GuyAI
מבית GOOL בגרויות

סוג הבחינה: בחינת גמר ממלכתית
מועד הבחינה: קיץ 2025 מועד א'
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 שאלת חובה אחת; בנושא מערכות בקרה (שאלות 4-6): יש לענות על שאלת חובה אחת; בנושא בקרים מתוכנתים וממשק אדם מכונה (שאלות 7-8): יש לענות על שאלת חובה אחת; וכמו כן יש לענות על שאלה אחת לבחירה חופשית מבין כלל הפרקים. ערך כל שאלה 20 נקודות. חלק ב' (20 נקודות) - שאלות נכון או לא נכון (שאלות 9-18): 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 מה"ט שחולק במכללה, ללא פתרונות. 5. כלי סרטוט.

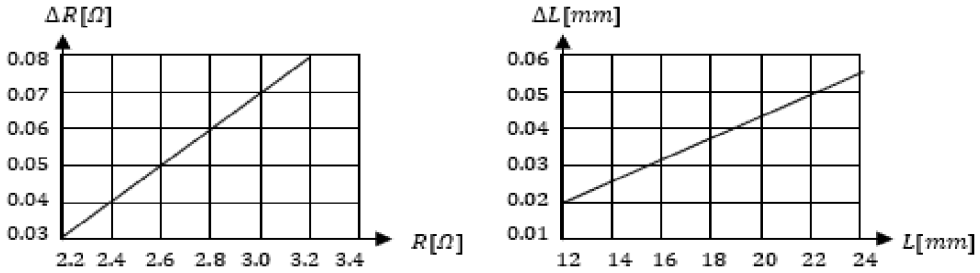
ד. הוראות מיוחדות: 1. יש לקרוא בעיון את ההנחיות בדף השער ואת כל שאלות הבחינה ולוודא שהן מובנות. 2. יש להשאיר את העמוד הראשון במחברת הבחינה ריק. בסיום הבחינה יש לרשום בעמוד זה את מספרי התשובות לבדיקה. התשובות תיבדקנה לפי סדר כתיבתן בעמוד זה. 3. יש לכתוב את התשובות במחברת הבחינה בעט בלבד ובכתב יד ברור. 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 א' לשאלה 1 מוצג אופיין התארכות מד מעוות בתלות באורכו. באיור ב' מוצג אופיין שינוי ההתנגדות של מד המעוות בתלות בהתנגדותו. נתון כי כוח מתיחה של $5.6\,\mathrm{N}$ גורם למד המעוות להתארך ב- $0.035\,\mathrm{mm}$, וכוח מתיחה של $9.8\,\mathrm{N}$ גורם למד המעוות להתארך ב- $0.056\,\mathrm{mm}$.
כוח המתיחה F הוא יחסי (לינארי) להתארכות מד המעוות ΔL .
איור א': אופיין התארכות מד המעוות בתלות באורכו.
איור ב': אופיין שינוי התנגדות מד המעוות בתלות בהתנגדותו.



א. למד המעוות יש שני מאפיינים עיקריים והם המעוות והרגישות, המוגדרים על פי נוסחאות אלה:

- המעוות ε : $\varepsilon = \frac{\Delta L}{L}$
- הרגישות G.F.: $G.F. = \frac{\Delta R/R}{\Delta L/L}$

הסבירו בקצרה מה משמעותם של שני מאפיינים אלו?

(3 נקודות)

ב. מתוך איור א', מהי משוואת שינוי התארכות מד המעוות בתלות באורך מד המעוות $\Delta L = f(L)$?

(5 נקודות)

ג. מתוך איור ב', מהי משוואת שינוי התנגדות מד המעוות בתלות בהתנגדות מד המעוות $\Delta R = f(R)$?

(5 נקודות)

ד. מהי התארכות מד המעוות בעבור הפעלת כוח מתיחה של $6.8\,\mathrm{N}$?

