GuyAI
מבית GOOL בגרויות

סוג הבחינה: בחינת גמר ממלכתית
מועד הבחינה: אביב 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. השיבו עליהן וכתבו תשובות 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 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
			17.2
			31
75			

(18 נקודות)

ב. חשבו את הערך העשרוני של המספר המכוון (Signed) הבא שמיוצג בשיטת ההיסט הבינארי (כלומר Binary-Offset) במערכת ברוחב שמונה סיביות:

$$(10000000)_{BO} = (?)_{10}$$

(2 נקודות)

2. נתונה הפונקציה הבאה:

$$f(A,B,C,D) = \Pi(0,5,7,10) + \Pi_{\Phi}(2,8)$$

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.

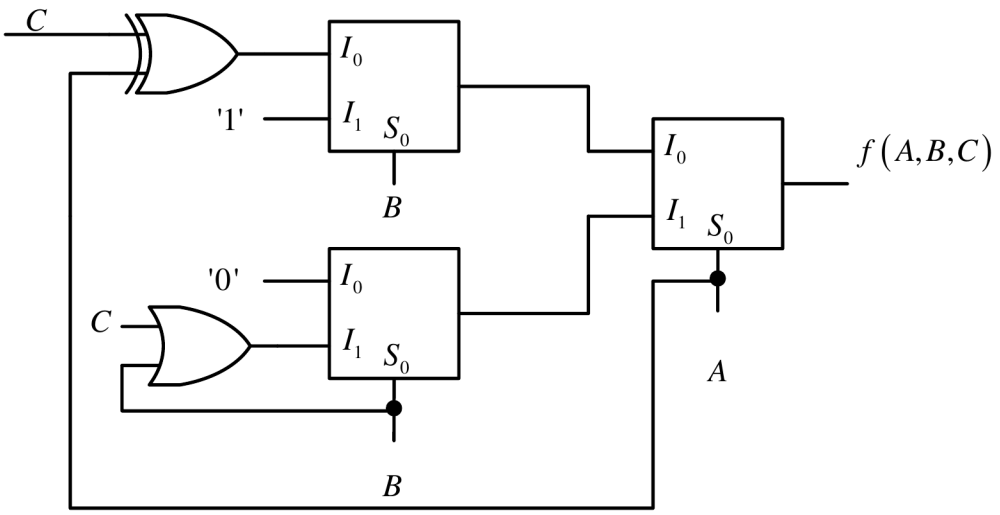
(10 נקודות)

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.

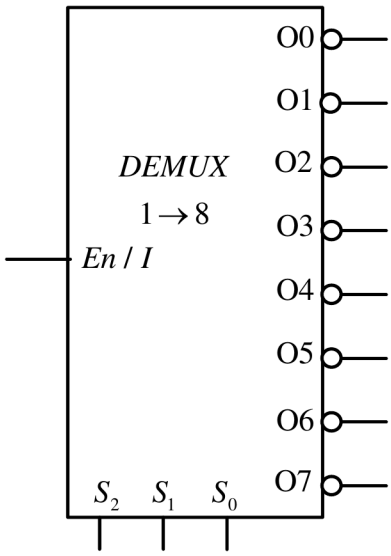
(10 נקודות)

3. **באיור לשאלה 3 נתונה מערכת ספרתית הבנויה מבוררים $2 \to 1$ ושערים לוגיים:**



א. **הביאו את הפונקציה $f(A,B,C)$ בכל דרך אפשרית לצורה קנונית (סימון באמצעות $\sum(_)$ או $\Pi(_)$).**

(10 נקודות)



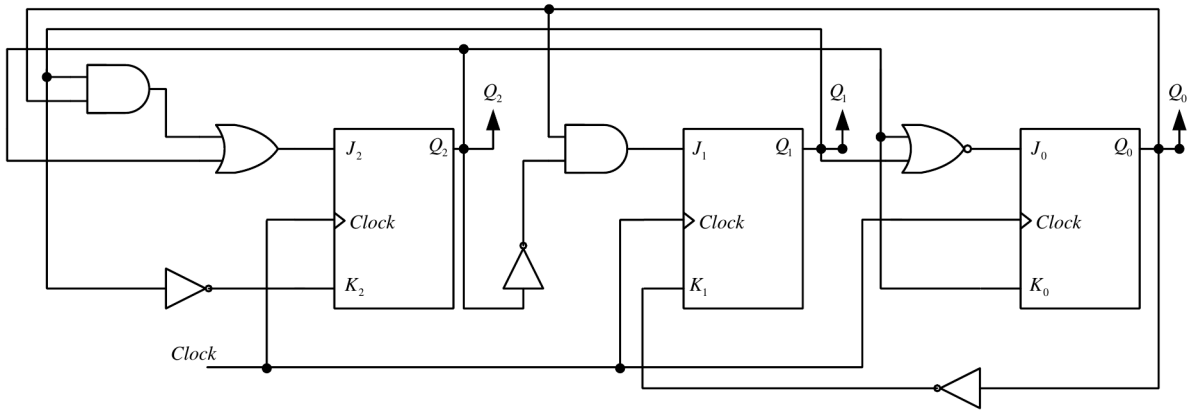
ב. **ממשו את פונקציה $f(A,B,C)$ בעזרת מפלג $1 \to 8$ עם יציאות הפועלות ב-LOW כמוצג באיור לשאלה 3 ושער עם מינימום כניסות:**

