GuyAI
מבית GOOL בגרויות

סוג הבחינה: בחינת גמר ממלכתית
מועד הבחינה: אביב 2024 מועד א'
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 בכופלים 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. $g(t)$ היא פונקציה תמסורת של מערכת בקרה מסוימת הנתונה בנוסחה: $g(t) = 5\cos 3t$.

התמרת לפלס של $g(t)$ היא:

א. $G(s) = \frac{5 \cdot s}{s^2+3}$.

ב. $G(s) = \frac{5 \cdot s}{s^2+9}$.

ג. $G(s) = \frac{s}{s^2+3}$.

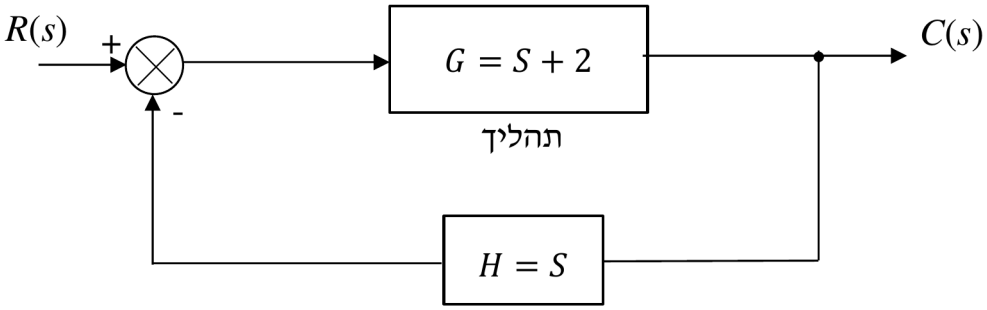
ד. $G(s) = \frac{s}{s^2+9}$.

(5 נקודות)

2. באיור לשאלה 2 מוצגת סכמת מלבנים של מערכת בקרה. נתון אות המבוא של המערכת:

$$R(s) = S + 1$$

האות המוצא $C(s)$ הוא:



א. $C(s) = (S+1)/(S+2)$.

ב. $C(s) = (S+1)/(S+3)$.

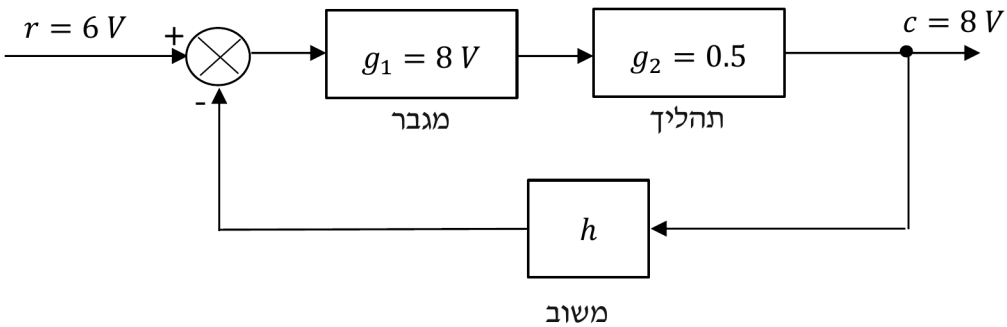
ג. $C(s) = (S+2)/(S+1)$.

ד. $C(s) = (S+3)/(S+1)$.

(5 נקודות)

3. באיור לשאלה 3 מוצגת סכמת מלבנים של מערכת בקרה. כול הערכים המספריים המוצגים בסכמה נמדדו באותו זמן וכאשר המערכת פועלת.

