GuyAI
מבית GOOL בגרויות

סוג הבחינה: בחינת גמר ממלכתית
מועד הבחינה: אביב 2025 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; ושאלה 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. 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 תבדקנה 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 קו כדי שלא תבדק. 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.

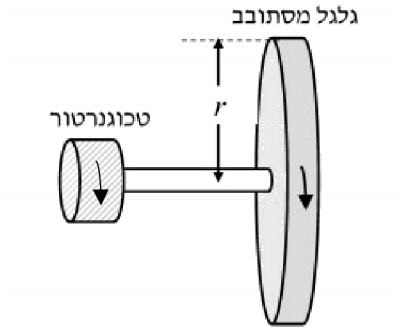
בהצלחה!

השאלות

1. באיור לשאלה 1 מוצגת מערכת מדידה המורכבת מטכוגנרטור המחובר לגלגל מסתובב. הטכוגנרטור מייצר מתח ישר $D.C.$ יחסי למהירות הסיבוב של הגלגל.

נתון:

- קבוע הטכוגנרטור: $K = \frac{10}{1000}\ \frac{\mathrm{V}}{\mathrm{RPM}}$.
- מתח המוצא של הטכוגנרטור: $5\,\mathrm{V}$.



א. חשבו את מהירות הסיבוב של הגלגל ביחידות של RPM .

(6 נקודות)

ב. אם רדיוס הגלגל הוא $r = 0.2\,\mathrm{m}$, חשבו את המהירות הקווית של נקודה על היקף הגלגל. תשובה ביחידות של $\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{sec}}$.

(7 נקודות)

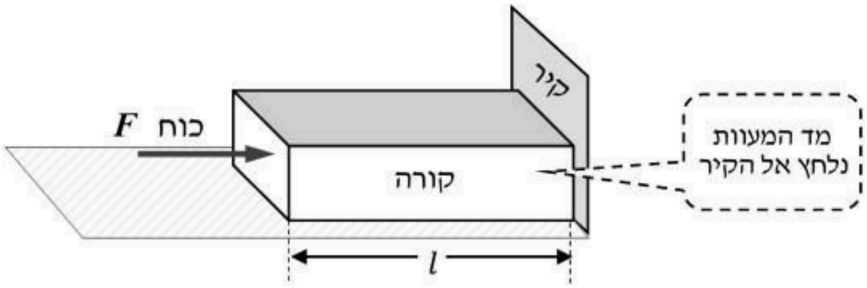
ג. אם הגלגל מסתובב במשך $10\,\mathrm{sec}$ במהירות שחושבה בסעיף ב', חשבו את המרחק d שעברה נקודה על היקף הגלגל. תשובה ביחידות של m .

(7 נקודות)

2. באיור לשאלה 2 מוצגת מערכת לבדיקת תקינות מד מעוות. מד המעוות (אינו נראה באיור) מודבק על קורה מתכתית ונלחץ אל הקיר. כאשר מופעל כוח על הקורה, מד המעוות מודד את השינוי באורך הקורה. בפתרונכם הזניחו את החיכוך בין הקורה לרצפה.

ידועים הנתונים הבאים:

- אורך הקורה: $l = 1\,\mathrm{m}$
- שטח חתך הקורה: $A = 1\,\mathrm{cm}^2$
- מודול האלסטיות (מודול יאנג) של הקורה: $E = 200 \cdot 10^9\,\mathrm{Pa}$
- מקדם הרגישות - Gauge Factor של מד המעוות: $G.F. = 2$
- התנגדות מד המעוות במצב רפוי (ללא מאמץ): $120\,\Omega$
- שינוי בהתנגדות האומית של מד המעוות כתוצאה מהלחץ: $0.1\,\Omega$



א. מהו המעוות ε שנוצר כתוצאה מהפעלת הכוח?

(5 נקודות)

ב. מהו המאמץ σ הפועל על הקורה? תשובה ביחידת Pa.

(5 נקודות)

ג. מהו הכוח F הפועל על הקורה? תשובה ביחידת N.

(5 נקודות)

ד. מהו שינוי האורך המוחלט Δl בקורה שנוצר כתוצאה מהפעלת הכוח? תשובה ביחידת m.

