GuyAI
מבית GOOL בגרויות

סוג הבחינה: בחינת גמר ממלכתית
מועד הבחינה: קיץ 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 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 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.

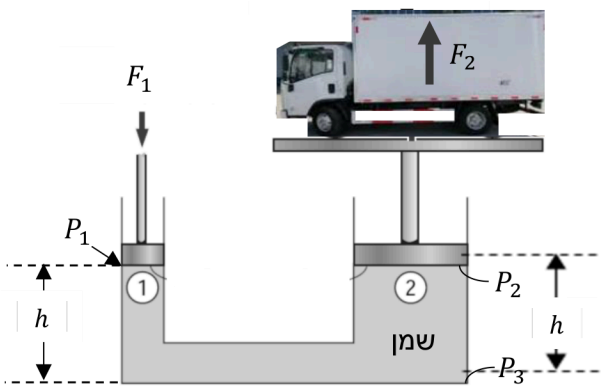
בהצלחה!

השאלות

1. באיור לשאלה 1 מוצג מַגְבֵּהַ (ג'ק) הידראולי להרמת משאיות. הפעלת כוח F_1 מאפשרת הרמת משאית שמשקלה F_2 שהוא הרבה יותר גדול מהכוח 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 המשאית: $F_2 = 8{,}000\,kg$, שתי הבוכנות באותו גובה $h = 40\,cm$.
- שטחי הבוכנות: $A_1 = 0.03\,m^2$, $A_2 = 0.3\,m^2$.
- צפיפות השמן: $\rho = 0.9\,\frac{gr}{cm^3}$, תאוצת הכובד: $g = 9.81\,\frac{m}{s^2}$.
- המרת יחידות כוח: $1\,N = kg \cdot \frac{m}{s^2} = 0.1\,kgf$.
- המרת יחידות לחץ: $1\,\frac{N}{m^2} = 1\,Pa$.



א. רשמו נוסחה המתארת את עיקרון הפעולה של המַגְבֵּהַ (ג'ק) ההידראולי המתואר באיור.

(5 נקודות)

ב. מהו הכוח F_1 המאפשר הרמת המשאית? רשמו תשובתכם ביחידות $[N]$.

(5 נקודות)

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

(5 נקודות)

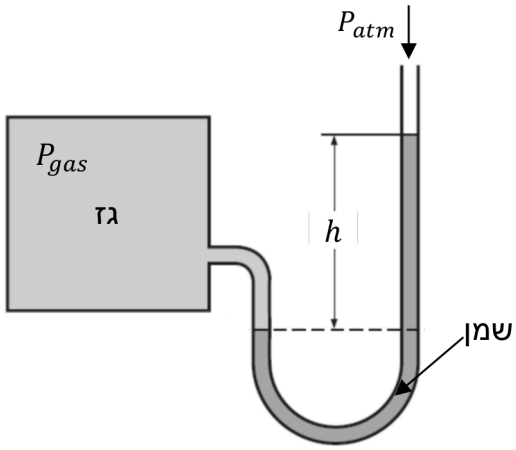
ד. בכמה תעלה בוכנה מספר 2 אם בוכנה מספר 1 תרד ב- $y_1 = 8\,cm$?

(5 נקודות)

2. באיור לשאלה 2 מוצג מנומטר (Manometer). הנוזל שנמצא בתוך זרועות המנומטר הוא שמן. הגז אשר לחצו נמדד נמצא בתוך מְכָל סגור ופתוח רק למנומטר. לחץ הגז הנמדד מסומן ב- P_{gas} .

נתון:

- גובה עמוד השמן $h = 57\,cm$. הגדרת יחידת atm : $1\,atm = 101{,}325\,Pa$.
- הלחץ המקומי של האטמוספירה: $P_{atm} = 95\,kPa$.
- צפיפות השמן: $\rho = 0.89\,\frac{gr}{cm^3}$, תאוצת הכובד: $g = 9.81\,\frac{m}{s^2}$.
- בפתרונכם הניחו כי צפיפות השמן הרבה יותר גדולה מצפיפות הגז.



