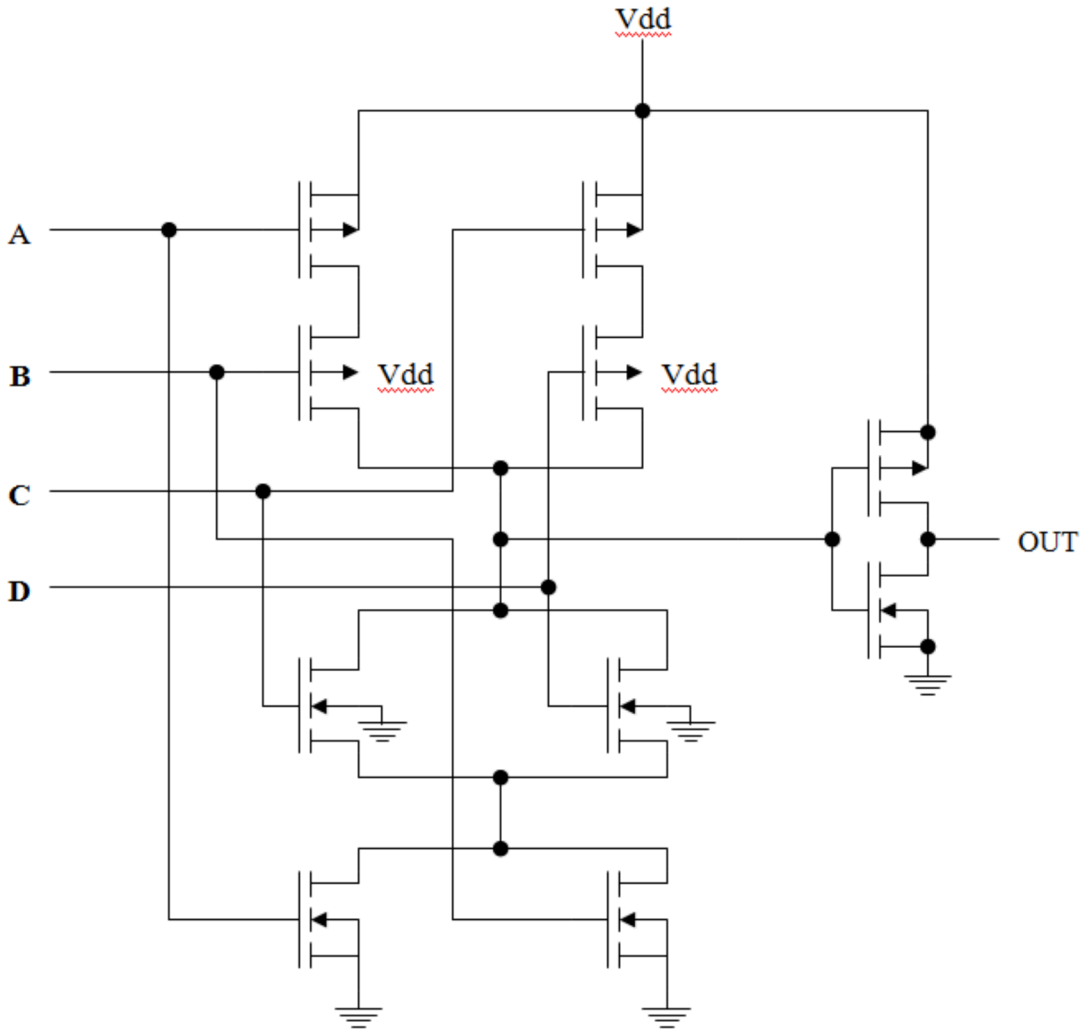
א. כתבו טבלת מעברים וטבלת עירור של המכונה עבור הפליפ-פלופים הנ"ל.

