GuyAI
מבית GOOL בגרויות

סוג הבחינה: בחינת גמר ממלכתית
מועד הבחינה: קיץ 2024 מועד ב'
סמל השאלון: 97112
שם התלמיד/ה: _____

מערכות בקרה, רכיבים ומתמירים

הנדסת אלקטרוניקה · הנדסאים וטכנאים

הוראות

א. משך הבחינה: ארבע שעות.

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: 19 שאלות בשאלון. השאלון מחולק לשני חלקים. חלק א' - שאלות סגורות. יש לענות על שמונה שאלות בלבד, מתוך השאלות 1-12. ערך כל שאלה חמש נקודות, סה"כ 40 נקודות. חלק ב' - שאלות פתוחות. יש לענות על ארבע שאלות בלבד, מתוך השאלות 13-19. ערך כל שאלה 15 נקודות, סה"כ 60 נקודות. סה"כ: 100 נקודות.

ג. חומר עזר מותר בשימוש: מחשבון (אין להשתמש במחשב כף יד או במחשבון עם תקשורת חיצונית). דפי נוסחאות יצורפו לשאלון הבחינה.

ד. הוראות מיוחדות: פתרונות לתרגילי חישוב יש להציג בסדר הזה: הסבר מילולי של פעולת החישוב, כתיבת הנוסחה המתאימה, הצבה (כל הערכים ביחידות המתאימות), כתיבת התוצאה עד שלוש ספרות משמעותיות אחרי הנקודה העשרונית. בציון יחידות המידה המתאימות ושימוש בכפולים הנדסיים או חזקות של 10 הוראות כלליות: 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 המבחן יש לרשום בעמוד זה את מספרי התשובות לבדיקה. התשובות תבדקנה לפי סדר כתיבתן בעמוד זה. לא תבדקנה תשובות עודפות. 3. יש לכתוב את התשובות בעט בלבד, בכתב יד ברור. אין להשתמש בנוזל תיקון. 4. יש להתחיל כל תשובה בעמוד חדש ולציין את מספר השאלה ואת הסעיף. אין צורך להעתיק את השאלה עצמה. אין למספר את עמודי מחברת הבחינה. 5. טיוטה יש לכתוב במחברת הבחינה בלבד. יש לרשום את המילה "טיוטה" בראש העמוד ולהעביר קו על הכתוב כדי שלא ייבדק. 6. יש להציג פתרון מלא ומנומק, כולל חישובים לפי הצורך. הצגת תשובה סופית ללא שלבי הפתרון לא תזכה בניקוד. 7. אם לדעתכם חסר נתון בשאלה, יש לציין זאת ולהוסיף נתון שיאפשר להמשיך בפתרון השאלה, נמקו את בחירתכם.

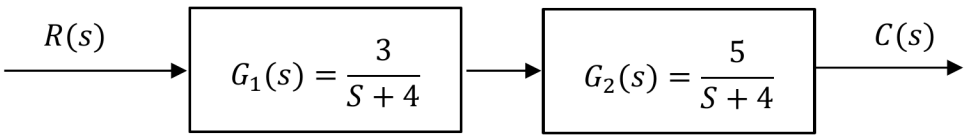
השאלות בשאלון זה מנוסחות בלשון רבים, אף על פי כן על כל תלמידה וכל תלמיד להשיב עליהן באופן אישי.

בהצלחה!

השאלות

1. באיור לשאלה 1 מוצגת סכמת מלבנים של מערכת בקרה. למערכת זו מסרו בכניסה אות מדרגת יחידה.

תגובת המערכת לאות שניתן יהיה עם ריסון:



א. ריסון על קריטי.

ב. ריסון קריטי.

ג. ריסון תת קריטי.

ד. ללא ריסון.

(5 נקודות)

2. נתונה הפונקציה $f(t)$:

$$f(t) = 5 \cdot e^{-7 \cdot t} \cdot \cos 4 \cdot t$$

התמרת לפלס של הפונקציה $f(t)$ היא:

א. $\mathcal{L}[f(t)] = 5 \cdot \frac{S+4}{(S+4)^2+49}$.