(5 נקודות)

3. מכל פתוח לאטמוספירה בחלקו העליון מלא בנוזל. בתחתית המכל מותקן מד לחץ אשר מודד את **הלחץ המדיד** (Gauge Pressure) הנובע מעמוד הנוזל בלבד.

ידועים הנתונים הבאים:

- צפיפות הנוזל: $\rho = 850\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}$
- תאוצת הכובד: $g = 9.81\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{sec}^2}$
- הלחץ הנמדד בתחתית המכל $P_{gauge} = 50 \cdot 10^3\,\mathrm{Pa}$
- שטח תחתית המכל $A = 2\,\mathrm{m}^2$

א. מהו גובה הנוזל h במכל? תשובה ביחידת מטר.

(3 נקודות)

ב. אם במשך הזמן ירד מפלס הנוזל ב- $0.5\,\mathrm{m}$, חשבו את הלחץ החדש P_{new} בתחתית המכל. תשובה ביחידת Pa .

(4 נקודות)

ג. חשבו את השינוי בלחץ ΔP בעקבות ירידת המפלס. תשובה ביחידת Pa .

(6 נקודות)

ד. חשבו את הכוח F שמפעיל הנוזל על תחתית המכל (כלומר, הכוח הנובע מהלחץ ההידרוסטטי בלבד). בצעו את החישוב הן לפני הירידה F_{old} במפלס הנוזל והן לאחריה F_{new} .

מהו השינוי בכוח ΔF בעקבות ירידת מפלס הנוזל?

(7 נקודות)

4. מערכת בקרה מסדר ראשון מתנהגת כך שהתגובה שלה לאילוץ בכניסה משתנה בהדרגה ומתקרבת לערך יציב עם הזמן. המערכת מקבלת **כניסה מדרגת יחידה**.

נתונים:

- הגבר המערכת: $K = 5$.
- קבוע הזמן של המערכת: $\tau = 4\,\mathrm{sec}$.
- האילוץ בכניסה:

$$u(t) = 0,\ t < 0$$

$$u(t) = 1,\ t \geq 0$$

א. מהו הערך הסופי של תגובת המערכת לאחר זמן רב מאוד?

(6 נקודות)

ב. מצאו ביטוי מתמטי שמתאר את תגובת מערכת הבקרה $y(t)$ עבור $t \geq 0$.

(6 נקודות)

ג. חשבו את זמן ההתייצבות t_{stab} של המערכת, אם ההתייצבות מוגדרת ל-98% מהערך הסופי.

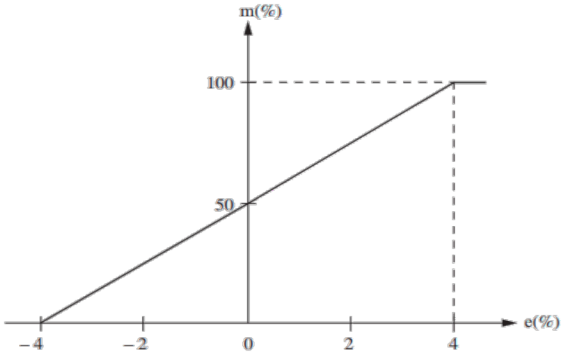
(8 נקודות)

5. נתונה משוואת בקר יחסי: $m(t) = K_p \cdot e(t) + M_o$.

- m - תפוקת הבקר
- e - שגיאת המערכת המבוקרת
- K_p - הגבר הבקר
- M_o - תפוקת הבקר בהיעדר השגיאה

באיור לשאלה 5 מוצג אופיין הבקר, בעבור הגבר K_p מסוים.

הערכים של m , e ו- M_o נתונים באחוזים, וההגבר K_p נתון ללא ציון היחידות.



א. מצאו את הערך של M_o .

(5 נקודות)

ב. מצאו את הערך של ההגבר K_p .

(8 נקודות)

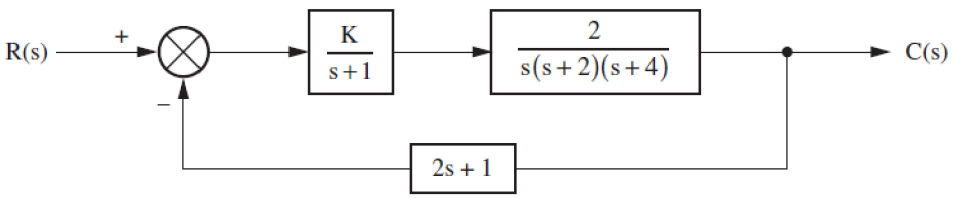
ג. נתונה המשוואה של בקר יחסי **אחר**, $m = 20e + 40$.

