GuyAI
מבית GOOL בגרויות

סוג הבחינה: בחינת גמר ממלכתית
מועד הבחינה: קיץ 2023 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: 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.

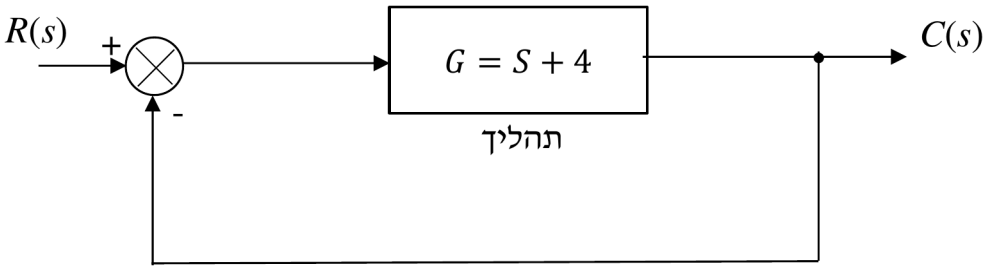
בהצלחה!

השאלות

1. באיור לשאלה 1 מוצגת סכמת מלבנים של מערכת בקרה. נתון אות המוצא של המערכת:

$C(s) = \frac{S^2+7\cdot S+12}{S+5}$.

האות המבוא $R(s)$ הוא:



א. $R(s) = S + 2$.

ב. $R(s) = S^2 + 7$.

ג. $R(s) = S + 3$.

ד. $R(s) = S + 4$.

(5 נקודות)

2. $G(s)$ היא פונקציה תמסורת של מערכת בקרה מסוימת הנתונה בנוסחה:

$s \cdot G(s) - 35 = G(s)$.

התמרת לפלס ההפוכה של $G(s)$ היא:

א. $g(t) = 35 \cdot e^t$.

ב. $g(t) = 35 + e^t$.

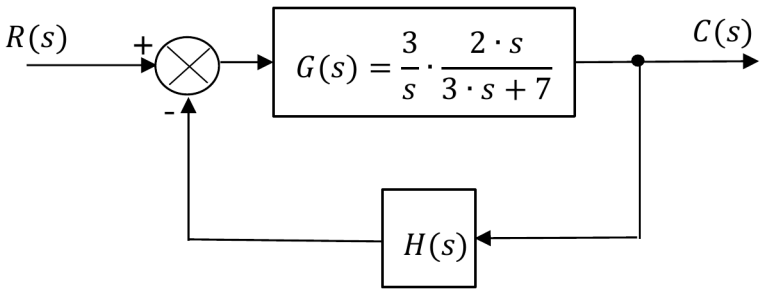
ג. $g(t) = 35 \cdot e^{-t}$.

ד. $g(t) = e^{-35 \cdot t}$.

(5 נקודות)

3. באיור לשאלה 3 מוצגת סכמת מלבנים של מערכת בקרה. ערך $G(s)$ בתדר מסוים הוא: $G(s) = 800$. כמו כן נתון שהגבר המערכת בתדר זה הוא: $G_f(s) = C(s)/R(s) = 9$.

בתדר הנתון, ערכו של $H(s)$ הוא:

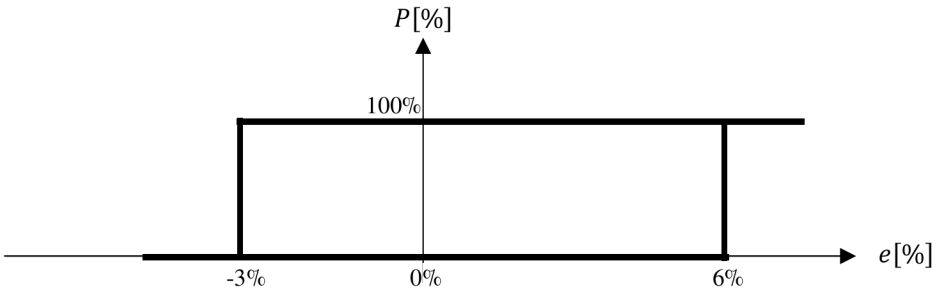


נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

א. $H(s)=0.11$.
ב. $H(s)=1.01$.
ג. $H(s)=1.21$.
ד. $H(s)=0.27$.