(7 נקודות)

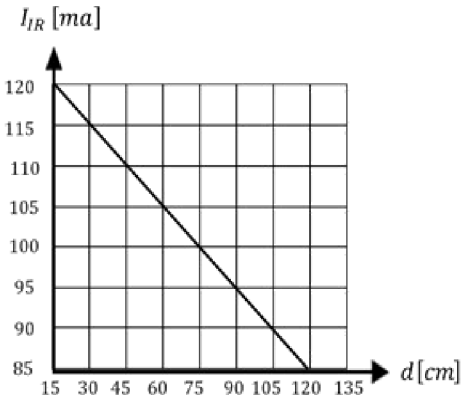
2. באיור א' לשאלה 2 מוצג מעגל למדידת מרחק באמצעות חיישן קירבה אינפרא-אדום Infrared proximity sensor. המעגל כולל חיישן קירבה, שלושה נגדים ומגבר שרת. בפתרונכם התייחסו למגבר השרת כאידאלי.

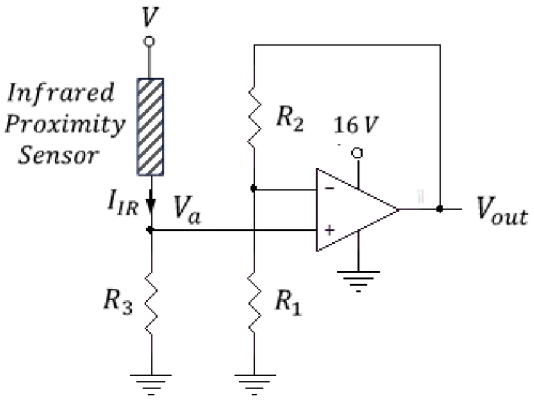
באיור ב' לשאלה 2 מתואר אופיין החיישן.

נתון: $R_1 = 60\,\text{k}\Omega$, $R_2 = 60\,\text{k}\Omega$, $R_3 = 50\,\Omega$.

איור א' לשאלה 2: מעגל חשמלי למדידת מרחק.

איור ב' לשאלה 2: אופיין חיישן קירבה אינפרא-אדום.





א. הסבירו, מהו חיישן קירבה אינפרא-אדום. כיצד הוא פועל?

(4 נקודות)

ב. מתוך איור ב' לעיל, מהי הנוסחה המקשרת את זרם החיישן בתלות במרחק? $I_{IR} = f(d)$?

(4 נקודות)

ג. מהו המתח V_a כאשר המרחק הנמדד הוא $78\,\text{cm}$?

(6 נקודות)

ד. מדדו את המתח V_{out} כ- $9.8\,\text{V}$. מהו המרחק שנמדד בעבור מתח מוצא זה?

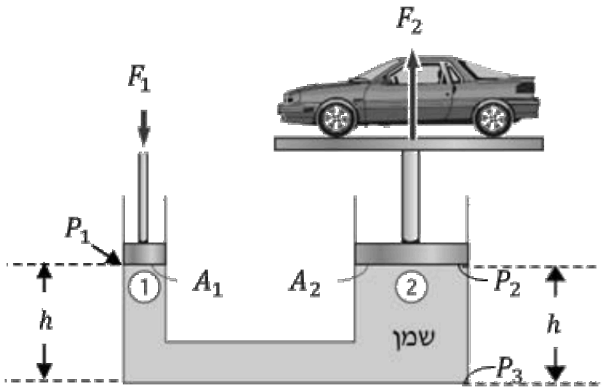
(6 נקודות)

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

3. באיור לשאלה 3 מתואר מַגְבֵּהַ (ג'ק) הידראולי להרמת מכוניות. הפעלת כוח F_1 מאפשרת הרמת מכונית שמשקלה F_2, כאשר $F_2 > F_1$. המַגְבֵּהַ בנוי משתי בוכנות 1 ו-2 בגדלים שונים, כפי שאפשר לראות באיור. אמבטיית השמן היא אטומה ומחברת בין שתי הבוכנות.