- m - תפוקת הבקר
- e - שגיאת המערכת המבוקרת

הערכים של m , e ו- M_o נתונים באחוזים. סרטטו את אופיין הבקר.

(7 נקודות)

6. באיור לשאלה 6 מוצג תרשים מלבנים של מערכת בקרה:



א. רשמו את פונקציית התמסורת של המערכת.

(5 נקודות)

ב. רשמו את המשוואה האופיינית של המערכת ובנו טבלת ראוט שלה.

(5 נקודות)

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

ג. מצאו תחום הערכים של K שעבורו המערכת יציבה.

(5 נקודות)

ד. נתון $K = 5$ ואות המבוא הוא מדרגת יחידה. חשבו את תפוקת המערכת במצב המתמיד.

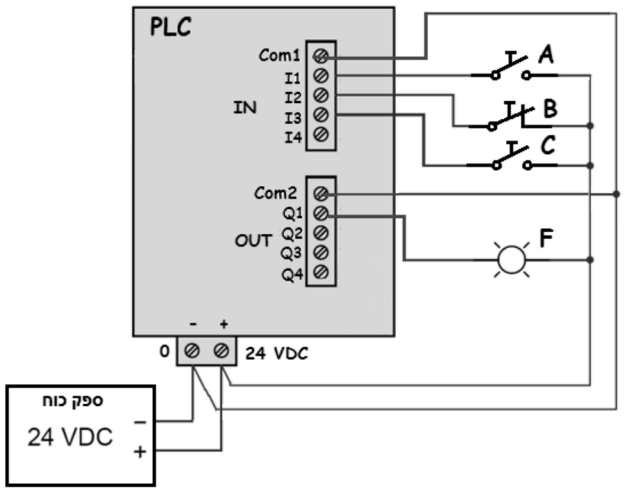
(5 נקודות)

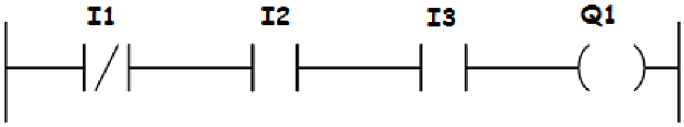
7. באיור א' לשאלה 7 מוצג בקר מתוכנת עם כרטיסי כניסה ויציאה דיגיטליים. לכרטיס הכניסה מחוברים שלושה מתגים A, B ו-C לכניסות I1, I2 ו-I3 בהתאמה. לכרטיס היציאה מחברים נורית F ליציאה Q1.

באיור ב' לשאלה 7, מופיעה תוכנית בדיאגרמת סולם שנכתבה בבקר. התוכנית מאפשרת להפעיל נורית סימון בתלות במצבם של שלושה מתגים.

איור א' לשאלה 7: חיבור מתגים ונורית סימון לכרטיסי הבקר.

איור ב' לשאלה 7: דיאגרמת סולם בבקר להפעלת נורית הסימון.





א. זהו מהי צורת המיתוג המוגדרת בכרטיס הכניסה בהתאם למקור המתח המחובר אליו. האם החיבור הוא מסוג sink או מסוג source? נמקו את תשובתכם.

(5 נקודות)

ב. זהו מהי צורת המיתוג המוגדרת בכרטיס היציאה בהתאם למקור המתח המחובר אליו. האם החיבור הוא מסוג sink או מסוג source? נמקו את תשובתכם.

(5 נקודות)

ג. רשמו ביטוי בוליאני המתאים לתוכנית באיור ב'.

(5 נקודות)

ד. התבוננו בתוכנית דיאגרמת סולם המוצגת באיור ב' ובשרטוט המתגים המחוברים לבקר המוצג באיור א'. התוכנית מאפשרת להפעיל יציאה מהבקר בהתאם למצבם של המתגים המחוברים לכניסות הבקר.

התבוננו במתגים A,B,C המחוברים לכניסת הבקר. כאשר המתגים נמצאים **במצבם הרגיל** (כלומר לא משנים את מצבם) האם היציאה מהבקר F **תופעל** או **לא תופעל**? נמקו.

