GuyAI
מבית GOOL בגרויות

סוג הבחינה: בחינת גמר ממלכתית
מועד הבחינה: אביב 2026 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 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

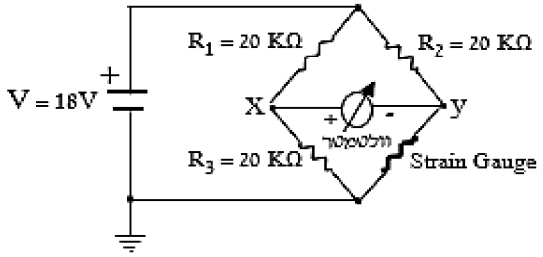
1. באיור א' לשאלה 1 מוצג גשר וינסטון לא מאוזן למדידת משקל אדם הנבדק בתנאי מעבדה. חיישן מדידת המשקל מבוסס על מד מעוות (Strain Gauge). מד המעוות מותקן בתוך רפידה כפי שרואים באיור ב' לשאלה 1, מד המעוות נמצא בכל שטחה של הרפידה. המשקל הנמדד באמצעות הרפידה הוא מחצית ממשקלו של האדם הנבדק מכיוון שהוא דורך על שתי רפידות. באיור ג' לשאלה 1 מתואר אופיין שינוי ההתנגדות של מד המעוות בתלות במחצית משקל האדם הנבדק. תפקידו של הוולטמטר להעביר את המתח הנמדד V_{xy} למערכת המחַשֶבת את המשקל לפי ערכו של המתח הנמדד על ידי הוולטמטר V_{xy} .

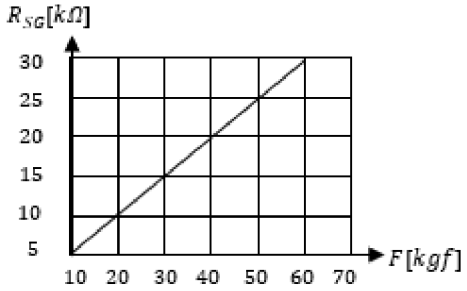
איור א' לשאלה 1: גשר וינסטון למדידת משקל.

איור ב' לשאלה 1: רגל אדם נבדקת על רפידה.

איור ג' לשאלה 1: אופיין שינוי התנגדות מד המעוות כתגובה למחצית משקל האדם.







א. בהתייחס לאיור ג', מהי משוואת התנגדות מד המעוות בתלות במחצית משקל האדם $R_{SG} = f(F)$?

(3 נקודות)

ב. מהי התנגדות מד המעוות בעבור אדם השוקל $F = 76\,\mathrm{kgf}$ (כל מחצית גוף דורכת על רפידה אחרת)?

(5 נקודות)

ג. מה מורֶה הוולטמטר כאשר התנגדות מד המעוות היא $R_{SG} = 26\,\mathrm{k\Omega}$?

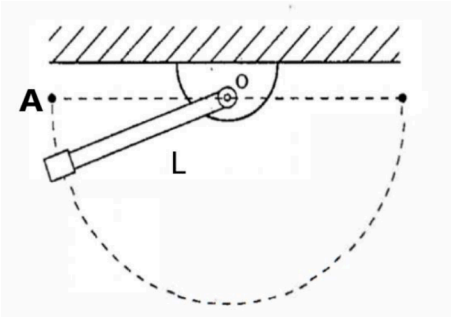
(5 נקודות)

ד. מהו משקל האדם הדורך על שתי רפידות כאשר בכל רפידה הוולטמטר מורֶה $V_{voltmeter} = 1\,\mathrm{V}$?

(7 נקודות)

2. באיור לשאלה 2 מוצגת מטוטלת שנעה לאורך קשת. מקודד אופטי הפרשי (Incremental Encoder) מותקן על הציר בנקודה O על מנת למדוד את זווית המטוטלת. נקודה A מייצגת את נקודת ההתחלה של התנועה (0 מעלות).