ב. $\mathcal{L}[f(t)] = 4 \cdot \frac{S+7}{(S+7)^2+16}$.

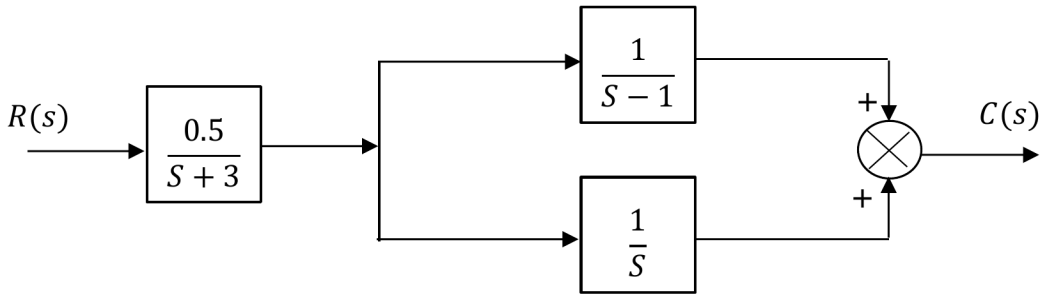
ג. $\mathcal{L}[f(t)] = 7 \cdot \frac{S+5}{(S+7)^2+25}$.

ד. $\mathcal{L}[f(t)] = 5 \cdot \frac{S+7}{(S+7)^2+16}$.

(5 נקודות)

3. באיור לשאלה 3 מוצגת סכמת מלבנים של מערכת בקרה בחוג פתוח. נתון: $R(s) = 2 \cdot S$

אות המוצא של מערכת בקרה זו הוא:



א. $C(s) = \frac{S+1}{S^2-2\cdot S-3}$

ב. $C(s) = \frac{2\cdot S-1}{S^2+3\cdot S-4}$

ג. $C(s) = \frac{S-1}{S^2+3\cdot S-2}$

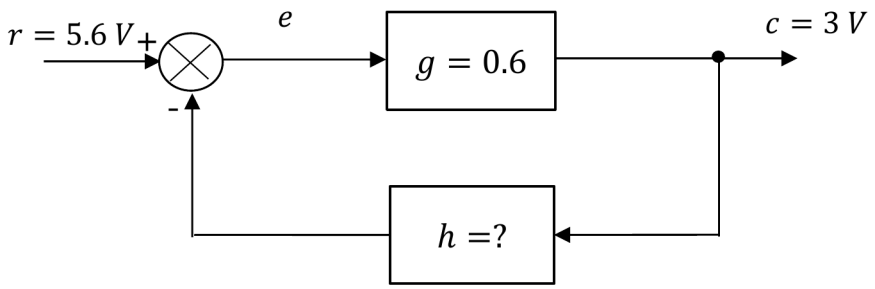
ד. $C(s) = \frac{2\cdot S-1}{S^2+2\cdot S-3}$

(5 נקודות)

4. **באיור לשאלה 4 מוצגת סכמת מלבנים של מערכת בקרה. כל הערכים המספריים המוצגים בסכמה נמדדו באותו זמן וכאשר המערכת פועלת.**

נתון: אות השגיאה $e = 5\,V$.

פונקציית התמסורת של המשוב h **היא:**



א. $h = 0.25$.

ב. $h = 0.31$.

ג. $h = 0.20$.

ד. $h = 0.28$.

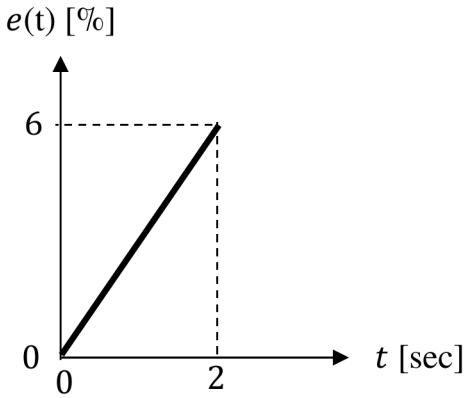
(5 נקודות)

5. **באיור לשאלה 5 מוצג גרף שגיאה במבוא לבקר מסוג** D .