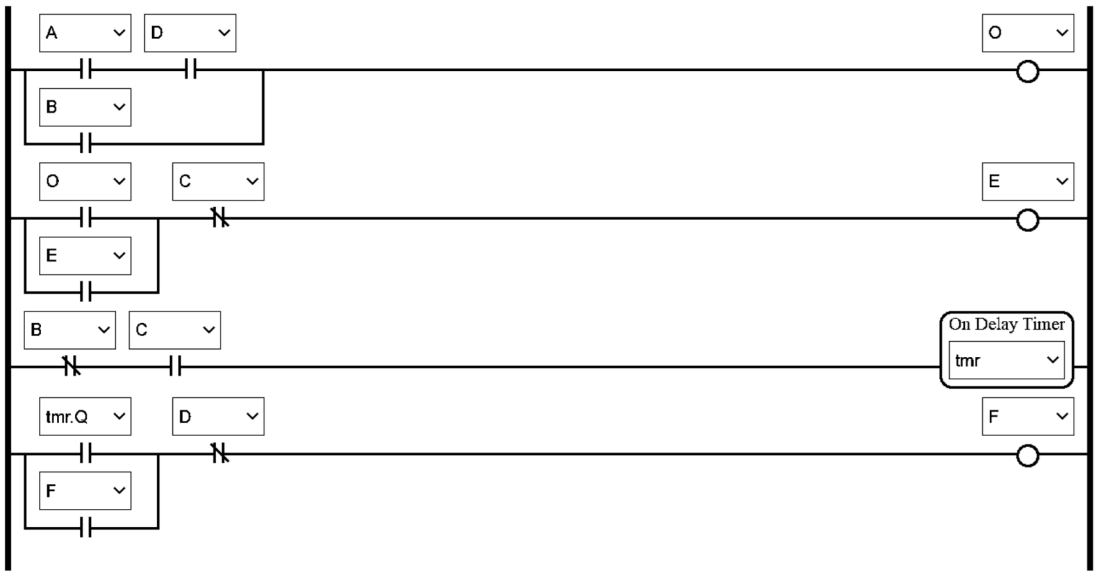
(5 נקודות)

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 ומוגדרים 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)

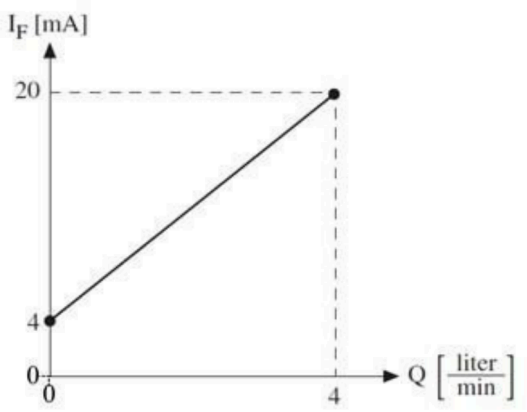
ג. מה הם התנאים לפתיחת השער?

(6 נקודות)

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

(6 נקודות)

9. נתון חיישן ספיקה אשר מודד ספיקת שסתום וממיר אותה לזרם חשמלי, כמוצג באיור מספר 9.

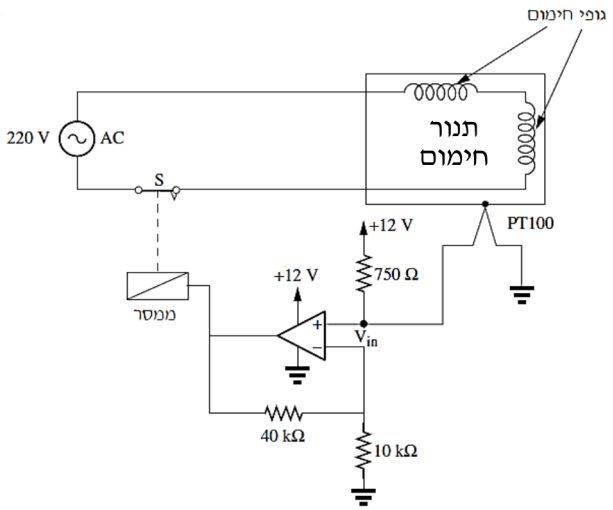


במוצא החיישן נמדד זרם של $I_F = 20\,\text{mA}$. לכן, ספיקת השסתום במצב זה היא $4\,\frac{\text{liter}}{\text{min}}$.

