GuyAI
מבית GOOL בגרויות

סוג הבחינה: בחינת גמר ממלכתית
מועד הבחינה: אביב 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
			15.2
			31
75			

(16 נקודות)

ב. המירו את המספר $(-13)_{10}$ למספר בינארי ברוחב $word$ (16 ביט) בשיטת ההיסט הבינארי.

שיטת ההיסט הבינארי נקראת גם שיטת המשלים ל-2 Two's Complement.

(4 נקודות)

2. נתונה הפונקציה הבאה:

$$f(A,B,C,D) = \sum(5,6,13,14,15) + \sum \Phi(2,10,12)$$

הביטוי $\sum_{\Phi}(_)$ מציג את מיקום צירופי הברירה (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 של 2 ו-3 כניסות בלבד. ראו איור.

(10 נקודות)

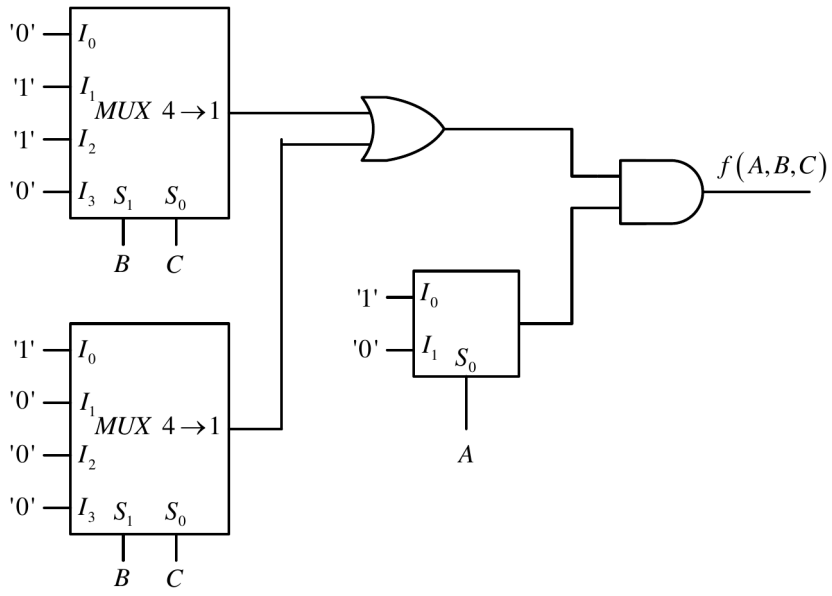
ב. כתבו את אותה הפונקציה בהסתמך הפעם על צורת רישום מינימלית של מכפלת סכומים (POS).

גם כאן אין צורך לבדוק צורת רישום POS מינימלית שמבוססת על הפונקציה ההפוכה.

על סמך צורת הרישום שקיבלתם, ציירו מימוש באמצעות שערי NOR בלבד של 2 ו-3 כניסות. ראו איור.

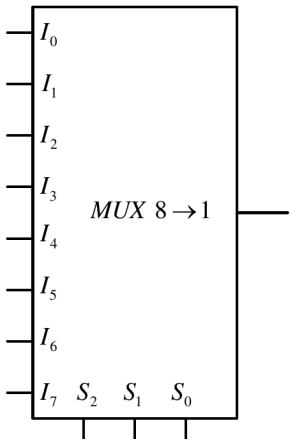
(10 נקודות)

3. נתונה מערכת ספרתית המוצגת באיור א':



א. הביאו בדרך כלשהי את הפונקציה $f(A,B,C)$ לצורת SOP קנוני (צורת רישום באמצעות $\sum(_)$).

