GuyAI
מבית GOOL בגרויות

סוג הבחינה: בחינת גמר ממלכתית
מועד הבחינה: אביב 2024 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. 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. 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 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 מד משקל אדם. מד המשקל מבוסס על שני מעגלים חשמליים זהים הכוללים מדי מעוות Strain Gauge לינאריים כפי שרואים באיור ב'. כל מעגל מיועד למדידת מחצית משקל האדם. מתחי המוצא V_{out} של שני המעגלים החשמליים מסוכמים ומומרים כמשקל המוצג על מד המשקל.

נתון:

א. $R_1 = 9\,\text{k}\Omega$, $R_2 = 18\,\text{k}\Omega$, $R_3 = 27\,\text{k}\Omega$. מתחי ההזנה של מגבר השרת: $V_{supply} = \pm 15\,\text{V}$.

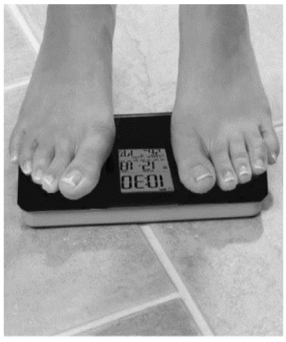
ב. משקל של $F_1 = 120\,\text{kgf}$ על מד המעוות גורם להתנגדות מד המעוות של $R_{1SG} = 10\,\text{k}\Omega$.

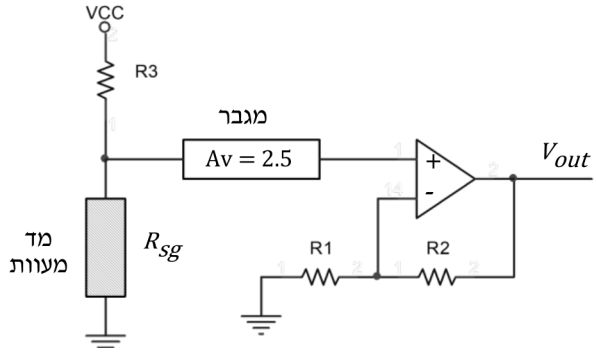
ג. משקל של $F_2 = 20\,\text{kgf}$ גורם להתנגדות מד המעוות של $R_{2SG} = 5\,\text{k}\Omega$.

ד. מתח המקור: $V_{cc} = 8\,\text{V}$.

איור א' לשאלה 1: מד משקל אדם.

איור ב' לשאלה 1: מעגל חשמלי למדידת משקל אדם.





א. מתוך הנתון, מהי משוואת ההתנגדות של מד המעוות בתלות במשקל $R_{SG} = f(F)$?

(6 נקודות)

ב. מהו מתח המוצא V_{out} בעבור משקל אדם של $F = 84\,\text{kgf}$?

(6 נקודות)

ג. מהו המשקל המרבי שאפשר למדוד במד המשקל?

(8 נקודות)

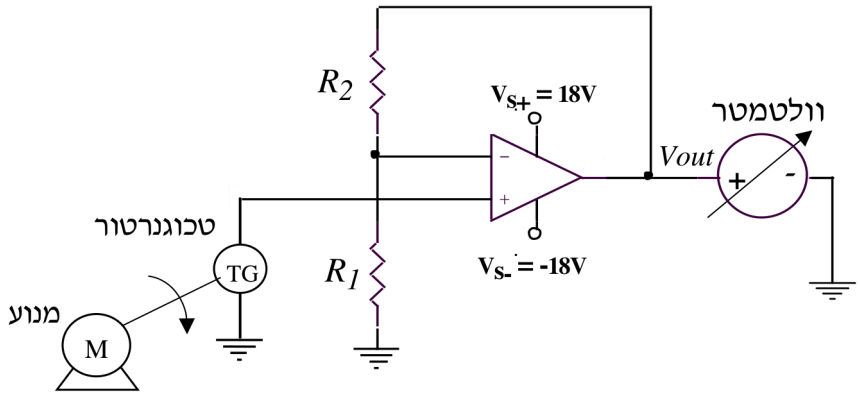
נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

2. באיור לשאלה 2 מוצגת מערכת למדידת מהירות מנוע. המערכת כוללת טכוגנרטור המחובר על צירו של המנוע, מגבר שרת בחיבור שאינו הופך מופע, וולטמטר ושני נגדים. בפתרונכם התייחסו למגבר השרת כאידאלי.