האורך של המטוטלת הוא $L = 50\,\text{cm}$.



א. נדרש להבחין בזווית מינימלית של 10 מעלות במהלך התנועה של המטוטלת. מהו מספר החלונות m של המקודד המתאים לדרישה זו?

(5 נקודות)

ב. המטוטלת ביצעה תנועה של 120 מעלות. מהו מספר הדפקים p שנספרו ביציאת המקודד?

(5 נקודות)

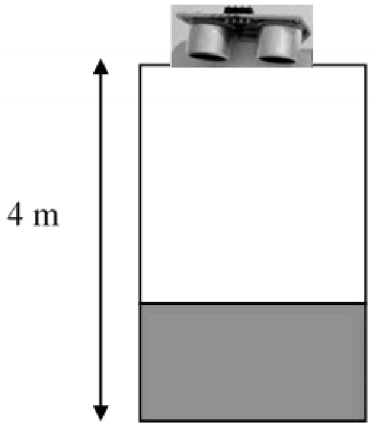
ג. נתון תדר הדפקים של המקודד $f = 40\,\text{Hz}$. מהו פרק הזמן t לביצוע התנועה של סעיף ב' לעיל?

(5 נקודות)

ד. המטוטלת ביצעה תנועה של 90 מעלות. מהו המרחק x שעברה המטוטלת לאורך הקשת?

(5 נקודות)

3. באיור לשאלה 3 מוצג חיישן קירבה אולטרה סוני - Ultra Sony Proximity Sensor. החיישן נמצא מעל מכל נוזל ומותקן במרחק ארבעה מטרים מתחתית המכל.



א. תארו את אופן הפעולה של החיישן.

(6 נקודות)

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

ב. חשבו את משך הזמן t הנדרש לגל הקול לפגוע בנוזל ולחזור ממנו כאשר גובה המפלס הוא מטר אחד. הניחו שמהירות הקול v באוויר ובטמפרטורת הסביבה היא 344 מטר לשנייה.

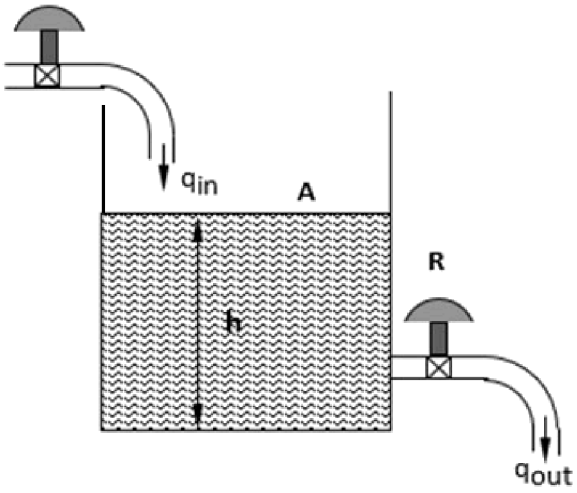
(7 נקודות)

ג. בשל עליית טמפרטורת הסביבה נוצרה שגיאת מדידה. הסבירו מדוע נוצרה השגיאה והציעו דרך לצמצם שגיאה זו.

(7 נקודות)

4. באיור לשאלה 4 מוצג מְכָל מים, ברז מילוי וברז ריקון. תהליך מילוי המים מתקיים בחוג פתוח ומהווה פיגור מסדר ראשון. פונקציית תמסורת המתארת תהליך מילוי מים היא:

$$G(s) = \frac{H(s)}{Q_{in}(s)} = \frac{2}{6 \cdot s + 0.5}$$



א. מהו ההגבר הסטטי K של המערכת? ומהו קבוע הזמן τ של המערכת?

(9 נקודות)

ב. עבור ספיקת כניסה מצורת מדרגה $q_{in}(t) = 4 \left[\frac{m^3}{sec}\right]$ מה יהיה גובה המים במיכל במצב המתמיד?

