GuyAI
מבית GOOL בגרויות

סוג הבחינה: בחינת גמר ממלכתית
מועד הבחינה: אביב 2025 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: 17 שאלות בשאלון. השאלון מחולק לשני חלקים. חלק א' - שאלות סגורות. יש לענות על שמונה שאלות בלבד, מתוך השאלות 1-11. ערך כל שאלה חמש נקודות, סה"כ 40 נקודות. חלק ב' - שאלות פתוחות. יש לענות על ארבע שאלות בלבד, מתוך השאלות 12-17. 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.

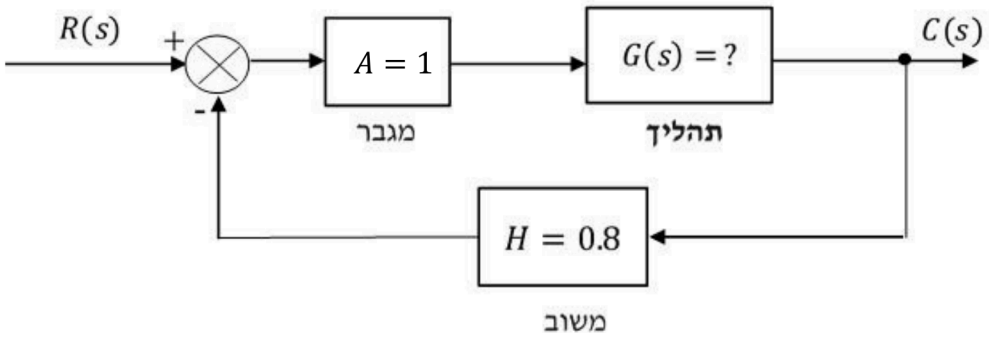
ד. הוראות מיוחדות: פתרונות לתרגילי חישוב יש להציג בסדר הזה: הסבר מילולי של פעולת החישוב, כתיבת הנוסחה המתאימה, הצבה (כל הערכים ביחידות המתאימות), כתיבת התוצאה עד שלוש ספרות משמעותיות אחרי הנקודה העשרונית. בציון יחידות המידה המתאימות ושימוש בכופלים הנדסיים או חזקות של 10. הוראות כלליות: 1. יש לקרוא בעיון 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. באיור לשאלה 1 מוצגת סכמת מלבנים של מערכת בקרה. פונקציית התמסורת של מערכת הבקרה בחוג סגור היא: $G_f(s) = \frac{15}{S+19}$.



פונקציית התמסורת של **תהליך** מערכת הבקרה $G(s)$ הנתונה היא:

א. $G(s) = \frac{21}{S+19}$.
ב. $G(s) = \frac{14}{S+4}$.
ג. $G(s) = \frac{15}{S+19}$.
ד. $G(s) = \frac{15}{S+7}$.

(5 נקודות)

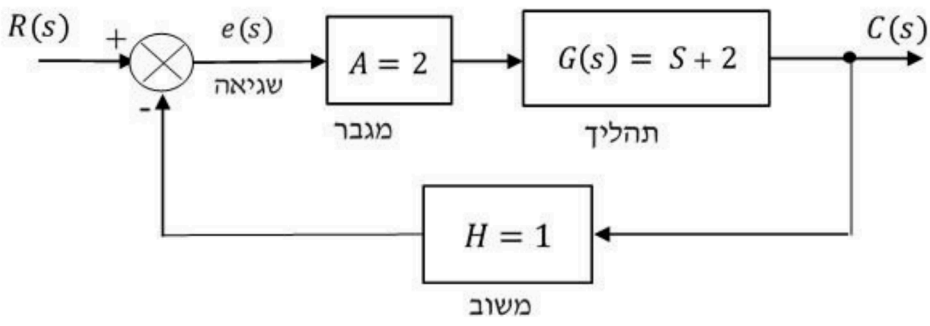
2. נתונה הפונקציה $f(t)$ של מערכת בקרה מסוימת: $f(t) = e^{-5 \cdot t} \cdot \cos 7 \cdot t$

התמרת לפלס של הפונקציה $f(t)$ היא:

א. $F(s) = \frac{s+7}{s^2+47 \cdot s+32}$.
ב. $F(s) = \frac{s+5}{s^2+10 \cdot s+74}$.
ג. $F(s) = \frac{s+12}{s^2+35 \cdot s+72}$.
ד. $F(s) = \frac{s+5}{s^2+9 \cdot s+17}$.

