GuyAI
מבית GOOL בגרויות

סוג הבחינה: בחינת גמר ממלכתית
מועד הבחינה: קיץ 2024 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. שאלות 9-13 בנושא רכיבים ומתמרים, שאלות 14-18 בנושא בקרים מתוכנתים וממשק אדם מכונה. 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 מצורף לבחינה. 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 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!

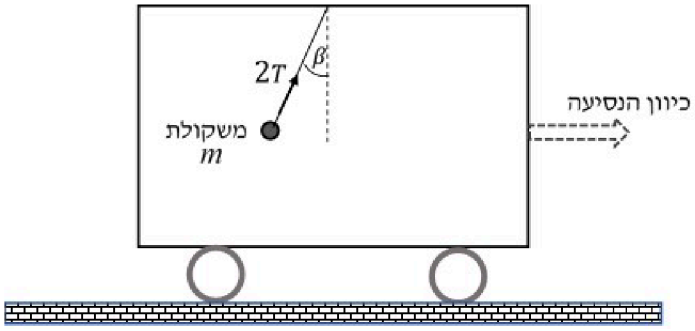
השאלות

1. באיור לשאלה 1 מתואר קרון המחובר למכונית הנוסעת ימינה. אל תקרת הקרון קשורה משקולת באמצעות חוט. המכונית נוסעת בתאוצה קבועה a . החוט יוצר זווית קבועה $\beta = 30^\circ$ עם הכיוון האנכי.

נתון:

- מסת המשקולת $m = 400\,\mathrm{gr}$.
- תאוצת הכובד $g = 9.81\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{sec}^2}$.

איור לשאלה 1: קרון המחובר למכונית ובו תלויה משקולת על חוט.



א. העתיקו למחברתכם את המשקולת הקשורה לחוט וסמנו את כל הכוחות הפועלים על המשקולת.

(5 נקודות)

ב. מהי התאוצה $a\left[\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{sec}^2}\right]$ של המכונית?

(5 נקודות)

ג. מה ערכו של הכוח T ?

(5 נקודות)

ד. מדדו את התאוצה שחישבתם בסעיף ב' לעיל על ידי מד תאוצה המבוסס על חיישן תאוצה המפיק מתח בתלות בתאוצה. נוסחת מד התאוצה היא: $V = k\left[\frac{\mathrm{V}}{\mathrm{m/sec}^2}\right] \cdot a\left[\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{sec}^2}\right]$.
המתח שנמדד הוא: $V = 2.832\,\mathrm{Volt}$. מהו מתח מד התאוצה אילו תאוצת המכונית הייתה $a_1 = 8\left[\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{sec}^2}\right]$?
הנחייה: לפיתרון סעיף זה, יש למצוא את ערך המקדם k תחילה.

(5 נקודות)

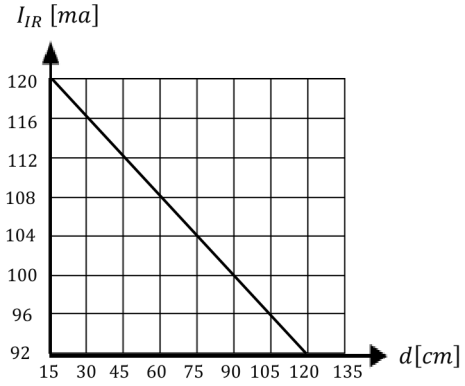
2. באיור א' לשאלה 2 מוצג מעגל למדידת מרחק על ידי חיישן קירבה אינפרא-אדום: Infrared proximity sensor.

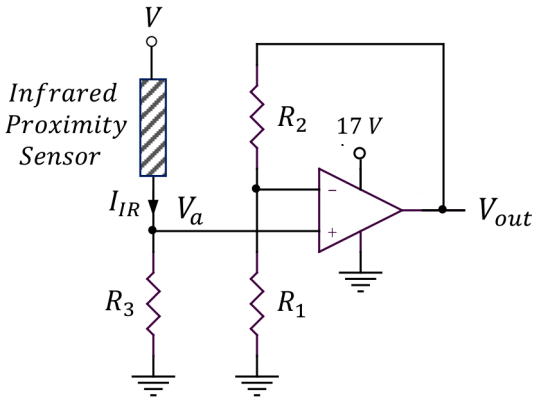
המעגל כולל את חיישן הקירבה, שלושה נגדים ומגבר שרת. בפתרונכם התייחסו למגבר השרת כאידאלי. באיור ב' לשאלה 2 מתואר האופיין של החיישן.