(7 נקודות)

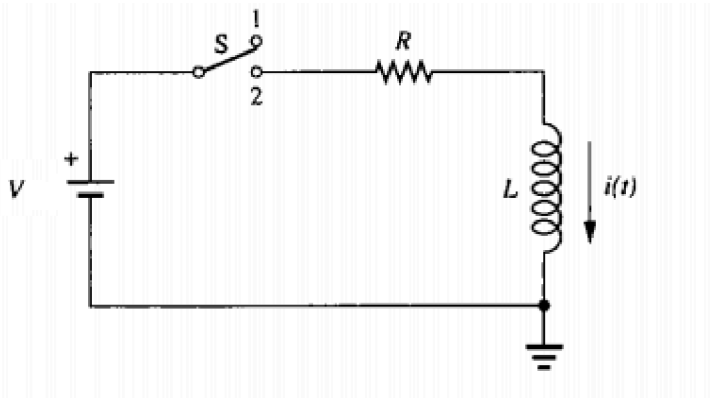
ג. תוך כמה זמן t המערכת תגיע למצב המתמיד?

(4 נקודות)

5. באיור לשאלה 5 מוצג מעגל חשמלי הכולל נגד, סליל ומתג.

כאשר המתג נסגר מתחיל לזרום זרם בסליל (לפני ההפעלה לא היה זרם בסליל).

נתון: $V = 30\,\mathrm{V}\ ,\ R = 12\,\Omega\ ,\ L = 3\,\mathrm{H}$



א. מהי פונקציית התמסורת של המעגל החשמלי $G(s) = \frac{I(s)}{V(s)}$?

(7 נקודות)

ב. מהו קבוע הזמן τ של המעגל?

(4 נקודות)

ג. מהי נוסחת הזרם $i(t)$?

(5 נקודות)

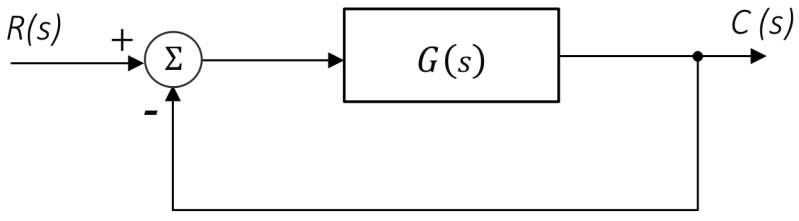
ד. מהו הזרם בסליל בזמן $t = 0.2\,\mathrm{sec}$?

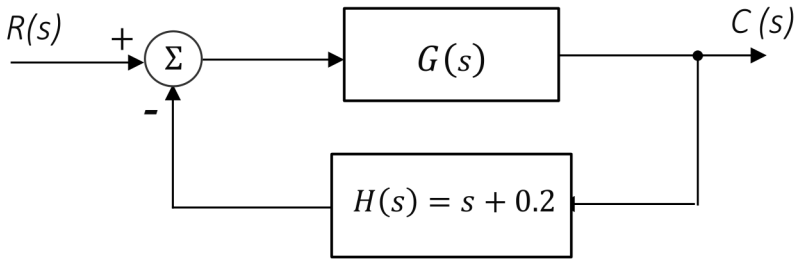
(4 נקודות)

6. נתונה פונקציית תמסורת $G(s) = \frac{1}{S^2+5\cdot S+6}$. באיור א' לשאלה 6 מוצגת מערכת בקרה בסיסית מסדר שני. כדי לשפר את התגובה הדינמית של המערכת, הוסיפו לה משוב $H(s)$. מערכת הבקרה המשופרת מוצגת באיור ב'.

איור א' לשאלה 6: מערכת בקרה בסיסית.

איור ב' לשאלה 6: מערכת בקרה משופרת.





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

א. מהי פונקציית התמסורת של מערכת הבקרה הבסיסית $G_1(s)=\frac{C(s)}{R(s)}$. מהי מנת הריסון ζ_1 של מערכת הבקרה הבסיסית.