נתון:

- משקל המכונית $F_2 = 800\,\text{kg}$, שתי הבוכנות באותו גובה: $h = 30\,\text{cm}$.
- שטחי הבוכנות: $A_1 = 0.02\,\text{m}^2$, $A_2 = 0.2\,\text{m}^2$.
- צפיפות השמן: $\rho = 0.92\,\frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$, תאוצת הכובד: $g = 9.81\,\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.
- המרת יחידות כוח: $1\,\text{N} = \text{kg}\cdot\frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 0.1\,\text{kgf}$.
- המרת יחידות לחץ: $1\,\frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 1\,\text{Pa}$.



א. מהו עקרון הפעולה של המַגְבֵּהַ (ג'ק) ההידראולי המוצג באיור? כתבו נוסחה מתאימה.

(4 נקודות)

ב. מהו הכוח F_1 המאפשר הרמת המכונית? רשמו תשובתכם ביחידות $[\text{N}]$.

(4 נקודות)

ג. מהו הלחץ P_3, הנראה באיור בפינה הימנית התחתונה? רשמו תשובתכם ביחידות $[\text{Pa}]$.

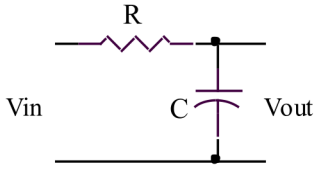
(9 נקודות)

ד. מהו אחוז לחץ עמוד השמן בגובה h, מתוך הלחץ P_1?

(3 נקודות)

4. באיור לשאלה 4 מוצג מעגל חשמלי, שהוא חלק ממערכת בקרה. מעגל זה מהווה פיגור מסדר ראשון.

נתון: $R = 30\,\Omega$, $C = 4\,\text{mF}$.



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

א. במעגל הנתון מסרו אות הלם במבוא, $V_{in}(s)=1$:

(1) מהו אות המוצא במישור לפלס, $V_{out}(s)$?

(2) מהו אות המוצא במישור הזמן, $v_{out}(t)$?

(3) מהו אות המוצא בזמן $t=50\,\text{msec}$, $v_{out}(t=50\,\text{msec})$?

(4) מהו אות המוצא במצב המתמיד, $v_{out}(t=\infty)$?

(10 נקודות)

ב. במעגל הנתון מסרו אות מדרגה של 3 יחידות $V_{in}(s)=\frac{3}{s}$:

(1) מהו אות המוצא $V_{out}(s)$ במישור לפלס?

(2) מהו אות המוצא $v_{out}(t)$ במישור הזמן?

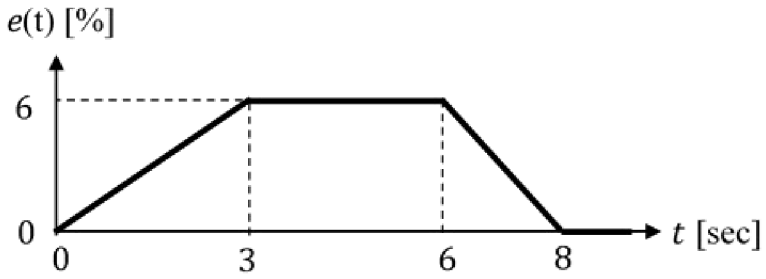
(3) מהו אות המוצא $v_{out}(t)$ בזמן $t=80\,\text{msec}$?

(4) מהו אות המוצא במצב המתמיד, $v_{out}(t=\infty)$?

(10 נקודות)

5. א. הסבירו מהו בקר מסוג PD. רשמו את משוואת בקר זה והסבירו משמעות כל משתנה במשוואה.

