GuyAI
מבית GOOL בגרויות

סוג הבחינה: בחינת גמר ממלכתית
מועד הבחינה: אביב 2024 מועד א' – 2
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. השיבו עליהן וכתבו תשובות במחברת הבחינה. כל השאלות שוות בערכן, ערך כל שאלה: 20 נקודות. סה"כ: 100 נקודות. ענו על חמש מתוך השאלות 1-12, ערך כל שאלה 20 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 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
101			
			312
15.125			

(18 נקודות)

ב. הביאו את הערך של המספר המכוון (Signed) שמיוצג בשיטת סימן וגודל (ברוחב חמש סיביות), למספר שווה ערך בשיטת המשלים לשניים:

$$(10010)_{SM} = (?)_{2C}$$

(2 נקודות)

2. נתונה הפונקציה הבאה:

$$f(A,B,C,D) = \Pi(2,7,8,13) + \Pi_{\Phi}(3,4,5,6,9,12)$$

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

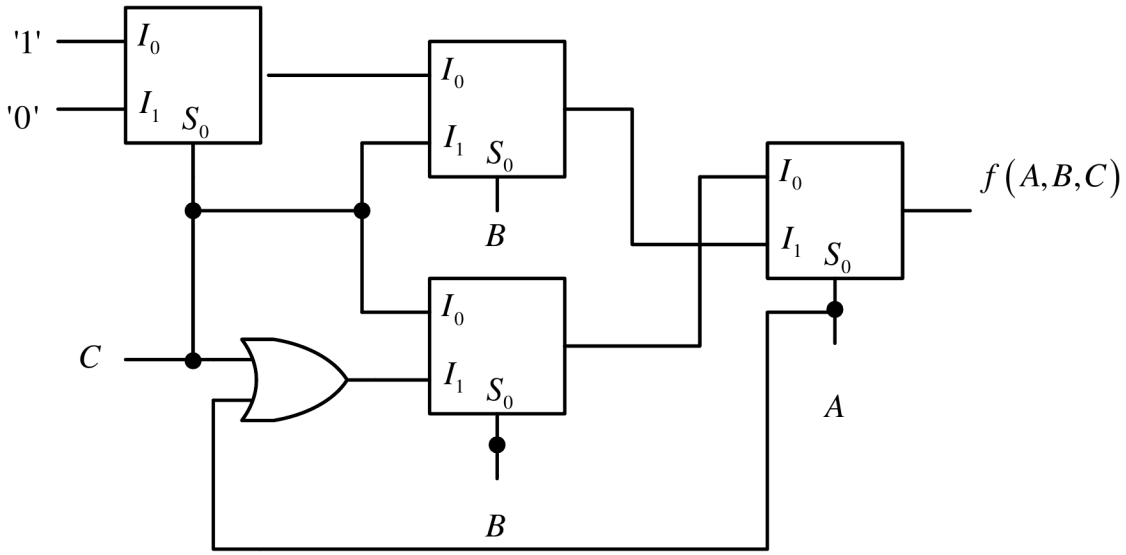
א. כתבו את הפונקציה בצורת רישום מינימלית של מכפלת סכומים (POS). על סמך צורת הרישום שקיבלתם, ציירו מימוש באמצעות שערי NOR בלבד.

(10 נקודות)

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

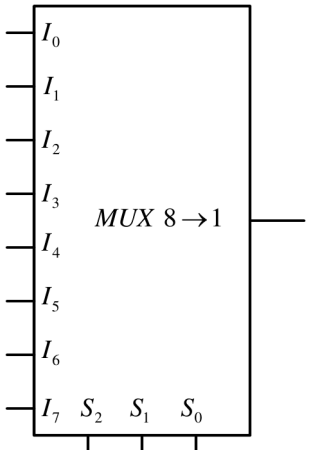
(10 נקודות)

3. באיור 3א' נתונה מערכת ספרתית הבנויה מבוררים $1 \rightarrow 2$ ושער לוגי:



א. הביאו את הפונקציה $f(A,B,C)$ בכל דרך אפשרית לצורה של סכום מכפלות מלאות (סימון באמצעות $\sum(_)$).