נתון: 1. הגבר הבקר $K_D = 4.2\,sec$.

2. תפוקת הבקר בזמן $t = 0$ **היא:** $P_0 = 7.5\%$.

תפוקת הבקר לאות השגיאה בזמן $t = 1\,sec$ **היא:**

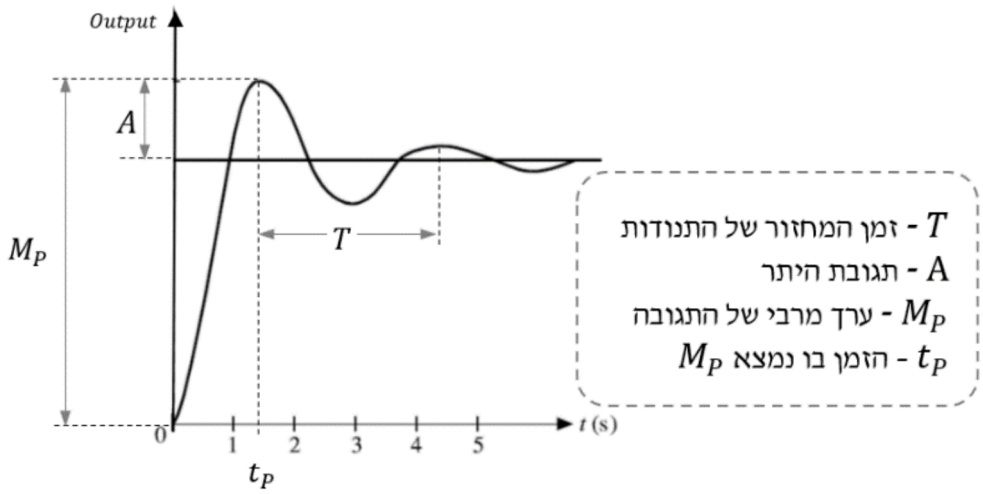


נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

א. $p(t=1)=20.1\,\%$.
ב. $p(t=1)=17.8\,\%$.
ג. $p(t=1)=23.2\,\%$.
ד. $p(t=1)=16.9\,\%$.

(5 נקודות)

6. **באיור לשאלה 6 מוצגת תגובת מערכת בקרה מסדר שני לאות מדרגת יחידה.**
נתון: מקדם הריסון של מערכת הבקרה הוא $\xi=0.6$.
תגובת היתר של מערכת בקרה זו היא:



א. $A=0.1018$
ב. $A=0.0948$
ג. $A=0.0726$
ד. $A=0.1223$

(5 נקודות)

7. **נתון שסתום בקרה המבקר מערכת השקייה בשדה. הלחץ הסטטי של המים לפני ההצרה הוא:**
$P_1=3.5\,\mathrm{PSI}$.
הלחץ הסטטי של המים במהלך ההצרה קטן ב- 30% מהלחץ של P_1 . **ספיקת המים היא:**
$Q=4.5\,\mathrm{GPM}$.
נתון: משקל סגולי של המים: $g=1\left[\frac{gr}{cm^3}\right]$.
ערך ה- C_v **של השסתום הנתון הוא:**

א. $C_v = 6.12$.

ב. $C_v = 3.27$.

ג. $C_v = 4.39$.

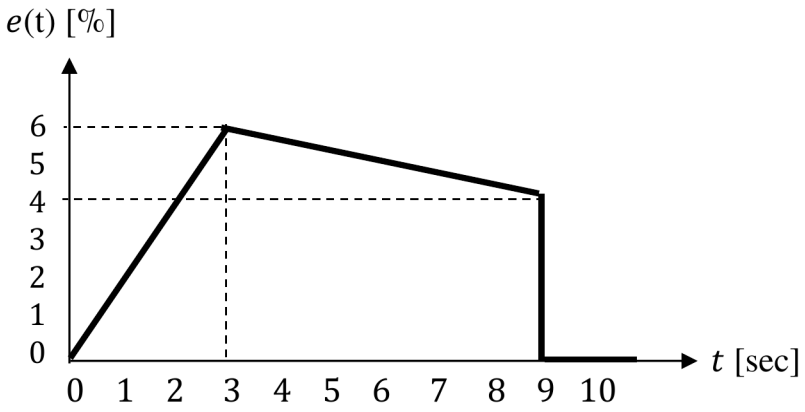
ד. $C_v = 7.58$.