נתון: $R_1 = 45\,\text{k}\Omega$, $R_2 = 45\,\text{k}\Omega$, $R_3 = 40\,\Omega$.

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? $i = f(d)$.

(4 נקודות)

ג. מהו המתח V_a כאשר המרחק הנמדד הוא $67\,\text{cm}$? רשמו את תשובתכם ביחידות של $[\text{V}]$.

(6 נקודות)

ד. מדדו את המתח V_{out} כ- $8\,\text{V}$. מהו המרחק שנמדד עבור מתח מוצא זה?

(6 נקודות)

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

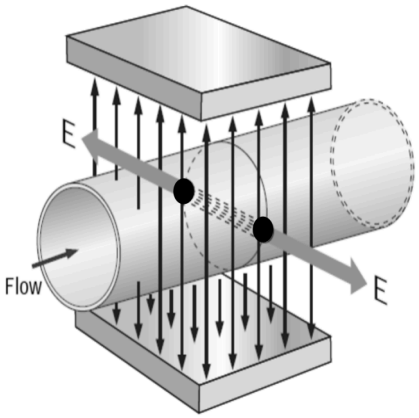
3. באיור א' לשאלה 3 מוצג איור למדידה אלקטרומגנטית של מהירות נוזל. האיור כולל את צינור אשר בו זורם הנוזל ושתי אלקטרודות המסומנות בעיגולים שחורים. באיור ב' לשאלה 3 מוצג אופיין של מד זרימה אלקטרומגנטי. נתוני האופיין באיור ב' נגזרים ממד הזרימה האלקטרומגנטי. הנוזל אשר מהירותו נמדדת מושפע מהשטף המגנטי של מד הזרימה.

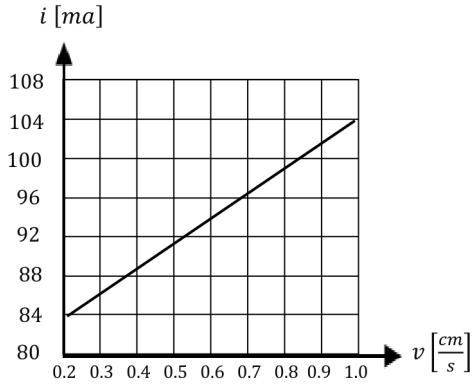
נתון:

- הרדיוס הפנימי של הצינור אשר בו זורם הנוזל $r = 159.577\,\text{mm}$.
- ספיקת הנוזל בתוך הצינור: $Q = 24\,\text{LPM}$.
- בפתרונכם הזניחו את חיכוך הנוזל בתוך הצינור.

איור א' לשאלה 3: מדידה אלקטרומגנטית של מהירות נוזל.

איור ב' לשאלה 3: אופיין של מד המהירות.





א. הסבירו, מהו עיקרון מדידת מהירות נוזלים באמצעים אלקטרומגנטיים? האם בשיטה זו ניתן למדוד מהירות של כל סוגי הנוזלים? התייחסו לאיור א': מה מייצגים החֵצים הכפולים המאונכים? מהו תפקיד שתי האלקטרודות?

(4 נקודות)

ב. מתוך איור ב', מהי הנוסחה המקשרת בין הזרם $i[\text{mA}]$ לבין מהירות הנוזל $v\left[\frac{\text{cm}}{\text{s}}\right]$, $v = f(i)$?

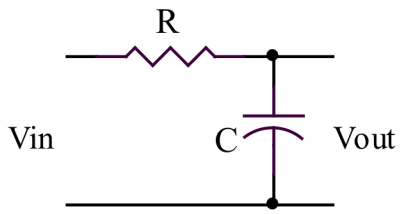
(7 נקודות)

ג. על פי הנתונים הרשומים לעיל, מה הזרם $i[\text{mA}]$ הנמדד על ידי מד מהירות הנוזל?

(9 נקודות)

4. באיור לשאלה 4 מוצג מעגל חשמלי והוא חלק ממערכת בקרה. מעגל זה מהווה פיגור מסדר ראשון.
נתון: $R = 20\,\Omega$, $C = 5\,\text{mF}$.

איור לשאלה 4: מעגל חשמלי R-C.



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

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

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

(ג) מהו אות המוצא v_{out} בזמן $t = 40\,\text{msec}$?