(5 נקודות)

3. באיור לשאלה 3 מוצגת סכמת מלבנים של מערכת בקרה בחוג סגור.



אות השגיאה של מערכת בקרה זו הוא:

א. $e(s) = \frac{1}{S+0.5}$.

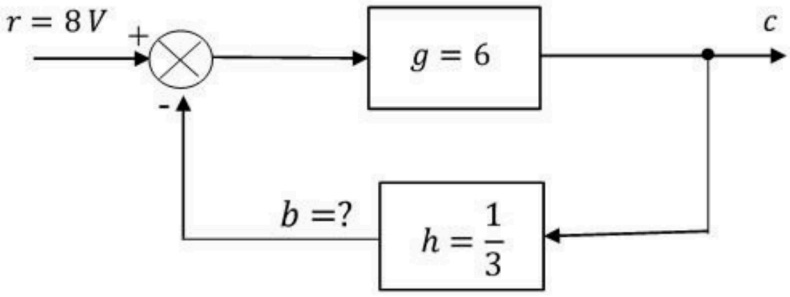
ב. $e(s) = \frac{2}{S+5}$.

ג. $e(s) = \frac{S}{S+2.5}$.

ד. $e(s) = \frac{0.5}{S+2.5}$.

(5 נקודות)

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



ערך האות b (המוצא מהמשוב) הוא:

א. $4.765\,V$.

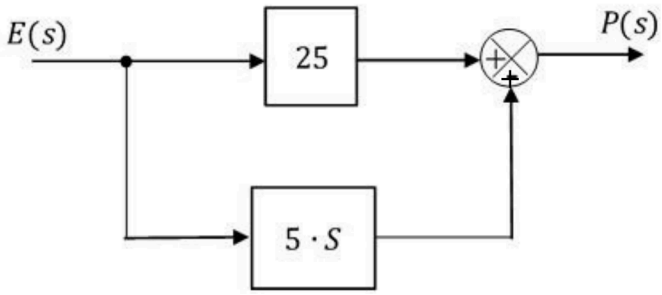
ב. $6.113\,V$.

ג. $5.333\,V$.

ד. $7.002\,V$.

(5 נקודות)

5. באיור לשאלה 5 מוצג תרשים מלבנים של בקר מסוים. אות המבוא הוא השגיאה היחסית $E(s)$, ואות המוצא הוא תגובת הבקר $P(s)$.



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

על פי האיור לעיל סוג הבקר הוא:

א. בקר PD .

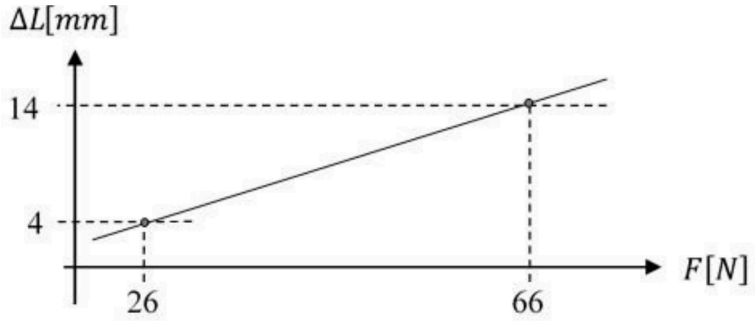
ב. בקר PI .

ג. בקר P .

ד. בקר PID .

(5 נקודות)

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



What is the transmission function of the Power Sensor?

א. $\Delta L_{sensor} = 0.42 \cdot F + 1.78$.

ב. $\Delta L_{sensor} = 0.34 \cdot F - 0.78$.

ג. $\Delta L_{sensor} = 0.25 \cdot F - 2.50$.

ד. $\Delta L_{sensor} = 0.41 \cdot F + 1.63$.

(5 נקודות)

7. מזרימים נפט דרך שסתום בקרה, בספיקה של 12 גלונים לדקה ובהפרש לחצים של $19.5\ PSI$.

המשקל הסגולי (specific gravity) של הנפט: $s.g. = 0.91\ [g/cm^3]$.

לרשותכם ארבעה שסתומי ויסות שונים בעלי C_v של: 2.59, 2.91, 3.26, 3.52.

איזה C_v של שסתום בקרה מתאים עבור ספיקת הנפט הנתונה בשאלה?