נתוני המערכת:

1. במהירות מנוע של $400\,\text{rpm}$ הטכוגנרטור מפיק $0.4\,\text{V}$.
2. בעצירת מנוע הטכוגנרטור מפיק $0\,\text{V}$.
3. $R_1 = 20\,\text{k}\Omega$, $R_2 = 40\,\text{k}\Omega$.

איור לשאלה 2: מערכת למדידת מהירות מנוע.



א. מהי מהירות המנוע כאשר מתח המוצא הוא $V_{out} = 9\,\text{V}$?

(6 נקודות)

ב. מהי מהירות המנוע המרבית שאפשר למדוד במערכת זו?

(5 נקודות)

ג. התברר כי מדידת הוולטמטר בעבור מהירות מנוע של $n = 1{,}200\,\text{rpm}$ הייתה שגויה. הוולטמטר הורה $V_{out} = 4\,\text{V}$ במדידה זו.

(1) מהו המתח הנכון שהיה צריך הוולטמטר למדוד?

(2) מהו אחוז השגיאה במדידת המתח הלא תקינה?

(9 נקודות)

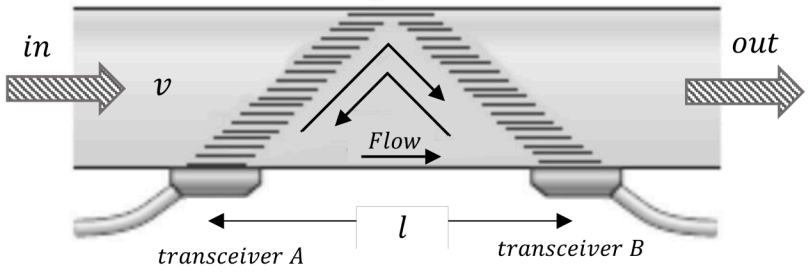
נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

3. באיור לשאלה 3 מוצג צינור שזורם בו נוזל שמהירותו נמדדת באמצעות מד מהירות נוזלים הפועל לפי עיקרון אולטרה סוני. המדידה מתבצעת באמצעות שני מקמ"ש-ים (מקלט ומשדר - transceiver). שידור גל קול אולטרה סוני ממקמ"ש A (ראה איור) קליטתו במקמ"ש B ושידורו בחזרה למקמ"ש A . מהירות הנוזל מחושבת לפי הנוסחה: $v = K \cdot l \cdot \Delta t$. K הוא קבוע המוגדר באמצעות תכונות מד מהירות הנוזל האולטרה סוני. l הוא המרחק בין המקמ"ש-ים, ו- Δt הוא הפרש הזמנים בין השידור והקליטה של הגל האולטרה סוני במקמ"ש A .

נתון:

- רדיוס הצינור $R = 6.4\,\text{cm}$.
- המרחק בין המקמ"ש-ים $l = 63.4\,\text{cm}$.
- קבוע מכשיר המדידה $K = 1.6\ \left[\frac{1}{\text{sec}^2}\right]$.

איור לשאלה 3: מדידת אולטרה סונית של מהירות נוזל.



א. הסבירו את עיקרון הפעולה של מדידת מהירות נוזל בצינור בשיטה אולטרה סונית.

(4 נקודות)

ב. מדדו את פרק הזמן Δt בין שידור גל הקול האולטרה סוני לבין קליטתו כ- $0.2\,\text{sec}$. מהי מהירות הנוזל בצינור הנתון? רשמו את תשובותיכם ביחידות של $\left[\frac{\text{m}}{\text{min}}\right]$.

(5 נקודות)

ג. מהו פרק הזמן Δt בעבור מהירות נוזל $v = 12.5\ \left[\frac{\text{m}}{\text{min}}\right]$? תשובה ביחידות של ms .

