

בקרה במכונות ד'

שתי יחידות לימוד

הוראות לנבחן

א. משך הבחינה: שלוש שעות.

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה שני פרקים ובהם תשע שאלות. עליך להשיב על שאלה אחת מן הפרק הראשון, על שאלה אחת מן הפרק השני ועל שלוש שאלות נוספות על-פי בחירתך. בסך-הכול עליך לענות על חמש שאלות (לכל שאלה – 20 נקודות).

ג. חומר עזר מותר לשימוש: כלי סרטוט, מחשבון ונוסחאון בית-ספרי.

ד. הוראות מיוחדות:

- ענה על מספר השאלות הדרוש בשאלון. אם מספר השאלות שהספקת לפתור עולה על הנדרש, אינך צריך לבחור את התשובות שייבדקו. המעריך יבדוק את כל המבחן ויבחר את התשובות הטובות ביותר.
- עיין בשאלון, הכר את חלקיו, ורק אז ענה על השאלות בסדר הנראה לך.
- בכל שאלה ניתנו הנתונים לפתרונה. אם לדעתך חסר נתון, הוסף אותו על-פי שיקול דעתך, ופתור בעזרתו את השאלה. רשום במחברתך את הנתון שהוספת.
- בתשובה על שאלה חישובית, עליך להציג את שלבי הפתרון באופן מפורט ולהסבירם בקצרה. קבלת מרב הנקודות מותנית במילוי דרישה זו.
- לנוחיותך, בנספח א' מובאות חלק מן הנוסחאות הדרושות לפתרון השאלות.

בשאלון זה 11 עמודים ו-8 עמודי נספחים.

ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר, אך מכוונות הן לנבחנות והן לנבחנים.

בהצלחה!

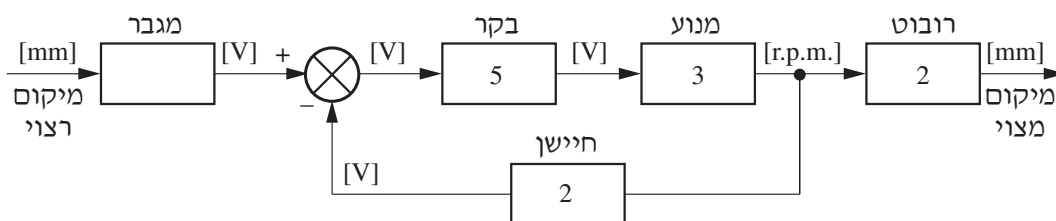
השאלות

ענה על שאלה אחת מן הפרק הראשון, על שאלה אחת מן הפרק השני ועל שלוש שאלות נוספות על-פי בחירתך (לכל שאלה – 20 נקודות).

פרק ראשון: מערכות מיכון

שאלה 1

באיור לשאלה מתוארת דיאגרמת מלבנים של מערכת לבקרת מיקום של רובוט. המספרים בכל מלבן מציינים את הגבר הרכיב שהמלבן מייצג.