ערכו של המשוב h הוא:



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

א. $h = 0.50$.
ב. $h = 1.00$.
ג. $h = 0.75$.
ד. $h = 0.25$.
(5 נקודות)

4. The function $F(s)$ of a control system is:

$$F(s) = \frac{7 \cdot s^3 + 3.5 \cdot s^2 + 2.4 \cdot s + 35}{s \cdot (5 \cdot s^3 + s^2 + 12 \cdot s + 8)}$$

The final value of $F(s)$ according to the final value theorem is:

א. 4.375 .
ב. 2.375 .
ג. 7.428 .
ד. 3.500 .
(5 נקודות)

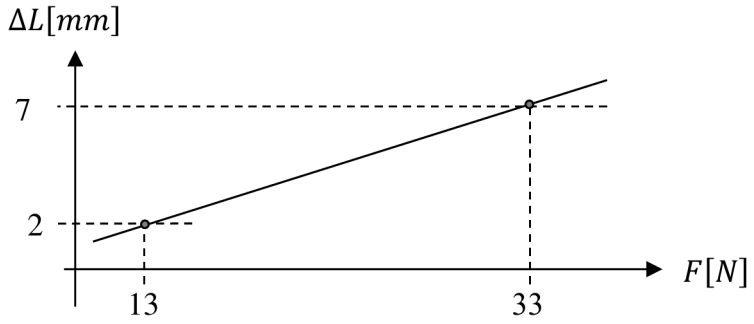
5. מהו הקבוע K_I של בקר PI שתמסורתו היא: $G(s) = 5 + \frac{4}{s}$?
הערה: התמסורת רשומה בצורה לא תקנית. עבור הפתרון יש להפוך את התמסורת לתקנית

א. $K_I = 4.00$.
ב. $K_I = 5.00$.
ג. $K_I = 1.25$.
ד. $K_I = 0.80$.
(5 נקודות)

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

6. The figure to question 6 illustrates lengthening (ΔL) of Power Sensor versus the force F operating on it.

What is the transmission function of the Power Sensor?



א. $\Delta L_{sensor} = 0.35 \cdot F + 1.25$.

ב. $\Delta L_{sensor} = 0.22 \cdot F - 0.95$.

ג. $\Delta L_{sensor} = 0.25 \cdot F - 1.25$.

ד. $\Delta L_{sensor} = 0.45 \cdot F + 1.45$.

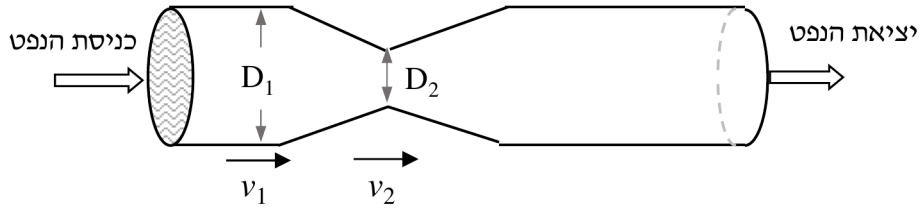
(5 נקודות)

7. באיור לשאלה 7 מוצג צינור אופקי ובו זורם נפט. לצינור יש הצרה כפי שנראה באיור.

נתון: שטח חתך הצינור הרחב - $A_1 = 12\,cm^2$ - מהירות הנפט בחלק הרחב - $v_1 = 6\,\frac{m}{sec}$.

מהירות הנפט בחלק הצר - $v_2 = 12\,\frac{m}{sec}$.

מהו קוטר הצינור D_2 בחלק הצר?



א. $D_2 = 4.562\,cm$.

ב. $D_2 = 3.719\,cm$.

ג. $D_2 = 2.764\,cm$.

ד. $D_2 = 5.528\,cm$.

(5 נקודות)

8. מהו היגד הנכון עבור בקר יחסי - Proportional Controler?

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

א. משתמשים בבקר יחסי כאשר נדרש שערכו של המשתנה המבוקר יהיה שווה לערך הרצוי.

ב. משתמשים בבקר יחסי כאשר נדרש שערכו של המשתנה המבוקר יהיה שונה מהערך הרצוי.

ג. משתמשים בבקר יחסי כאשר נדרשת בקרה דיפרנציאלית.

ד. משתמשים בבקר יחסי כאשר נדרשת בקרה אינטגרלית.

(5 נקודות)

9. הגדרת כושר הפרדה - Resolution של מתמר היא:

א. השינוי שחל באות המוצא של מתמר.

ב. השינוי המזערי של אות הכניסה היוצר תגובה שניתן להבחין בה באות היציאה.