(5 נקודות)

8. באיור לשאלה 8 נתון אופיין שגיאה עבור בקר יחסי - Proportional Controler.

נתון: $P_0 = 12.8\,\%$, $k_P = 4$.

ערכה הרגעי של תגובת הבקר $P(t)\,[\%]$ בזמן $t = 6\,sec$ הוא:



א. $P(6) = 29.5\,\%$

ב. $P(6) = 32.8\,\%$

ג. $P(6) = 34.3\,\%$

ד. $P(6) = 31.9\,\%$

(5 נקודות)

9. כאשר ישנה מערכת בקרה מסדר שני עם מקדם ריסון שלילי, לדוגמה $-3 < \xi < 0$ מקבלים:

א. מערכת לא יציבה עם תנודות ההולכות וגדלות עם הזמן.

ב. ריסון קריטי עם תנודות הרמוניות נמשכות.

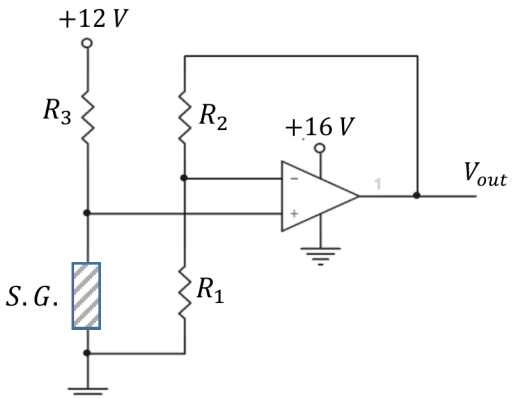
ג. ריסון תת קריטי עם תנודות מתרסנות עם הזמן.

ד. תגובת מערכת במהירות גדולה ביותר ללא תנודות.

(5 נקודות)

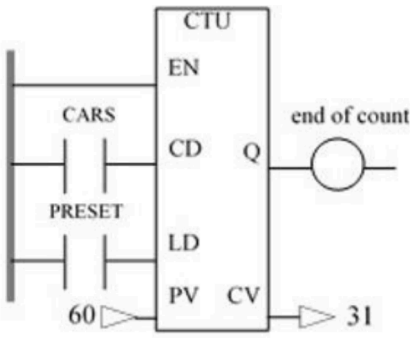
נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

10. באיור לשאלה 10 מוצג מעגל אלקטרוני הכולל מד מעוות - S.G - Strain Gauge.
מטרת המעגל היא מדידת משקל.
מד המעוות הלינארי פועל לפי הנוסחה: $R_{SG} = 2.1\,F + 55\ ;\ [k\Omega, P_a]$.
נתון: $R_1 = 23\,k\Omega,\ R_2 = 23\,k\Omega,\ R_3 = 354\,\Omega$.
במשקל של 30 Pascal מתח המוצא יהיה:



א. $V_{out} = 3.0\,V$.
ב. $V_{out} = 4.6\,V$.
ג. $V_{out} = 6.0\,V$.
ד. $V_{out} = 5.2\,V$.
(5 נקודות)

11. באיור לשאלה 11 מוצגת סכמה של מונה המחובר לבקר מתוכנת לספירת מכוניות.
במצב המונה המוצג נותרו לספירה:



א. 60 מכוניות.
ב. 0 מכוניות.
ג. 31 מכוניות.
ד. 29 מכוניות.
(5 נקודות)