(8 נקודות)

ב. מהי פונקציית התמסורת של מערכת הבקרה המשופרת $G_2(s)=\frac{C(s)}{R(s)}$. מהי מנת הריסון ζ_2 של מערכת הבקרה המשופרת.

(9 נקודות)

ג. בכמה אחוזים השתפרה מנת הריסון המשופרת ביחס למנת הריסון הבסיסית?

(3 נקודות)

7. נתון בקר מִתַכנת שכתובות המבוא שלו מוגדרות בתחום $I0 \div I9$ וכתובות המוצא שלו מוגדרות בתחום $Q0 \div Q5$. עליכם לתכנן מערכת לבקרת טמפרטורה באמצעות הבקר המִתַכנת.

להלן הדרישות מהמערכת:

1. חיישן טמפרטורה המזהה טמפרטורה מזערית.
2. חיישן טמפרטורה המזהה טמפרטורה מרבית.
3. חיישן טמפרטורת חירום המזהה טמפרטורה קיצונית (מעבר לטמפרטורה המרבית, במקרה שחיישן הטמפרטורה המרבית מתקלקל).
4. נורית ירוקה המופעלת כאשר הטמפרטורה תקינה (בטווח בין הטמפרטורה המזערית למרבית).
5. נורית אדומה המופעלת כאשר הטמפרטורה קיצונית.

א. רשמו את שמות רכיבי המבוא והקצה אשר להם נקודות מבוא.

(4 נקודות)

ב. רשמו את שמות רכיבי המוצא והקצה אשר להם נקודות מוצא.

(4 נקודות)

ג. רשמו דיאגרמת סולם לתוכנית פיקוד בבקר מִתַכנת.

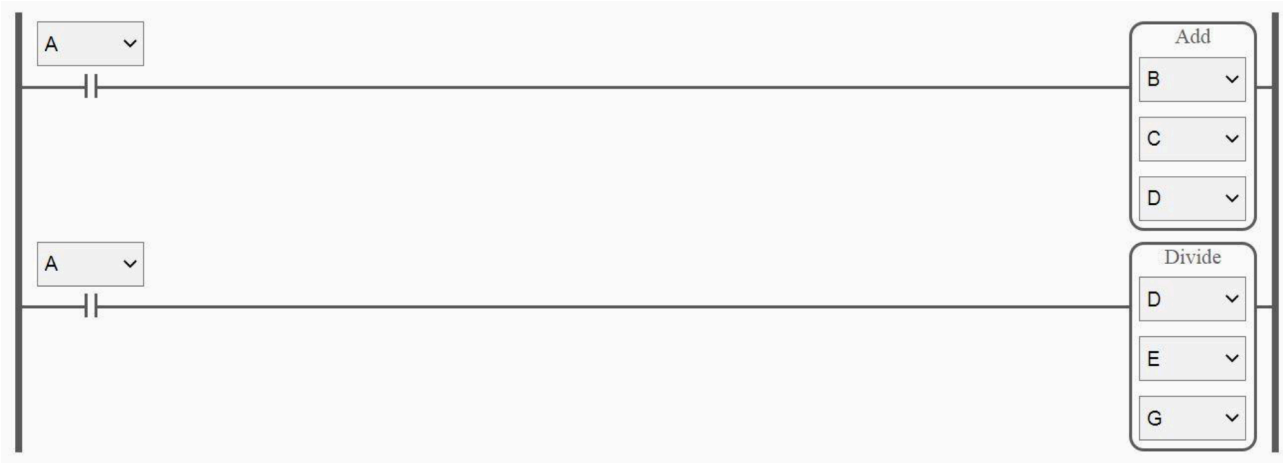
(12 נקודות)

8. **באיור לשאלה 8 מוצג קטע מדיאגרמת סולם שתפקידה לחשב ממוצע של שני מספרים B ו-C ולהעביר את התוצאה למשתנה G. המשתנים B, C ו-G הם מסוג Integer והמשתנה A הוא בוליאני. משתנים אלו מוצגים בטבלה של שאלה 8.**

טבלה לשאלה 8: סימול המשתנים.