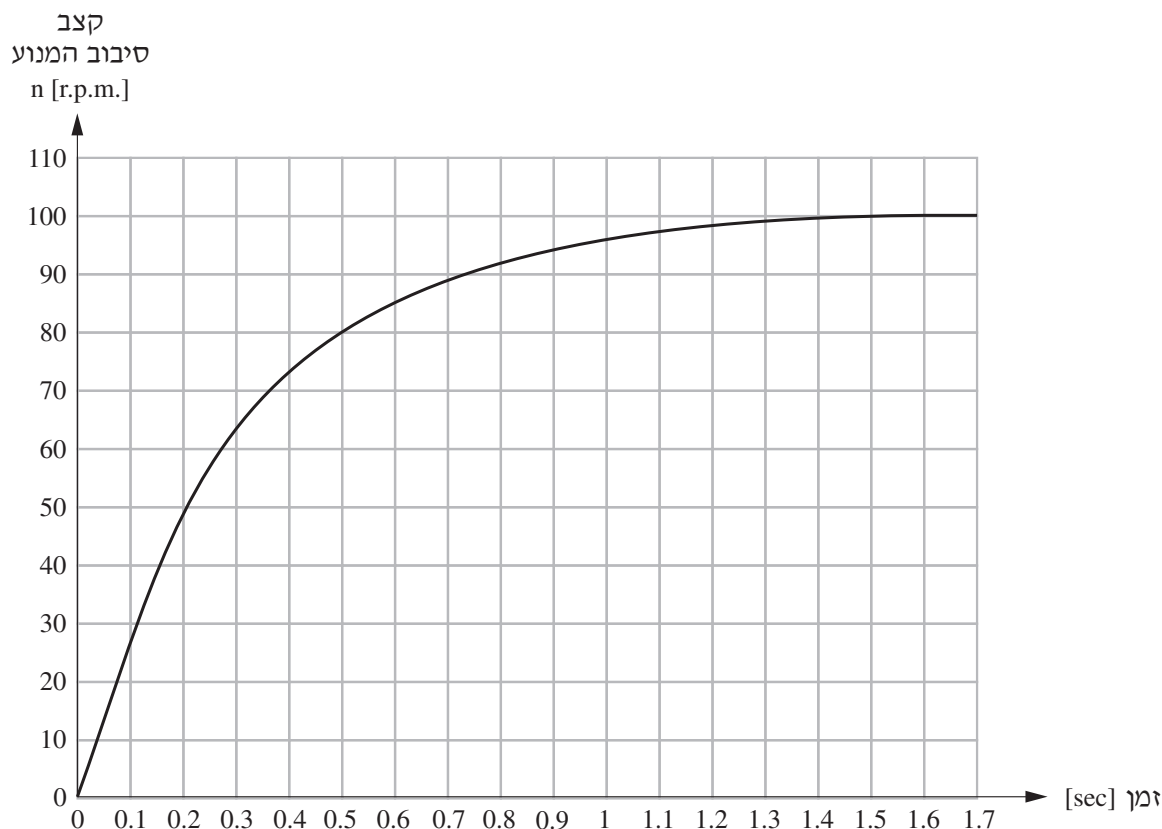


איור לשאלה 1

- א. מה מודד החיישן המותקן במערכת?
- ב. הסבר מדוע מיקום הרובוט מבוקר בחוג פתוח.
- ג. אילו שינויים יש לבצע במערכת כדי שהיא תפעל בחוג סגור?
- ד. מה צריך להיות ערך ההגבר של המגבר בכניסה למערכת כך שהיחס $\frac{\text{מיקום מצוי}}{\text{מיקום רצוי}}$ יהיה שווה ל-1?

שאלה 2

בניסוי שנערך במנוע זרם ישר (D.C.) הופעל על המנוע אילוץ מדרגה של 10 Volt בזמן $t = 0$.
באיור לשאלה זו מוצג גרף המתאר את קצב הסיבוב של המנוע כתלות בזמן.