(4 נקודות)



ב. באיור לשאלה 5 מתואר אות שגיאה במבוא בקר מסוג PD בעל הנתונים הבאים:

תפוקת הבקר כשהשגיאה שווה לאפס $P_0=36\%$, קבועי הבקר: $K_P=3$, $K_D=4\,\text{sec}$.

חשבו את תגובת הבקר לאות המתואר באיור לשאלה, בזמנים: 0^- , 0^+ , 3^- , 3^+ , 6^- , 6^+ , 8^- , 8^+ .

העתיקו למחברתכם את אות השגיאה ושרטטו מתחתיו את אות התגובה של הבקר.

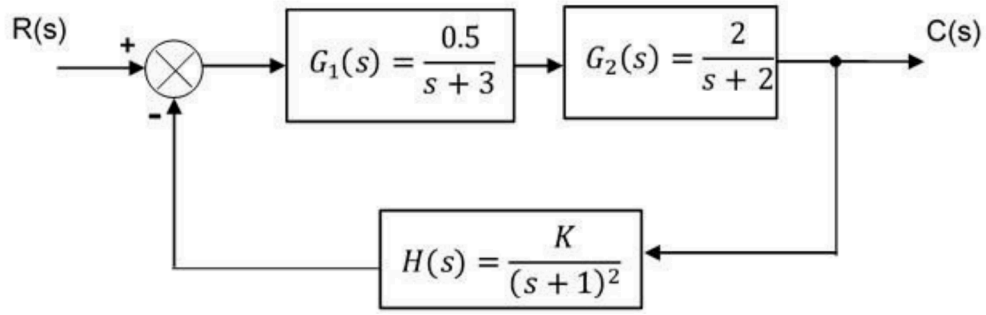
ציינו בשרטוטכם זמנים וערכי תגובה משמעותיים.

(11 נקודות)

ג. מהו בקר מסוג PID? רשמו משוואת הבקר וסמנו בכל חלק של המשוואה את סוג הבקר שהיא מייצגת.

(5 נקודות)

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



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

(9 נקודות)

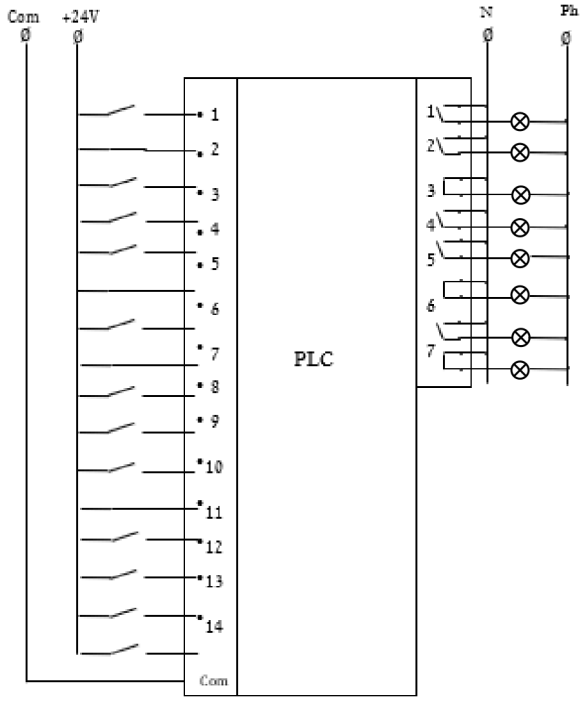
ב. מהי המשוואה האופיינית של מערכת הבקרה?

(3 נקודות)

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

(8 נקודות)

7. באיור לשאלה 7 מוצג חיבור נתונים ספרתיים לכרטיסי מבוא ומוצא של בקר מִתַּכנת. בכרטיס המוצא ישנם שמונה ממסרים אשר חלקם מופעלים (המגעות תפוסות) וחלקם אינם מופעלים.



א. מהם סוגי כרטיסי המבוא בבקר המִתַּכנת הנתון? מה תפקידם של כרטיסים אלו?

