GuyAI
מבית GOOL בגרויות

סוג הבחינה: בחינת גמר ממלכתית
מועד הבחינה: אביב 2026 מועד ב'
סמל השאלון: 97003
שם התלמיד/ה: _____

מכטרוניקה

הנדסת מכונות · הנדסאים

הוראות

א. משך הבחינה: ארבע שעות.

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: חלק א' (80 נקודות) - שאלות פתוחות: יש לענות על ארבע מתוך שמונה שאלות, לפי הפירוט הבא: בנושא רכיבים ומתמרים (שאלות 1-3): יש לענות על שאלה אחת חובה. בנושא מערכות בקרה (שאלות 4-6): יש לענות על שאלה אחת חובה. בנושא בקרים מתוכנתים וממשק אדם מכונה (שאלות 7-8): יש לענות על שאלה אחת חובה. שאלה אחת לבחירה חופשית מתוך כלל הפרקים. ערך כל שאלה 20 נקודות. חלק ב' (20 נקודות) - שאלות נכון או לא נכון: 10 שאלות חובה, ערך כל שאלה 2 נקודות. סך הכול 100 נקודות.

ג. חומר עזר מותר בשימוש: 1. מחשבון מדעי (אין להשתמש במחשב כף יד או במחשבון עם תקשורת חיצונית). 2. שלושה ספרי לימוד. 3. קלסר אחד. 4. נוסחאון שחולק במכללה, ללא פתרונות. 5. כלי סרטוט.

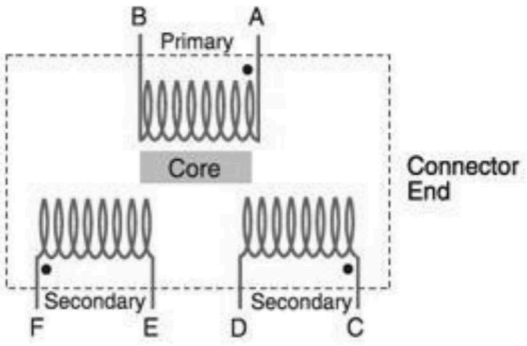
ד. הוראות מיוחדות: 1. יש לקרוא בעיון את ההנחיות בדף השער ואת כל שאלות הבחינה ולוודא שהן מובנות. 2. יש להשאיר את העמוד הראשון במחברת הבחינה ריק. בסיום הבחינה יש לרשום בעמוד זה את מספרי התשובות לבדיקה. התשובות תיבדקנה לפי סדר כתיבתן בעמוד זה. 3. יש לכתוב את התשובות במחברת הבחינה בעט בלבד ובכתב יד ברור. 4. יש להתחיל כל תשובה בעמוד חדש ולציין את מספר השאלה ואת מספר הסעיף. אין צורך להעתיק את השאלה עצמה. 5. טיוטה יש לכתוב במחברת הבחינה בלבד. יש לרשום את המילה "טיוטה" בראש העמוד ולהעביר עליה קו כדי שלא תיבדק. 6. יש להציג פתרון מלא ומנומק הכולל חישובים לפי הצורך. הצגת תשובה סופית ללא שלבי הפתרון לא תזכה בניקוד. 7. אם לדעתכם חסר בשאלה נתון, יש לציין זאת ולהוסיף נתון מתאים שיאפשר לכם 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. באיור לשאלה 1 מוצג מתמר מסוג LVDT.



א. הסבירו בקצרה מהו מתמר מסוג LVDT. רשמו באנגלית את המשמעות של כל אות.

(4 נקודות)

ב. הסבירו מדוע שני הסלילים המשניים, המתוארים באיור לשאלה 1, מלופפים בכיוונים נגדיים?

(4 נקודות)

ג. רשמו שני יתרונות של מתמר מסוג LVDT ושני חסרונות של מתמר זה.

(4 נקודות)

ד. על פי האיור לשאלה 1:

(1) אילו שתי נקודות יש לקצר בסלילים המשניים כדי שהמתמר יפעל כראוי?