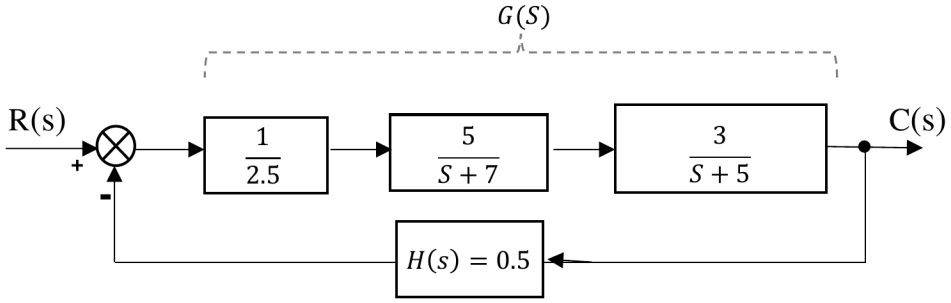
נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

12. נתונה פונקציית התמסורת $G(s)=\frac{5\cdot S+7}{S^2+5\cdot S+8}$ של מערכת בקרה מסוימת.
התדירות הזוויתית של התנודה המרוסנת ω_d של פונקציית התמסורת היא:

א. $\omega_d = 1.213 \left[\frac{Rad}{Sec}\right]$.
ב. $\omega_d = 0.762 \left[\frac{Rad}{Sec}\right]$.
ג. $\omega_d = 0.413 \left[\frac{Rad}{Sec}\right]$.
ד. $\omega_d = 1.033 \left[\frac{Rad}{Sec}\right]$.

(5 נקודות)

13. באיור לשאלה 13 מוצג תרשים מלבנים של מערכת בקרה מסוימת.



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

(5 נקודות)

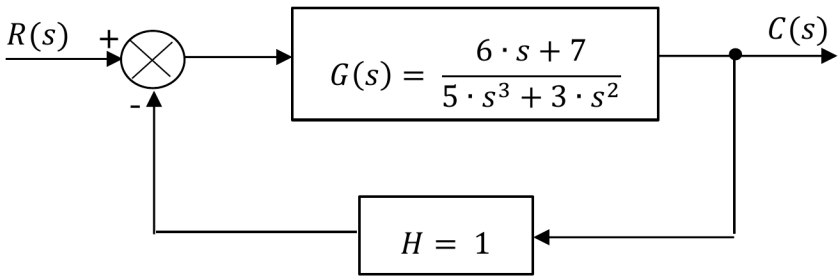
ב. מהי התדירות הזוויתית של התנודה המרוסנת ω_d של פונקציית התמסורת $G_f(s)$?

(5 נקודות)

ג. רשמו את פונקציית התמסורת $G(s)\cdot H(s)$.

(5 נקודות)

14. באיור לשאלה 14 מוצגת סכמת מלבנים של מערכת בקרה.



א. מהו סוג המערכת? **נמקו את תשובתכם**. תשובה ללא נימוק לא תזכה בניקוד.

(2 נקודות)

ב. מהם קבועי השגיאה k_p, k_v, k_a של המערכת?

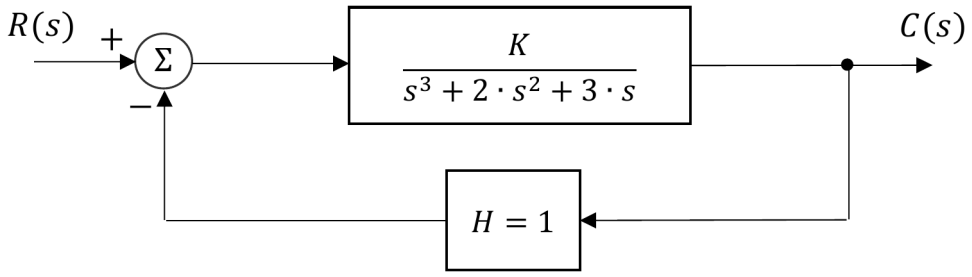
(7 נקודות)

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

ג. במצב המתמיד, מהן: שגיאת המצב e_{ssp} , שגיאת המהירות e_{ssv} ושגיאות התאוצה e_{ssa} ?

(6 נקודות)

15. באיור לשאלה 15 מוצג תרשים מלבנים של מערכת בקרה.