א. $C_v = 3.52$

ב. $C_v = 2.59$

ג. $C_v = 2.91$

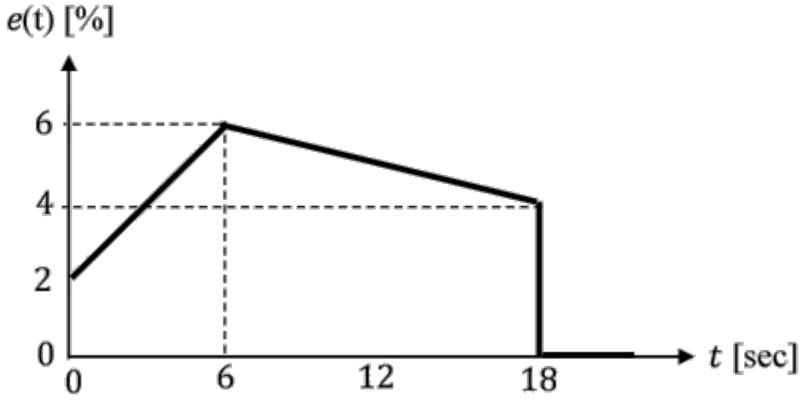
ד. $C_v = 3.26$

(5 נקודות)

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

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

נתון: $P_0 = 12.4\%$, $k_p = 3.5$.



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

א. $P(6) = 29.7\%$.

ב. $P(6) = 24.6\%$.

ג. $P(6) = 35.9\%$.

ד. $P(6) = 33.4\%$.

(5 נקודות)

9. זמן מת (Dead Time) בבקרה הוא:

א. הזמן שבו מעבירים את תוצאות המדידה למערכת ממוחשבת.

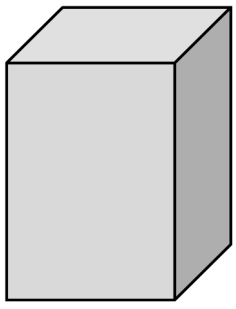
ב. הזמן שבו המערכת סיימה להגיב לשינויים שהתרחשו בכניסות שלה.

ג. זמן העיכוב שבו המערכת אינה מגיבה לשינויים שהתרחשו בכניסות שלה.

ד. הזמן שבו המערכת השתבשה ואינה מפיקה תגובה נכונה.

(5 נקודות)

10. באיור לשאלה 10 מוצג מיכל בנזין והוא מלא בבנזין במלואו. מידות המיכל הפנימיות הן:
$a = 35\,cm$, $b = 42\,cm$, $h = 68\,cm$. המשקל הסגולי של הבנזין $\rho = 0.91\ \left[\frac{gr}{cm^3}\right]$.



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

משקל הבנזין במיכל W_{ben} הוא:

א. $W_{ben} = 84.563\,kgr$.

ב. $W_{ben} = 90.964\,kgr$.

ג. $W_{ben} = 76.192\,kgr$.

ד. $W_{ben} = 96.191\,kgr$.

(5 נקודות)

11. מהו התפקיד העיקרי של ארגון International Society of Automation - ISA?

א. פיתוח תקנים וסטנדרטים לבקרת תהליכים אוטומטיים בתעשייה.

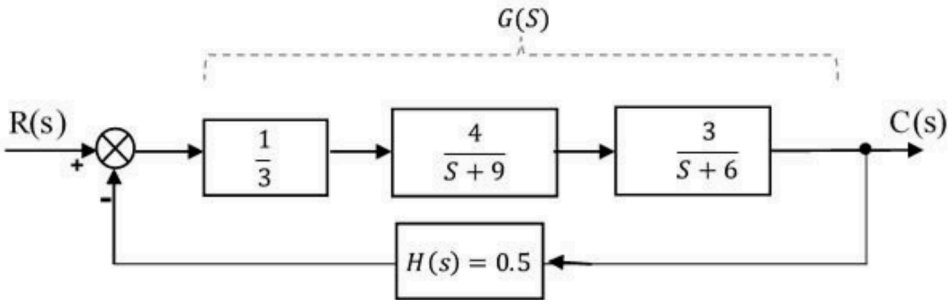
ב. הסמכת מהנדסים בתחומי הבטיחות והאבטחה לבקרה ואוטומציה.

ג. ניהול פרויקטים בתחום הנדסת בקרה ואוטומציה.

ד. הענקת תארים אקדמיים בתחום הנדסת בקרה ואוטומציה.

(5 נקודות)

12. באיור לשאלה 12 מוצג תרשים מלבנים של מערכת בקרה מסוימת.