א. הסבירו, מהו מנומטר וכיצד הוא פועל?

(4 נקודות)

ב. על פי הנתונים הרשומים לעיל, מה לחץ הגז P_{gas} ? רשמו תשובתכם ביחידות של $[Pa]$.

(7 נקודות)

ג. לקחו את המנומטר הנתון לעיר אחרת. לחץ האטמוספירה בעיר זו הוא:
$P_{atm} = 0.92\,Atm$.
כמו כן, החליפו את השמן במנומטר לשמן אחר שצפיפותו היא: $\rho_1 = 0.85\,\frac{gr}{cm^3}$.
לחץ הגז P_{gas} לא השתנה ונשאר כפי שחושב בסעיף ב'.
מהו הגובה h בנתונים החדשים? רשמו את תשובתכם ביחידות של $[cm]$.

(9 נקודות)

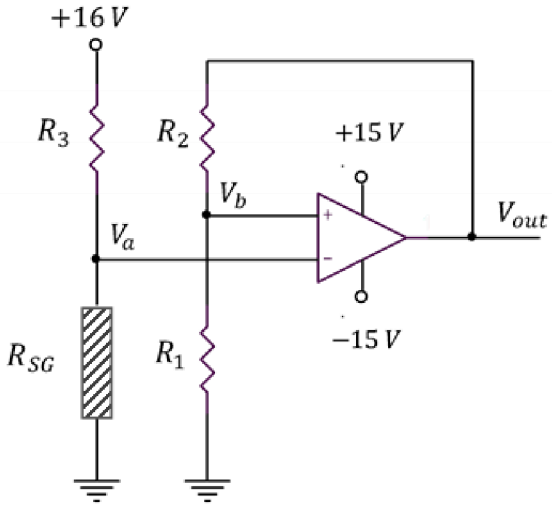
נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

3. במפעל למכוניות משתמשים בחיישן לחץ עיבורי לינארי המבוסס על מד מעוות. בודקים את לחץ הגז הדחוס במְכָל הגז המפעיל את כריות האוויר. באיור לשאלה 3 מוצג מעגל חשמלי למדידת לחץ הגז.

המעגל כולל חיישן לחץ עיבורי R_{SG} , מגבר שרת ושלושה נגדים. בפתרונכם התייחסו למגבר השרת כאידאלי.

נתון:

- בעבור לחץ גז $P_1 = 40\ Atm$ התנגדות חיישן הלחץ העיבורי היא: $R_{SG1} = 85\,k\Omega$.
- בעבור לחץ גז $P_2 = 20\ Atm$ התנגדות חיישן הלחץ העיבורי היא: $R_{SG2} = 55\,k\Omega$.
- ערכי הנגדים: $R_1 = R_2 = 60\,k\Omega$, $R_3 = 30\,k\Omega$.



א. הסבירו, מהו חיישן לחץ עיבורי?

(3 נקודות)

ב. מהי הנוסחה של התנגדות חיישן הלחץ העיבורי R_{SG} בתלות בלחץ הגז P ?
$R_{SG} = f(P)$.

(5 נקודות)

ג. בעבור לחץ גז $P_1 = 31\ Atm$, מהי התנגדות חיישן הלחץ העיבורי R_{SG1} ?

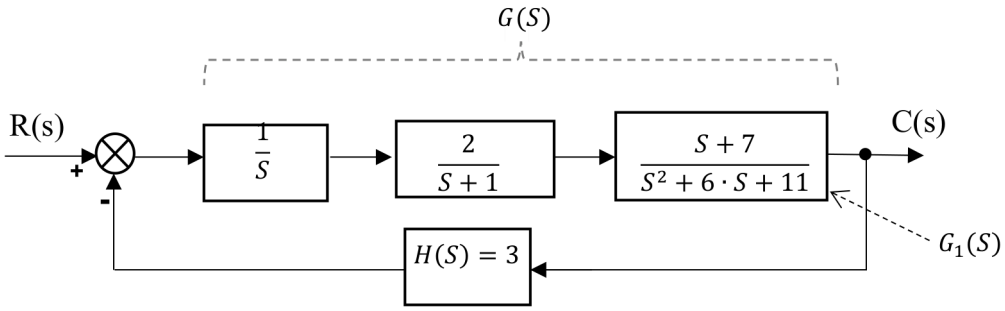
(5 נקודות)

ד. בעבור לחץ גז $P_2 = 36\ Atm$, מהו מתח המוצא V_{out} ?