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

(5 נקודות)

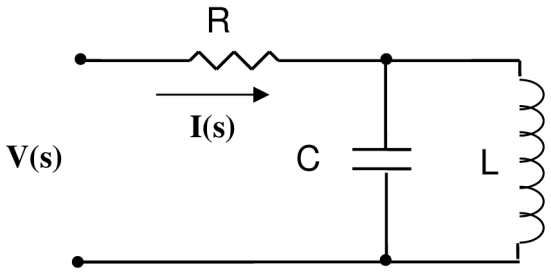
ב. מהי המשוואה האופיינית של מערכת הבקרה הנתונה?

(3 נקודות)

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

(7 נקודות)

16. באיור לשאלה 16 מוצג מעגל RLC המוזן ממתח מקור $V(s)$.



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

(5 נקודות)

ב. מהי פונקציית התמסורת כאשר: $R = 200\,\Omega,\ C = 3\,F,\ L = 1.5\,H$?

(5 נקודות)

ג. מחליפים את הנגד R לנגד $R_1 = 150\,\Omega$ האם במצב זה הגבר המעגל יגדל או יקטן?

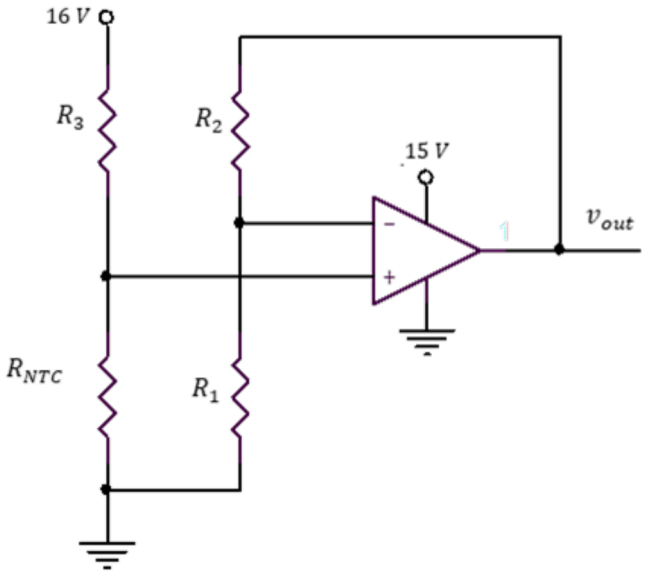
התייחסו בתשובתכם לאות כניסה סינוסי.

נמקו את תשובתכם. תשובה ללא נימוק לא תתקבל.

(5 נקודות)

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

17. באיור לשאלה 17 מוצג מעגל אלקטרוני למדידת טמפרטורה. המעגל כולל מגבר שרת, שלושה נגדים ותרמיסטור מסוג NTC. אופיין התרמיסטור $R_{NTC} = f(T)$ הוא לינארי.
נתוני המעגל: $R_1 = 8\,k\Omega,\ R_2 = 4\,k\Omega,\ R_3 = 100\,k\Omega$. בפתרונכם התייחסו למגבר השרת כאידאלי.



א. הסבירו מהו תרמיסטור מסוג NTC? רשמו באנגלית את המשמעויות של האותיות NTC.

(3 נקודות)

ב. להלן התנגדויות התרמיסטור עבור טמפרטורות שונות:

1. בטמפרטורה של $T = 316\,^\circ K$, R_{NTC} נמדד כ- $87\,k\Omega$.
2. בטמפרטורה של $T = 154.4\,^\circ F$, R_{NTC} נמדד כ- $37\,k\Omega$.

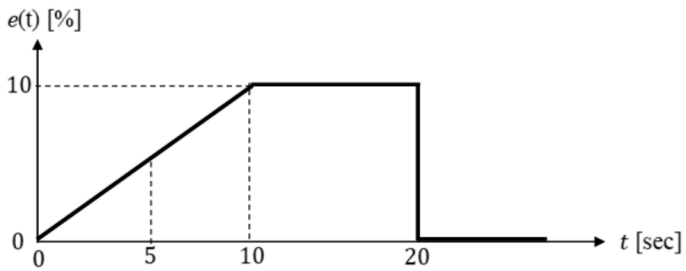
מהי הנוסחה המקשרת בין התנגדות התרמיסטור לבין הטמפרטורה, $R_{ptc}[k\Omega] = f(T[^\circ C])$?