איור לשאלה 8: קטע מדיאגרמת הסולם.

קלט		פלט	
A	מתג הפעלה ידני מופעל	G	הממוצע של המספרים
B	מספר ראשון		
C	מספר שני		



א. **מה מתבצע בשורה הראשונה ומה מכיל המשתנה D?**

(5 נקודות)

ב. **מה מתבצע בשורה השנייה ומה מכיל המשתנה E?**

(5 נקודות)

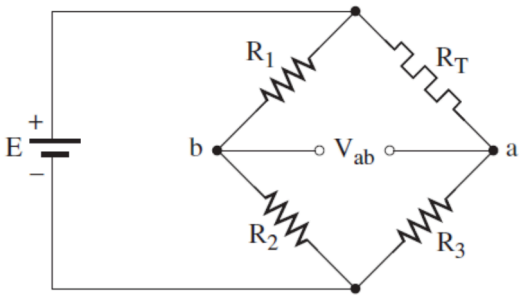
ג. **מה יהיה ערכם של D ושל G כאשר** $B = 20$ **ו-** $C = 31$ **?**

(5 נקודות)

ד. **אילו שינויים יש לבצע במערכת כדי שתחשב את הממוצע של שלושה משתנים: B, C וגם F?**

(5 נקודות)

9. באיור לשאלה מספר 9 מוצג מתמר חום המבוסס על תרמיסטור וגשר וינסטון. התנגדות התרמיסטור היא R_T .

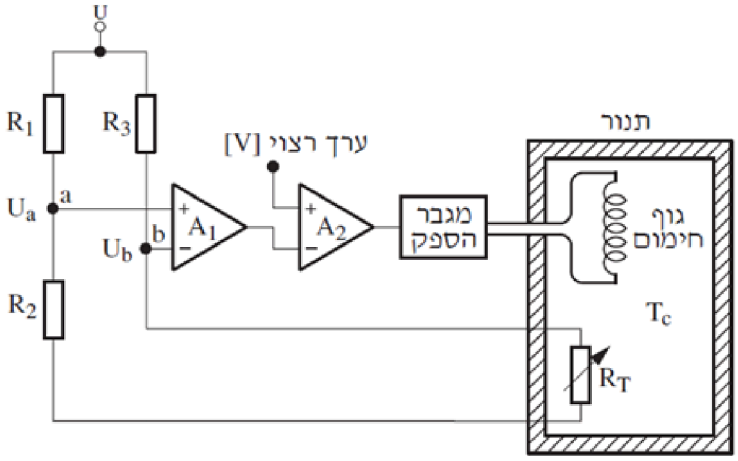


המתח $V_{ab} = 0\,\text{V}$, כאשר ערכי הרכיבים הם: $R_1 = 100\,\Omega$, $R_2 = 10\,\Omega$, $R_3 = 1\,\Omega$, $R_T = 10\,\Omega$, $E = 11\,\text{V}$.

- נכון
- לא נכון

(2 נקודות)

10. באיור לשאלה 10 מוצגת מערכת בקרת חום הפועלת בחוג סגור.

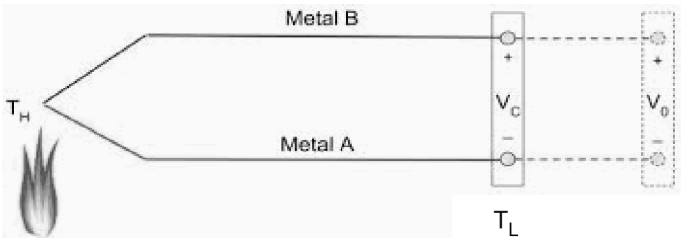


מתוך האיור ניתן לראות שהמגבר A1 הוא מגבר משווה, והמגבר A2 הוא מגבר הפרשי.