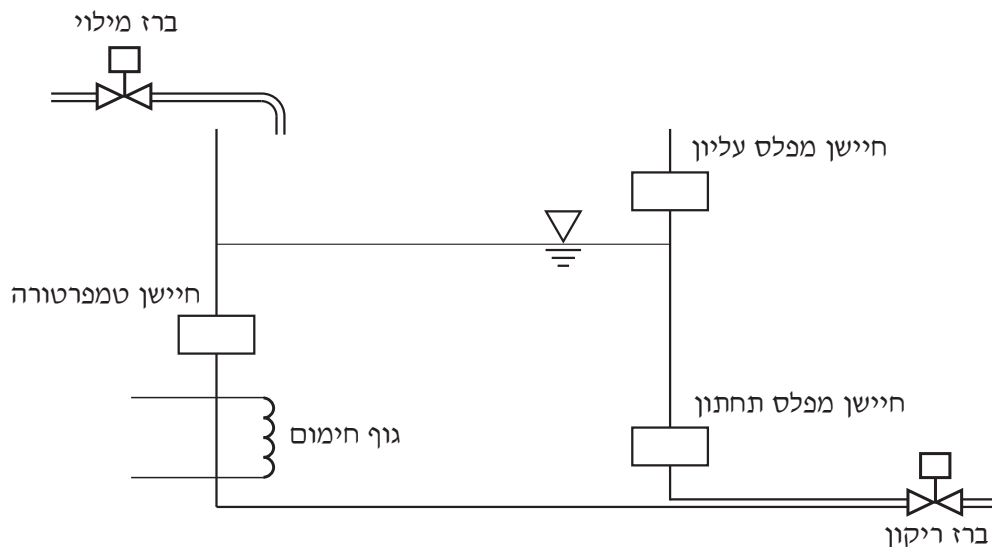


איור לשאלה 2

- א. הסבר מהו הגבר מנוע. חשב את ההגבר של המנוע המתואר בשאלה וציין את יחידותיו.
- ב. הסבר מהו קבוע זמן של מנוע. חשב מהו קבוע הזמן של המנוע המתואר בשאלה.
- ג. כאשר קצב הסיבוב של המנוע היה 100 r.p.m. שינו את מתח הכניסה מ־10 Volt ל־5 Volt.
מהו קצב הסיבוב של המנוע 5 שניות לאחר השינוי, וכעבור כמה זמן מרגע השינוי יתייצב המנוע בקצב הזה?

שאלה 3

באיור לשאלה זו מתוארת מערכת לחימום כמות קבועה של נוזל עד לטמפרטורה מסוימת.



איור לשאלה 3

רכיבי המערכת:

- לחצן הפעלה מסוג P.B. (אינו מופיע באיור)
- ברז פנימטי למילוי נוזל במכל. הברז מופעל על-ידי שסתום 5/2 חשמל-חשמל
- ברז פנימטי לריקון המכל. הברז מופעל על-ידי שסתום 5/2 חשמל-חשמל
- גוף חימום
- חיישן טמפרטורה הסוגר מגע חשמלי כאשר הטמפרטורה של הנוזל מגיעה לערכה הרצוי
- חיישן מפלס עליון מסוג N.O.
- חיישן מפלס תחתון מסוג N.O.

תיאור פעולת המערכת:

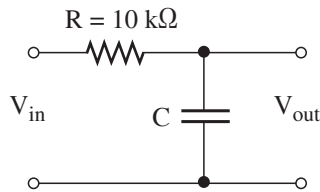
- לפני הפעלת המערכת ברז המילוי וברז הריקון סגורים והמכל ריק.
 - לחיצה על לחצן P.B. פותחת את ברז המילוי.
 - כאשר המפלס מגיע לחיישן המפלס העליון, ברז המילוי נסגר.
 - גוף החימום מופעל עד שהטמפרטורה במכל מגיעה לטמפרטורה הרצויה.
 - ברז הריקון נפתח ונשאר פתוח עד שהמפלס מגיע אל חיישן המפלס התחתון.
- א.** בחר בקר מתוכנת שיבקר את פעולת המערכת. רשום את שם הבקר שבחרת ואת מספרי הייחוס של כתובות הכניסה ושל כתובות היציאה המתאימים לבקר הזה.
- ב.** כתוב תכנית או סרטט דיאגרמת סולם שתבצע את הפעולות הנדרשות. שפת התכנות נתונה לבחירתך.
- ג.** באחד ממחזורי הפעולה של המערכת, לאחר שהבקר הורה לפתוח את ברז הריקון, חיישן המפלס העליון נשאר סגור, כלומר הוא המשיך להורות שהמכל מלא. בהנחה שהחיישן תקין, ציין תקלה אפשרית במערכת שגרמה למצב הזה.

שאלה 4

באיור א' לשאלה זו נתון מעגל חשמלי:

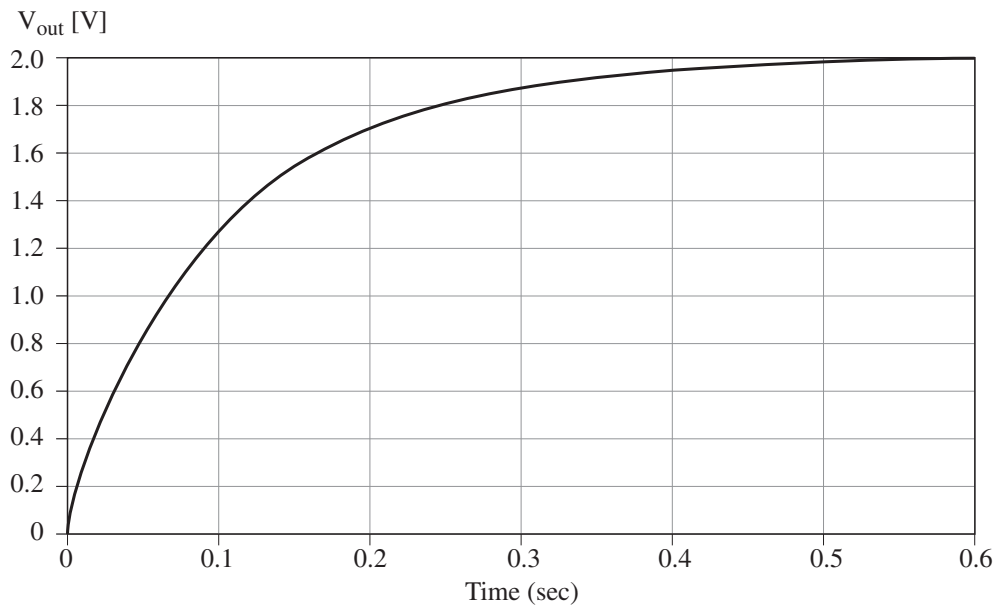
– קבוע הזמן של המעגל החשמלי הוא $\tau = RC$

– במבוא המעגל הופעלה בזמן $t = 0$ כניסת מתח בצורת מדרגה, של $V_{in} = 2 \text{ Volt}$



איור א' לשאלה 4

באיור ב' לשאלה מתואר גרף של מתח המוצא, V_{out} , כפונקציה של הזמן.



איור ב' לשאלה 4

א. מצא את ערכו של קבוע הזמן של המעגל, τ

ב. מצא את ערכו של קיבול הקבל, C .

ג. מחליפים את הנגד R שבמעגל בנגד שהתנגדותו $R = 20 \text{ k}\Omega$.

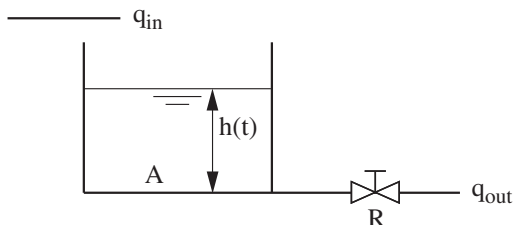
העתק למחברתך את הגרף שבאיור ב' לשאלה, והוסף באותה מערכת צירים גרף המתאר את מתח המוצא המתקבל מהמעגל כתוצאה מהחלפת הנגד R .

שאלה 5

באיור א' לשאלה זו מתואר מכל מים.

נתוני המערכת:

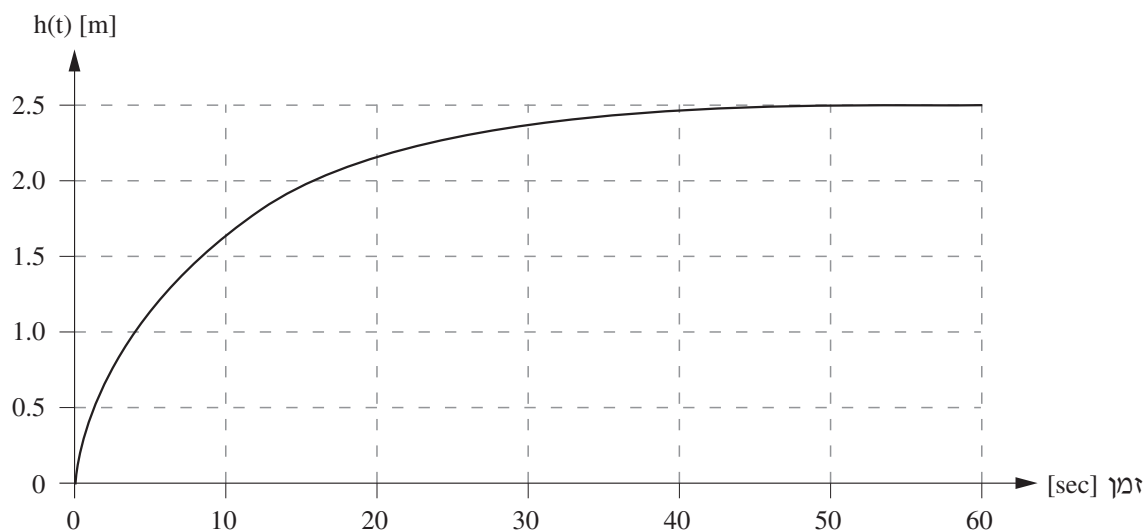
- התנגדות הברז לזרימה היא R .
- שטח החתך של המכל הוא A .
- בזמן $t = 0$ הופעל אילוף מדרגה בספיקה בגודל $q_{in} = 0.5 \frac{m^3}{s}$
- קבוע הזמן של המערכת הוא $\tau = AR [s]$



איור א' לשאלה 5

באיור ב' לשאלה נתון גרף של מפלס המים במכל, $h(t)$, כפונקציה של הזמן.