- נכון
- לא נכון

(2 נקודות)

10. באיור לשאלה 10 נתון תרשים של המעגל החשמלי של תנור חימום. החיישן מסוג PT100 הוצמד לתנור כדי להגן עליו מפני חימום יתר.



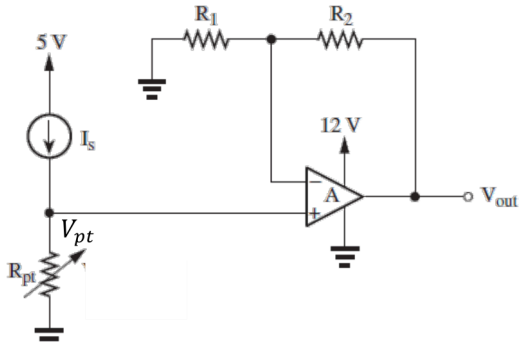
נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

על פי התרשים הנתון המערכת כוללת ממסר בעל מגע S מסוג N.O (Normally Open)

- נכון
- לא נכון

(2 נקודות)

11. באיור לשאלה 11 מוצג חיישן טמפרטורה המחובר למגבר זרם ישר אידיאלי ולמקור זרם.
נתון: התנגדות החיישן $R_{PT} = 100\,\Omega$. מקור הזרם $I_s = 0.1\,\text{mA}$. מתח המוצא $V_{out} = 5\,\text{V}$.

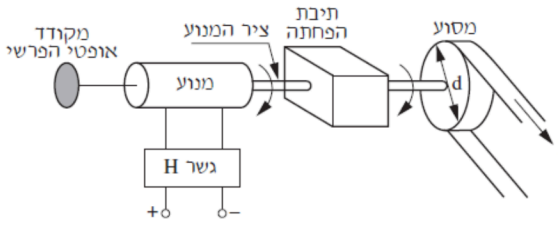


על פי הנתונים לעיל מקבלים: $\frac{R_2}{R_1} = 4$

- נכון
- לא נכון

(2 נקודות)

12. באיור לשאלה 12 מוצג חלק של מערכת לבקרת מהירות תנועה של מסוע.
נתון: המהירות הקווית של המסוע היא: $v = 0.4\,\frac{\text{m}}{\text{sec}}$.



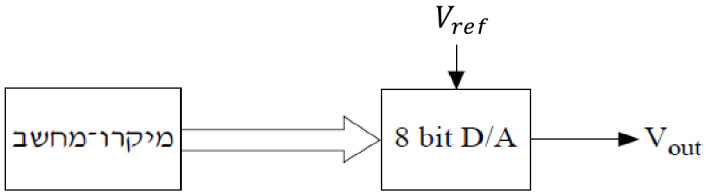
הקוטר של גלגל המסוע: $d = 0.8\,\text{m}$. לכן מהירות סיבוב המנוע היא: $\omega = 1\,\frac{\text{rad}}{\text{sec}}$.

- נכון
- לא נכון

(2 נקודות)

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

13. באיור לשאלה 13 מוצגת מערכת המרה הכוללת מיקרו-מחשב וממיר D/A בעל 8 סיביות.



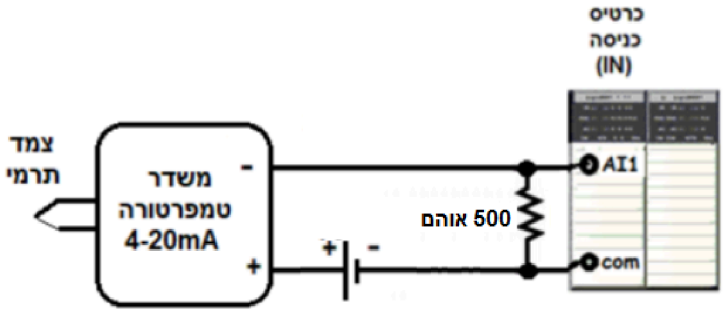
מתח הייחוס הוא: $V_{ref} = 10\,\text{V}$. לכן המתח המזערי האפשרי במוצא הממיר הוא:

$$V_{out}(min) = 1.25\,\text{V}$$

- נכון
- לא נכון

(2 נקודות)

14. איור לשאלה 14 מציג חיבור של משדר טמפרטורה לכרטיס כניסה של בקר מתוכנת.