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

(10 נקודות)

ב. במעגל הנתון מסרו אות מדרגה של 2 יחידות, $V_{in}(s) = \frac{2}{s}$. מהו אות המוצא במישור לפלס, $V_{out}(s)$?

(3 נקודות)

ג. במעגל הנתון מסרו גל סינוסואידלי, $V_{in}(t) = \sin 5 \cdot t$. מהו אות המוצא במישור לפלס, $V_{out}(s)$?

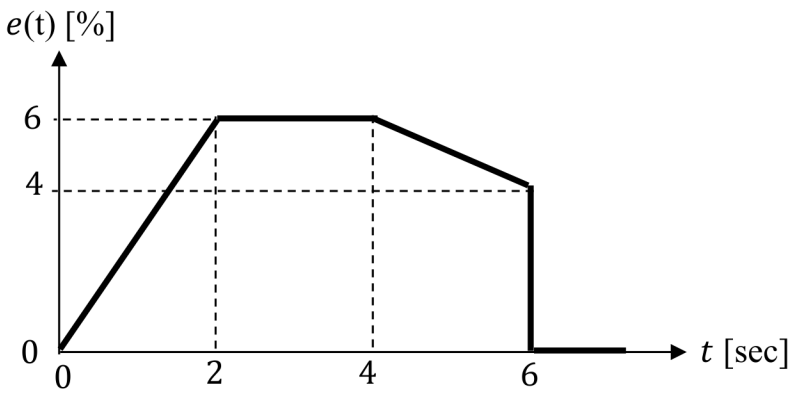
(7 נקודות)

5. באיור לשאלה 5 מוצג גרף שגיאה במבוא לבקר מסוג P .

נתון:

1. הגבר הבקר $K_p = 3.2$.
2. תפוקת הבקר כשהשגיאה שווה לאפס: $P_0 = 8.5\%$.

איור לשאלה 5: אות השגיאה במבוא של בקר מסוג P.



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

א. מהם ערכי מוצא הבקר בזמנים: $t = 0,\ 2,\ 4,\ 6\,\text{sec}$.

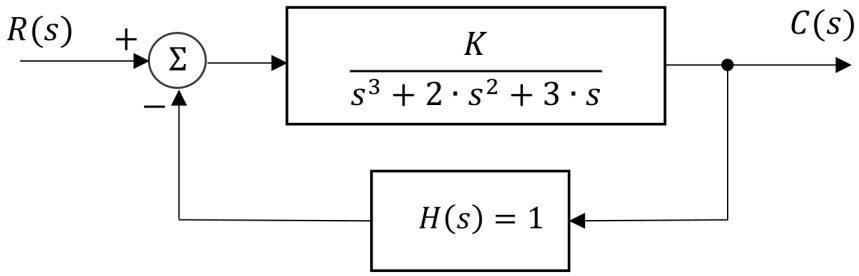
(10 נקודות)

ב. סרטטו את מוצא הבקר עבור אות השגיאה הנתון.

(10 נקודות)

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

איור לשאלה 6: תרשים מלבנים של מערכת בקרה.



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

(5 נקודות)

ב. מהו סוג המערכת? נמקו את תשובתכם.

(3 נקודות)

ג. מהי פונקציית התמסורת בחוג-פתוח $G_{open_loop}(s)$ של מערכת הבקרה הנתונה?

(5 נקודות)

ד. מהו תחום הערכים של K , שעבורו מערכת הבקרה תהיה יציבה, על פי הקריטריון של ראוט-הורביץ?

(7 נקודות)

7. א. רשמו ארבע תכונות של הבקרים המְתַכנתים המודרניים.

(5 נקודות)

ב. מהו מחזור סריקה – Scan Cycle – בבקר המְתַכנת? אילו פעולות מתבצעות בבקר במשך מחזור הסריקה?

(5 נקודות)

ג. מהו הזמן האופייני לביצוע מחזור סריקה – Scan Cycle – בבקר המְתַכנת?