ג. מידת הקרבה של הערך הנמדד אל הערך שנחשב לאמיתי.

ד. תשובות א' עד ג' אינן נכונות.

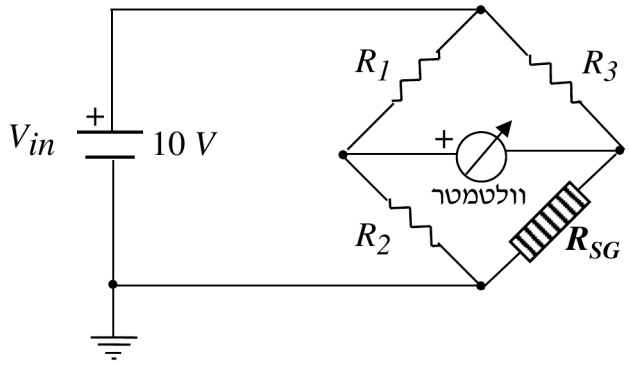
(5 נקודות)

10. באיור לשאלה 10 מוצג מעגל גשר ויטסטון למדידת מעוות. המעגל כולל מד מעוות R_{SG} , שלושה נגדים, וולטמטר ומקור מתח ישר.

נתון:

- התנגדות מד המעוות במנוחה: $R_{SG} = 40\,\Omega$.
- $R_1 = R_2 = R_3 = 40\,\Omega$.

הופעל כוח מסוים על מד המעוות, במצב זה הוולטמטר מורה $V_{vol} = -122\,mV$. כתוצאה מהפעלת הכוח התנגדות מד המעוות גדלה, מהו ערכו של ΔR ?



א. $\Delta R = 2.8\,\Omega$.

ב. $\Delta R = 2.0\,\Omega$.

ג. $\Delta R = 3.1\,\Omega$.

ד. $\Delta R = 1.8\,\Omega$.

(5 נקודות)

11. באיור לשאלה 11 מוצג סימון שער בינארי מסוים. הסימון על פי האגודה הבין - לאומית לאוטומציה - ISA.

השער הוא:



א. שער OR .

ב. שער AND .

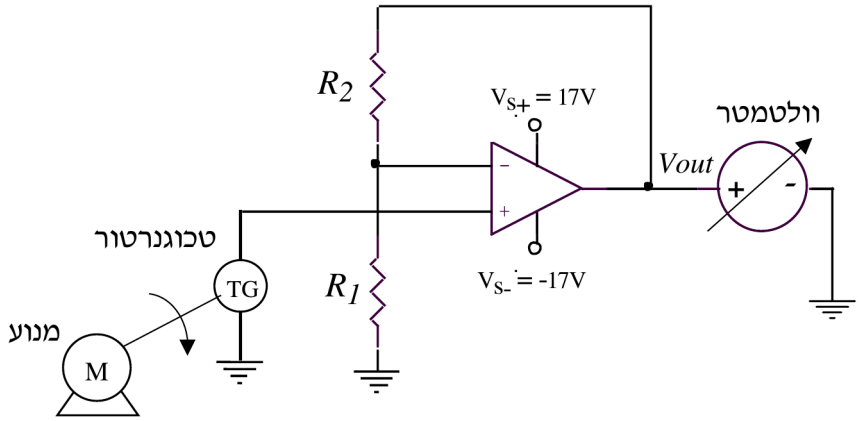
ג. שער XOR .

ד. שער NOR .

(5 נקודות)

12. באיור לשאלה 12 מוצגת מערכת למדידת מהירות מנוע. המערכת כוללת טכוגנרטור המחובר על צירו של המנוע, מגבר שרת בחיבור לא הופך מופע, וולטמטר ושני נגדים. בפתרונכם התייחסו למגבר השרת כאידאלי. **נתוני המערכת:** $R_1 = 30\,k\Omega$, $R_2 = 30\,k\Omega$.

הוריית הוולטמטר V_{vol} עבור מתח טכוגנרטור $V_{tach} = 2.32\,V$ היא:



א. $V_{vol} = 3.86\,V$.