(7 נקודות)

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

4. באיור לשאלה 4 מוצג תרשים מלבנים של מערכת בקרה מסוימת.



א. רשמו את פונקציית התמסורת $G(s)\cdot H(s)$ בחוג הפתוח. רשמו את תשובתכם כשבר עם פולינום במונה ופולינום במכנה. מבנה השבר: $\frac{b_n\cdot S^n+b_{n-1}\cdot S^{n-1}+\cdots+b_1\cdot S^1+b_0}{a_m\cdot S^m+a_{m-1}\cdot S^{m-1}+\cdots+a_1\cdot S^1+a_0}$

(6 נקודות)

ב. מהו סוג המערכת? נמקו את תשובתכם. תשובה ללא נימוק לא תתקבל.

(4 נקודות)

ג. מהו סדר המערכת? נמקו את תשובתכם. תשובה ללא נימוק לא תתקבל.

(4 נקודות)

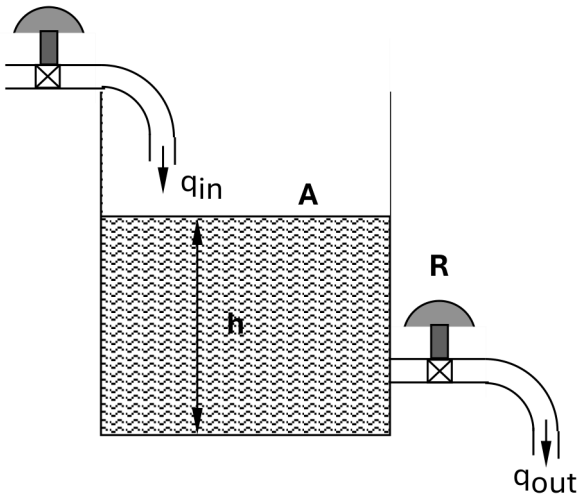
ד. מהי התדירות הזוויתית של התנודה המרוסנת ω_d של פונקציית התמסורת $G_1(s)=\frac{S+7}{S^2+6\cdot S+11}$, שהיא חלק מהפונקציה $G(s)$.

(6 נקודות)

5. באיור לשאלה 5 מוצג מתקן תעשייתי הכולל: מכל מים, ברז מילוי וברז ריקון בעל התנגדות הידראולית R. התנהגות ברז הריקון היא ליניארית. תהליך מילוי המים מתקיים בחוג פתוח והוא פיגור מסדר ראשון.

להלן נתוני המערכת:

- שטח פנים של המכל: $A=2\,m^2$
- גובה המים במצב מתמיד: $h(\infty)=80\,cm$
- ספיקות המים במצב מתמיד: $q_{in}(t)=q_{out}(t)=0.2\,m^3/hour$



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

א. מהי ההתנגדות ההידראולית R של ברז הריקון? ומהו קבוע הזמן τ של מערכת הבקרה?

(4 נקודות)

ב. מהי פונקציית התמסורת $G_1(s) = \frac{H(s)}{Q_{in}(s)}$?