(2) בין אילו שתי נקודות בסלילים המשניים מודדים את מתח המוצא?

(4 נקודות)

ה. במצב מסוים נמדדו מתחי ה-a.c. בסלילים המשניים: $V_{EF} = 2.27\,\mathrm{mV}$, $V_{CD} = 3.34\,\mathrm{mV}$.

מהו מתח המוצא של מתמר ה-LVDT במצב זה?

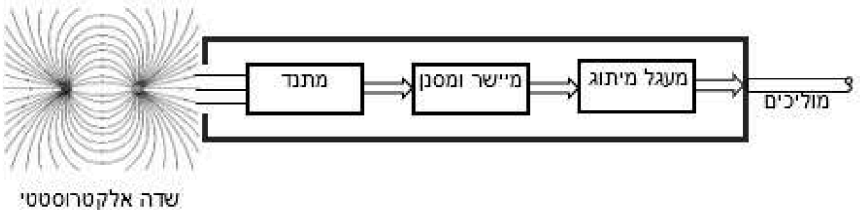
(4 נקודות)

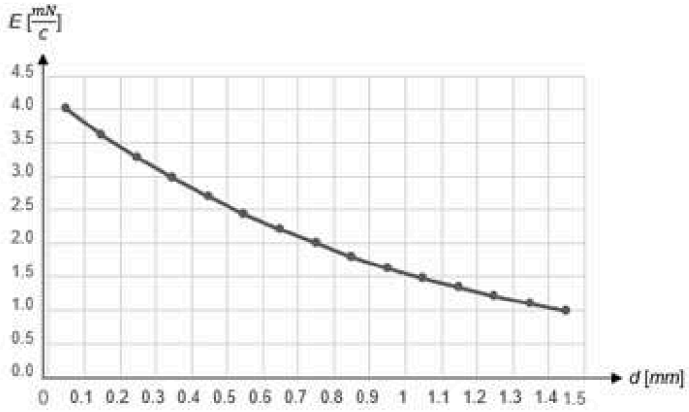
נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

2. באיור א' לשאלה 2 מוצג מבנה פנימי של חיישן קירבה קיבולי. באיור ב' לשאלה 2 מוצג אופיין השדה האלקטרוסטטי המופעל על ידי החיישן בתלות במרחק הנמדד.

איור א' לשאלה 2: מבנה פנימי של חיישן קירבה קיבולי.

איור ב' לשאלה 2: אופיין השדה האלקטרוסטטי בתלות במרחק.





א. על פי איור א' של השאלה, כיצד פועל חיישן הקירבה הקיבולי?

הסבירו את תפקידי הרכיבים האלה: מעגל המיתוג, המיישר, המסנן והמתנד.

(5 נקודות)

ב. באיור ב' של השאלה, השדה האלקטרוסטטי של החיישן פועל לפי הנוסחה: $E = 4.2 \cdot e^{-d}$, כאשר השדה האלקטרוסטטי ביחידות של מילי־ניוטון לקולון והמרחק נמדד במ"מ.

(1) מהו המרחק d בעבור השדה האלקטרוסטטי בגודל $E = 1.72\ \frac{\mathrm{mN}}{\mathrm{C}}$?

(2) מהו השדה האלקטרוסטטי E בעבור מרחק של $d = 0.3\,\mathrm{mm}$?

(3) האם תשובותיכם לסעיפים ב.1 ו־ב.2 תואמות את הנתונים מהאופיין באיור ב'?

(8 נקודות)

ג. במתנד הפנימי של חיישן הקירבה הקיבולי נמצא קבל לוחות C שנתוניו הם: שטח הלוחות $A = 0.12\,\mathrm{mm}^2$, קבוע דיאלקטרי יחסי $\varepsilon_r = 47$ והמרחק בין הלוחות הוא $d = 0.8\,\mathrm{mm}$.