ערך המפלס



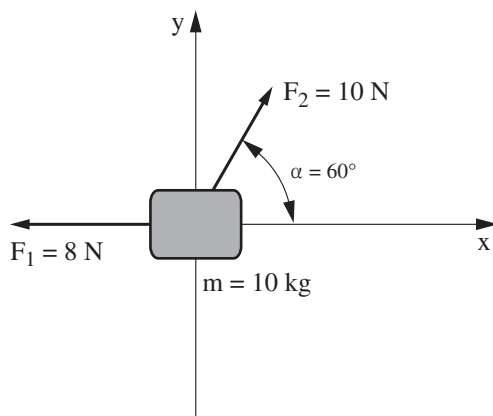
איור ב' לשאלה 5

- א. מצא את ערכו של τ (קבוע הזמן של המערכת).
- ב. מצא את ערכה של R (התנגדות הברז לזרימה) ורשום את יחידותיה.
- ג. מצא את A (שטח החתך של המכל).
- ד. מגדילים את R (התנגדות הברז לזרימה) פי שניים. כיצד ישתנה ערכו של המפלס ושל קבוע הזמן של המכל במצב המתמיד?

פרק שני: פרקי הנדסה ומדע

שאלה 6

באיור לשאלה זו מתואר מבט־על של גוף שמסתו $m = 10 \text{ kg}$, המונח על־גבי שולחן אופקי חלק. שני כוחות פועלים על הגוף, כמתואר באיור.

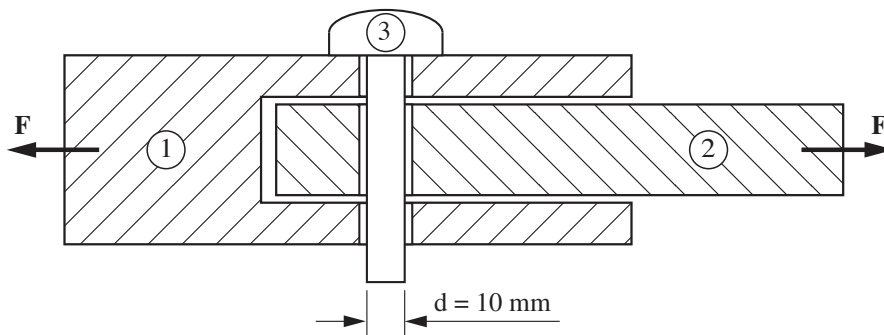


איור לשאלה 6

- א. חשב את הכוח השקול הפועל על הגוף (גודל וכיוון).
- ב. חשב את תאוצת הגוף (גודל וכיוון).
- ג. מצא את גודלו ואת כיוונו של כוח שלישי (נוסף) שיש להפעיל על הגוף כדי שהוא לא יאיץ.

שאלה 7

באיור לשאלה זו מתוארים שני חלקים (1) ו-(2) המחוברים ביניהם באמצעות פין (חלק 3).
כוח $F = 15 \text{ kN}$ פועל על החלקים (1) ו-(2), כמתואר באיור.



איור לשאלה 7

- א. חשב את מאמץ הגזירה בפין.
- ב. נתון שמאמץ הגזירה המותר בפין הוא: $\tau = 60 \text{ MPa}$. מהו הקוטר המינימלי הדרוש לפין?

שאלה 8

בנספח ב' לשאלה זו נתון סרטוט הרכבה של חולץ. בסעיפים א' – ה' שלהלן בחר את התשובה הנכונה ורשום אותה במחברתך.

א. תוך כדי סיבוב הידית (חלק 4) מסתובב החלק המסומן:

1. 1
2. 3
3. 6
4. 8

ב. מהו תפקיד הפין (חלק 8)?