(10 נקודות)

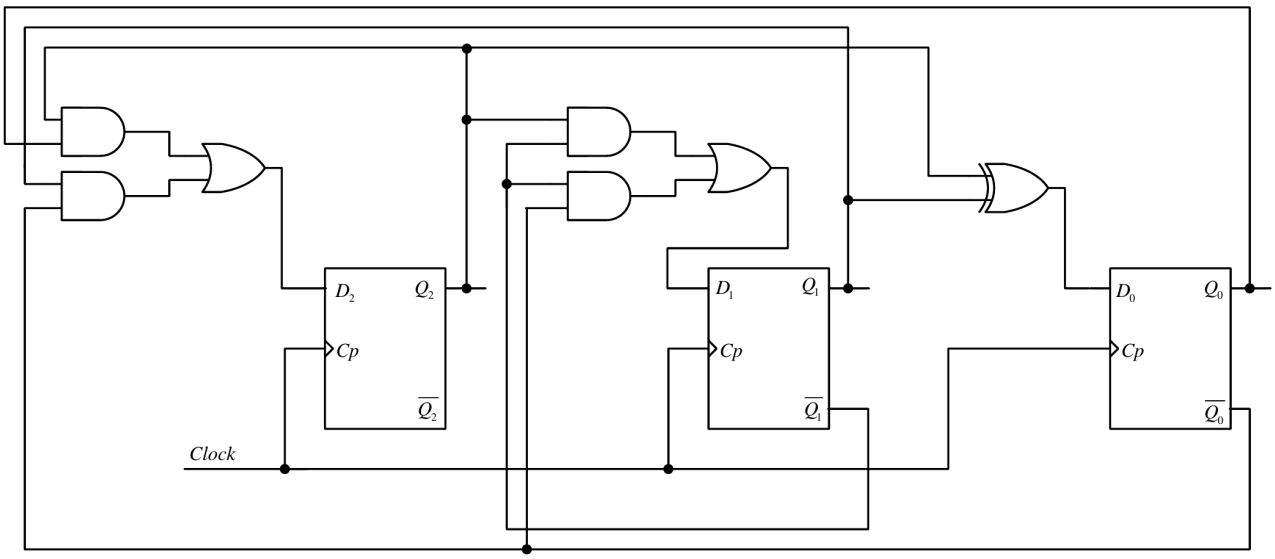


ב. ממשו את הפונקציה $f(A,B,C)$ בעזרת בורר $8 \rightarrow 1$, כמתואר באיור 3ב'.
חברו את האות A לכניסת ה-MSB של הרכיב שנקראת S_2 וחברו את האות C לכניסת ה-LSB של הרכיב שנקראת S_0.

(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 10 ns.

[2] זמן השהיית מעבר (tco) מינימלי של פליפ - פלופ הוא 5 ns.

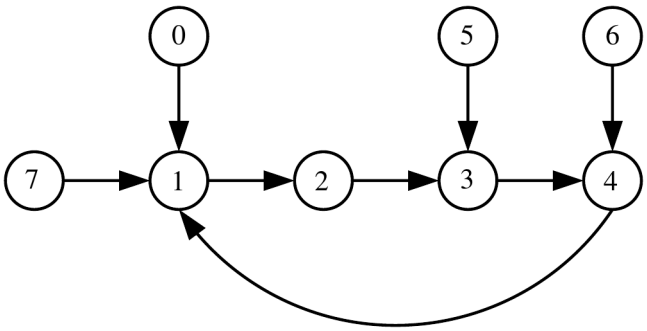
[3] זמן הכנה (ts) של פליפ - פלופ הוא 5 ns.

[4] זמן השהיית מעבר (tpd) מכסימלי של שערים בעלי שתי כניסות הוא 15 ns.

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

(6 נקודות)