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 שהסיבית Q_2 היא MSB ו- Q_0 היא LSB.

(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 7 ns.

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

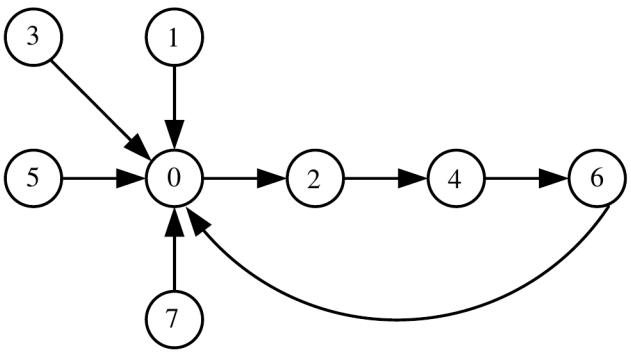
[6] זמן השהיית מעבר (tpd) מכסימלי של שערים NOT הוא 10 ns.

[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. 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)

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. ממשו פעולה לוגית באמצעות שערי CMOS בלבד:

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

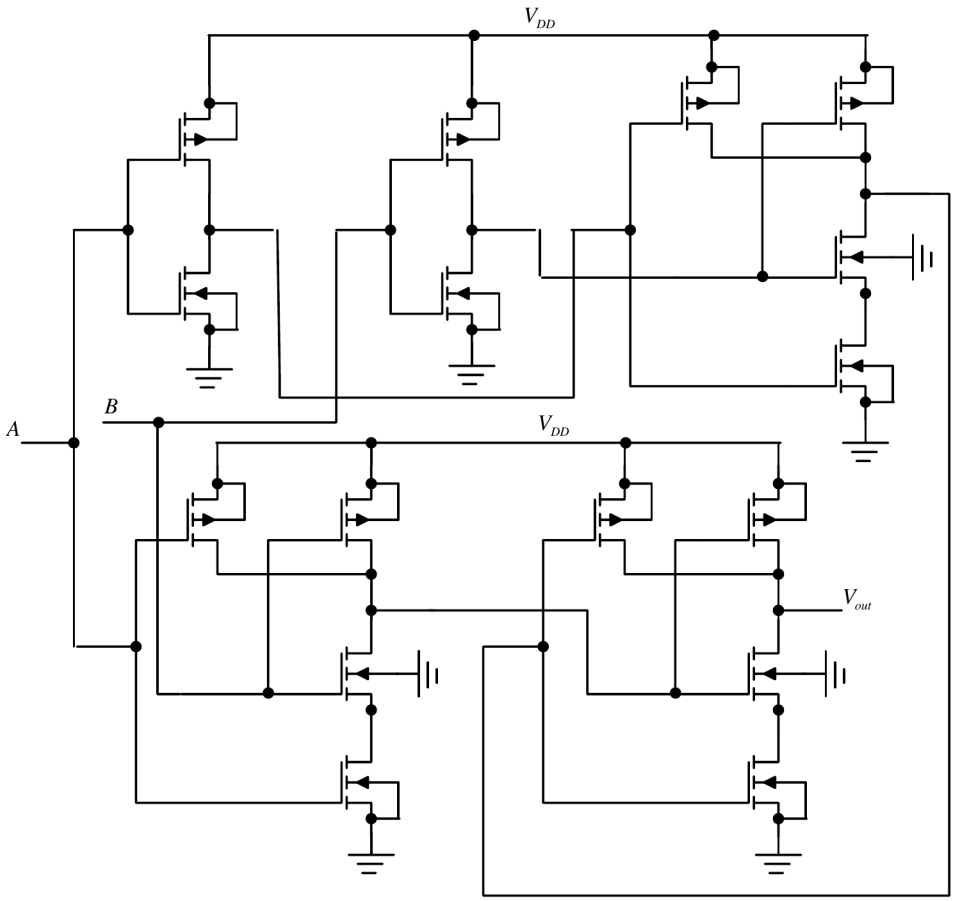
א. שרטטו מימוש של הפעולה באמצעות שלושה שערי NAND ושני שערי NOT.