(10 נקודות)

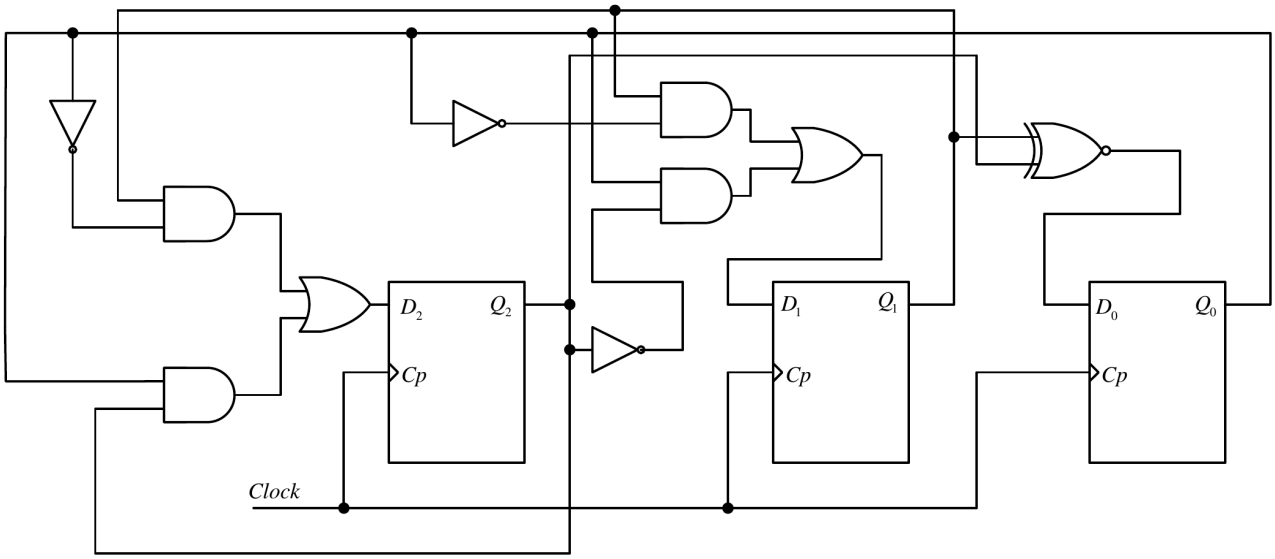


ב. ממשו את פונקציה $f(A,B,C)$ בעזרת בורר $8\to1$ המוצג באיור ב'. חברו את A ל- MSB כלומר ל- S_2 ואת האות C חברו לכניסת - LSB של הרכיב כלומר ל- S_0 .

(10 נקודות)

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

4. נתונה מערכת ספרתית המוצגת באיור לשאלה:



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

(15 נקודות)

ב. בהנחה שנתוני התזמון הם:

[1] זמן השהיית מעבר (tco) מכסימלי 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.

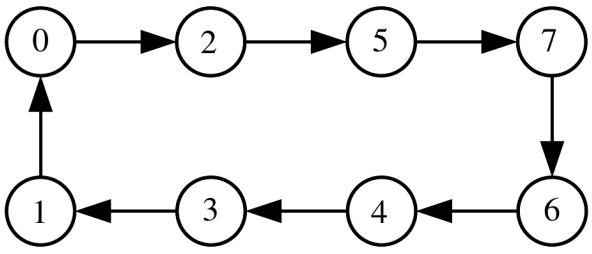
[4] זמן השהיית מעבר (tpd) מכסימלי של שערים בעל שתי כניסות הוא 14 ns.

[5] זמן השהיית מעבר (tpd) מכסימלי של שערי Not הוא 9 ns.

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

(5 נקודות)

5. באיור לשאלה 5 מוצגת דיאגרמת מצבים (הבועות) של המכונה הבאה שמשמשת כמונה:



א. כתבו טבלת מעברים וטבלת עירור של המכונה עבור פליפ-פלופים מסוג JK.