1. לחבר את הבורג האפוף (חלק 2) לקורה (חלק 1)
2. למנוע תנועה סיבובית של הבורג האפוף (חלק 2) כאשר מבריגים אותו
3. לאפשר תנועה קווית של הבורג האפוף (חלק 2)
4. לחבר את העקב (חלק 6) לבורג ההנעה (חלק 3)

ג. מה מציין המספר 150 במידה $150 \div 195$ הרשומה בסרטוט?

1. את המידה המינימלית של גובה המתקן
2. את המידה המקסימלית של גובה המתקן
3. תחום שבו המתקן יכול לפעול
4. את המרחק בין הקדחים בחלק הנחלץ

ד. מה מציינת המידה 145 שבסרטוט?

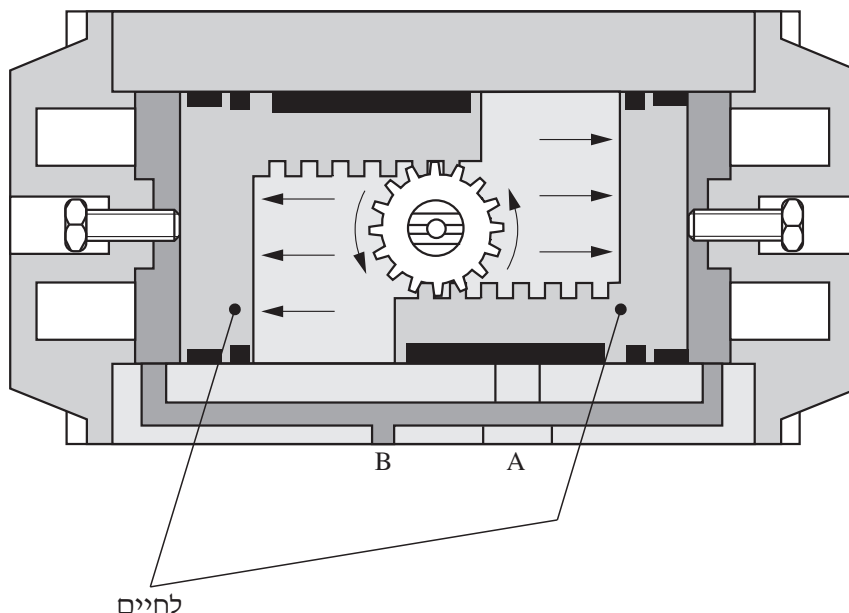
1. את המידה המינימלית של רוחב המתקן
2. את המידה המקסימלית של רוחב המתקן
3. את האורך המרבי שניתן לתפוס בידית (חלק 4)
4. את המרחק בין הקדחים בחלק הנחלץ

ה. מאיזה חומר מייצרים את הקורה (חלק 1)?

1. פלדת כסף
2. פלדה דלת-פחמן
3. יצקת חשילה
4. יצקת ברזל

שאלה 9

באיור לשאלה זו מתואר מפעיל סיבובי פנימי.



איור לשאלה 9

כאשר מזינים לחץ אוויר לפתח A, לחץ האוויר פועל על החלק הפנימי, כמתואר על-ידי החצים הישרים, וגורם לתנועה החוצה (ימינה ושמאלה, בהתאמה) של שתי הלחיים ולסיבוב ציר המוצא.

קבע לגבי כל אחד מן ההיגדים שלהלן אם הוא **נכון** או **לא נכון**. נמק את קביעתך באמצעות הסבר קצר.

- א.** תפקידו של המפעיל הסיבובי הוא להמיר הספק מכני בהספק של לחץ אוויר.
- ב.** כדי לסובב את הציר נגד כיוון השעון, יש להזין אוויר לפתח A ולשחרר את האוויר מפתח B.
- ג.** ככל שלחץ האוויר המוזן למפעיל הסיבובי יהיה גדול יותר, ציר המוצא יוכל לספק מומנט גדול יותר.
- ד.** בהנחה שלחץ האוויר המוזן למפעיל הסיבובי קבוע, המומנט המרבי שהמפעיל יכול לספק כאשר מזינים אוויר לפתח A גדול מהמומנט המרבי שהמפעיל יכול לספק כאשר מזינים אוויר לפתח B.