ב. $V_{vol} = 4.96\,V$.

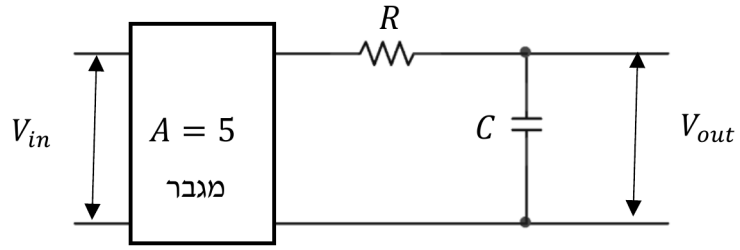
ג. $V_{vol} = 5.31\,V$.

ד. $V_{vol} = 4.64\,V$.

(5 נקודות)

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

13. באיור לשאלה 13 מוצג מעגל חשמלי המחובר למגבר A . המעגל משמש במערכת בקרה.
נתון: $R = 2\,k\Omega$, $C = 3\,mF$.



א. מהי פונקציית התמסורת $G(s)$ של המעגל החשמלי במישור לפלס? $G(s) = \frac{Vout(s)}{Vin(s)}$.

(3 נקודות)

ב. אם מגדילים את ערכו של הנגד, האם קבוע הזמן של המעגל יגדל או יקטן?
נמקו את תשובתכם. לא יינתן ניקוד ללא נימוק.

(2 נקודות)

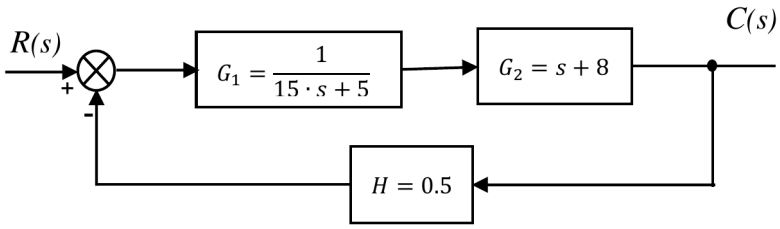
ג. למעגל החשמלי נתנו במבואו אות מדרגה של שלוש יחידות. מהו אות המוצא במישור לפלס $V_{out}(s)$?

(5 נקודות)

ד. למעגל החשמלי נתנו במבואו אות הלם של שתי יחידות. מהו אות המוצא במישור הזמן $V_{out}(t)$?

(5 נקודות)

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



א. מהו קבוע הזמן τ של הפונקציה G_1 ?

(3 נקודות)

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

(4 נקודות)

ג. מהו סדר מערכת הבקרה? נמקו את תשובתכם.

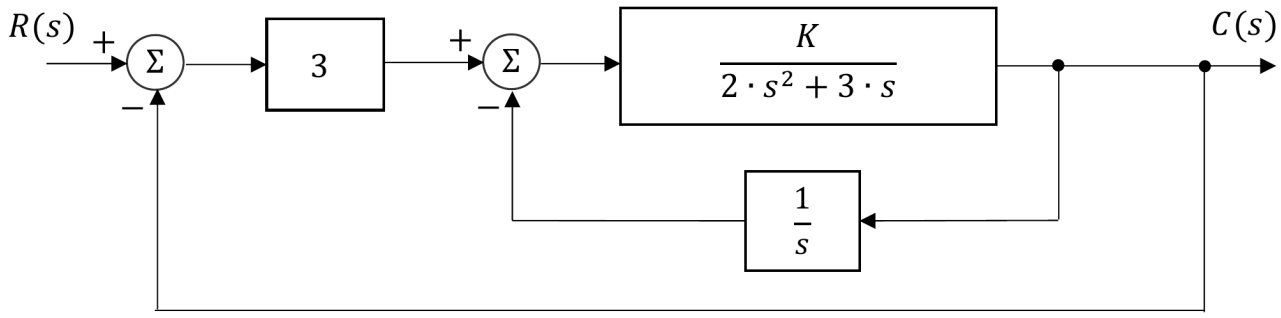
(3 נקודות)

ד. במבוא מערכת הבקרה הכניסו את האות $R(s) = \frac{4}{2 \cdot s + 3}$. מהו אות המוצא $C(s)$?