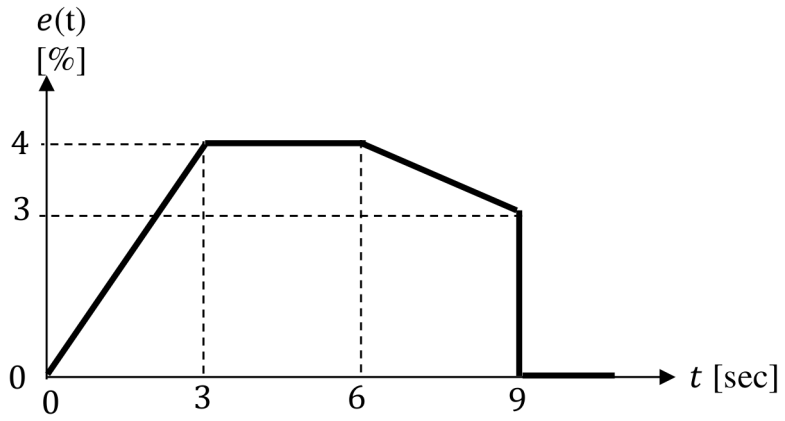
(5 נקודות)

ד. אם הנוזל עובר את המרחק l בפרק זמן של $\Delta t = 0.2\,\text{sec}$, מהי ספיקת הנוזל הזורם בצינור? רשמו את תשובתכם ביחידות של $[LPM]$ (Litter Per Minute).

(6 נקודות)

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

4.



א. באיור לשאלה 4.א מוצג גרף שגיאה במבוא לבקר מסוג P .

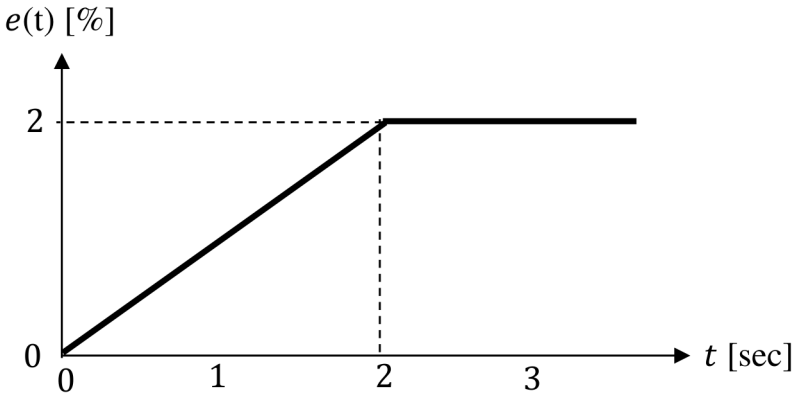
נתון:

1. הגבר הבקר $K_p = 2.5$.
2. תפוקת הבקר כשהשגיאה שווה לאפס: $P_0 = 12\%$.

חשבו וסרטטו את תגובת הבקר לאות השגיאה המוצג באיור לשאלה 4.

איור לשאלה 4.א: אות השגיאה במבוא של בקר מסוג P.

(10 נקודות)



ב. באיור לשאלה 4.ב מוצג גרף שגיאה במבוא לבקר מסוג PI .

נתון:

1. הגברי הבקר $K_p = 1.5$, $K_i = 2\,[\sec^{-1}]$.
2. תפוקת הבקר כשהשגיאה שווה לאפס: $P_0 = 25\%$.

מה ערכה של תגובת הבקר $p(t)\,[\%]$ לאות השגיאה המוצג בזמן $t = 2\,\sec$?

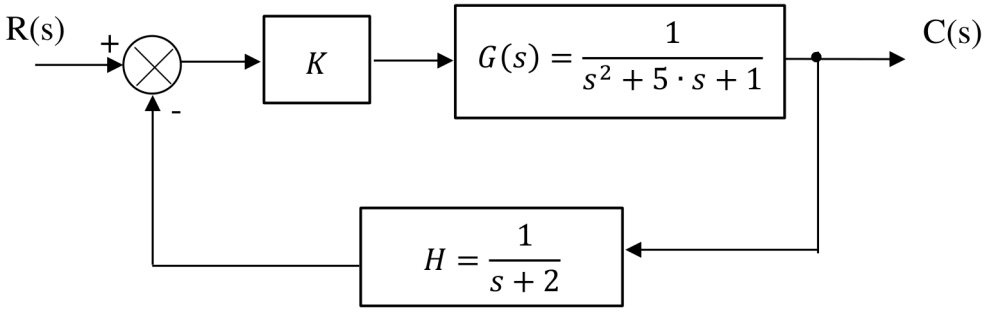
איור לשאלה 4.ב: אות השגיאה במבוא של בקר מסוג PI.

(10 נקודות)

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

5. באיור לשאלה 5 מוצגת סכמת מלבנים של מערכת בקרה בחוג סגור.

איור לשאלה 5: סכמת מלבנים של מערכת בקרה.



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

(9 נקודות)

ב. מהי המשוואה האופיינית של מערכת הבקרה הנתונה?