(6 נקודות)

ב. ממשו את הפעולה באמצעות שערי NAND ושערי NOT מסוג CMOS. ציירו סכימה של טרנזיסטורים.

(14 נקודות)

7. באיור לשאלה 7 מוצגת מערכת הממומשת בטכנולוגית CMOS:



בשאלה זו גלו מה הפעולה הלוגית שמבצע המעגל.

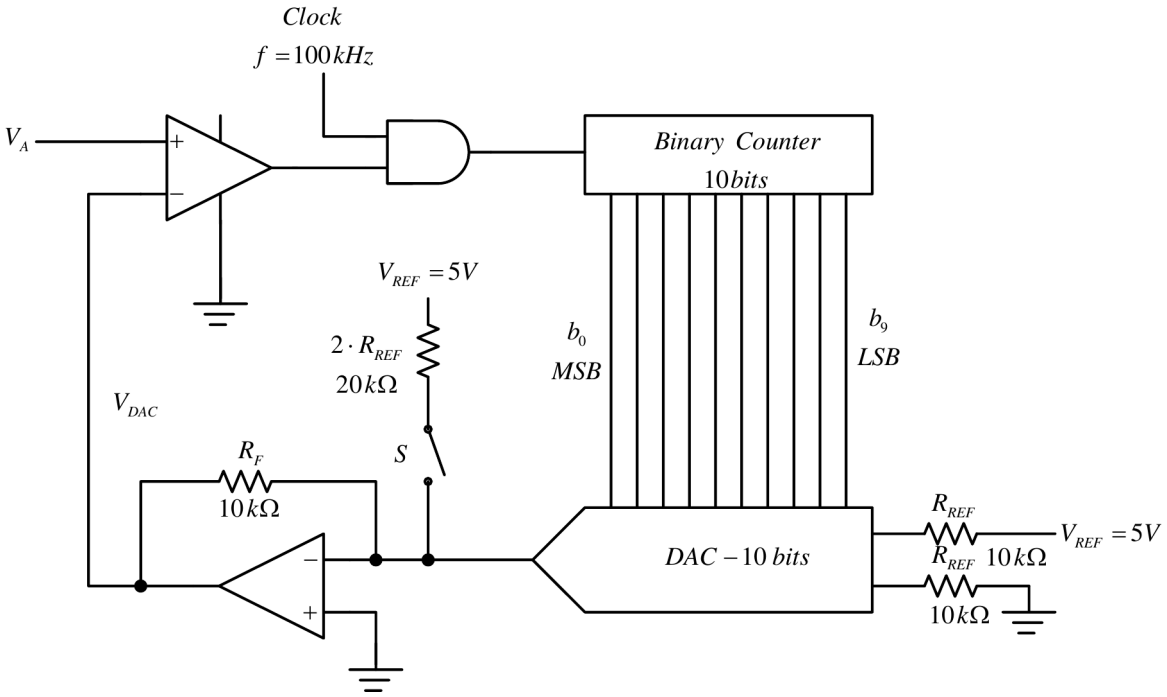
א. שרטטו תחילה מעגל שווה ערך עם חמישה שערים שמתאימים למימוש הנ"ל.

(14 נקודות)

ב. הביאו את הביטוי שמתקבל לפונקציה ההפוכה לצורת SOP מינמילי או POS מינימלי או למימוש באמצעות שער אחד.

(6 נקודות)

8. באיור לשאלה 8 נתון המעגל הבא:



ידוע שהרכיב DAC מושך זרם:

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

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:

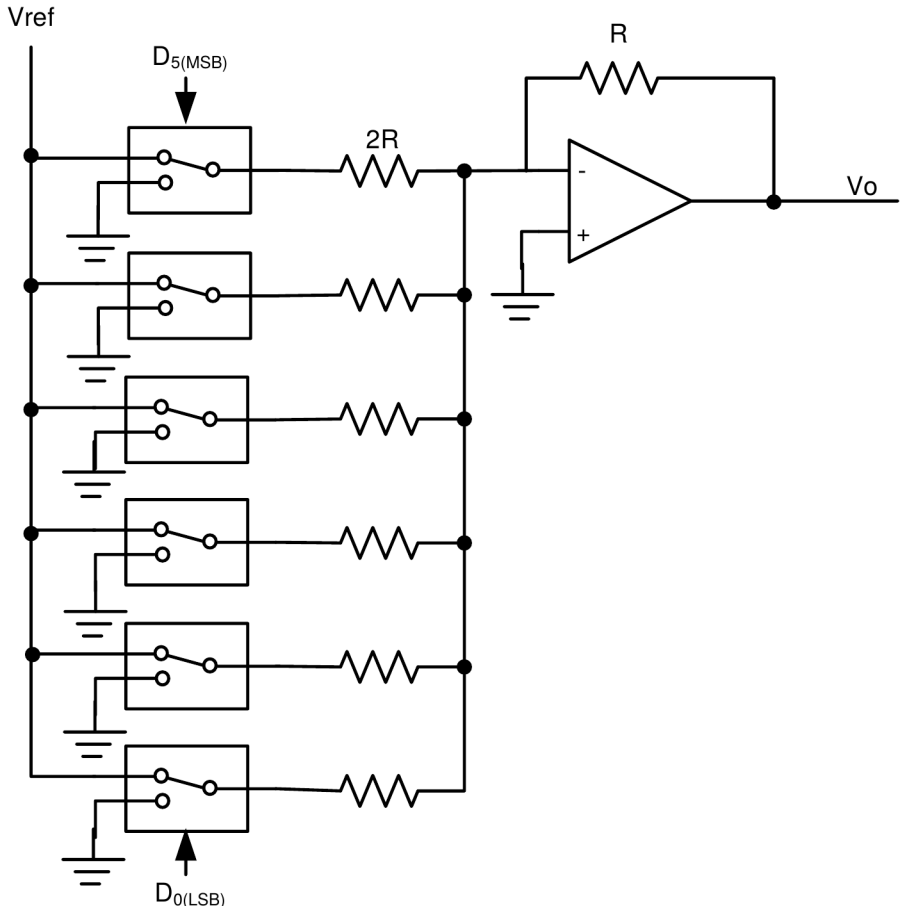
ד. מהו תחום מתחי מבוא V_A שניתן להמיר לאות ספרתי?

(4 נקודות)

ה. מהו זמן ההמרה המרבי של הממיר?

(2 נקודות)

9. באיור לשאלה 9 נתון המעגל הבא:



א. רשמו את ערכי הנגדים האחרים להבטחת פעולה נכונה של המעגל.

(4 נקודות)

ב. רשמו את המשוואה המקשרת בין מתח המוצא V_o מתח הייחוס V_{ref} והאותות הספרתיים $(D_5 \div D_0)$.

(4 נקודות)

ג. אם ידוע שעבור צירוף $D_5D_4D_3D_2D_1D_0 = 011000$ נמדד מתח מוצא $V_o = 3.75\,\mathrm{V}$, חשבו את ערכו של מתח הייחוס V_{ref}.

(4 נקודות)

ד. עבור כניסה $D_5D_4D_3D_2D_1D_0 = 100101$ חשבו את מתח המוצא V_o.
(עם ה- V_{ref} שמצאתם בסעיף ג').

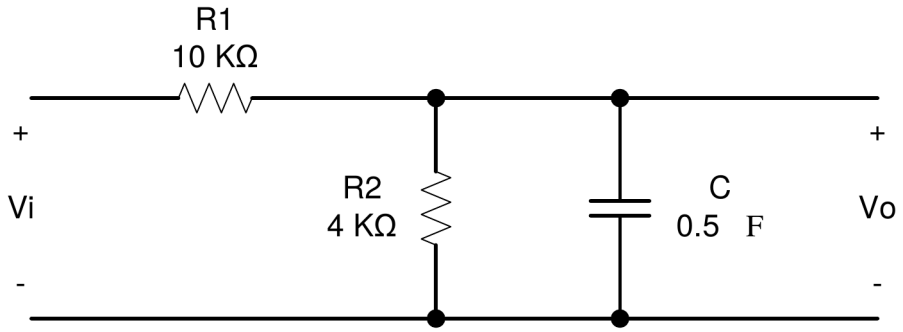
(4 נקודות)

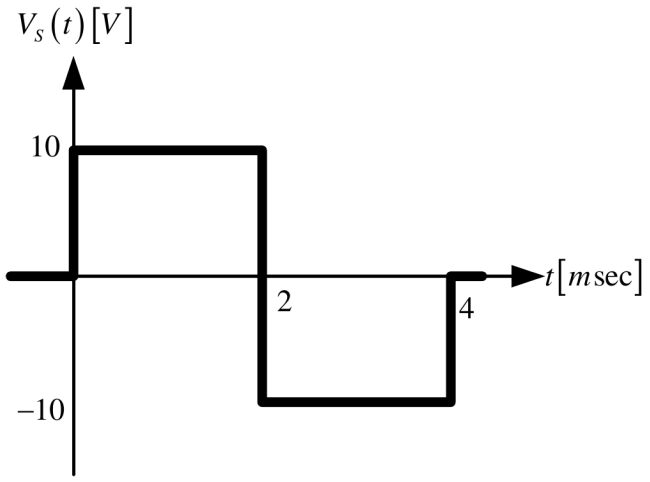
ה. רוצים לשנות את האבחנה פי 8. איזה שינוי יש לבצע?