- נכון
- לא נכון

(2 נקודות)

11. באיור לשאלה 11 מוצג צמד תרמי.



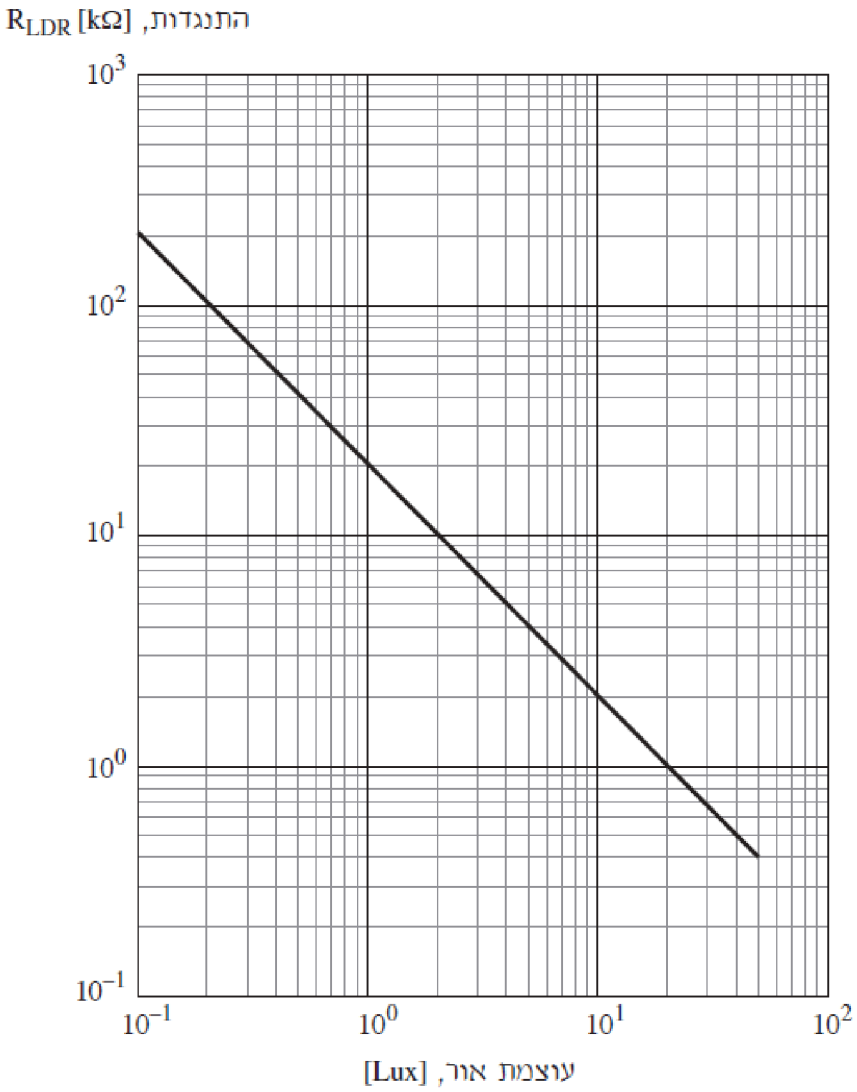
נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

תחום המתחים במוצא צמד התרמי הנתון הוא $V_{out} = 10 \div 60\,\mathrm{mV}$. תחום זה נמצא בהתאמה לתחום הטמפרטורה הנמדדת $T = 100^\circ\mathrm{C} \div 600^\circ\mathrm{C}$. לפי נתונים אלו קבוע הצמד התרמי הוא $K_{TC} = 0.12\ \left[\frac{mV}{^\circ C}\right]$.

- נכון
- לא נכון

(2 נקודות)

12. באיור לשאלה 12 מוצג אופיין לוגריתמי של נגד מסוג LDR הרגיש לאור, $R_{LDR} = f$ (עוצמת אור).