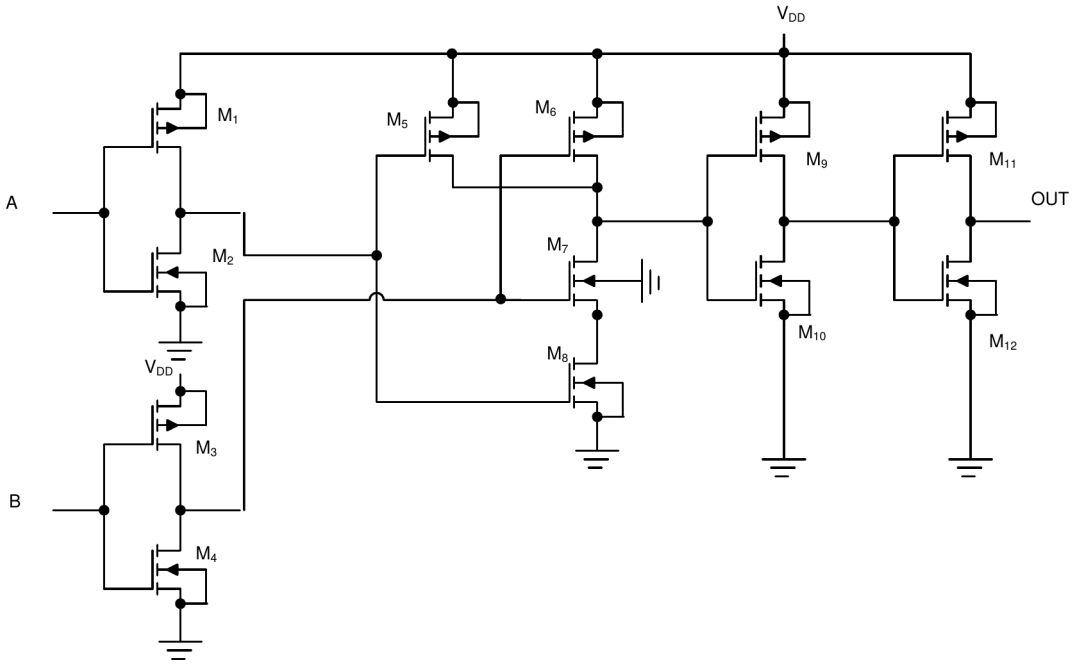
(10 נקודות)

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

ב. כתבו את משוואות העירור של המכונה כסכום מכפלות (SOP) מינימלי.

(10 נקודות)

6. באיור לשאלה 6 מוצגת מערכת הממומשת בטכנולוגית CMOS:



בשאלה זו גלו ורשמו מה הפעולה הלוגית שמבצע המעגל.

א. שרטטו תחילה מעגל שווה ערך עם חמישה שערים שמתאימים למימוש הנ"ל.