(4 נקודות)

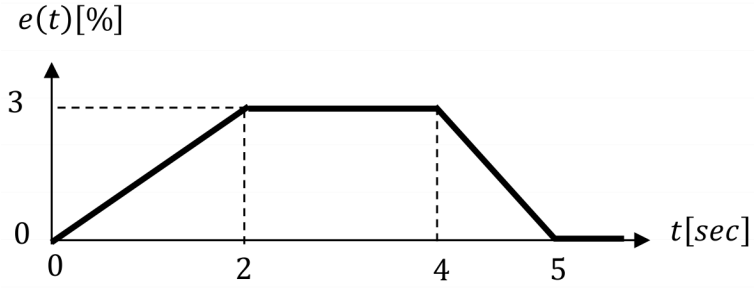
ג. מהי פונקציית התמסורת $G_2(s) = \frac{Q_{out}(s)}{Q_{in}(s)}$?

(4 נקודות)

ד. כתוצאה מתקלה במערכת, ספיקת המים q_{in} עלתה באופן פתאומי ל- $0.5\,m^3/hour$.
מהו הביטוי המתמטי של התגובה הדינאמית $h(t)$ בתלות השינוי הפתאומי של q_{in} .

(8 נקודות)

6. באיור לשאלה 6 מוצג אות שגיאה במבוא בקר מסוג I בעל הנתונים הבאים: תפוקת הבקר כשהשגיאה שווה לאפס $P_0 = 14\%$, קבוע הבקר $K_I = 1.5\,[sec^{-1}]$.



חָשבו וסרטטו את תגובת הבקר לאות המופיע באיור לשאלה.

נדרש: רשמו את משוואת תגובת הבקר בכל חלק של הגרף - בסה"כ שלוש משוואות. ללא משוואות אלו התשובה לא תתקבל.

(20 נקודות)

7. מפעל מסויים שייך לארבעה שותפים בעלי זכויות שוות. עליכם לתכנן, בעזרת בקר מִתַכנת, מערכת אשר תזהה רוב בהצבעה של ארבעת השותפים. במוצא יתקבל '1' כאשר שלושה שותפים או יותר יצביעו בעד ההחלטה.

השתמשו במשתנים האלו:

- A - שותף מספר 1.
- B - שותף מספר 2.
- C - שותף מספר 3.
- D - שותף מספר 4.
- H - החלטה.

א. רשמו טבלת אמת. הצבעה תירשם '1'. אי-הצבעה תירשם '0'.

(6 נקודות)

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

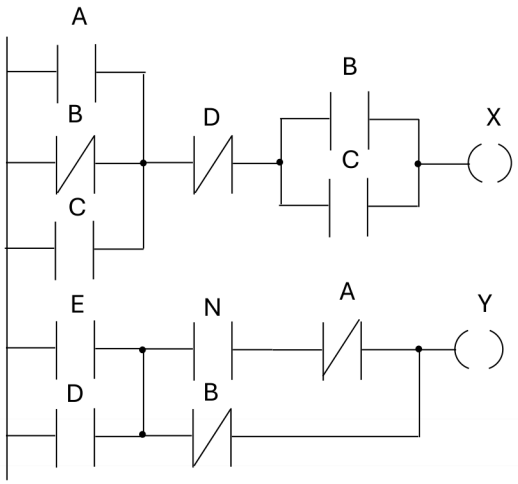
ב. כתבו את הפונקציה הבוליאנית H=f (A, B, C, D).

(5 נקודות)

ג. ממשו את המערכת בשפת FBD או בשפת דיאגרמת סולם.

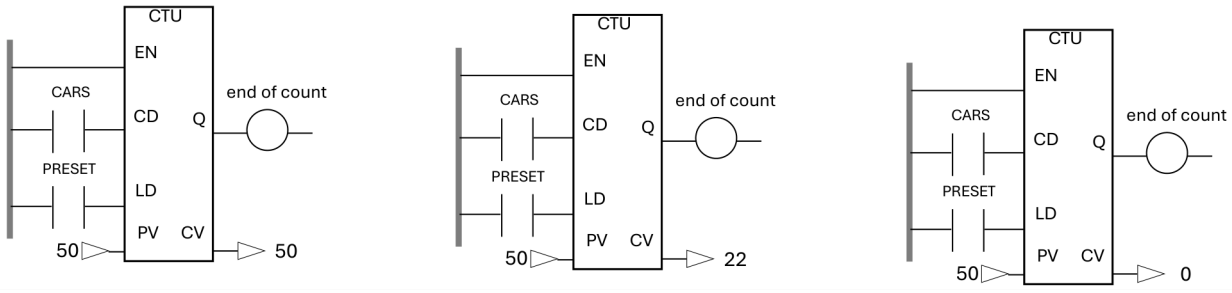
(9 נקודות)