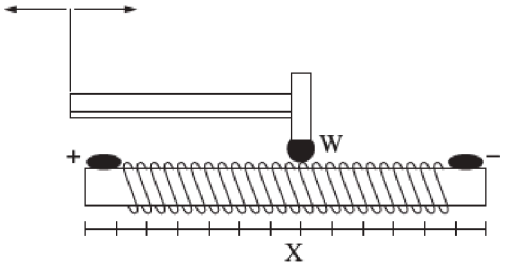


מתוך האופיין הנתון עוצמת ההארה המרבית של הנגד LDR הרגיש לאור היא $50\ [\mathrm{Lux}]$.

- נכון
- לא נכון

(2 נקודות)

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



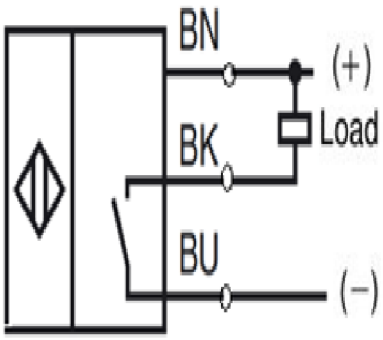
13. באיור לשאלה 13 מוצג מתמר מדידה המורכב מפוטנציומטר לינארי קווי שתפקידו למדוד שינויי טמפרטורה.

- נכון
- לא נכון

(2 נקודות)

14. באיור א' לשאלה 14 מוצג חלק מדף נתונים של יצרן בקרים.
באיור ב' לשאלה 14 מוצג שרטוט של חיישן אשר רוצים לחבר אותו לכניסת הבקר.

איור א' לשאלה 14: חלק מדף נתונים של יצרן בקרים.



איור ב' לשאלה 14: חיישן שרוצים לחבר אותו לכניסת הבקר.

DC- Inputs	
Inputs per Module	4 Source
Operating Voltage Range	24 VDC
Input Voltage Range	21 -26 VDC
Input Current	Typ 5 mA @ 24 VDC
ON Voltage Level	> 19 VDC
OFF Voltage Level	< 4 VDC

החיישן מתאים לחיבור לכרטיס.

- נכון
- לא נכון

(2 נקודות)

15. כרטיס יציאה אנלוגי בבקר מכיל ממיר מסוג D/A עם נתון בגודל 13 סיביות. לכרטיס מחובר מעגל המשמש לבקרת הספק של גוף חימום. המספר שצריך לשלוח אל הממיר בכרטיס כדי לקבל הספק מלא הוא 4095.

- נכון
- לא נכון

(2 נקודות)

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

16. נתון בקר מְתַכנת עם הנתונים:

1. משך הזמן להפעלת המוצאים - 8.1 מילישניות.
2. משך הזמן לביצוע תוכנה בגודל 1 kb - הוא שתי מילישניות.
3. משך הזמן לתחזוקה עצמית ולתקשורת - 4.1 מילישניות.
4. משך הזמן המזערי לנתון במבוא – 3.5 מילישניות.
5. הבקר פועל בתוכנה שגודלה $n = 6.1\,\text{kb}$.

זמן ה-Scan Cycle של בקר זה הוא 27.9 מילי-שניות.

- נכון
- לא נכון

(2 נקודות)

17. באיור א' לשאלה 17 מוצגת דיאגרמת סולם של בקר מְתַכנת. באיור ב' לשאלה 17 מוצגת טבלת האמת של דיאגרמת הסולם.

איור א' לשאלה 17: דיאגרמת סולם של בקר מְתַכנת.

איור ב' לשאלה 17: טבלת אמת של דיאגרמת 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 באיור ב' מתאימה לדיאגרמת הסולם באיור א'.

- נכון
- לא נכון

(2 נקודות)

18. **באיור לשאלה 18 מוצגת בדיאגרמת סולם פונקציה הלוגית:** $F = (\bar{A} + B) \cdot C$.



אם C פועל אז גם D פועל.

- **נכון**
- **לא נכון**

(2 נקודות)

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