(5 נקודות)

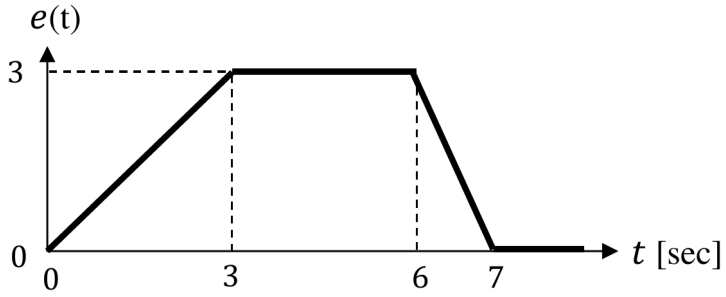
4. באיור לשאלה 4 מוצג אופיין בקר דו - מצבי (on - off) המתאר את מוצא הבקר בתלות בשגיאה היחסית, $P[\%]=f(e[\%])$. הבקר מבקר מהירות סיבוב של מנוע: מהמהירות המירבית $\omega_{max}\left[\frac{Rad}{sec}\right]$ ועד למהירות המזערית $\omega_{min}\left[\frac{Rad}{sec}\right]$. תחום המהירויות הנדרש הוא: $\Delta\omega=600\div800\left[\frac{Rad}{sec}\right]$ והמהירות הרצויה: $\omega=720\left[\frac{Rad}{sec}\right]$.
על פי הנתונים לעיל, מהן המהירויות המזערית $\omega_{min}\left[\frac{Rad}{sec}\right]$ והמרבית $\omega_{max}\left[\frac{Rad}{sec}\right]$ בהתאמה?



א. $694\div706\ \frac{Rad}{sec}$.
ב. $708\div726\ \frac{Rad}{sec}$.
ג. $697\div703\ \frac{Rad}{sec}$.
ד. $600\div800\ \frac{Rad}{sec}$.

(5 נקודות)

5. באיור לשאלה 5 מתואר אות שגיאה במבוא בקר מסוג I בעל הנתונים הבאים: תפוקת הבקר כשהשגיאה שווה לאפס - $P_0=15\%$, קבוע הבקר - $K_I=3[sec^{-1}]$.
תגובת הבקר לאות המתואר באיור בטווח הזמנים $(0<t<3)\ sec$ היא:



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

א. 30.0 .

ב. $28.5\ \%$.

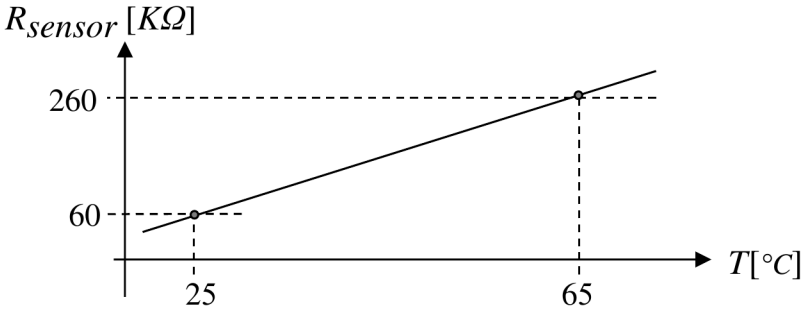
ג. $26.8\ \%$.

ד. $32.4\ \%$.

(5 נקודות)

6. באיור לשאלה 6 מוצג תרשים המתאר התנגדות $[k\Omega]$ של חיישן טמפרטרה $Temperature\ Sensor$, בתלות בטמפרטורה $[^\circ C]$ שבה נמצא החיישן.

פונקציית התמסורת של חיישן הטמפרטורה היא:



א. $R_{sensor} = (3 \cdot T + 45)\ k\Omega$.

ב. $R_{sensor} = (6 \cdot T + 46)\ k\Omega$.