(5 נקודות)

ג. בהתאם לנוסחה מסעיף ב', מהו מתח המוצא V_{out} , עבור $T = 35\,^\circ C$?

(7 נקודות)

18. באיור לשאלה 18 מוצג גרף שגיאה במבוא לבקר מסוג PI .
נתון: 1. מקדמי הבקר הם: $K_P = 1.2,\ K_I = 1.5\,[sec^{-1}]$.
2. תפוקת הבקר כאשר השגיאה שווה לאפס: $P_0 = 17\%$.



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

א. מה ערכה של תגובת הבקר $p(t)[\%]$ לאות השגיאה המוצג באיור בזמן $t = 5\,sec$?

(9 נקודות)

ב. פתרו מחדש את סעיף ב' עבור בקר מסוג P .

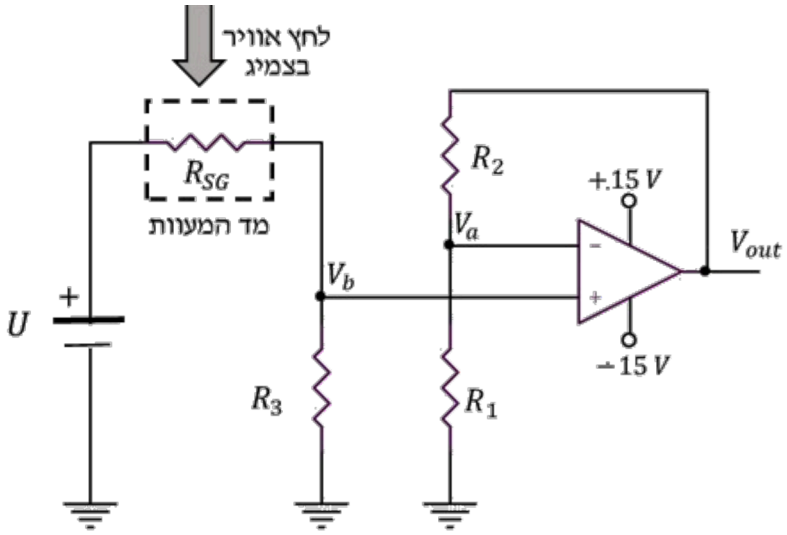
(6 נקודות)

19. במפעל לצמיגי מכוניות משתמשים בחיישן לחץ עיבורי לינארי הבנוי ממד מעוות. באיור לשאלה 19 מתואר מעגל חשמלי למדידת לחצי אוויר בצמיגים. המעגל כולל מקור מתח ישר U , חיישן לחץ עיבורי, מגבר שרת ושלושה נגדים. בפתרונכם התייחסו למגבר השרת כאידאלי.

נתון: לחץ אוויר מרבי בצמיגים $P_{max} = 60\,PSI$ גורם לכך שהתנגדות מד המעוות תהיה $R_{SG} = 70\,k\Omega$.

לחץ אוויר מזערי בצמיגים $P_{min} = 20\,PSI$ גורם לכך שהתנגדות מד המעוות תהיה $R_{SG} = 35\,k\Omega$.

$U = 18\,V$, $R_3 = 30\,k\Omega$, $R_2 = 10\,k\Omega$, $R_1 = 50\,k\Omega$.



א. בעבור לחץ צמיג מרבי, מהו המתח V_b ? (בכניסה החיובית של מגבר השרת)

(2 נקודות)

ב. בעבור לחץ צמיג מזערי, מהו המתח V_{out} ?

(2 נקודות)

ג. בעבור לחץ צמיג של $P = 40\,PSI$, מהו המתח V_{out} ?

(7 נקודות)

ד. הנגד R_1 במעגל החשמלי נשרף והחליפו אותו בטעות בנגד שערכו $10\,k\Omega$.

בעבור לחץ צמיג מזערי, מהו המתח V_{out} במצב זה?

(4 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