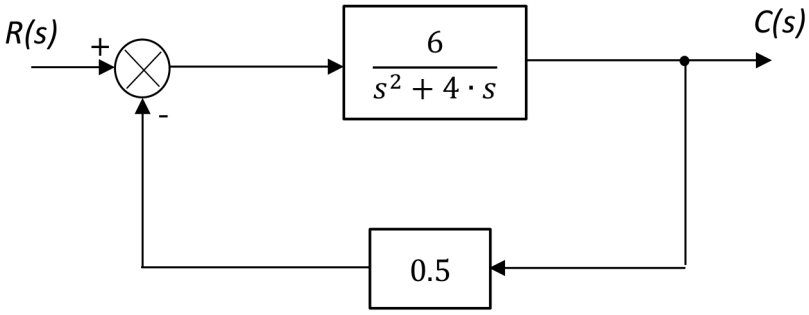
(3 נקודות)

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

(8 נקודות)

6. באיור לשאלה 6 מתוארת סכמת מלבנים של מערכת בקרה. למערכת בקרה זו ניתן במבוא האות $R(s)=s+1$.

איור לשאלה 6: סכמת מלבנים של מערכת בקרה.



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

(7 נקודות)

ב. בפונקציית התמסורת $G_f(s)$, מהו ערכה של התדירות הטבעית ω_n ומהו ערכו של מקדם הריסון ξ ?

(6 נקודות)

ג. מהי פונקציית התמסורת במוצא במישור הזמן $c(t)$?

(7 נקודות)

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

General information	
Product type designation	CPU 1212C AC/DC/relay
Firmware version	V4.4
Engineering with	
• Programming package	STEP 7 V16 or higher
Supply voltage	
Rated value (AC)	
• 120 V AC	Yes
• 230 V AC	Yes
permissible range, lower limit (AC)	85 V
permissible range, upper limit (AC)	264 V
Line frequency	
• permissible range, lower limit	47 Hz
• permissible range, upper limit	63 Hz
Input current	
Current consumption, max.	240 mA at 120 V AC; 120 mA at 240 V AC
Inrush current, max.	20 A; at 264 V
I^2t	0.8 $A^2 \cdot s$
Analog inputs	
Number of analog inputs	2
Input ranges	
• Voltage	Yes
Input ranges (rated values), voltages	
• 0 to +10 V	Yes
— Input resistance (0 to 10 V)	≥100k ohms
Cable length	
• shielded, max.	100 m; twisted and shielded
Analog outputs	
Number of analog outputs	0

7.

א. בטבלה להלן חלק מנתוני בקר 6ES7212 של חברת Siemens (איור לשאלה 7).

(1) מהם שני מתחי ההזנה של הבקר?

(2) מהו זרם הצריכה המרבי של הבקר כאשר הוא מחובר ל-120 V AC?

(3) מהו מספר הכניסות התקביליות במבוא?

(10 נקודות)

ב. נתון בקר מתוכנת עם הנתונים הבאים:

1. משך הזמן להפעלת המוצאים הוא 5.4 מילישניות.
2. משך הזמן לביצוע תוכנה בגודל 1 kb - הוא 3 מילישניות.
3. משך הזמן לתחזוקה עצמית ולתקשורת הוא 3.8 מילישניות.
4. משך הזמן המזערי לנתון במבוא הוא 3.4 מילישניות.
5. הבקר פועל בתוכנה שגודלה n=6.3 kb.

מהו זמן מחזור הסריקה - Scan Cycle של בקר זה?

פרטו את פתרונכם ורשמו את תשובתכם ביחידות של msec.