5. **באיור לשאלה 5 נתונה דיאגרמת המצבים (הבועות) של המכונה הבאה שמשמשת כמונה:**



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

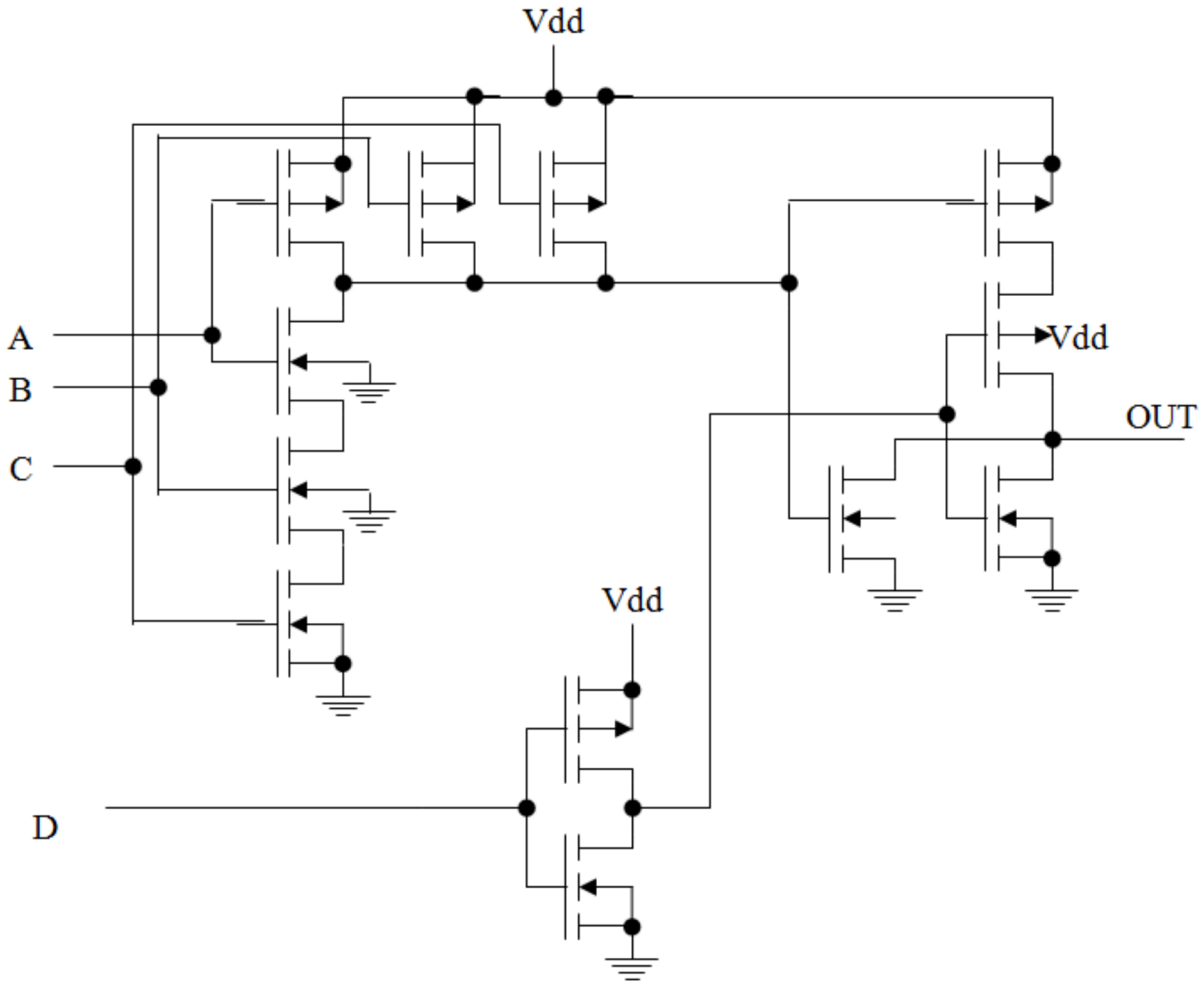
(10 נקודות)

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

(10 נקודות)

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

6. באיור לשאלה 6 מוצגת מערכת הממומשת בטכנולוגית CMOS:



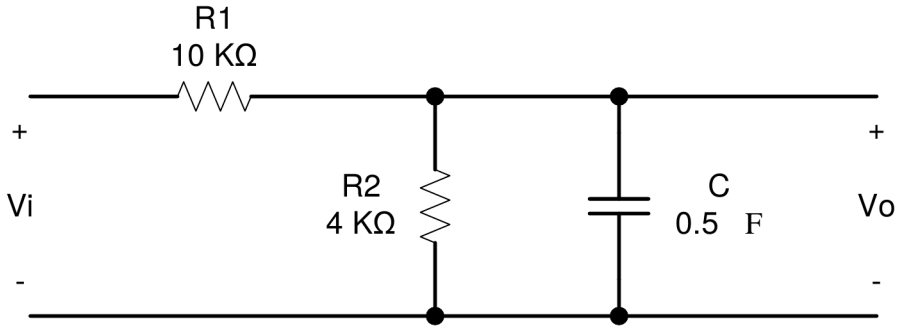
א. מצאו בדרך כלשהי מהי הפונקציה של המערכת. כתבו את הפונקציה מתוך התבוננות במבנה המתגים או באמצעות בדיקת טבלת אמת של הפונקציה. הסבירו מה הדרך שבחרתם.