ג. $R_{sensor} = (5 \cdot T - 65)\ k\Omega$.

ד. $R_{sensor} = (3 \cdot T - 38)\ k\Omega$.

(5 נקודות)

7. נדרש להזרים שמן בספיקה של $Q = 20\ \left[\frac{Liter}{min}\right]$ במפל לחץ של $\Delta P = 3.7\,[PSI]$ דרך שסתום בקרה.

המשקל הסגולי ($specific\ gravity$) של השמן $s.g. = 0.85\ \left[\frac{gr}{cm^3}\right]$.

נתון: $1\ Galon = 3.79\ Liter$.

ה- C_v של שסתום הבקרה המתאים הוא:

א. $C_v = 4.15$.

ב. $C_v = 3.22$.

ג. $C_v = 5.18$.

ד. $C_v = 2.53$.

(5 נקודות)

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

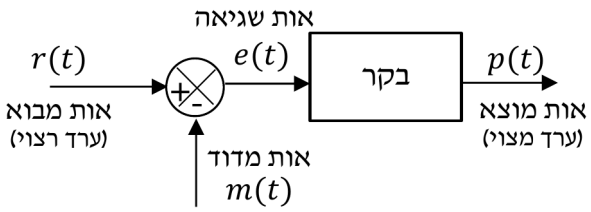
8. באיור לשאלה 8 מוצג תרשים מלבנים של בקר טמפרטורה במתקן תעשייתי.

נתון: הערך המזערי: $T_{min} = 370\,^\circ C$.

הערך הרצוי: $r(t) = 490\,^\circ C$.

שגיאת הבקר: $e(t) = 23.53\,\%$.

מהו הערך המרבי, $T_{max}[^\circ C]$, שאפשר למדוד באמצעות הבקר אם הערך המדוד הוא $m(t) = 410\,^\circ C$?



א. $T_{max} = 710\,^\circ C$.

ב. $T_{max} = 820\,^\circ C$.

ג. $T_{max} = 675\,^\circ C$.

ד. $T_{max} = 735\,^\circ C$.

(5 נקודות)

9. הגדרת רגישות של מתמר מסוג $Transducer\ sensitivity$ היא:

א. השינוי שחל באות המוצא של מתמר.

ב. תגובת מערכת שאיננה תלויה רק בעירור אלא גם במצב הקודם (ה"היסטורי") של המערכת.

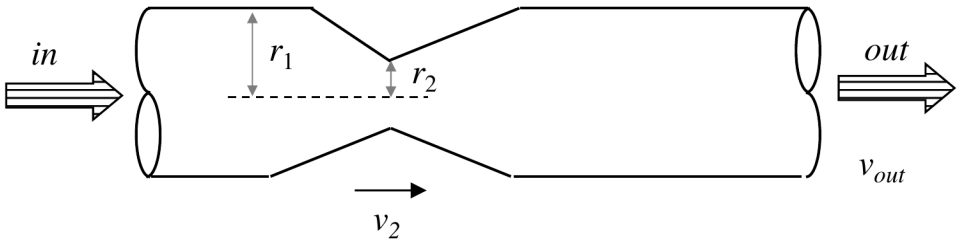
ג. מידת הקירבה של הערך הנמדד אל הערך שנחשב לאמיתי.

ד. אף תשובה אינה נכונה.

(5 נקודות)

10. באיור לשאלה 10 מוצג צינור עם הצרה לספיקת מים. רדיוס החתך של הצינור בחלקו הרחב $r_1 = 13\,cm$, ובחלקו הצר - $r_2 = 6.4\,cm$. **נתון:** מהירות המים בחלקו הצר של הצינור $v_2 = 3.4\left[\frac{m}{sec}\right]$. חיכוך המים בצינור זניח.

מהירות המים ביציאה מהצינור v_{out} היא:



א. $v_{out} = 0.617 \left[\frac{m}{sec}\right]$.

ב. $v_{out} = 1.324 \left[\frac{m}{sec}\right]$.

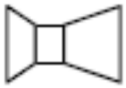
ג. $v_{out} = 0.824 \left[\frac{m}{sec}\right]$.