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

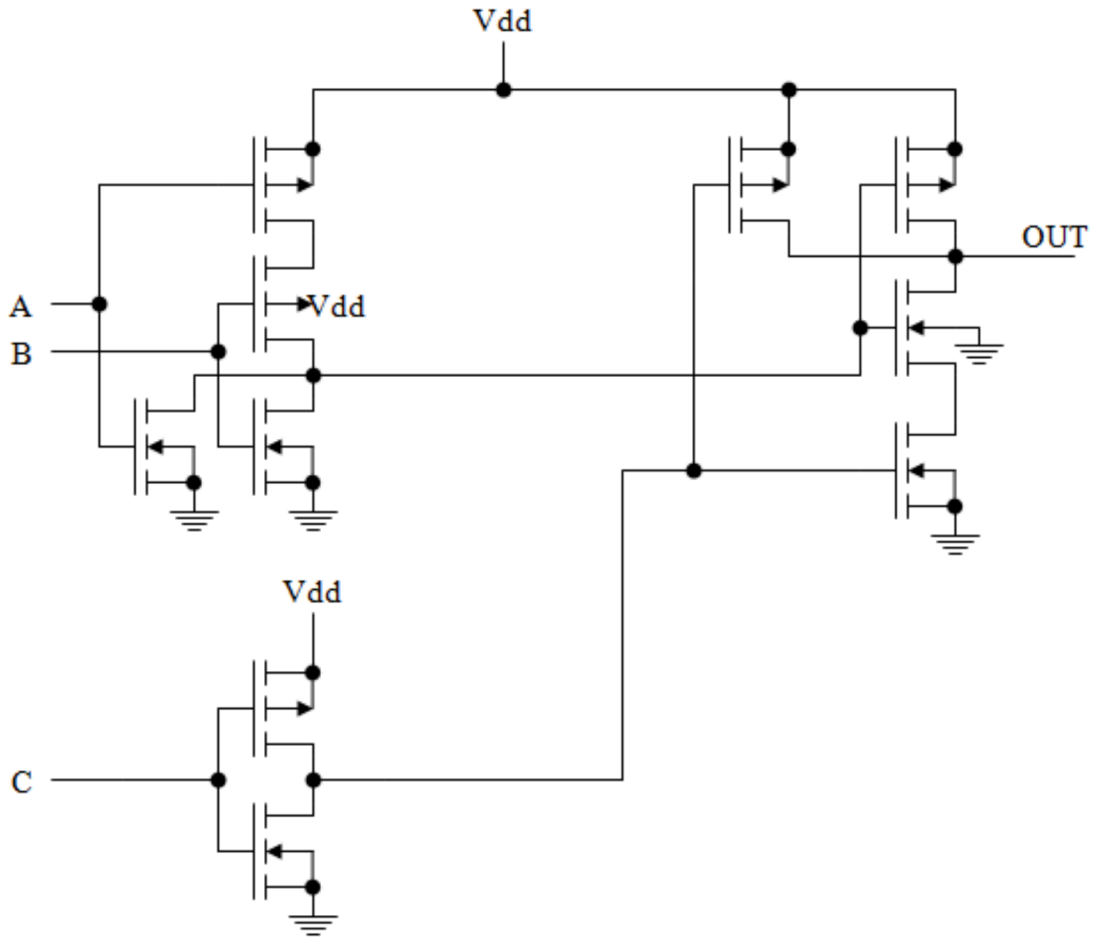
(15 נקודות)

ב. כתבו את הפונקציה לאחר צמצום באלגברה בוליאנית בצורת מכפלת סכומים (POS) מינימלי.

(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 באיזו דרך בחרתם.

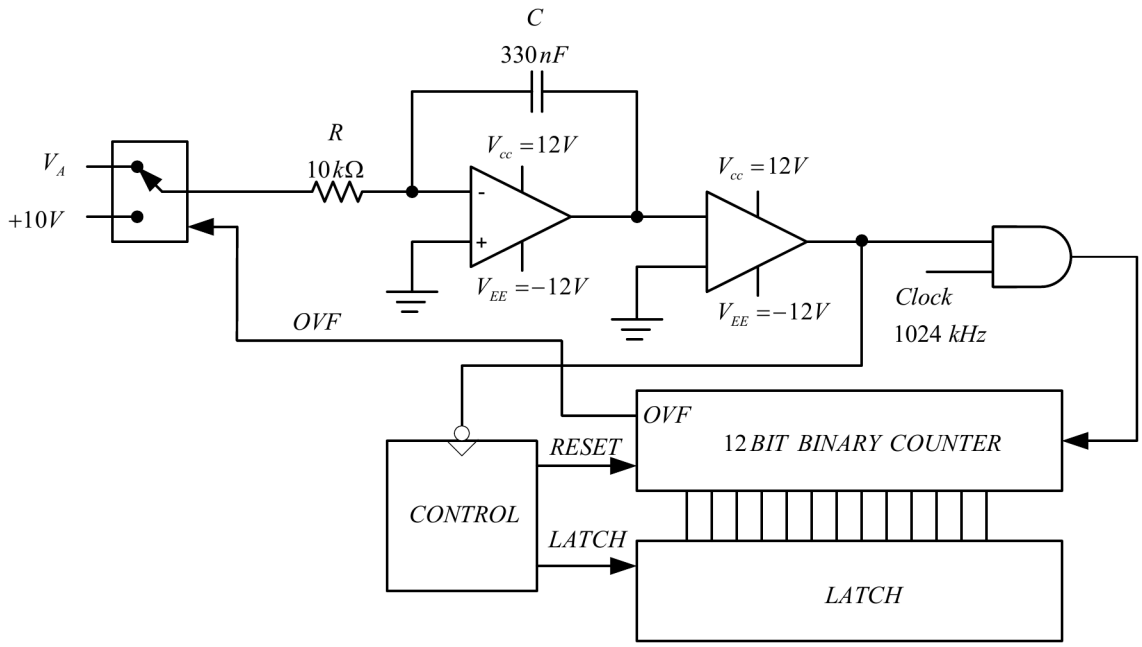
(15 נקודות)