בהצלחה!

נספח א': נוסחאון לבקרה במכונות (7 עמודים)

לשאלון 819203, קיץ תשע"ח

المُلحق "أ": ورقة قوانين للمراقبة في الماكينات (7 صفحات)

لنموذج 819203، صيف 2018

לנוחותך, תמצא בנספח זה חלק מהנוסחאות הדרושות לפתרון השאלות.
من أجل التسهيل عليك، أوردنا في هذا المُلحق قسمًا من المعادلات المطلوبة لحل الأسئلة.

נוסחאות בבקרה

1. $\Theta(t)$, התגובה בזמן t לאילוץ מדרגה D של תהליך בעל פיגור מסדר ראשון:

$$\Theta_o(t) = K \cdot D \left[1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right]$$

τ - קבוע הזמן

K - הגבר סטטי

D - גודל המדרגה

2. הזמן, t , הדרוש למערכת כדי להגיע לתגובה, $Y(t)$, בתהליך בעל קבוע זמן τ :

$$t = \tau \cdot \ln \left(\frac{Y(\infty) - Y(0)}{Y(\infty) - Y(t)} \right)$$

3. ההגבר הסטטי:

$$K = \frac{\Delta \Theta_o}{\Delta \Theta_i} = \left(\frac{\text{שינוי בתגובה}}{\text{שינוי באילוץ}} \right)$$

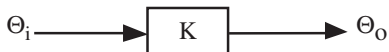
$$\frac{\Theta_o}{\Theta_i} = K$$

4. התמסורת של המלבן הבודד:

Θ_o - אות המוצא (התגובה)

Θ_i - אות המבוא (האילוץ)

G - פונקציית התמסורת



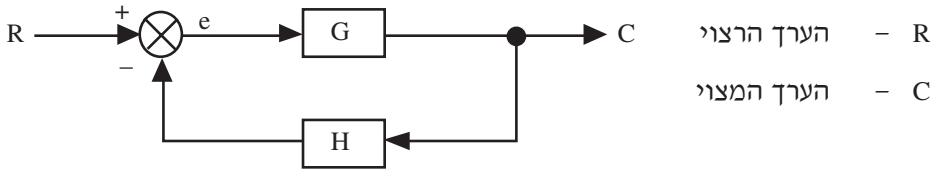
$$\frac{\Theta_o}{\Theta_i} = G_1 G_2$$

5. התמסורת של שני מלבנים בטור:



$$T = \frac{C}{R} = \frac{G}{1+GH}$$

6. התמסורת, T , בחוג סגור (עם משוב H):



$$\frac{e}{R} = \frac{1}{1+GH}$$

7. השגיאה, e , בחוג סגור (עם מערכת משוב):

נוסחאות בהידרוליקה

$$A = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$$

8. שטח של חתך עגול:

D [m] - קוטר העיגול

$$Q = v \cdot A$$

9. ספיקת הזורם דרך השטח A :

$v \left[\frac{m}{sec} \right]$ - מהירות הזורם

$A [m^2]$ - השטח

$Q \left[\frac{m^3}{sec} \right]$ - ספיקה

$$P = \frac{F}{A}$$

10. הגדרת הלחץ:

$$1 \text{ bar} = 1 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$F = P \cdot A$$

11. הכוח F , הפועל על השטח A , בשל לחץ:

$P \left[\frac{N}{m^2} \right]$ - הלחץ על השטח

$$F = \mu \cdot \frac{\Delta u}{\Delta h} \cdot A$$

12. הכוח F, הפועל על השטח A, בשל הצמיגות:

$$\mu \left[\frac{\text{N} \cdot \text{sec}}{\text{m}^2} \right] - \text{הצמיגות הדינמית של הזורם}$$

$$\Delta h [\text{m}] - \text{עובי שכבת הזורם}$$

$$\Delta u \left[\frac{\text{m}}{\text{sec}} \right] - \text{ההפרש שבין מהירות הזורם מעל השכבה ובין מהירות הזורם מתחת לשכבה}$$

$$\nu = \frac{\mu}{\rho}$$

13. הגדרת הצמיגות הקינמטית:

$$\rho \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right] - \text{צפיפות הזורם (המסה הסגולית שלו)}$$

$$\mu = \frac{F}{A} \cdot \frac{\Delta h}{\Delta u}$$

14. הגדרת הצמיגות הדינמית:

$$\text{Re} = \frac{v \cdot D}{\nu} = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu}$$