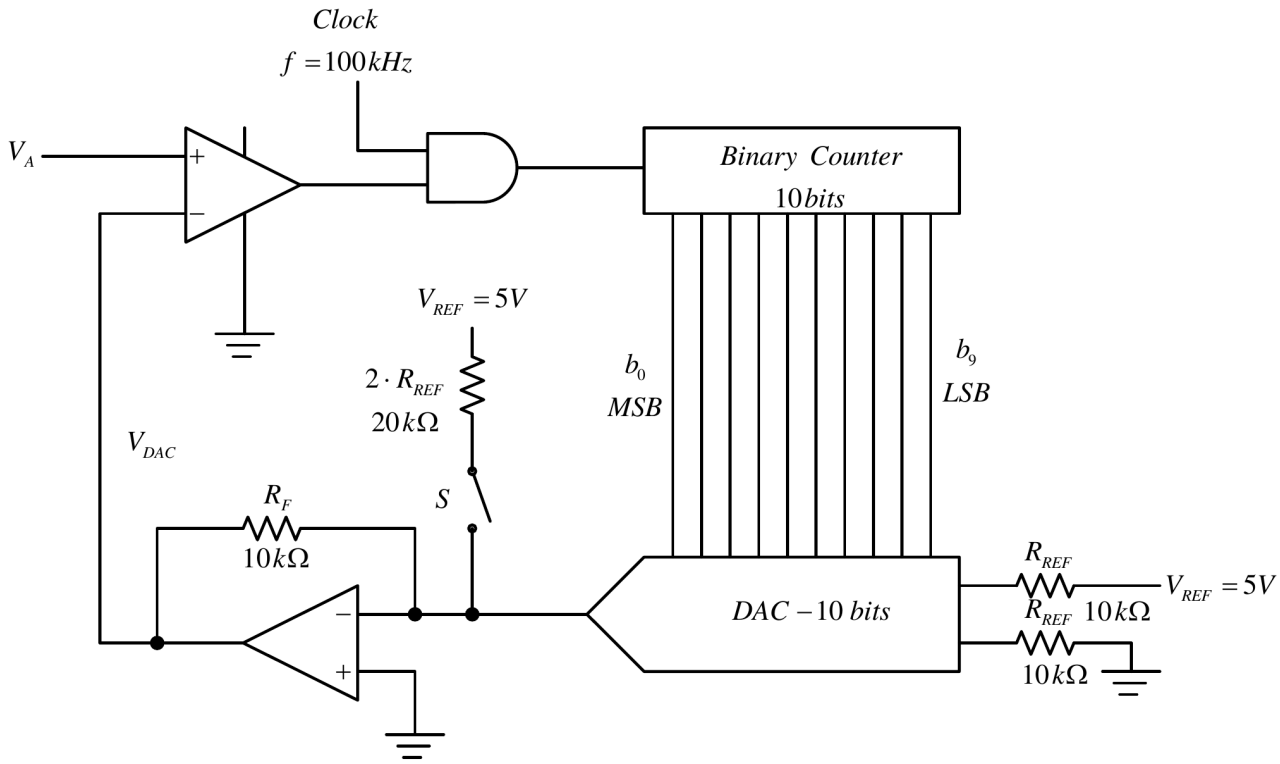
(10 נקודות)

ב. צמצמו את מספר השערים ככל שניתן. (רשמו הביטוי למה שקיבלתם בסעיף א' להעזר בצמצום).

(10 נקודות)

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

7. באיור לשאלה 7 מוצג ממיר תקבילי לספרתי.



ידוע שהרכיב DAC מושך זרם:

$$I_o = \frac{V_{REF}}{R_{REF}} \cdot \left(\frac{b_0}{2} + \frac{b_1}{4} + \cdots + \frac{b_9}{1024} \right)$$

הניחו כי המפסק S פתוח.

א. מה תחום מתחי מבוא V_A שניתן להמיר לאות ספרתי?

(4 נקודות)

ב. כאשר $V_A = 4\,\mathrm{V}$, מהו האות הספרתי המתקבל בתום ההמרה?

(4 נקודות)

ג. אם בסיום ההמרה מתקבל אות ספרתי 1100000000, מהו תחום מתחי מבוא V_A ?

(6 נקודות)

לסעיפים הבאים הניחו כי המפסק S סגור:

ד. מהו תחום מתחי מבוא V_A שניתן להמיר לאות ספרתי?

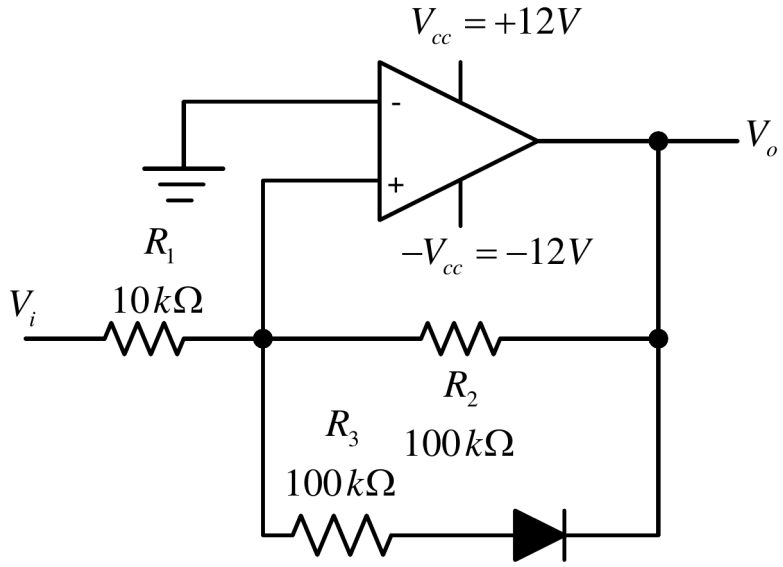
(4 נקודות)