(5 נקודות)

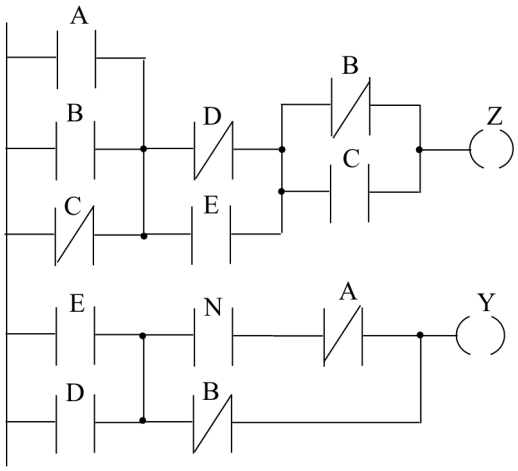
ד. מהו זמן המחזור T_{cycle} של בקר מִתַּכנת הפועל בתוכנה שגודלה $n = 5.9\,\text{kb}$ ונתוניו הם:

1. משך זמן להפעלת המוצאים, $T_1 = 6.7\,\text{m Sec}$.
2. משך זמן לביצוע תוכנה בגודל 1 kb - הוא: $T_2 = 1\,\text{m Sec}$.
3. משך זמן לתחזוקה עצמית ולתקשורת, $T_3 = 2.7\,\text{m Sec}$.
4. משך זמן מזערי לנתון במבוא, $T_4 = 2.5\,\text{m Sec}$.

(5 נקודות)

8. (אין קשר בין סעיפי השאלה)

איור לשאלה 8, סעיף א': דיאגרמת סולם של שתי פונקציות.



א. באיור לשאלה 8 מוצגת דיאגרמת סולם של שתי פונקציות לוגיות Z ו-Y. רשמו את הפונקציות הלוגיות Z ו-Y.

(10 נקודות)

ב. נתונה פונקציה בוליאנית F . רשמו דיאגרמת סולם של הפונקציה F .

$$F = [(A + \bar{B} + C) \cdot \bar{D} \cdot (K + \bar{E})] + (E + \bar{D}) \cdot (B + \bar{A})$$

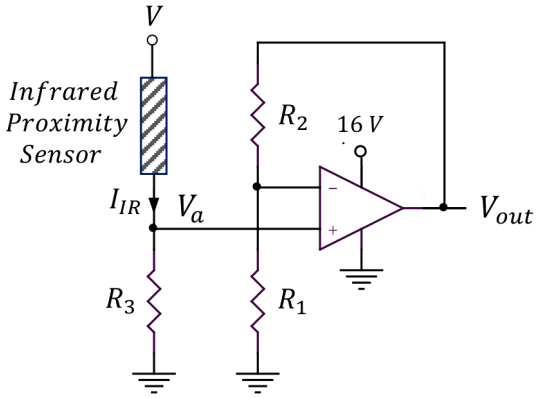
(10 נקודות)

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

9. באיור לשאלה 9 מוצג מעגל למדידת מרחק באמצעות חיישן קירבה אינפרא-אדום Infrared proximity.

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

איור לשאלה 9: מעגל חשמלי למדידת מרחק.



כאשר זרם החיישן הוא $I_{IR} = 82\,\text{mA}$, מתח המוצא יהיה $V_{out} = 8.2\,\text{V}$.

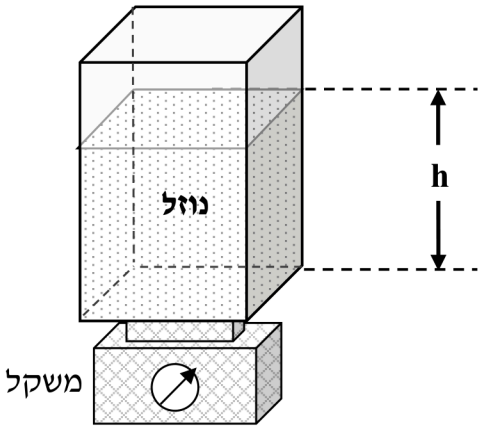
- נכון
- לא נכון

(2 נקודות)

10. במפעל מסוים מודדים מפלס נוזלים לפי שקילה, באיור לשאלה 10 מוצג מתקן המדידה. המתקן כולל מיכל ריבועי שמשקלו ללא נוזל 3.7 ק"ג.

נתון: מד המשקל מראה 9.5 ק"ג. שטח הבסיס הפנימי של המיכל הוא 32 סמ"ר ומשקלו הסגולי של הנוזל 1.27 גרם/סמ"ק.

איור לשאלה 10: אופיין חיישן טמפרטורה.



לפי הנתונים לעיל גובה המפלס שנמדד הוא: $h = 105.31\,\text{cm}$.