8. (אין קשר בין סעיפי השאלה)



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

(10 נקודות)



איור ב1 **איור ב2** **איור ב3**

ב. באיורים ב1, ב2, ב3 מוצגים שלושה מצבים של מונה הפועל בבקר מִתַכְנֵת.

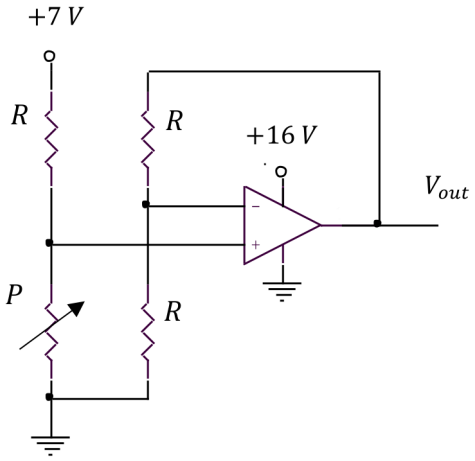
(1) מהו סוג המונה המתואר? מה מונים (סופרים) במערכת זו?

(2) מהו מצב המונה בכל אחד מהאיורים ב1, ב2, ב3?

(3) מהי משמעות הסימון CV במונה המוצג?

(10 נקודות)

9. באיור לשאלה 9 מוצג מעגל אלקטרוני עם מגבר שרת. שלושת הנגדים R - זהים בערכם זה לזה. הפוטנציומטר P מכוון ל- 40% מערכו של R .

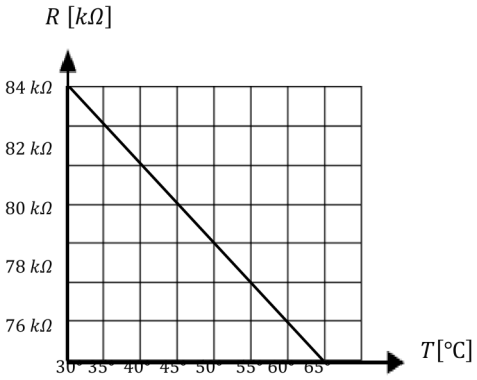


לפי נתונים אלו מתח המוצא הוא: $V_{out} = 4.8\,V$. בפתרונכם התייחסו למגבר השרת כאידאלי.

- נכון
- לא נכון

(2 נקודות)

10. באיור לשאלה 10 מוצג אופיין של חיישן טמפרטורה.



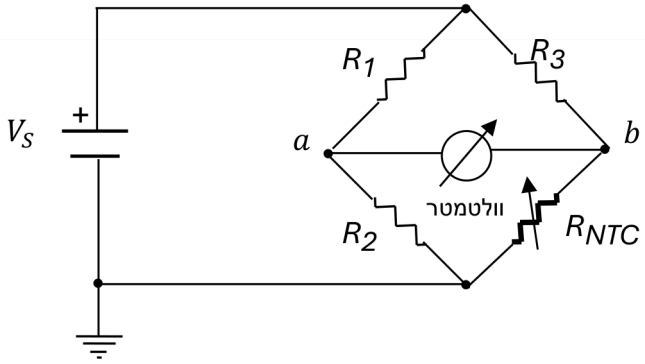
הנוסחה המקשרת את ההתנגדות החיישן $R[k\Omega]$ בתלות בטמפרטורה $T[^\circ C]$ היא: $R = -0.2 \cdot T + 48 \;\; [k\Omega, ^\circ C]$.