ה. מהו זמן ההמרה המרבי של הממיר?

(2 נקודות)

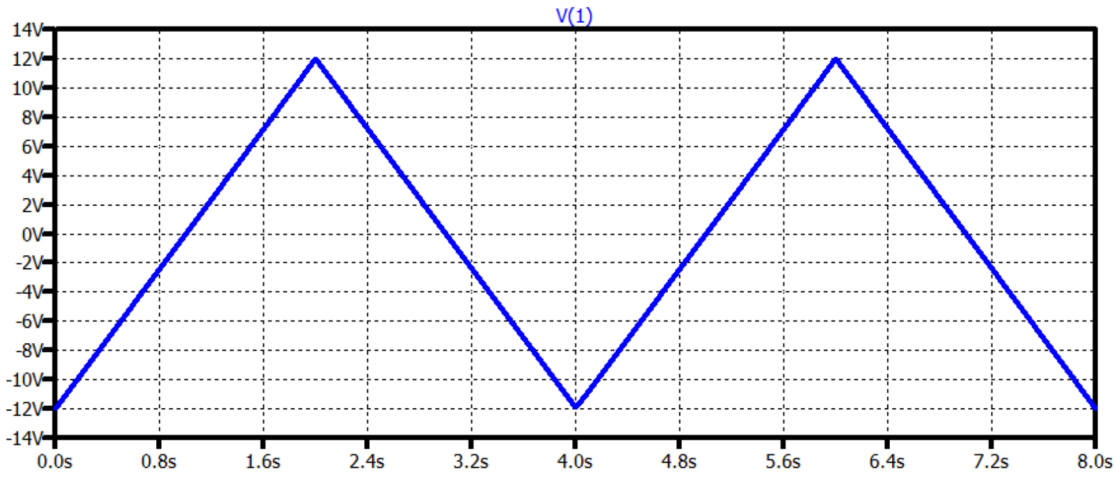
נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

8. **באיור א' לשאלה 8 מוצג מעגל הכולל מגבר שרת. מגבר השרת הוא אידיאלי.**



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

(12 נקודות)



ב. **באיור ב' לשאלה 8 מוצג מתח מבוא המוכנס למעגל מאיור א'.**

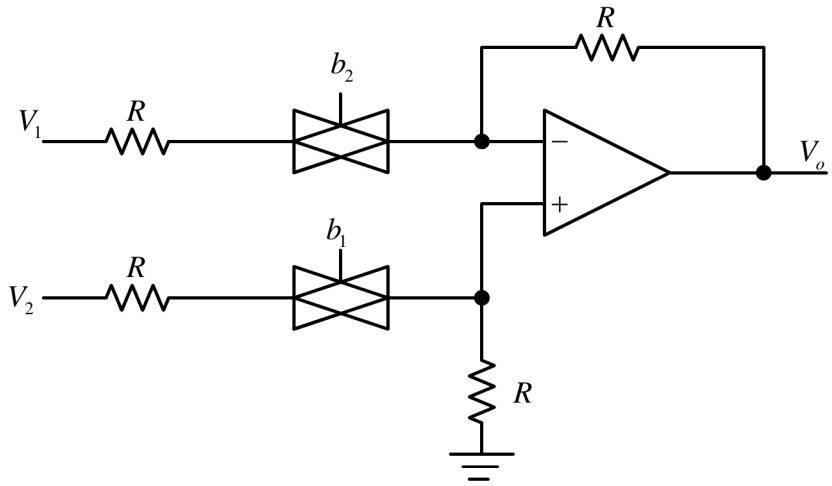
העתיקו את השרטוט למחברת ושרטטו מתחתיו את מתח המוצא תוך ציון זמנים וערכים אופייניים.