(5 נקודות)

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

15. באיור לשאלה 15 מוצג תרשים מלבנים של מערכת בקרה בעלת משוב כפול.



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

(5 נקודות)

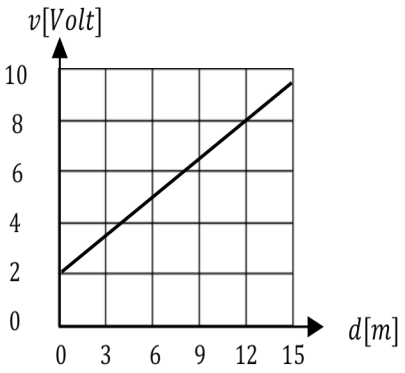
ב. מהי המשוואה האופיינית של מערכת הבקרה הנתונה?

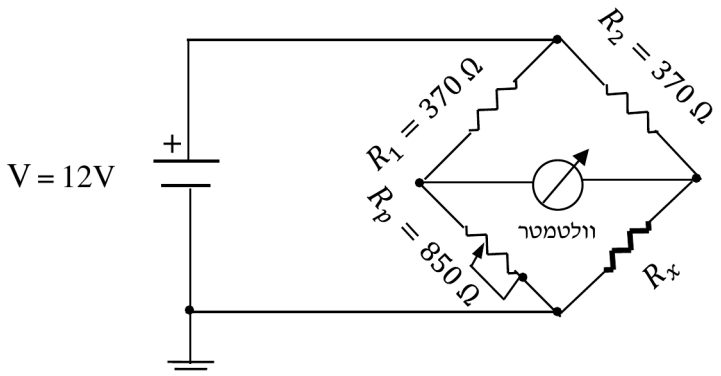
(3 נקודות)

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

(7 נקודות)

16.





א. הסבירו, מהו גשר ויטסטון - Wheatstone Bridge? תארו את עקרון הפעולה שלו.

מה מורה הוולטמטר כאשר הגשר מאוזן?

באיור לשאלה 16 סעיף א' מוצג גשר ויטסטון למדידת התנגדות חיישן לחץ.

מה ערכה של התנגדות חיישן הלחץ R_X במצב של גשר מאוזן?

(7 נקודות)

ב. באיור לשאלה 16 סעיף ב' מוצג אופיין של מתמר ההופך אות פיסיקלי (מרחק) לאות חשמלי (מתח ישר).

(1) מהו הקשר (נוסחה) בין מתח המוצא לבין המרחק $v = f(d)$?

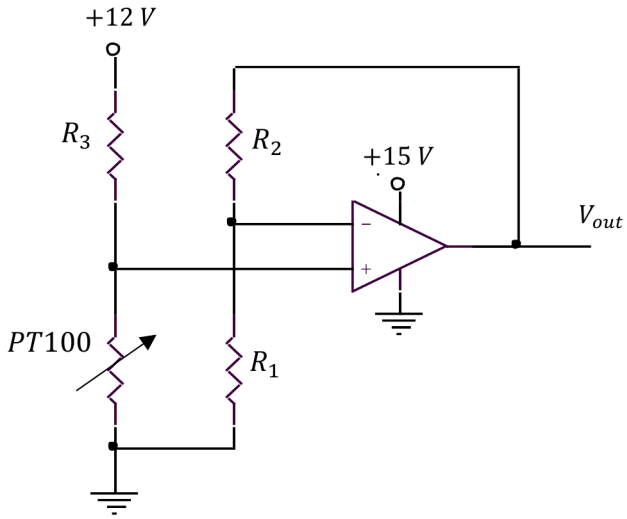
(2) עבור מרחק של $660\,cm$ מהו מתח המוצא של המתמר $v[Volt]$?

יש לפתור סעיף זה רק על ידי הנוסחה מסעיף 1.