נתון: הקבוע הדיאלקטרי של הריק $\varepsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12}\ \frac{\mathrm{F}}{\mathrm{m}}$. מהי קיבולת הקבל C ?

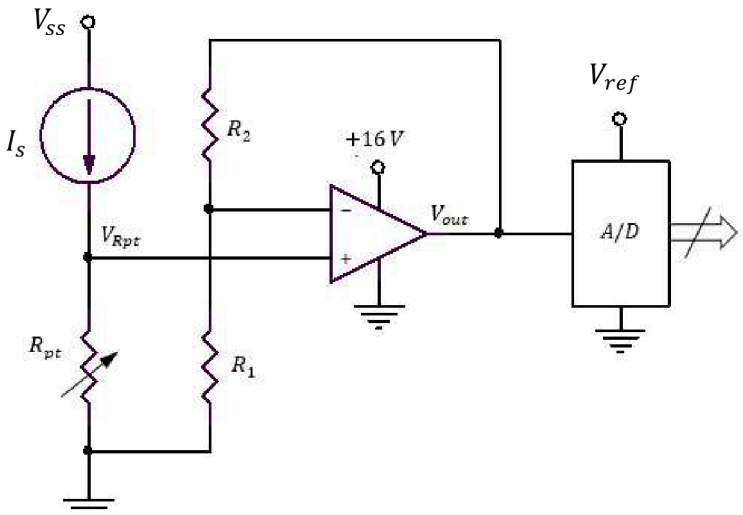
(7 נקודות)

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

3. באיור לשאלה 3 מוצג מעגל למדידת טמפרטורה באופן ספרתי. המעגל כולל מקור זרם I_s , מגבר שרת, חיישן R_{pt} , ממיר A/D ושני נגדים. בפתרונכם התייחסו למגבר השרת כאל מגבר אידיאלי.

נתון: $V_{ref} = 12\,\text{V}$, $I_s = 15\,\text{mA}$, $R_1 = 1\,\text{k}\Omega$. תחום הטמפרטורות הנמדד: T : $30^\circ\text{C} \div 180^\circ\text{C}$.

מקדם הטמפרטורה של ה- R_{pt} : $\alpha = 0.0045\,(^\circ\text{C})^{-1}$, $R_0 = 100\,\Omega\,@\,0^\circ\text{C}$.
$R_{pt} = R_0 \cdot (1 + \alpha \cdot T)$.



א. הסבירו כיצד פועל המעגל הנתון למדידת טמפרטורה?

(4 נקודות)

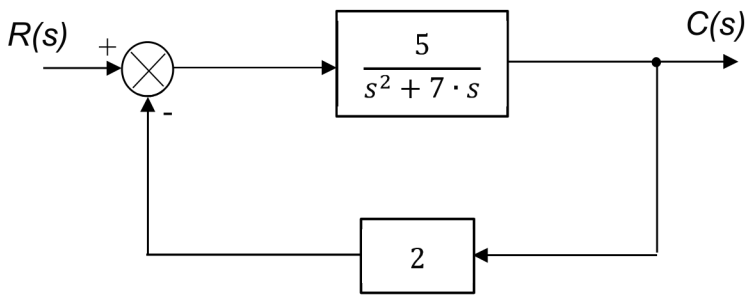
ב. מהו ערך הנגד R_2 שנדרש לקבלת מתח $V_{out} = 12\,\text{V}$ במדידת טמפרטורה של 180°C ?

(8 נקודות)

ג. בממיר ה- A/D נדרש כושר אבחנה של 2°C . מהו מספר סיביות ממיר ה- A/D שנדרש לצורך כך?

(8 נקודות)

4. באיור לשאלה 4 מוצגת סכמת מלבנים של מערכת בקרה המאופיינת בפיגור מסדר שני.



א. מהי פונקציית התמסורת $G_f(s) = \frac{C(s)}{R(s)}$?

(6 נקודות)

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

ב. בפונקציית התמסורת $G_f(s)$ אשר חישבתם מסעיף א':
מהו ערכו של מקדם הריסון ξ ומהו ערכה של התדירות הטבעית ω_n ?