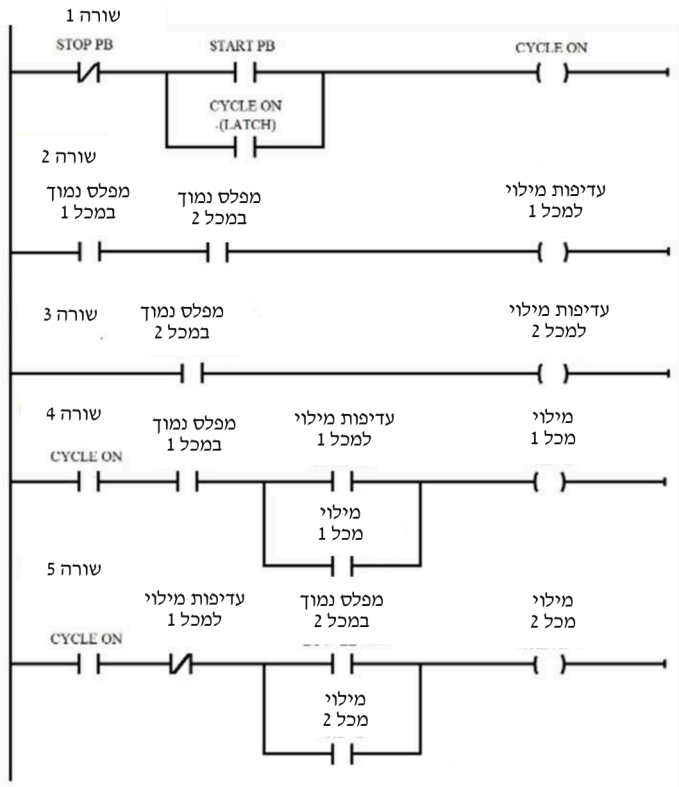
(10 נקודות)

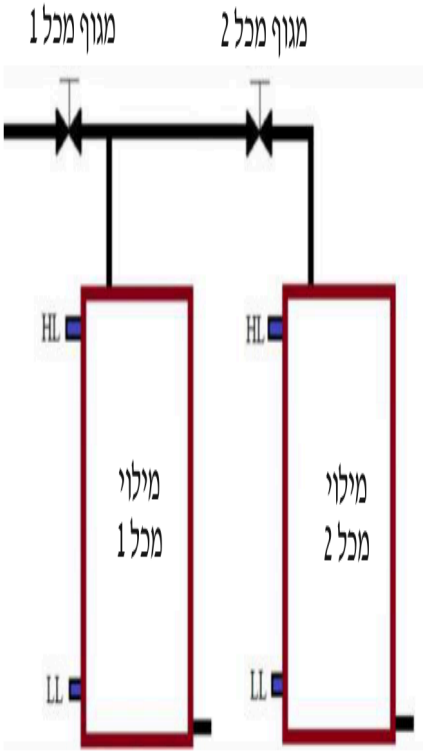
נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

8. **איור א' של שאלה 8 מציג מערכת למילוי שני מכלים לפי עדיפויות. איור ב' של שאלה 8 מציג דיאגרמת סולם של מילוי המכלים לפי העדיפויות הנדרשות. דיאגרמת הסולם מכילה חמש שורות.**

איור א' לשאלה 8.א: מילוי שני מכלים.

איור ב' לשאלה 8.א: דיאגרמת סולם של מילוי שני מכלים.





א. (1) **הסבירו את תפקידה של השורה הראשונה.**

(2) **בשורה השנייה, איזה מכל ימולא כאשר שני המכלים יהיו ריקים?**

(3) **בשורה השלישית, איזה מכל ימולא ומדוע?**

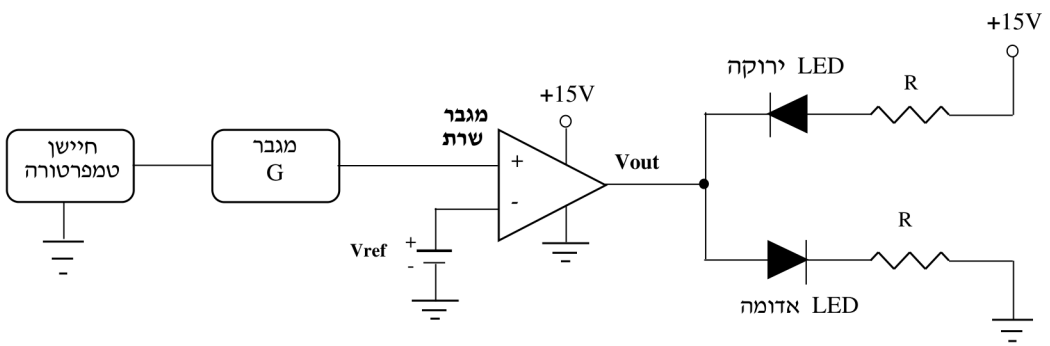
(4) **בשורה הרביעית, איזה מכל ימולא ובאיזה תנאי?**

(5) **בשורה החמישית, איזה מכל ימולא ומדוע?**

(20 נקודות)

9. **באיור לשאלה 9 מוצג מעגל חשמלי לבקרה דו-מצבית של טמפרטורה. רכיבי המעגל מפורטים באיור.**

איור לשאלה 9: מעגל לבקרה דו-מצבית של טמפרטורה.