ב. כתבו את הפונקציה לאחר צמצום באלגברה בוליאנית וללא פעולות גג (ללא פעולות NOT).

(5 נקודות)

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

8. באיור לשאלה 8 נתון המעגל הבא:



א. הסבירו **בקצרה** מהו המעגל, מה סוגו ואת אופן פעולתו (כל תשובה מעל 10 שורות תפסל).

(4 נקודות)

ב. סמנו את הכניסה ההופכת והלא הופכת של המשווה כדי להבטיח פעולה תקינה של המעגל.

(2 נקודות)

ג. מהו מתח המבוא V_A המכסימלי הניתן להמרה?

(4 נקודות)

ד. עבור $V_A = -4.0\,\mathrm{V}$, מה תהיה תוצאת המרה סופית?

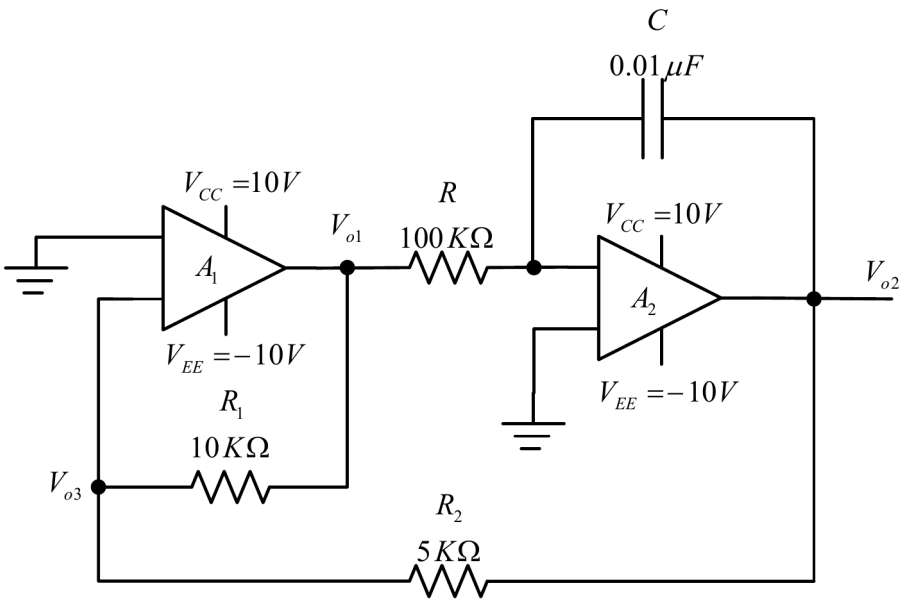
(2 נקודות)

ה. עבור $V_A = -4.0\,\mathrm{V}$ חשבו ושרטטו את אות המתח בכניסה העליונה של המשווה.
ציינו מתחים וזמנים אופייניים.