ד. $v_{out} = 2.167 \left[\frac{m}{sec}\right]$.

(5 נקודות)

11. **באיור לשאלה 11 מוצג סימון מתמר מסויים. הסימון הוא על פי האגודה הבין - לאומית לאוטומציה - ISA .**

המתמר הוא:



א. שפופרת זרימה.

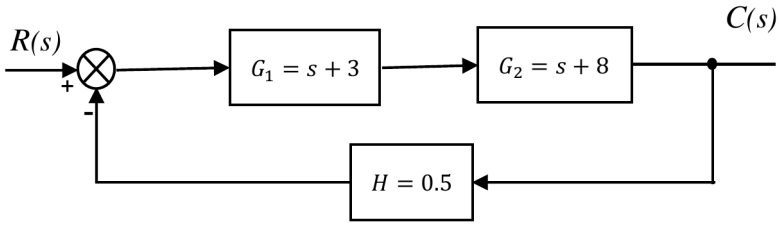
ב. נחיר (Nozzle) זרימה.

ג. צינור ונטורי.

ד. מד ספיקה.

(5 נקודות)

12. **באיור לשאלה 12 מוצגת סכמת מלבנים של מערכת בקרה מסוימת.**



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

(4 נקודות)

ב. **מהו סדר מערכת הבקרה? נמקו את תשובתכם.**

(3 נקודות)

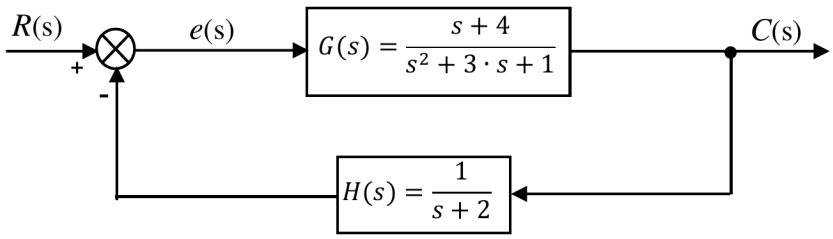
ג. **מהי התדירות הטבעית** ω_n **של מערכת הבקרה?**

(4 נקודות)

ד. **מהו מקדם הריסון** ξ **של מערכת הבקרה?**

(4 נקודות)

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



א. מהי פונקציית התמסורת של שגיאת המערכת $G_1(s)=\frac{e(s)}{R(s)}$?

(4 נקודות)

ב. מהי פונקציית התמסורת של המערכת $G_2(s)=\frac{C(s)}{R(s)}$?

(4 נקודות)

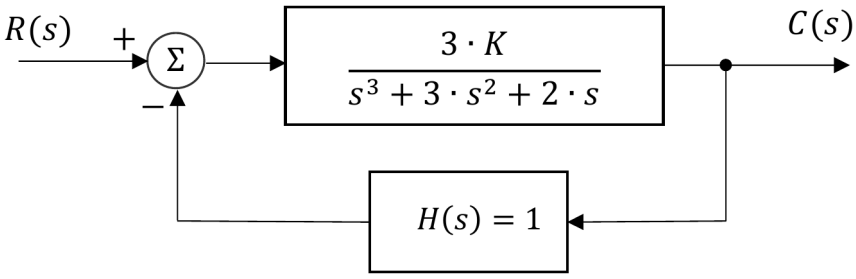
ג. מהו סוג המערכת? נמקו את תשובתכם.

(2 נקודות)

ד. מהי שגיאת המערכת e_{ss} במצב מתמיד, עבור כניסת מדרגת יחידה: $r(t)=u(t)$?

(5 נקודות)

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



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

(4 נקודות)

ב. מהו סדר המערכת? נמקו את תשובתכם.