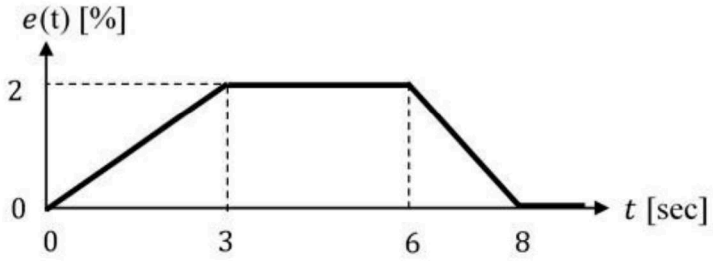
(8 נקודות)

ג. מהי תגובת המערכת במישור לפלס $C(s)$ לאות במבוא של ארבע מדרגות יחידה $4 \cdot u(t)$?

(6 נקודות)

5. א. הסבירו מהו בקר מסוג PD. רשמו את משוואת בקר זה. סמנו בכל חלק של המשוואה את סוג הבקר שהוא מייצג. רשמו והסבירו את כל חלקי משוואת הבקר.

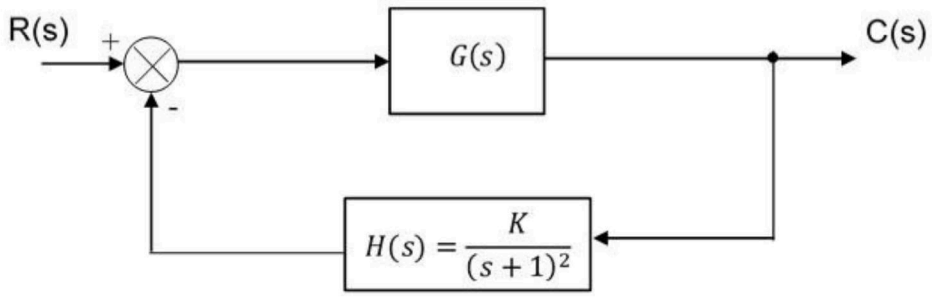
(6 נקודות)



ב. באיור לשאלה 5 מוצג אות שגיאה במבוא בקר מסוג PD בעל הנתונים הבאים: תפוקת הבקר כשהשגיאה שווה לאפס - $P_0 = 25\%$, הקבוע הנגזרתי של הבקר - $K_D = 4\,[\text{sec}]$.
הקבוע היחסי של הבקר $K_P = 2$. חשבו ושרטטו את תגובת הבקר לאות המתואר באיור.

(14 נקודות)

6. באיור לשאלה 6 מוצגת סכמת מלבנים של מערכת בקרה בחוג סגור.



א. נתונה פונקציית התמסורת של החוג הסגור $G_f(s)$.

$$G_f(s) = \frac{C(s)}{R(s)} = \frac{(s+1)^2}{(s+1)^2 \cdot (s^2+6 \cdot s+8)+K}$$

מהי פונקציית התמסורת של החוג הפתוח $G(s)$?

(9 נקודות)

ב. מהי המשוואה האופיינית של מערכת הבקרה?

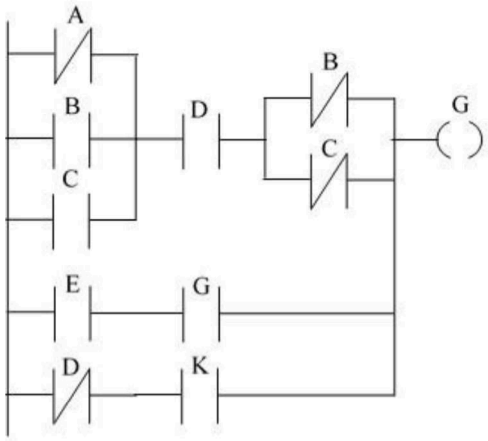
(3 נקודות)

ג. לפי הקריטריון של ראוט - Routh, מהו תחום הערכים של K שעבורו מערכת הבקרה תהיה יציבה?