(8 נקודות)

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

9. **באיור לשאלה 9 נתון המעגל הבא:**



א. **הסבירו בקצרה את פעולת המעגל וסמנו מיקום כניסה הופכת ולא הופכת במגברים.**

(3 נקודות)

ב. **חשבו את תדר התנודות ואת גורם המחזור (Duty Cycle) של המעגל.**

(7 נקודות)

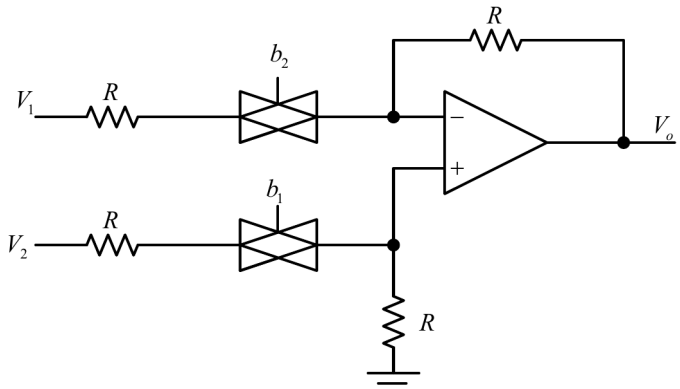
ג. **חשבו ושרטטו את צורת הגלים** $V_{o1}(t), V_{o2}(t), V_{o3}(t)$ **תוך ציון ערכים אופייניים של הגל עבור 2 מחזורים במצב המתמיד.**

(10 נקודות)

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

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

באיור לשאלה 11.1 נתון המעגל הבא הכולל Transmission-Gates:



11.1. לכמה שווה המתח במוצא כאשר $b_1 =' 0'$, $b_2 =' 1'$?

א. V_1

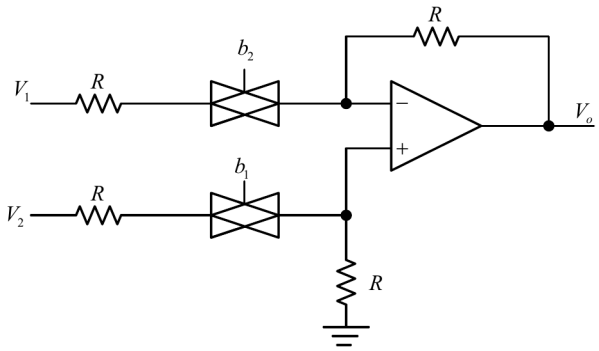
ב. $-V_1$

ג. $V_2 - V_1$

ד. $V_1 - V_2$

(5 נקודות)

באיור לשאלה 11.2 נתון המעגל הבא הכולל Transmission-Gates:



11.2. לכמה שווה המתח במוצא כאשר $b_1 =' 1'$, $b_2 =' 0'$?

א. V_2

ב. $0.5 \cdot V_2$

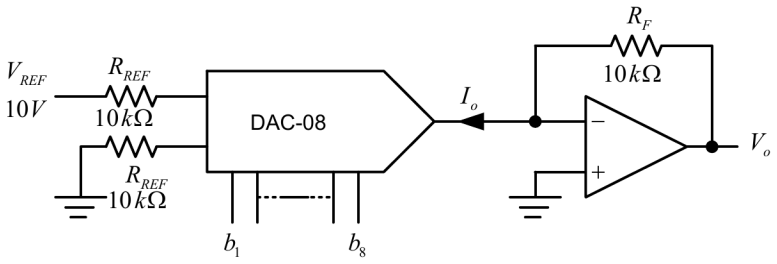
ג. $2 \cdot V_2$

ד. $-V_2$

(5 נקודות)

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

באיור לשאלה 11.3 במעגל הבא הכולל DAC מסוג DAC-08:



11.3. מהו מתח המוצא המכסימלי?

א. $10V$

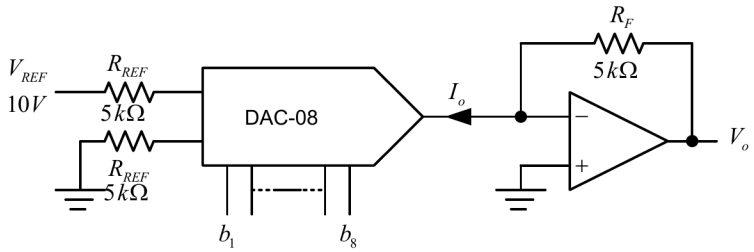
ב. $9.961V$

ג. $-10V$

ד. $-9.961V$

(5 נקודות)

באיור לשאלה 11.4 במעגל הבא הכולל DAC מסוג DAC-08:



11.4. מה יהיה המתח במוצא כאשר $b_1....b_8 = 100...0$?

א. $10V$

ב. $0V$

ג. $5V$

ד. $2.5V$

(5 נקודות)

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

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