(15 נקודות)

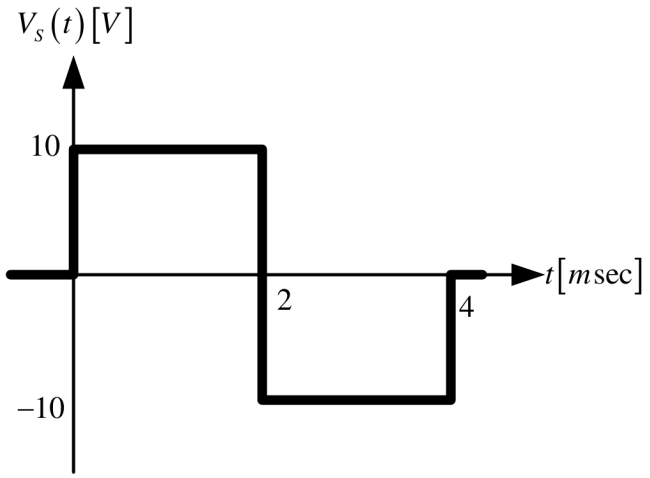
ב. כתבו את הפונקציה לאחר צמצום באלגברה בוליאנית וללא פעולות גג (ללא פעולות NOT).

(5 נקודות)

7. באיור לשאלה 7 נתון המעגל הבא:



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



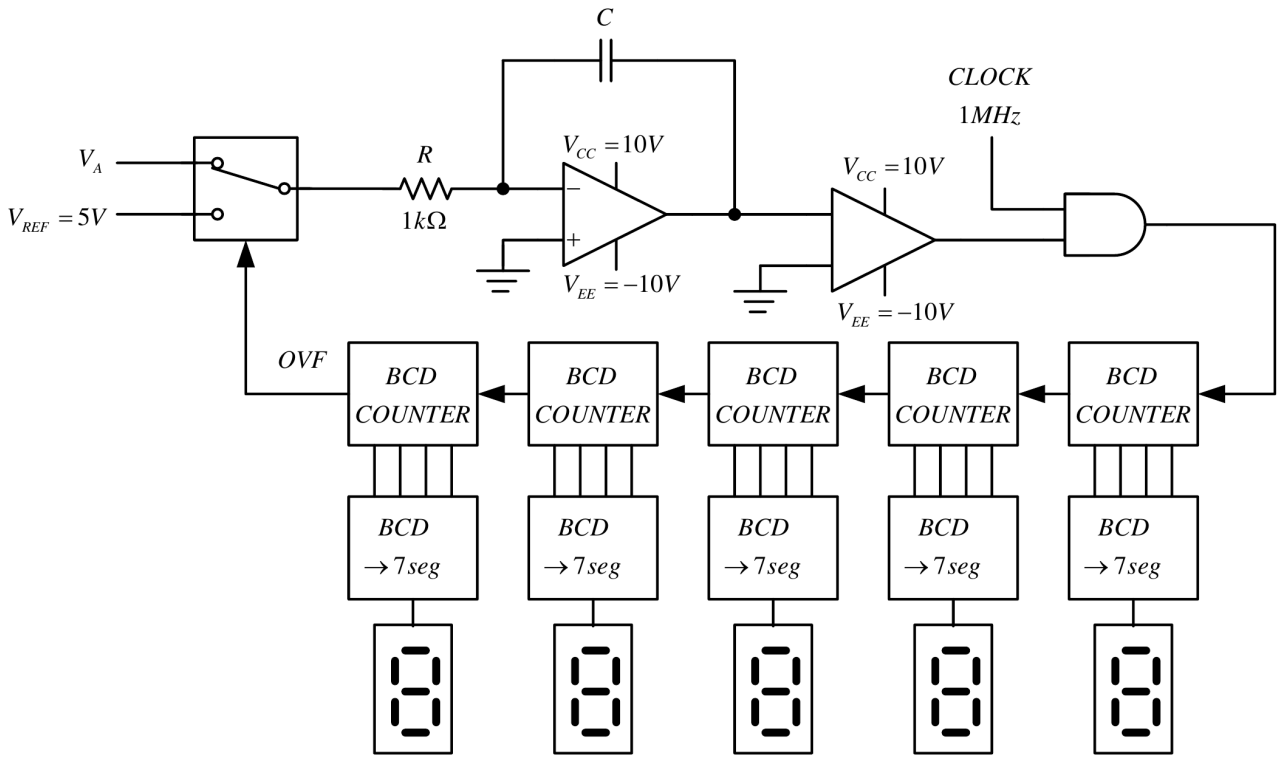
א. חשבו ושרטטו את מתח המוצא $V_o(t)$ עבור כניסה המוצגת באיור הבא.
ציינו ערכים על השרטוט.