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

(7 נקודות)

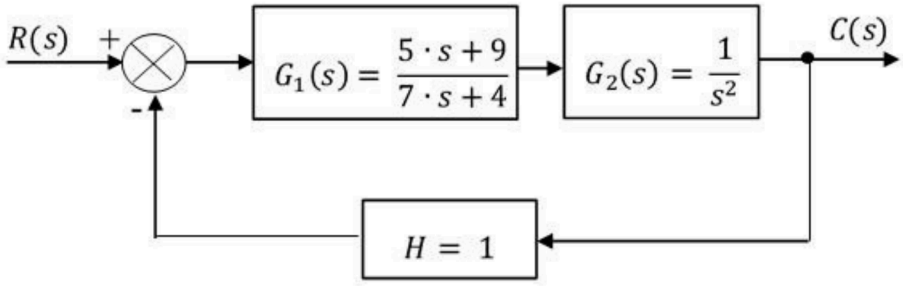
ב. מהי התדירות הטבעית ω_n של מערכת הבקרה?

(4 נקודות)

ג. מהי תגובת המערכת במצב מתמיד לכניסת מדרגת יחידה?

(4 נקודות)

13. באיור לשאלה 13 מוצגת סכמת מלבנים של מערכת בקרה. בכניסה מחוברת מדרגת יחידה.



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

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

(2 נקודות)

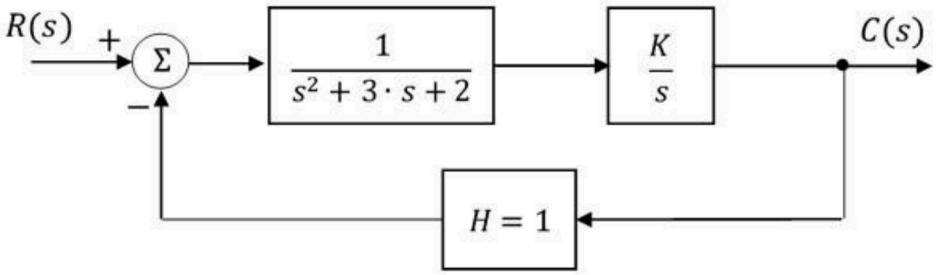
ב. מהם קבועי השגיאה k_p , k_v , k_a של המערכת?

(7 נקודות)

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

(6 נקודות)

14. באיור לשאלה 14 מוצג תרשים מלבנים של מערכת בקרה.



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

(5 נקודות)

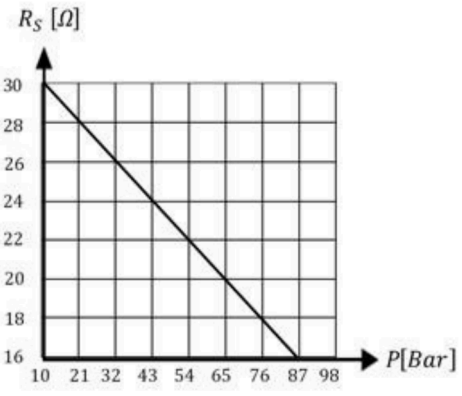
ב. מהי פונקציית התמסורת בחוג-פתוח של מערכת הבקרה?

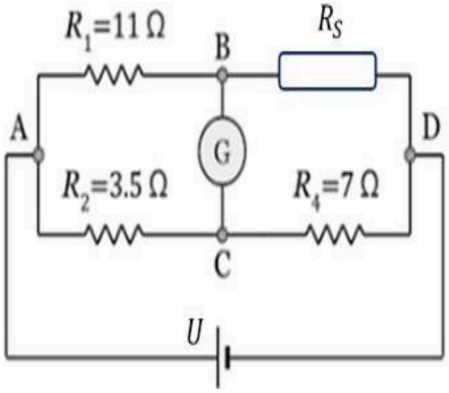
(3 נקודות)

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

(7 נקודות)

15. באיור א' לשאלה 15 מוצג גשר ויטסטון מאוזן כלומר $V_{BC}=0\,V$. ההתנגדות R_S היא של חיישן לחץ הממיר יחידות לחץ $[Bar]$ ליחידות התנגדות $[\Omega]$. באיור ב' לשאלה 15 מוצג אופיין חיישן הלחץ $R_S=f(P)$.





א. מתוך איור א', מהו ערך ההתנגדות R_S ?