(8 נקודות)

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

17. באיור א' לשאלה 17 מוצג מעגל למדידת טמפרטורה באמצעות חיישן $PT100$ עם מקדם אלפא $\alpha = 0.003916\,[1/^\circ C]$. המעגל כולל מגבר שרת, חיישן $PT100$ ושלושה נגדים.
נתון: $R_1 = 50\,k\Omega$, $R_2 = 50\,k\Omega$, $R_3 = 220\,\Omega$. התנגדות החיישן $PT100$ בטמפרטורה של $0^\circ C$ היא $100\,\Omega$. בפתרונכם התייחסו למגבר השרת כאידאלי.



א. מהי התנגדות החיישן בטמפרטורה של $420^\circ C$?

(3 נקודות)

ב. מהו המתח V_{out} במוצא של מגבר השרת בטמפרטורה של $350^\circ C$?

(4 נקודות)

ג. מדדו מתח של $5.8\,V$ בכניסת V_+ . מהי טמפרטורת ה- $PT100$?

(4 נקודות)

ד. מהי הטמפרטורה המרבית שאפשר למדוד במעגל הנתון?

(4 נקודות)

18. בטבלה הבאה נתונות פונקציות תמסורת של בקרים שונים. קבעו לגבי כל פונקציה באיזה בקר מדובר ומהם מקדמי הבקר: K_P , K_I , K_D ?
הערה: התמסורת רשומה בצורה לא תקנית. עבור הפתרון יש להפוך את התמסורת לתקנית.

ניקוד	פונקציה	תמסורת
3 נק'	פונקציית תמסורת מספר 1	$G_1 = 7 \cdot (3 + 6 \cdot s)$
3 נק'	פונקציית תמסורת מספר 2	$G_2 = \frac{6 \cdot s + 12}{s}$
4 נק'	פונקציית תמסורת מספר 3	$G_3 = 5 + \frac{1.5}{S}$
5 נק'	פונקציית תמסורת מספר 4	$G_4 = 7 \cdot \left(5 + \frac{2}{S} + 6 \cdot s\right)$

קבעו לגבי כל אחת מארבע פונקציות התמסורת שבטבלה באיזה בקר מדובר ומהם מקדמי הבקר.

(1) פונקציית תמסורת מספר 1: $G_1 = 7 \cdot (3 + 6 \cdot s)$ (3 נק').

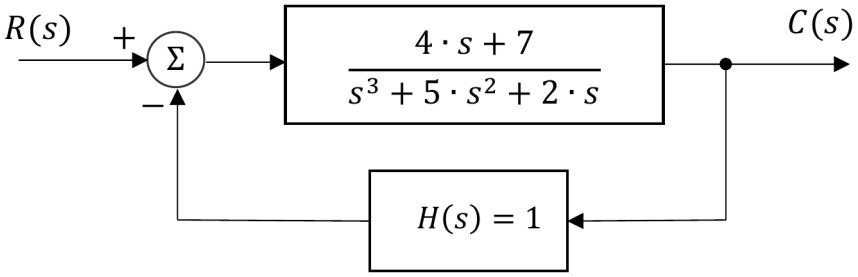
(2) פונקציית תמסורת מספר 2: $G_2 = \frac{6 \cdot s + 12}{s}$ (3 נק').

(3) פונקציית תמסורת מספר 3: $G_3 = 5 + \frac{1.5}{S}$ (4 נק').

(4) פונקציית תמסורת מספר 4: $G_4 = 7 \cdot \left(5 + \frac{2}{S} + 6 \cdot s\right)$ (5 נק').

(15 נקודות)

19. באיור לשאלה 19 מוצג תרשים מלבנים של מערכת בקרה.



א. מהי פונקציית התמסורת של מערכת הבקרה בחוג הפתוח, $G(s) \cdot H(s)$?

(3 נקודות)

ב. מהו סדר המערכת? נמקו את תשובתכם. לא יינתן ניקוד ללא נימוק.

(2 נקודות)

ג. מהם קבועי השגיאה k_p , k_v , k_a של מערכת הבקרה?

(6 נקודות)

ד. מהי השגיאה במצב המתמיד e_{ss} עבור כניסת תאוצה למערכת?

(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