(2 נקודות)

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

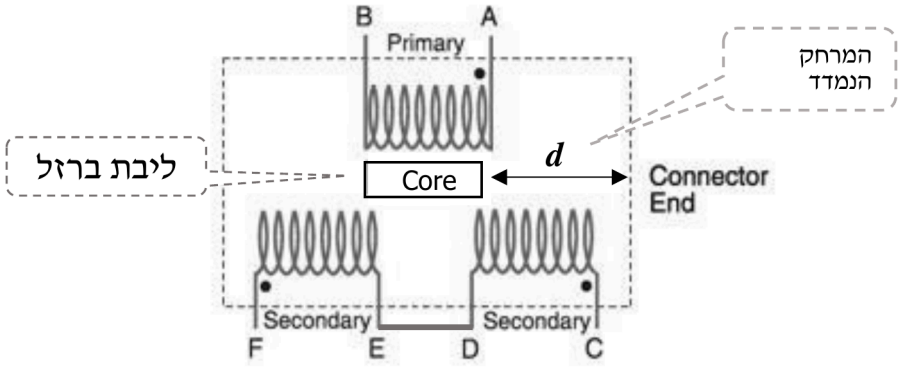
(4 נקודות)

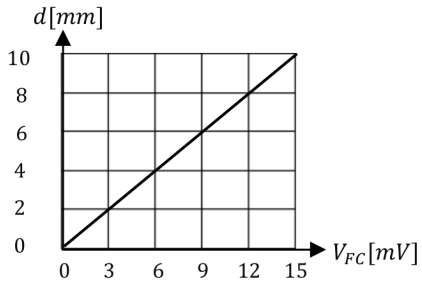
ד. מהו תחום הערכים של K , שעבורו מערכת הבקרה תהיה יציבה, על פי הקריטריון של ראוט - הורביץ?

(5 נקודות)

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

15. באיור א' לשאלה 15 מוצג מתמר LVDT למדידת מיקום. באיור ב' לשאלה 15 מוצג אופיין ה- LVDT. האופיין הוא לינארי ומתאר את המרחק $d[mm]$ כפונקציה של המתח $V_{FC}[mV]$ המופק מה-LVDT.





א. הסבירו את דרך פעולת ה- LVDT למדידת מרחק.

הסבירו את תפקידה של הליבה - $Core$ במרכזו של ה- LVDT?

(4 נקודות)

ב. מהי הנוסחה המקשרת בין המרחק הנמדד למתח המופק מה- LVDT?

$d[mm] = V_{FC}[mV]$.

(5 נקודות)

ג. מהו המרחק d שנמדד בעבור קריאת מתח ה- LVDT של $V_{FC} = 6.3\,V$?

(3 נקודות)

ד. במערכת מסוימת נדרשת מדידת מרחקים בתחום $0 \div 8\,mm$. מעבירים את מתח המוצא של ה- LVDT, דרך מגבר מתח, לממיר אנלוגי לספרתי, המקבל מתח בתחום $0 \div 5\,V$.

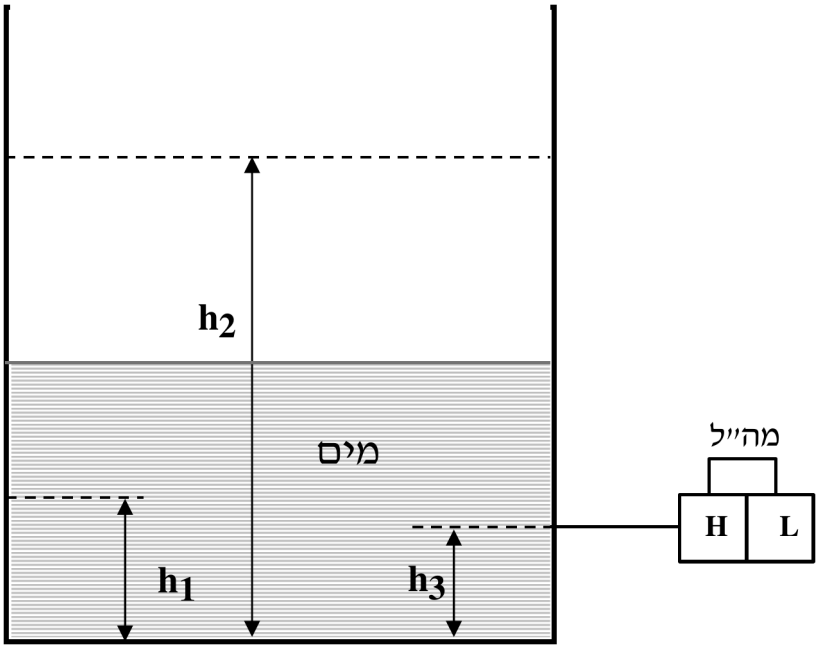
מה ההגבר A_v של המגבר הדרוש?