(15 נקודות)

ב. חשבו מתי המתח על הדקי הקבל שווה ל- $-0.5\,\mathrm{V}$.

(5 נקודות)

8. באיור לשאלה 8 נתון המעגל הבא:



המגברים אידיאליים.

א. הסבירו בקצרה מה עושה המעגל. קבעו את קוטביות מתח מבוא V_A וסידור הכניסות של המשווה לפעולה תקינה של המעגל.

(4 נקודות)

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

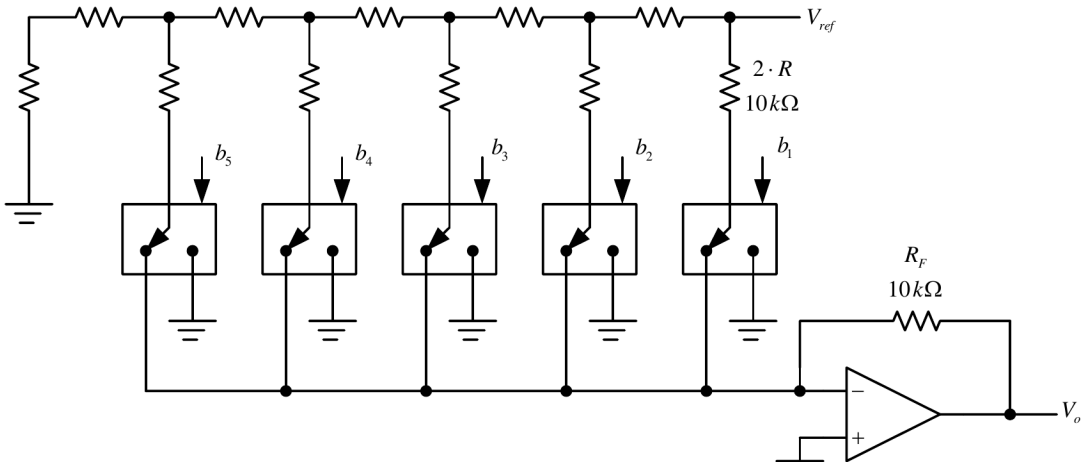
ב. מה ערכו של הקבל כדי לבצע המרה של מתחים V_A בתחום $|V_A| = (0 \div 5)\,\mathrm{V}$?

(4 נקודות)

ג. עבור $V_A = -2\,\mathrm{V}$ מהו זמן ההמרה ומהי התוצאה המוצגת בסוף ההמרה?
שרטטו את המתח ביציאת מגבר השרת הראשון תוך ציון זמנים וערכים אופייניים.

(12 נקודות)

9. באיור לשאלה 9 נתון המעגל הבא:



א. כדי להבטיח פעולה תקינה של ממיר D/A השלימו את ערכי כל הנגדים באיור.

(8 נקודות)

ב. אם ידוע שעבור צירוף $b_1b_2b_3b_4b_5 = 10010$ מתח הנמדד במוצא שווה ל-
$V_o = 2.8125\,\mathrm{V}$, מהו ערכו של מתח הייחוס V_{ref} ?

(4 נקודות)

ג. חשבו את מתח המוצא V_o עבור צירוף $b_1b_2b_3b_4b_5 = 11111$.
(עם ה- V_{ref} שמצאתם בסעיף ב').