- נכון
- לא נכון

(2 נקודות)

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

11. באיור לשאלה 11 מוצג מעגל החשמלי למדידת טמפרטורות. המעגל כולל חיישן NTC - R_{NTC} , וכיבים נוספים. חיישן ה-NTC פועל לפי הנוסחה $R_{NTC}[k\Omega] = 8 \cdot e^{\frac{300}{T}}$, הטמפרטורה היא במעלות קלווין $[^\circ K]$.



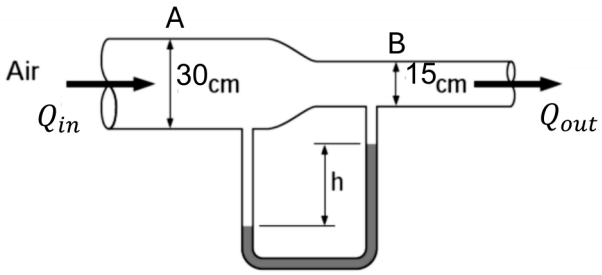
בטמפרטורה של $30\,^\circ C$ התנגדות החיישן גדולה יותר מאשר בטמפרטורה של $40\,^\circ C$.

$$R_{NTC}[30\,^\circ C] > R_{NTC}[40\,^\circ C]$$

- נכון
- לא נכון

(2 נקודות)

12. באיור לשאלה 12 מתואר צינור אופקי בעל הצרה אשר בו זורם אוויר. ספיקת זרימת האוויר הנכנס היא: $Q_{in} = 280\,\frac{Liter}{sec}$. הקטרים של הצינור בחלקו הרחב ובחלקו הצר בהתאמה הם: $D_A = 30\,cm$ ו- $D_B = 15\,cm$.



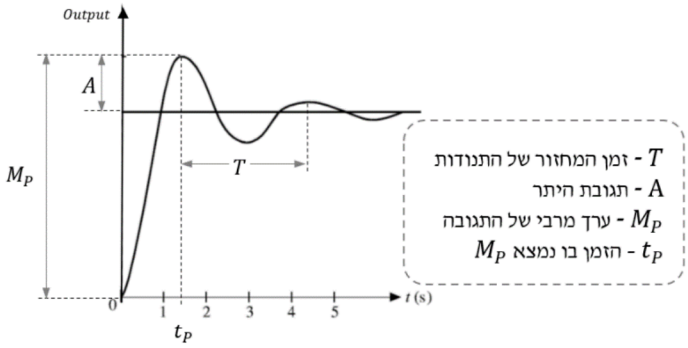
ספיקת זרימת האוויר היוצא היא: $Q_{out} = 560\,\frac{Liter}{sec}$.

- נכון
- לא נכון

(2 נקודות)

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

13. באיור לשאלה 13 מוצגת תגובה לאות מדרגת יחידה של מערכת בקרה מסדר שני. נתון: תגובת היתר של מערכת בקרה זו: $A = 0.01516$.