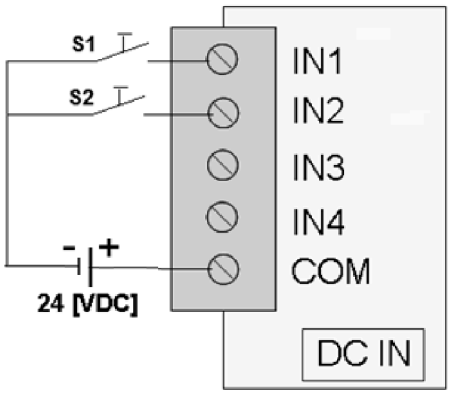
המתח שנמדד על פני הנגד הוא $6\,V_{dc}$. לכן זרם המוצא מהמשדר הוא $12\,\text{mA}$.

- נכון
- לא נכון

(2 נקודות)

15. באיור א' לשאלה 15 מוצג חלק מדף נתונים של יצרן בקרים.

באיור ב' לשאלה 15 מוצג שרטוט חיבורים לכרטיס.



DC- Inputs	
Inputs per Module	4 Sink
Operating Voltage Range	24 VDC
Input Voltage Range	21.6-26.4VDC
Input Current	Typ 5 mA @ 24 VDC
ON Voltage Level	> 19 VDC
OFF Voltage Level	< 4 VDC

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

שרטוט החיבורים **תואם** לסוג הכרטיס המפורט בדף היצרן.

- נכון
- לא נכון

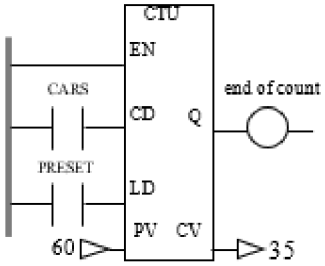
(2 נקודות)

16. כרטיס כניסה אנלוגי לבקר מכיל ממיר מסוג A/D עם נתון בגודל 15 סיביות.
המספר הגבוה ביותר המתקבל מהכרטיס הוא 65535.

- נכון
- לא נכון

(2 נקודות)

17. באיור לשאלה 17 מוצג מונה הפועל בבקר מִתַּכנת הנמצא במצב מסוים.

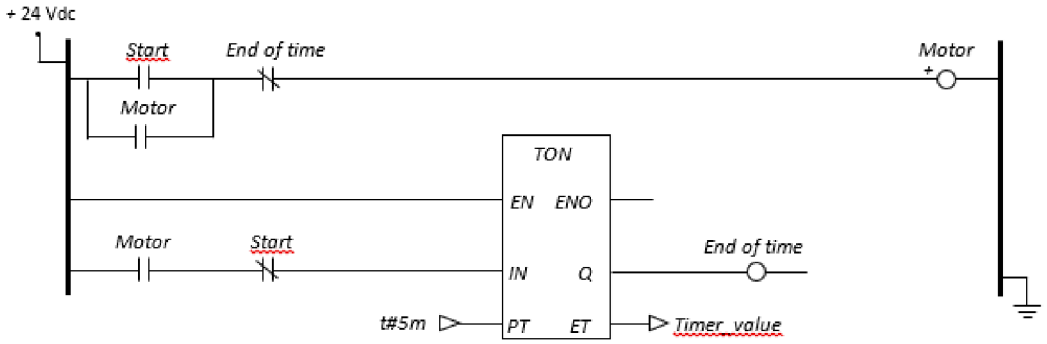


במונה המוצג נותרו 35 פעימות לסיום המנייה (הספירה).

- נכון
- לא נכון

(2 נקודות)

18. באיור לשאלה 18 מוצגת דיאגרמת סולם של בקר מִתַּכנת. דיאגרמת הסולם כוללת קוצב זמן מסוג השהיה בהפעלה (On Delay-TON).



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

כל לחיצה על הלחצן Start תנתק את המנוע למשך 5 דקות.

- **נכון**
- **לא נכון**

(2 נקודות)

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