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

נורית ה- LED האדומה תדלק כאשר V_{out} יהיה שווה ל-15 וולט.

- נכון
- לא נכון

(2 נקודות)

10. באיור לשאלה 10 מוצג טכוגנרטור המחובר על צירו של מנוע ומחובר לעומס R_L.

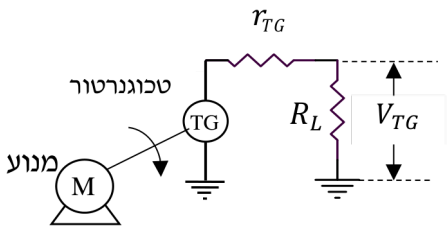
r_{TG} היא התנגדותו הפנימית של הטכוגנרטור.

נתון:

א. קבוע הטכוגנרטור $K_{TG} = 1 \left[\frac{\text{mV}}{\text{rpm}}\right]$.

ב. $r_{TG} = 100\,\Omega$; $R_L = 300\,\Omega$.

איור לשאלה 10: טכוגנרטור מחובר לעומס.



במהירות מנוע $\omega = 500\,\text{rpm}$ יפיק הטכוגנרטור $V_{TG} = 0.8\,\text{V}$.

- נכון
- לא נכון

(2 נקודות)

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

11. איור א' לשאלה 11 מציג שתי ספינות גרר A ו-B הגוררות אוניית נוסעים בלב ים. ספינות הגרירה גוררות את אוניית הנוסעים בכיוונים שונים כך שהזווית ביניהן היא 90° . איור ב' לשאלה 11 מציג את ווקטורי הכוחות אשר ספינות הגרר מפעילות על אניית הנוסעים. אניית הנוסעים מתקדמת בכיוון הזווית β .

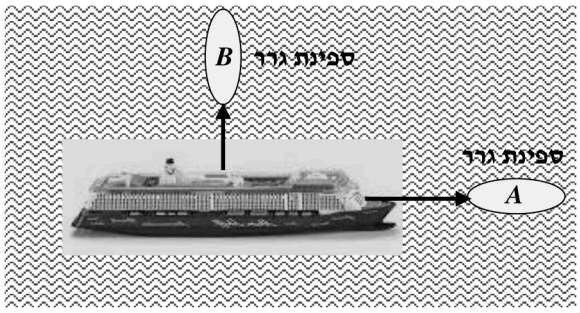
נתוני המערכת:

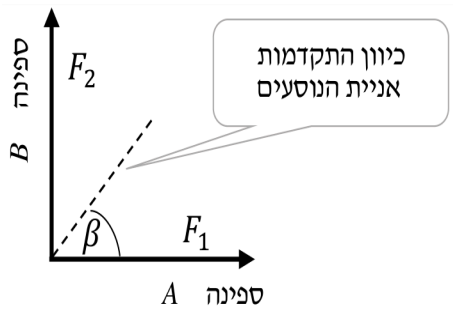
א. כוח הגרירה של ספינה A הינו $F_1 = 4 \cdot 10^5\,\mathrm{N}$.

ב. כוח הגרירה של ספינה B הינו $F_2 = 3 \cdot 10^5\,\mathrm{N}$.

איור א' לשאלה 11: שתי ספינות גוררות אנייה.

איור ב' לשאלה 11: וקטורי הכוחות הפועלים על האנייה.





כוח הגרירה השקול F_{equ} של שתי ספינות הגרירה הוא $3.5 \cdot 10^5\,\mathrm{N}$.

- נכון
- לא נכון

(2 נקודות)

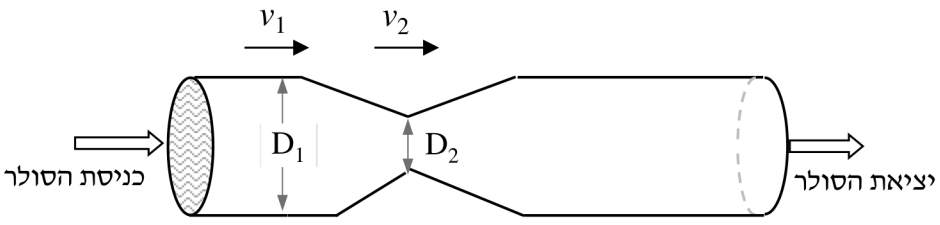
12. באיור לשאלה 12 מוצג צינור להזרמת סולר עם הצרה במרכזו.