(8 נקודות)

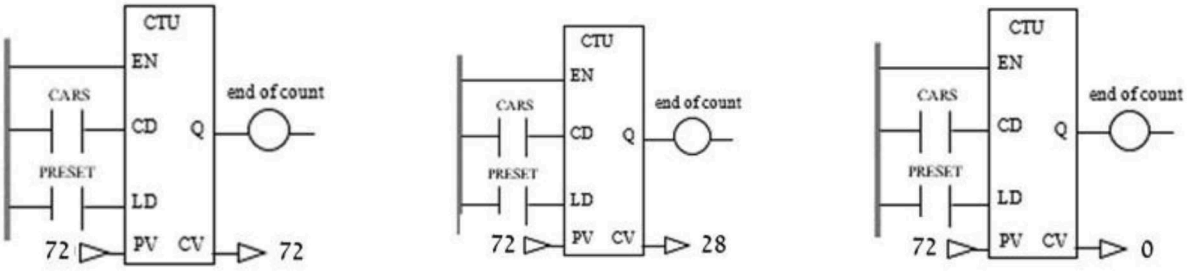
7. אין קשר בין סעיפי השאלה.

באיור א' לשאלה 7 מוצגת דיאגרמת סולם עבור הפונקצייה הלוגית G.



א. כתבו את משוואת הפונקצייה הלוגית G.

(10 נקודות)



איור ב3 **איור ב2** **איור ב1**

ב. באיורים ב1, ב2, ב3 מוצגים שלושה מצבים של מונה הפועל בבקר מִתַּכנת.

(1) מהו סוג המונה המוצג? מה מונים (סופרים) במערכת זו?

(2) מהו מצב המונה בכל אחד מהאיורים ב1, ב2, ב3?

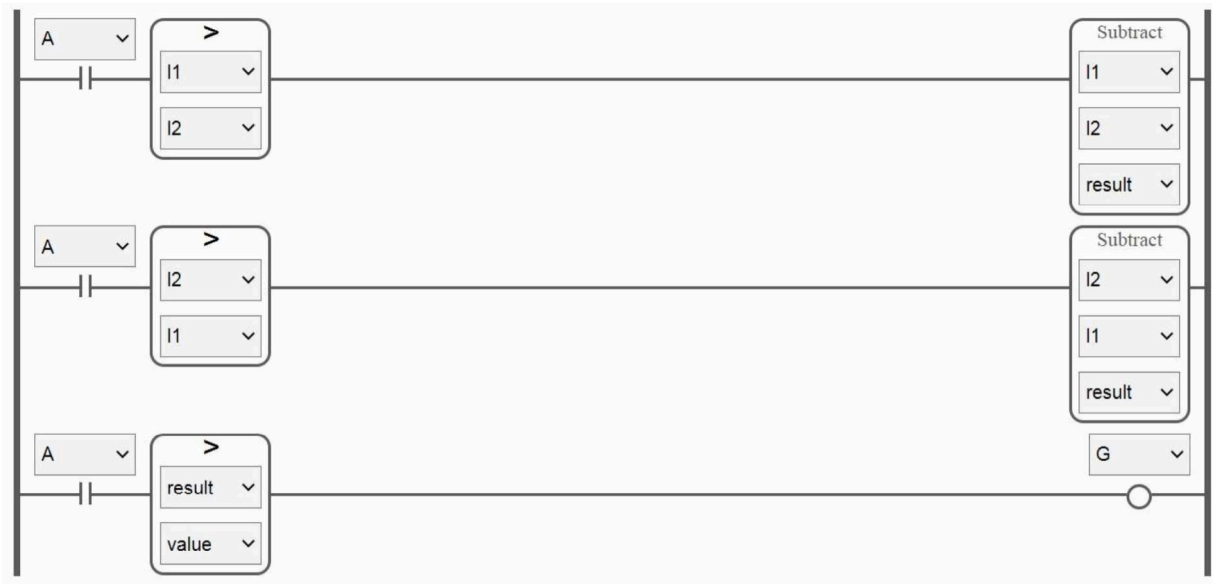
(3) מהי משמעות הסימון PV במונה המוצג?