- נכון
- לא נכון

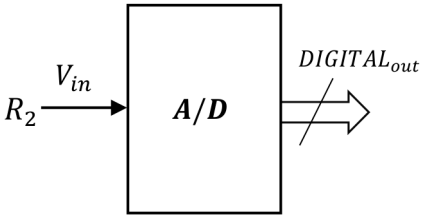
(2 נקודות)

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

11. באיור לשאלה 11 מוצג ממיר תקבילי לספרתי - A/D . לממיר זה נתנו מתח מבוא $V_{in} = 3.7\,\mathrm{V}$.

נתון: מספר הסיביות הוא $n = 12$. מתח המבוא המזערי הוא: $V_{in}(min) = 1\,\mathrm{mV}$. מתח המבוא המרבי הוא: $V_{in}(max) = 4.096\,\mathrm{V}$.

איור לשאלה 11: ממיר תקבילי לספרתי.



לפי הנתונים לעיל האות במוצא הוא: $DIGITAL_{out} = (E74)_{hex}$.

- נכון
- לא נכון

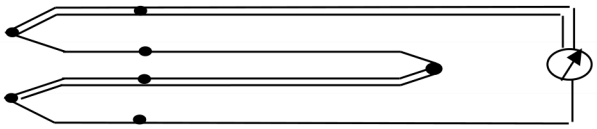
(2 נקודות)

12. באיור לשאלה 12 מוצג מעגל למדידת טמפרטורה באמצעות צמד תרמי מסוג T בחיבור טורי.

בטבלה הבאה נתוני הצמד התרמי:

סוג הצמד	סוגי המתכות	סימון	מקדם הרגישות α	תחום טמפרטורה
$C_U - C_0$	נחושת - קובלט	T	$0.087\,\frac{\mathrm{mV}}{^\circ\mathrm{C}}$	$-270 \div 400\,^\circ\mathrm{C}$

איור לשאלה 12: צמד תרמי בחיבור טורי.



המתח הנמדד V_{out} הוא $37.32\,\mathrm{mV}$.

- נכון
- לא נכון

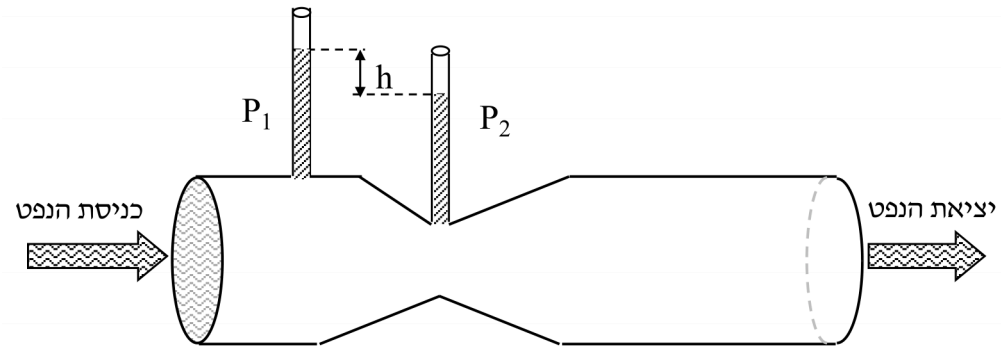
(2 נקודות)

13. באיור לשאלה 13 מוצג צינור למדידת ספיקה נפט באמצעות צינור ונטורי. הנוזל שנמצא בשני הצינורות המאונכים הוא כספית. P_1 ו- P_2 הם הלחצים בתוך הצינורות המאונכים.

נתון:

1. משקל סגולי של הכספית: $13.6\,\mathrm{gr/cm^3}$.
2. תאוצת הכובד: $g = 9.81\,\mathrm{m/sec^2}$.
3. הפרש גובה הכספית בשני הצינורות האנכיים: $h = 2.07\,\mathrm{cm}$.
4. חיכוך הנפט בצינור זניח עבור הפתרון.

איור לשאלה 13: צינור בעל הצרה להזרמת נפט.