(4 נקודות)

ב. מהם סוגי כרטיסי המוצא בבקר המִתַּכנת הנתון? מה תפקידם של כרטיסים אלו?

(4 נקודות)

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

ג. מהי תופעת הקשת החשמלית בכרטיסי המוצא בבקר המתכנת?

(4 נקודות)

ד. בהתייחס לאיור לשאלה 7, מהם מספרי המבואות שמזינים רמה לוגית 1?

מהם מספרי המבואות שמזינים רמה לוגית 0?

(4 נקודות)

ה. בהתייחס לאיור לשאלה 7, מהם מספרי המוצאים שבהם הממסרים מופעלים?

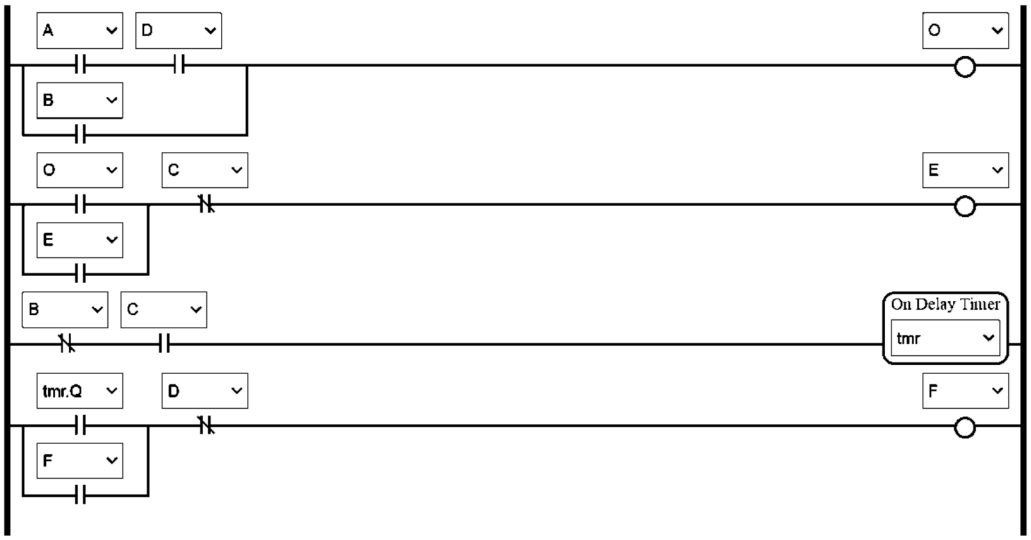
מהם מספרי המוצאים שבהם הממסרים אינם מופעלים?

(4 נקודות)

8. באיור לשאלה 8 מוצגת דיאגרמת סולם להפעלת שער חשמלי המופעל מרחוק באמצעות טלפון.
מערכת חיצונית מזהה את מספר הטלפון שממנו התקשרו ומפיקה לבקר אות המאפשר את פתיחת השער.
רכיבי הקלט והפלט של המערכת מוגדרים כפסוקים לוגיים שיכולים לקבל את הערכים '0' - שקר או '1' - אמת והם מוגדרים בטבלה הבאה:

קלט	תיאור הקלט	פלט	תיאור הפלט
A	התקבל אות לפתיחת השער (האות רגעי).	E	מנוע השער **פותח** את השער.
B	חיישן מזהה עצם במסלול השער.	F	מנוע השער **סוגר** את השער.
C	חיישן המזהה שהשער **פתוח** מופעל		
D	חיישן המזהה שהשער **סגור** מופעל		

הטיימר מכוון ל-10 שניות.



א. כתבו את הפונקציה הלוגית למימוש החיבור בין מגעים A, B ו-D בשורה הראשונה של הדיאגרמה.

(3 נקודות)

ב. מה הם התנאים להפעלת קוצב הזמן?