(10 נקודות)

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

8. באיור לשאלה 8 מוצג קטע מדיאגרמת סולם של תהליך הכולל שני מכלים, שבכל אחד מהם מותקן חיישן מפלס המודד בתחום של 0-10 מטר ומפיק אות של 0-5 וולט. מוצא החיישנים מחובר לבקר מִתַּכנת דרך כרטיס קלט אנלוגי בעל עשר סיביות, שמתח הייחוס שלו הוא חמישה וולט. תפקיד המערכת הוא להפעיל את הנורה G כאשר הפרש המפלסים גדול מ־40 סנטימטר.

משתנה	סוג	תיאור
L1	קלט	תפוקת חיישן מפלס במכל 1
L2	קלט	תפוקת חיישן מפלס במכל 2
A	קלט	מתג הפעלה ידני מופעל
G	פלט	התראה מופעלת



א. מה תפקיד המשתנה result.

(2 נקודות)

ב. מה תפקיד המשתנה value ומהו ערכו?

(3 נקודות)

ג. נתון שהמפלס במכל 1 הוא חמישה מטרים והמפלס במכל 2 הוא 5.1 מטרים. חשבו את ערכם של משתנים אלה:

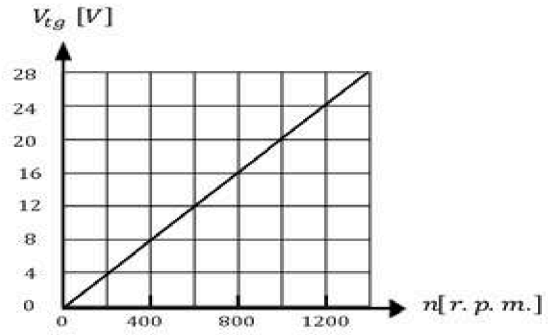
(1) המשתנה L1.

(2) המשתנה L2.

(3) המשתנה result.

(15 נקודות)

9. באיור לשאלה מספר 9 מוצג אופיין של טכוגנרטור. הטכוגנרטור מורכב על הציר של מנוע חשמלי ותפקידו למדוד את קצב הסיבוב של המנוע. באיור ניתן לראות שהקשר בין המתח במוצא הטכוגנרטור V_{tg} ובין קצב הסיבוב של המנוע n הוא לינארי.

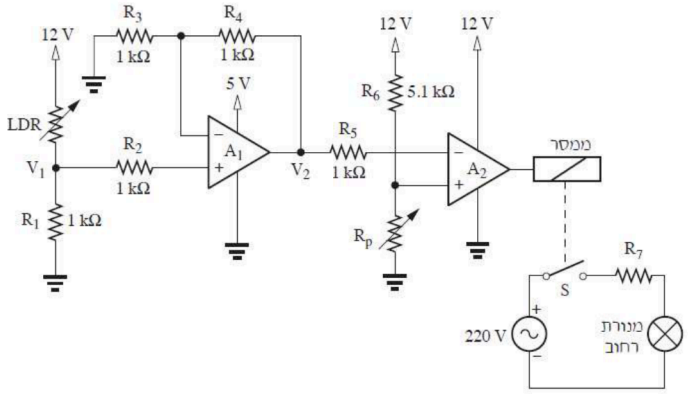


כאשר קצב הסיבוב של המנוע הוא $n = 600\,\text{r.p.m.}$, אז מתח המוצא של הטכוגנרטור הוא של $V_{tg} = 13\,\text{V}$.

- נכון
- לא נכון

(2 נקודות)

10. באיור לשאלה 10 מוצג מעגל חשמלי של מערכת לבקרת תאורת רחוב.