א. קוטר הצינור בחלק הרחב $D_1 = 30\,\mathrm{cm}$.

ב. קוטר הצינור בחלק הצר $D_2 = 15\,\mathrm{cm}$.

ג. מהירות הסולר בחלק הצר $v_2 = 48\ \left[\frac{\mathrm{cm}}{\mathrm{sec}}\right]$.

איור לשאלה 12: צינור בעל הצרה להזרמת סולר.



מנתוני השאלה מהירות הסולר ביציאה מהצינור $v_1 = 12\ \left[\frac{\mathrm{cm}}{\mathrm{sec}}\right]$.

- נכון
- לא נכון

(2 נקודות)

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

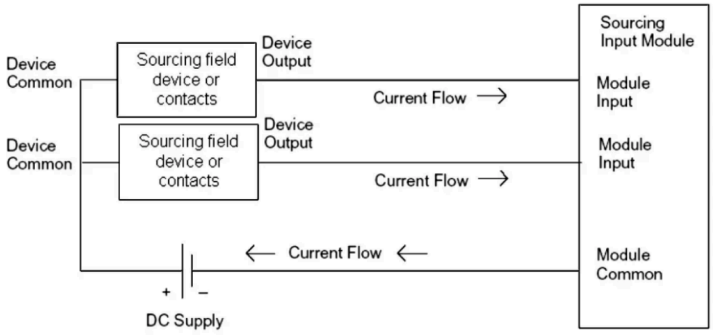
13. ה-LVDT הוא מתמר מיקום. פירוש האותיות הינו: LVDT - Low Voltage Duty Transducer

- נכון
- לא נכון

(2 נקודות)

14. באיור לשאלה 14 מוצגת סכמה של כרטיס מבוא לבקר שאליו מחוברים שני התקני מבוא.

איור לשאלה 14: כרטיס מבוא לבקר שאליו מחוברים שני התקני מבוא.



באיור המוצג לשאלה 14 ישנה שגיאה והיא ששלושת כיווני הזרמים (Current Flow) הפוכים.

- נכון
- לא נכון

(2 נקודות)

15. כאשר מגעים מסוג סגור בדרך כלל מופעלים, הם משבשים את אספקת הזרם החשמלי דרכם.

- נכון
- לא נכון

(2 נקודות)

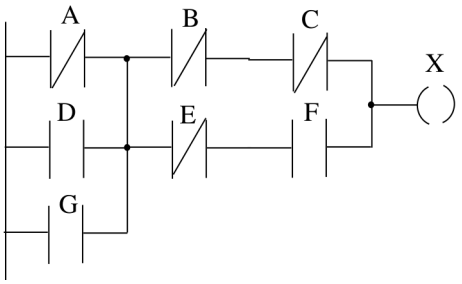
16. סוג הזיכרון המהיר ומאחסן באופן זמני את הנתונים הנדרשים מיד לשימוש נקרא בשם RAM.

- נכון
- לא נכון

(2 נקודות)

17. **באיור לשאלה 17 מוצגת דיאגרמת סולם של הפונקציה הלוגית X.**

איור לשאלה 17: פקודות בשפת דיאגרמת סולם.

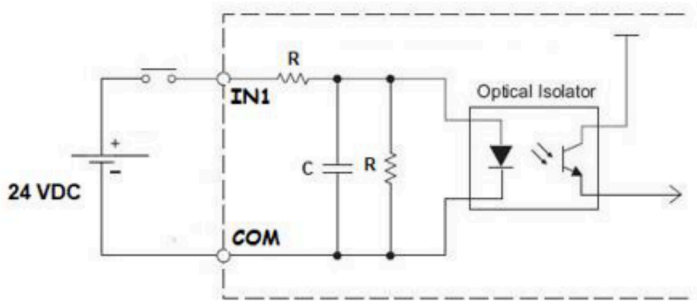


הביטוי הבוליאני X הינו: $X = (\bar{A} + \bar{B} + C) \cdot (D + \bar{E} + F) \cdot G$

- **נכון**
- **לא נכון**

(2 נקודות)

18. **איור לשאלה 18: חיבור לבקר מתכנת.**



באיור לשאלה 18 מוצג חיבור לבקר מתכנת מסוג Source.

- **נכון**
- **לא נכון**

(2 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