(5 נקודות)

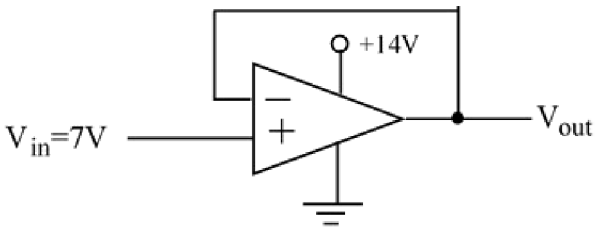
ג. מה הם התנאים לפתיחת השער?

(6 נקודות)

ד. האם ערכו של המשתנה tmr.Q בזמן סגירת השער הוא '1' או '0'? נמקו את תשובתכם.

(6 נקודות)

9. באיור מספר 9 מוצג מעגל חשמלי עם מגבר שרת, הכולל משוב.



לפי נתוני האיור מתח המוצא הוא: $V_{out} = 14\,\mathrm{V}$.

- נכון
- לא נכון

(2 נקודות)

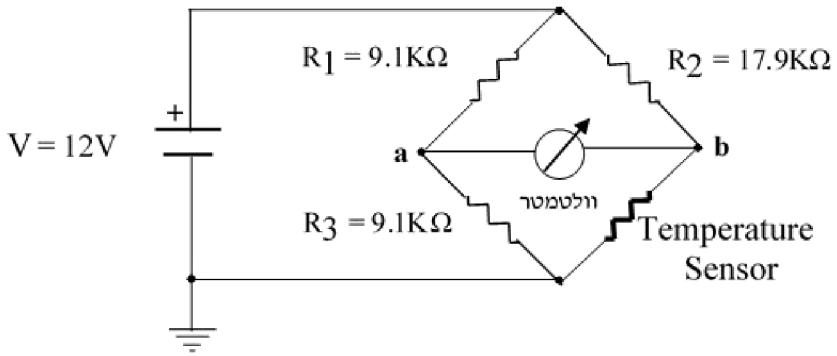
10. Potentiometer הוא מכשיר למדידת לחץ אוויר.

- נכון
- לא נכון

(2 נקודות)

11. באיור לשאלה 11 מוצג גשר ויטסטון, שבתוכו מחובר חיישן טמפרטורה.

נתון: $V_{ab} = 7.5\,\mathrm{V}$.



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

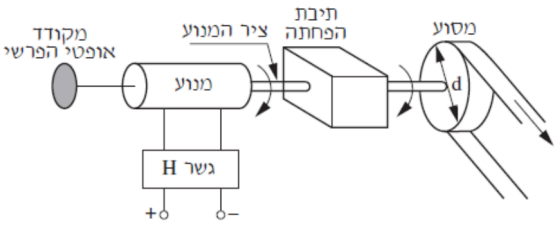
על פי נתוני השאלה, המתח בנקודה b הוא: $V_b = 3.2\,\mathrm{V}$.

- נכון
- לא נכון

(2 נקודות)

12. באיור לשאלה 12 מוצג חלק ממערכת בקרה עבור מהירות תנועת מסוע.

נתון: המהירות הקווית של המסוע היא: $v = 1.6\ \left[\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{sec}}\right]$.

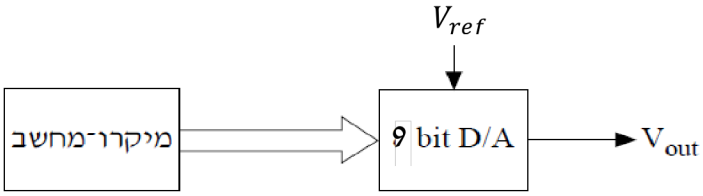


הקוטר של גלגל המסוע: $d = 1.6\,\mathrm{m}$. לכן מהירות סיבוב המנוע היא: $\omega = 2\ \left[\frac{\mathrm{rad}}{\mathrm{sec}}\right]$.