(5 נקודות)

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

ב. מתוך איור ב', מהי הנוסחה המקשרת את התנגדות החיישן בתלות בלחץ הנמדד?
$R_S = f(P)$.

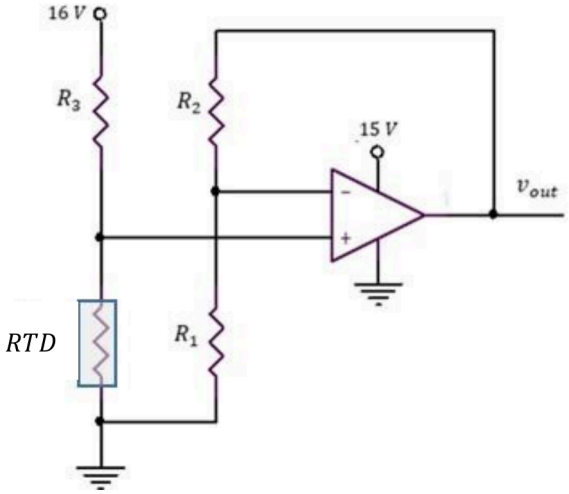
(5 נקודות)

ג. מהו הלחץ שנמדד ביחידות $[Bar]$ בהתאם לנתוני השאלה?

(5 נקודות)

16. באיור לשאלה 16 מוצג מעגל אלקטרוני למדידת טמפרטורה. המעגל כולל מגבר שרת, שלושה נגדים וחיישן טמפרטורה מסוג $\mathbf{RTD} - Resistance\ Temperature\ Detector$. אופיין החיישן הוא לינארי עם המקדם טמפרטורה $0.00384\ \left[\frac{1}{^\circ C}\right]$. בטמפרטורה של $0\,^\circ C$ התנגדות החיישן היא $100\,\Omega$.

נתוני המעגל: $R_3 = 250\,\Omega$, $R_2 = 7\,k\Omega$, $R_1 = 7\,k\Omega$. בפתרונכם התייחסו למגבר השרת כאידאלי.



א. מהי התנגדות החיישן RTD בטמפרטורה של $T_1 = 38\,^\circ C$?

(3 נקודות)

ב. מהו זרם החיישן I_{RTD} בטמפרטורה של $T_2 = 58\,^\circ C$?

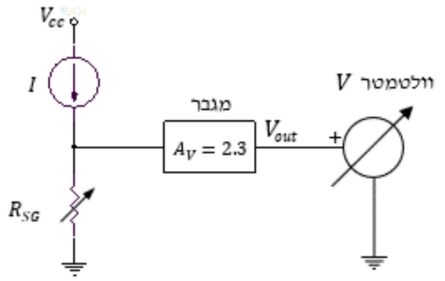
(3 נקודות)

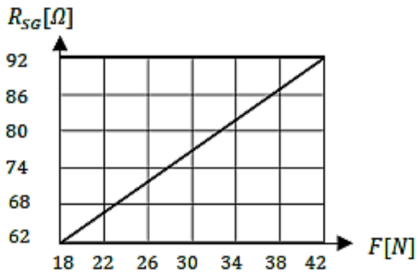
ג. מהו מתח המוצא V_{out} בטמפרטורה של $T_3 = 47\,^\circ C$?

(9 נקודות)

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

17. באיור א' לשאלה 17 מוצג אופיין של שינוי התנגדות מד מעוות בתלות הפעלת כוח. באיור ב' לשאלה 17 מוצג מעגל למדידת כוח באמצעות מד מעוות Strain Gauge. המעגל בנוי ממקור זרם ישר $I = 0.04\,A$, מגבר מתח עם הֶגבֵּר של $A_V = 2.3$, וולטמטר V ומד מעוות R_{SG}. תפקידו של הוולטמטר הוא למדוד את המתח V_{out} עבור מערכת אחרת המחַשֶבת את הכוח הנמדד. בפתרון הזניחו את התנגדות המבוא של המגבר.





א. מתוך איור א' לשאלה, מהי נוסחת התנגדות מד המעוות בתלות הכוח $R_{SG} = f(F)$?

(5 נקודות)

ב. מה מורֶה הוולטמטר כאשר התנגדות מד המעוות היא $R_{SG} = 63\,\Omega$?

(5 נקודות)

ג. מהו הכוח על מד המעוות כאשר הוולטמטר מורֶה $V_{voltmeter} = 6.624\,V$?

(5 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