כאשר המתח בהדק החיובי של המגבר A2 יהיה גדול מהמתח בהדק השלילי של המגבר A2, המנורה תידלק.

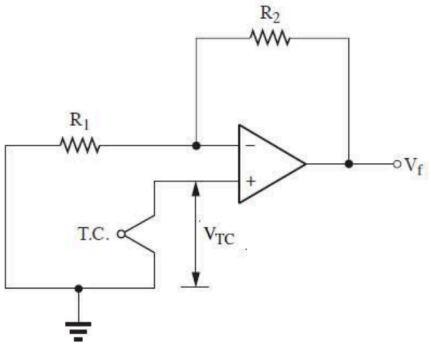
- נכון
- לא נכון

(2 נקודות)

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

11. באיור לשאלה 11 מוצג מעגל חשמלי המבוסס על מגבר שרת שנועד להגברת המתח במוצא הצמד התרמי.

נתון: $R_1 = 5\,\Omega$, $R_2 = 5\,\Omega$.

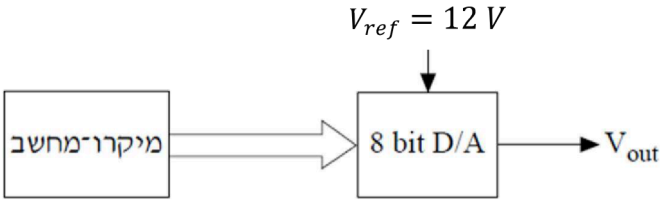


האם נכון שהֶגבר מַגבר השרת הוא $A_v = 1$?

- נכון
- לא נכון

(2 נקודות)

12. באיור לשאלה 12 מוצגת מערכת המרה הכוללת מיקרו-מחשב וממיר D/A בעל 8 סיביות.



מתוך האיור ניתן לחשב את המתח המזערי במוצא הממיר שהוא $1.25\,\mathrm{V}$.

- נכון
- לא נכון

(2 נקודות)

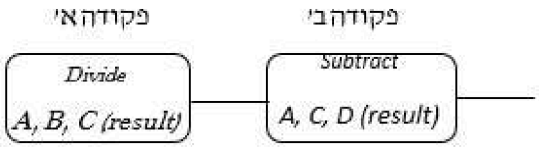
13. כאשר דרך נגד שערכו $R = 10\,\mathrm{k}\Omega$ יזרום זרם של $I = 50\,\mathrm{mA}$, ההספק של הנגד יהיה $P = 500\,\mathrm{Watt}$.

- נכון
- לא נכון

(2 נקודות)

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

14. באיור לשאלה 14 מוצג תיאור סכמתי של שתי פקודות הפועלות בבקר מִתַּכנת. A, B, C, D הם משתנים שלמים.

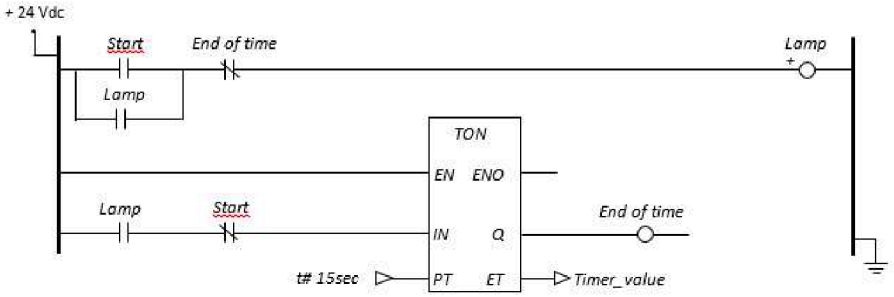


אם: $A = 12$ ו- $B = 3$ אז $D = 8$.

- נכון
- לא נכון

(2 נקודות)

15. באיור לשאלה 15 מוצגת דיאגרמת סולם של בקר מִתַּכנת. דיאגרמת הסולם כוללת קוצב זמן מסוג השהיה בהפעלה (On Delay-TON).