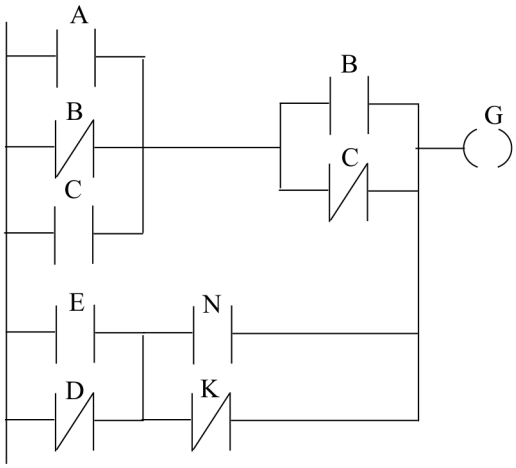
לפי הנתונים לעיל, הפרש הלחצים $\Delta P = P_1 - P_2$ הוא $235.56\,\mathrm{Pa}$.

- נכון
- לא נכון

(2 נקודות)

14. באיור לשאלה 14 מוצגת דיאגרמת סולם של תוכנית מסוימת.

איור לשאלה 14: דיאגרמת סולם של תוכנית מסוימת.



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

הפונקציה הלוגית של דיאגרמת הסולם היא:

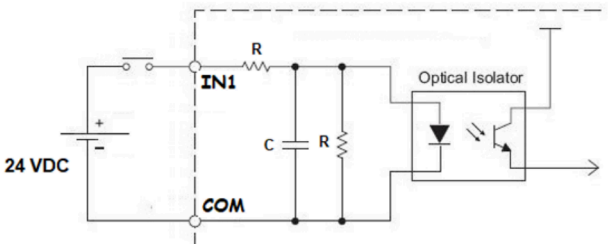
$$G = (A + \bar{B} + C) + (K + \bar{E}) \cdot (E + \bar{D}) + (B + \bar{C}) .$$

- נכון
- לא נכון

(2 נקודות)

15. באיור לשאלה 15 מוצגת כניסה דיגיטלית לבקר מִתַּכֶּנת:

איור לשאלה 15: כניסה דיגיטלית לבקר מִתַּכֶּנת.



חיבור הכניסה המוצגת לבקר המִתַּכֶּנת הוא מסוג Source.

- נכון
- לא נכון

(2 נקודות)

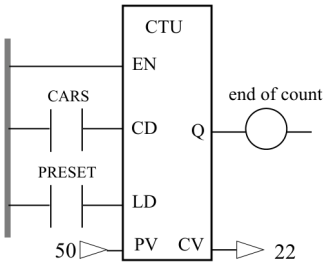
16. בכרטיס מבוא תקבילי טווח הזרמים התקני הוא $4 \div 20\,\mathrm{mA}$.

- נכון
- לא נכון

(2 נקודות)

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

איור לשאלה 17: מונה הפועל בבקר מִתַּכֶּנת הנמצא במצב מסוים.



במונה המוצג נותרו 28 פעימות לסיום המְנִיה (הספירה).

- נכון
- לא נכון

(2 נקודות)

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

18. באיור לשאלה 18 מוצג חלק מנתוני בקר M4RTU של חברת Opto 22.

איור לשאלה 18: דף נתונים לבקר מתכנת של חברת Opto 22.

Item	Specification
CPU	32-bit Motorola 68020 processor 16-bit 80C196 I/O processor IEEE floating-point math
CPU clock frequency	16.67 MHz
Memory: RAM Flash EEPROM on controller Flash EEPROM on brain board	 1 MB with battery backup (user programs & data) 1 MB (firmware and user programs) in Rev. 2 controllers (256 KB in older ones.) 128 KB (I/O firmware)
RAM/clock battery	3.6-volt lithium, non-rechargeable
I/O: Base unit Extender unit Expansion	 8 digital, 4 analog, multifunction Adds 8 digital, 4 analog, multifunction Via RS-485 ports, using Opto 22 I/O
Communication: Base unit Expansion Modem support	 1 RS-232 and 1 RS-485/422 port Via daughter cards: configurable serial ports, Ethernet, ARCNET Direct, lease, and radio
Real-time clock	Clock/calendar, Epson 62421A with battery backup
Power requirements	5 VDC at 3.5 A (maximum) 24 VDC at 300 mA (maximum)
Typical operating temperature	-20 °C to 70 °C
Storage temperature	-40 °C to 85 °C
Humidity	5% to 95% relative humidity
Software	FactoryFloor (OptoControl, OptoDisplay, and OptoServer) Classic Software (Cyrano, Mistic MMI, and MDS)

בבקר של חברת Opto 22 המוצג באיור לשאלה 18 ישנם 4 I/O דיגיטלים ו-8 I/O תקביליים.

- נכון
- לא נכון

(2 נקודות)

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