(8 נקודות)

9. **יש לענות על כל הסעיפים 9.1-9.4.**

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

נתון המעגל הבא הכולל Transmission-Gates:



9.1. לכמה שווה המתח במוצא כאשר $b_1 = b_2 =' 1'$?

א. $V_1 + V_2$

ב. $V_1 - V_2$

ג. $V_2 - V_1$

ד. המגבר ברוויה

9.2. כשמגדילים את מספר הסיביות מ- 8 ל- 16 ומגדילים את תדר השעון פי 8 בממיר ADC מסוג Successive Approximation, מה יקרה לזמן ההמרה החדש?

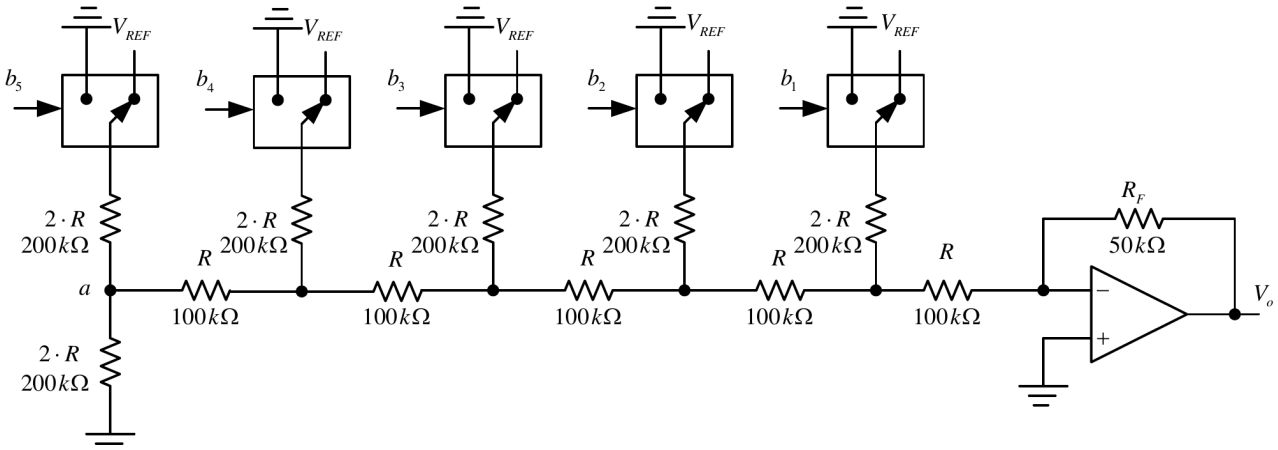
א. יעלה פי 4

ב. יקטן פי 4

ג. יעלה פי 2

ד. יקטן פי 2

נתון הממיר DAC הבא:



9.3. הנגד R_F התקלקל והוחלף ע"י טכנאי לנגד $50\,k\Omega$ בדיוק של 5% , במקום 1% שהיה קודם.

במה יפגע שינוי זה?

א. ליניאריות הממיר.

ב. שגיאת offset.

ג. שגיאת הגבר.

ד. על כל הפרמטרים שצוינו בסעיפים א' עד ג'.

9.4. **מה נכון לגבי שער עם היסטרזיס (Hysteresis)?**

א. מיועד לטפל בבעיית אות מבוא רועש.

ב. מיועד לטפל באותות מבוא שמשתנים לאט.

ג. יכול להיות בסיס למתנד גל ריבועי.

ד. כל התשובות נכונות.

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