- נכון
- לא נכון

(2 נקודות)

13. באיור לשאלה 13 מוצגת מערכת המרה הכוללת מיקרו מחשב וממיר D/A בעל 9 סיביות.



מתח הייחוס הוא: $V_{ref} = 12\,\mathrm{V}$, ולכן המתח המזערי האפשרי במוצא הממיר הוא: $V_{out}(min) = 0.96\,\mathrm{V}$.

- נכון
- לא נכון

(2 נקודות)

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

14. האיור לשאלה 14 מציג דיאגרמת סולם לבקרת מפלס השולטת בשסתום הכניסה למֵכל valve. המערכת כוללת חיישן מפלס אנלוגי הפועל בתחום של 0 עד 5 מטרים, המעביר את המפלס הנמדד למשתנה level. ערכו של המשתנה 1 שווה לערכו של המשתנה level כאשר המפלס הוא מטר אחד. ערכו של המשתנה 3 שווה לערכו של המשתנה level כאשר המפלס הוא 3 מטרים.



ניתן לקרוא לשורה בעלת צורה כזאת החזקה עצמית.

- נכון
- לא נכון

(2 נקודות)

15. באיור לשאלה 15 מוצג קטע של דיאגרמת סולם. קוצב הזמן tmr1 כָּוון לפרק זמן של שתי שניות.

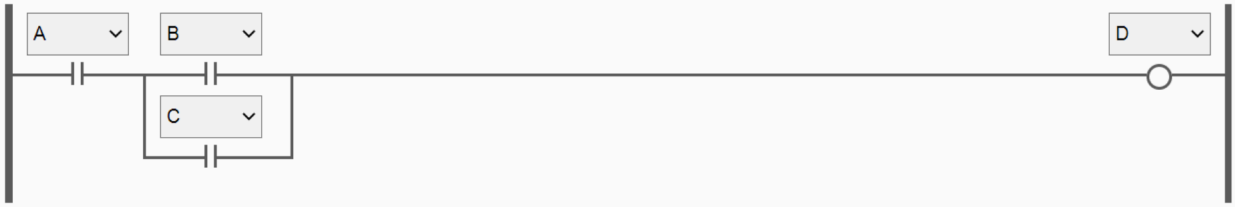


הערך של המשתנה A יהיה 1 לוגי לאחר תשע שניות מהפעלת start.

- נכון
- לא נכון

(2 נקודות)

16. באיור לשאלה 16 מוצגת שורה בדיאגרמת סולם.



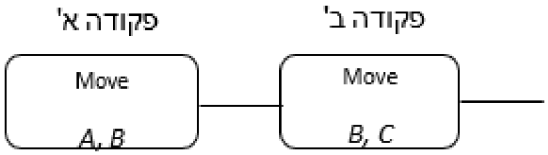
נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

במערכת המיוצגת על ידי דיאגרמת הסולם יש שמונה מצבי קלט אפשריים.

- נכון
- לא נכון

(2 נקודות)

17. באיור לשאלה 17 מוצג תיאור של שתי פקודות זהות הפועלות בבקר מִתַּכנת. A, B, C הם משתנים שלמים.



אם $A = 3$, אז ביצוע פקודה ב יגרום לכך שיתקיים $C = 3$.

- נכון
- לא נכון

(2 נקודות)

18. באיור א' לשאלה 18 מוצגת דיאגרמת סולם של בקר מִתַּכנת. באיור ב' לשאלה 18 מוצגת טבלת האמת של דיאגרמת הסולם.

איור א' לשאלה 18: דיאגרמת סולם של בקר מִתַּכנת.

איור ב' לשאלה 18: טבלת אמת לדיאגרמת הסולם המוצגת.



A	B	C	F
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

טבלת האמת של איור ב' נכונה (אין בה טעויות).

- נכון
- לא נכון

(2 נקודות)

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