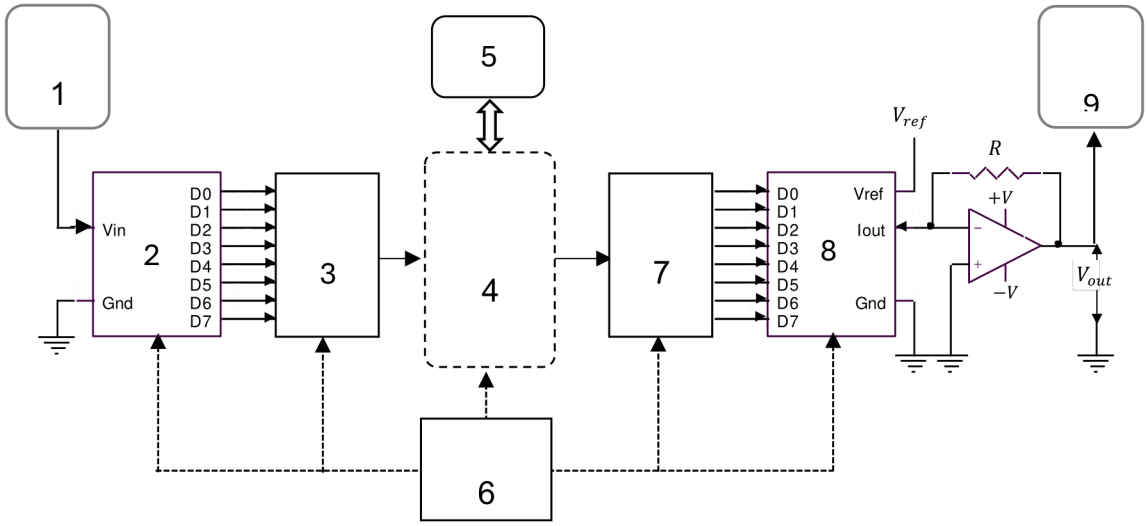


מקדם הריסון של מערכת זו הוא: $\xi = 0.8$.

- נכון
- לא נכון

(2 נקודות)

14. באיור לשאלה 14 מוצגת סכמה של תרשים מלבנים של בקר מִתַכנת.



תפקידו של המלבן המסומן במספר 2 הוא להמיר אות אנלוגי למספר ספרתי.

- נכון
- לא נכון

(2 נקודות)

15. להלן זמני ביצועים שונים של בקר מִתַכנת מסויים:

א. משך הזמן T_1 להפעלת המוצאים – 8.6 מילישניות.

ב. משך הזמן T_2 לביצוע תוכנה בגודל $1\,kb$ – 2 מילישניות.

ג. משך הזמן T_3 לתחזוקה עצמית ולתקשורת – 2.5 מילישניות.

ד. משך הזמן T_4 המזערי לקבלת נתון במבוא – 3 מילישניות.

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

בעבור תוכנה שגודלה $n = 5.6\,kb$ זמן המחזור של בקר זה הוא: $T_{cycle} = 22\,mSec$.

- נכון
- לא נכון

(2 נקודות)

16. הפונקציות הבוליאניות M ו- N זהות.

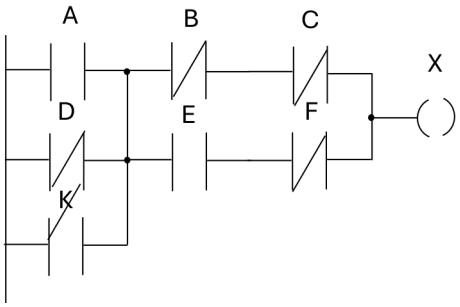
$$M = \bar{A} \cdot B + C \cdot D + (B \cdot \bar{B}) \cdot (D + \bar{A} + C)$$

$$N = (\bar{A} \cdot B + C \cdot \bar{C} + C \cdot D) \cdot (B + \bar{B})$$

- נכון
- לא נכון

(2 נקודות)

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



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

- 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 6ES7212-1BE31-0XB0 של חברת Siemens.

Digital outputs	
Number of digital outputs	6 ; Relays
integrated channels (DO)	6
Short-circuit protection	No ; to be provided externally
Memory	
Type of memory	EEPROM
usable memory for user data	50 kbyte
Digital inputs	
Number of digital inputs	8 ; Integrated
of which inputs usable for technological functions	4 ; HSC (High Speed Counting)
integrated channels (DI)	8
Input voltage	
Rated value, DC	24 V
for signal "0"	5 V DC at 1 mA
for signal "1"	15 VDC at 2.5 mA
Relay outputs	
Max. number of relay outputs, integrated	6
Integrated Functions	
Number of counters	4
Counting frequency (counter) max.	100 kHz
Temperature	
permissible temperature range	-40 °C to +70 °C
Input current	
Current consumption (rated value)	80 mA at 120 V AC; 40 mA at 240 V AC
Analog inputs	
integrated channels (AI)	2 ; 0 to 10 V

בבקר של חברת Siemens המוצג באיור לשאלה 18 המוצאים הם ממסרים.

- 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