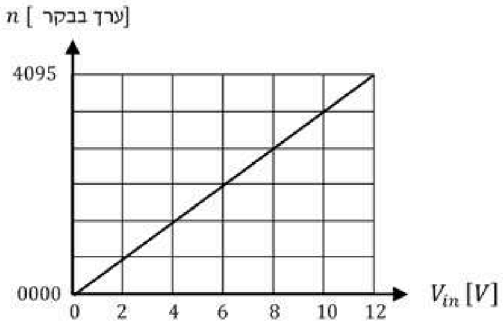


כל לחיצה על הלחצן Start תכבה את המנורה למשך 15 שניות.

- נכון
- לא נכון

(2 נקודות)

16. באיור לשאלה 16 מוצג אופיין של הערך המספרי בכרטיס מבוא בבקר מִתַּכנת בתלות במתח המבוא.



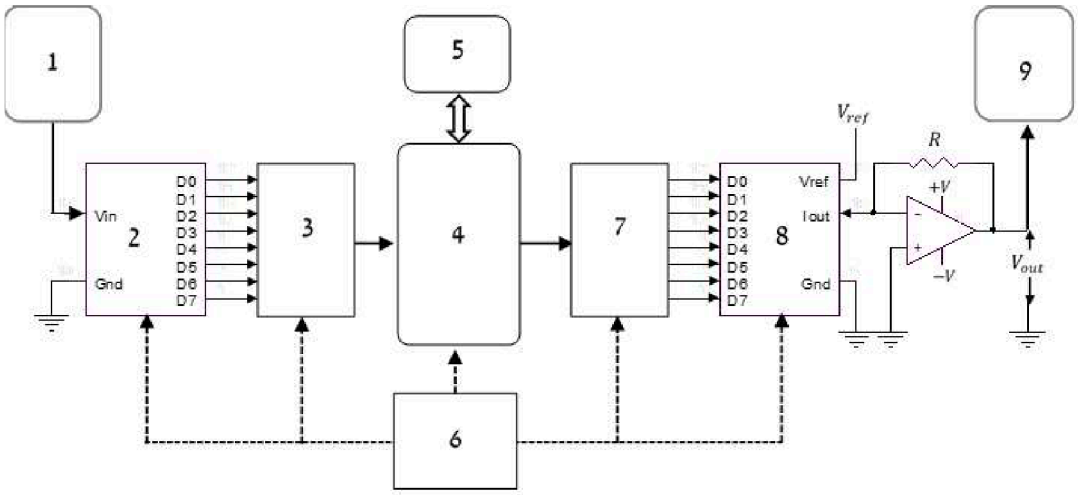
נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

בעבור מתח מבוא של שישה וולט הערך המספרי בבקר הוא 2000.

- נכון
- לא נכון

(2 נקודות)

17. באיור לשאלה 17 מוצג תרשים מלבנים (ללא פירוט), המתאר את מבנהו העקרוני של בקר מִתַּכנת.

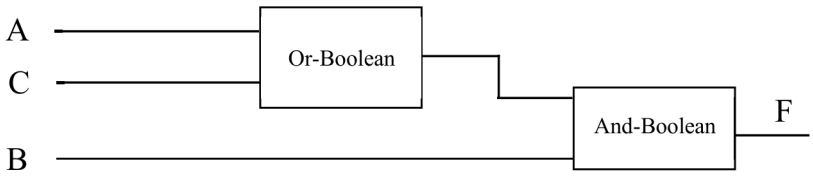


המלבן שמספרו 2 מתאר ממיר תקבילי לספרתי A/D בעל שמונה סיביות.

- נכון
- לא נכון

(2 נקודות)

18. באיור לשאלה 18 מוצגת פונקציה הבוליאנית בשפת FBD.



הפונקציה הבוליאנית היא: $F = \bar{A}BC + AB\bar{C} + ABC$.

- נכון
- לא נכון

(2 נקודות)

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