(4 נקודות)

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

10. באיור א' לשאלה 10 נתון המעגל הבא:





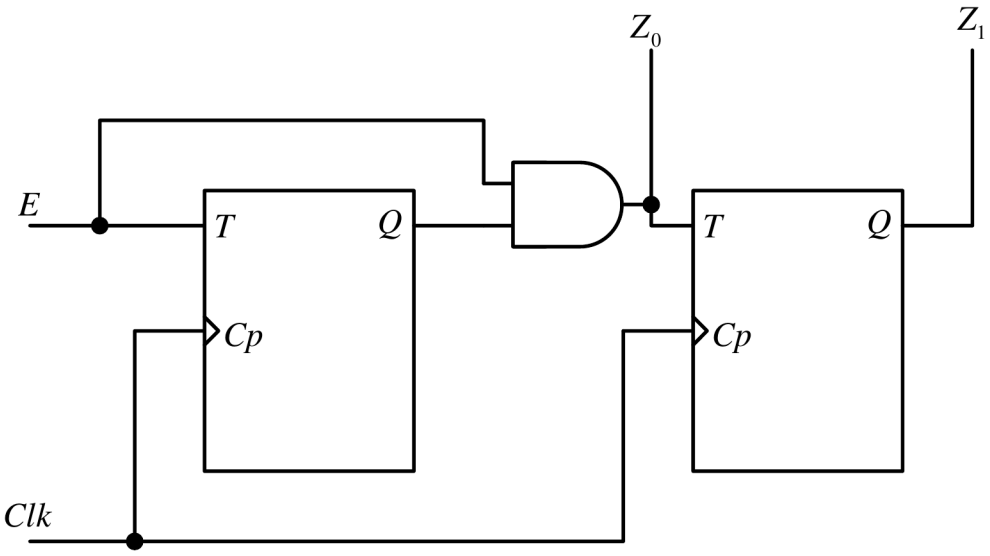
א. חשבו ושרטטו את מתח המוצא $V_o(t)$ עבור כניסה המוצגת באיור ב' לשאלה 10.
ציינו ערכים על השרטוט.
(15 נקודות)

ב. חשבו מתי המתח על הדקי הקבל שווה ל- $-0.5\,\mathrm{V}$.
(5 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 מוצגת סכימה של מכונת מצבים סינכרונית (היציאות הן Z0 ו- Z1):



11.1. מאיזה סוג המכונה:

א. מכונת Mealy.

ב. מכונת Moore ישירה.

ג. מכונה אוטונומית.

ד. מכונת Moore לא ישירה.

(5 נקודות)

11.2. מערכת שלמה היא מערכת רכיבים שניתן לממש באמצעותם ובאמצעות המצבים לוגיים הקבועים של 0 לוגי ו- 1 לוגי את כל הפעולות האפשריות של אלגברה בוליאנית. איזו מבין מערכות השערים הבאות אינה מערכת שלמה?

א. שער AND ביחד עם שער OR.

ב. שער AND ביחד עם שער NOT.

ג. שער OR ביחד עם שער NOT.

ד. שער AND ביחד עם שער OR וביחד עם שער NOT.

(5 נקודות)

11.3. רכיב CMOS הופעל במתח $V_{DD} = 3\,\mathrm{V}$. אם מעלים את מתח האספקה ל- $V_{DD} = 6\,\mathrm{V}$, מה יקרה להספק הפיזור שלו?

א. לא ישתנה.

ב. יקטן פי 2.

ג. יקטן פי 4.

ד. יגדל פי 4.

(5 נקודות)

11.4. במשפחות לוגיות TTL או CMOS:

א. מותר תמיד לחבר 2 יציאות ביחד.

ב. אסור לחבר 2 יציאות ביחד.

ג. אסור לחבר 2 יציאות ביחד כשהן מסוג Open Collector או Open – Drain.

ד. מותר לחבר 2 יציאות ביחד כשהן מסוג Open Collector או Open – Drain.

(5 נקודות)

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