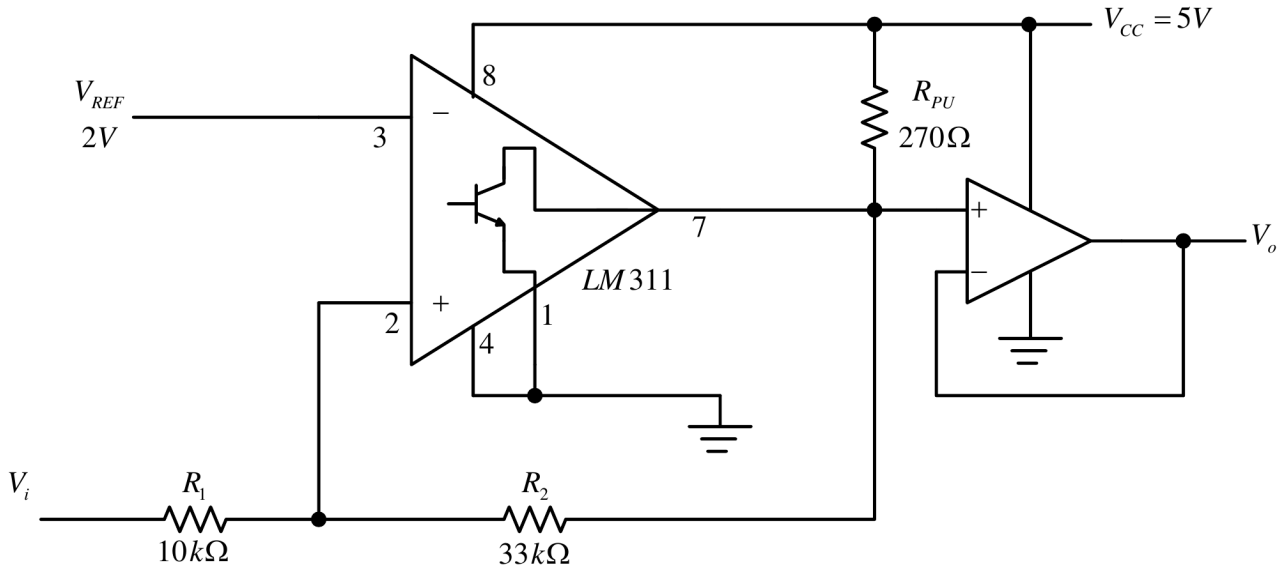
(4 נקודות)

ד. רוצים להקטין את ערך V_{LSB} ל- $0.078125\,\mathrm{V}$. מהי הפעולה הנדרשת מבלי לפגוע בתחום מתחי המוצא?

(4 נקודות)

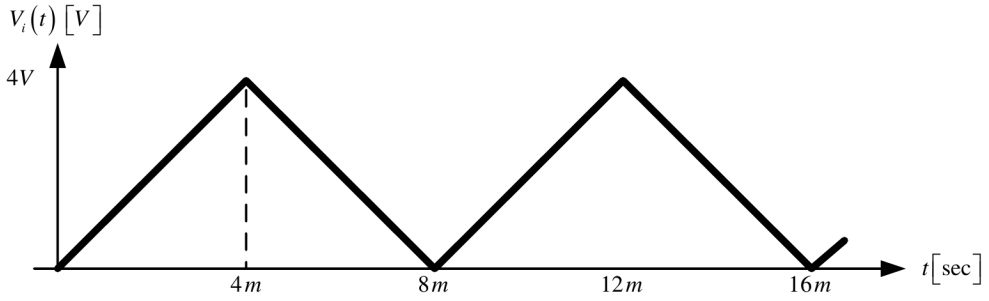
נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

10. באיור לשאלה 10 נתון המעגל הבא הכולל מגבר שרת ומשווה Open-Collector/Drain (נגד R_{pu} קטן מאוד ביחס לנגדים אחרים):



א. חשבו ושרטטו את אופיין מעבר $V_x = f(V_i)$.

(12 נקודות)



ב. במבוא מחובר מתח המתואר באיור:

חשבו ושרטטו את מתח המוצא $V_o(t)$ תוך ציון זמנים וערכים אופייניים.

(8 נקודות)

11. יש לענות על סעיפים 11.1-11.4.

11.1. רכיב CMOS הופעל במתח $V_{DD} = 3\,\text{V}$ בתדר שעון $100\,\text{kHz}$. אם מעלים את מתח האספקה ל- $V_{DD} = 6\,\text{V}$ ואת תדר השעון ל- $200\,\text{kHz}$, מה יקרה להספק הפיזור שלו?

א. לא ישתנה.

ב. יגדל פי 4.

ג. יגדל פי 8.

ד. יגדל פי 16.

(5 נקודות)

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

11.2. **כדי לממש ממיר ADC מסוג Flash ל- 8 סיביות יש צורך ב:**

א. 8 משווים אנלוגיים.

ב. 16 משווים אנלוגיים.

ג. 256 משווים אנלוגיים.

ד. 255 משווים אנלוגיים.

(5 נקודות)

11.3. **כמה סיביות נדרשות כדי לייצג את המספר העשרוני - 111 בשיטת Binary Offset?**

א. 7 סיביות.

ב. 8 סיביות.

ג. 9 סיביות.

ד. 10 סיביות.

(5 נקודות)

11.4. **מהו מספר הסיביות הדרוש לייצוג מספרים מסומנים בטווח מ- +14 עד -14 ?**

א. 4.

ב. 8.

ג. 6.

ד. 5.

(5 נקודות)

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