(3 נקודות)

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

16. באיור לשאלה 16 מתוארת מערכת למדידת מפלס מים. המערכת כוללת מכל פתוח לאטמוספירה ומכשיר מה"ל (מד לחץ הפרשי). כניסת הלחץ הגבוה של המה"ל מחוברת למכל בגובה h_3 מתחתית המכל. כניסת הלחץ הנמוך של המה"ל פתוחה לאטמוספירה. h_2 הוא גובה מפלס המים המרבי ו- h_1 הינו גובה מפלס המים המזערי.

להלן נתוני המערכת: $h_1 = 45\,cm$, $h_2 = 1.5\,m$ ו- $h_3 = \frac{130}{3}\,cm$.



א. המה"ל הנתון מפיק יציאה של זרם I בתחום של $0 \div 4\,mA$. תחום זרמים אלו הוא עבור גובהי המפלס המזערי - h_1 והמרבי - h_2 בהתאמה.

מהו הביטוי המקשר בין תפוקת המה"ל - I לבין מפלס המים, $I[mA] = f(h)[cm]$?

(7 נקודות)

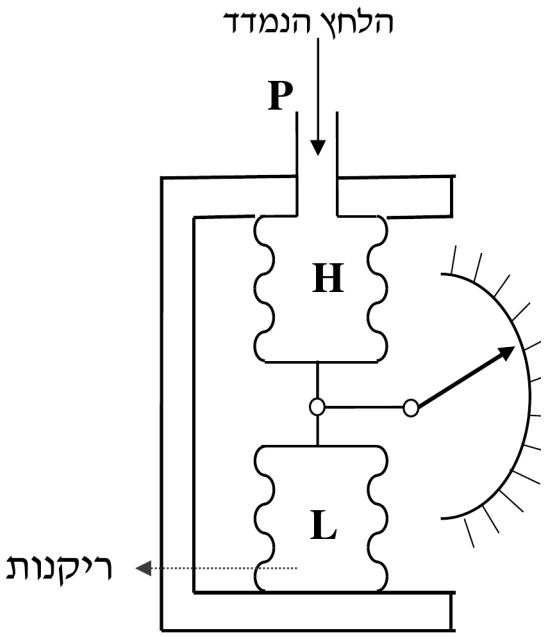
ב. מהי תפוקת המה"ל כאשר גובה המפלס $h = 120\,cm$?

(4 נקודות)

ג. מה גובה מפלס המים h כאשר המה"ל מפיק $I = 8.5\,mA$?

(4 נקודות)

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



17.

א. הסבירו סוגי הלחצים הבאים:

1. לחץ מוחלט. 2. לחץ אטמוספרי. 3. לחץ יחסי (הפרשי)?

באיור לשאלה 17 מתואר מכשיר למדידת לחץ. לאיזה סוג מדידת לחץ מיועד המכשיר? (לחץ מוחלט, לחץ אטמוספרי או לחץ יחסי) תארו את מבנה המכשיר והסבירו את אופן מדידת הלחץ.

(6 נקודות)

ב. במפעל המייצר יין נעזרים במד ספיקה מסוג רוטור סובב לקביעת קצב מלוי בקבוקי היין. למד הספיקה מחובר טכוגנרטור המפיק מתח ליניארי בתחום 4÷12Volts עבור ספיקה היין שנמצאת בטווח 8÷24 LPM (Litter per Minuite) בהתאמה.

מהו מספר בקבוקי היין אשר ימולאו במשך משמרת עבודה (7 שעות עבודה).

כאשר הטכוגנרטור מראה מתח ממוצע של 8 וולט ונפח כל בקבוק 0.75 ליטר?

(9 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