15. מספר ריינולדס:

$$v \left[\frac{\text{m}^2}{\text{sec}} \right] - \text{הצמיגות הקינמטית של הזורם}$$

$$Z + \frac{p}{\gamma} + \frac{v^2}{2g} = \text{const.}$$

16. לפי חוק ברנולי, כשהצמיגות זניחה מתקיים:

$$Z [\text{m}] - \text{עומד הגובה}$$

$$\gamma \left[\frac{\text{N}}{\text{m}^3} \right] - \text{משקל סגולי}$$

$$g \left[\frac{\text{m}}{\text{sec}^2} \right] - \text{תאוצת הכובד, ערכה הוא כ-} 10 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2}$$

$$p \left[\frac{\text{N}}{\text{m}^2} \right] - \text{לחץ}$$

$$N = Q \cdot P$$

17. הספק הידרולי:

$$N = \frac{Q \cdot \Delta P}{\eta}$$

18. הספק של משאבה:

– N [Watt] ההספק המכני המסופק למשאבה

– $Q \left[\frac{\text{m}^3}{\text{sec}} \right]$ הספיקה דרך המשאבה

– $\Delta P \left[\frac{\text{N}}{\text{m}^2} \right]$ הפרש הלחץ על פני המשאבה

– η נצילות המשאבה

$$Q = n \cdot C$$

19. ספיקת משאבה:

– $n \left[\frac{\text{rev}}{\text{sec}} \right]$ קצב הסיבוב בשנייה

– $C \left[\frac{\text{m}^3}{\text{rev}} \right]$ הדחק המשאבה

$$P_{\text{mech}} = F \cdot v$$

20. הספק מכני:

– P_{mech} [Watt] ההספק המכני

– F [N] הכוח הפועל על גוף נע

– $v \left[\frac{\text{m}}{\text{sec}} \right]$ מהירות הגוף הנע

נוסחאות בחשמל

$$V = R \cdot I$$

21. חוק אוהם:

– V [Volt] מתח

– R [Ω] התנגדות

– I [A] זרם

$$P = VI = I^2 R = \frac{V^2}{R}$$

22. הספק:

– P [Watt] הספק

נוסחאות במכניקה הנדסית

23. מאמץ:

$$1[\text{Pa}] = 1\left[\frac{\text{N}}{\text{m}^2}\right]$$

$$1[\text{MPa}] = 10^6\left[\frac{\text{N}}{\text{m}^2}\right]$$

$$\sigma_t = \frac{F}{A} \leq [\sigma_t]$$

$$\sigma_t [\text{MPa}] - \text{מאמץ}$$

$$F [\text{N}] - \text{כוח}$$

$$A [\text{m}^2] - \text{שטח}$$

24. מקדם בטיחות:

$$[\sigma_t] = \frac{\sigma_y}{S}$$

$$S - \text{מקדם בטיחות}$$

$$\sigma_y [\text{MPa}] - \text{מאמץ גבול הכניעה}$$

$$[\sigma_t] [\text{MPa}] - \text{מאמץ מותר}$$

25. כוח ההתנגדות של קפיץ:

$$F_s = K_s \cdot \Delta X [\text{N}]$$

$$K_s \left[\frac{\text{N}}{\text{m}}\right] - \text{קבוע הקפיץ}$$

$$\Delta X [\text{m}] - \text{תזוזה}$$

$$F_s [\text{N}] - \text{כוח ההתנגדות של הקפיץ}$$

$$\Delta l = \frac{F \cdot l}{E \cdot A}$$

26. שינוי אורך:

- L [m] – אורך התחלתי
- F [N] – כוח
- E [Pa] – מודול אלסטיות
- A [m²] – שטח חתך
- ΔL [m] – שינוי האורך כתוצאה מפעולת הכוח

27. מומנט פיתול:

- $\tau_t = \frac{M_t}{Z_o} \leq [\tau_t]$ – מאמץ הפיתול
- M_t [N · m] – מומנט הפיתול
- Z_o [m³] – מומנט ההתנגדות לפיתול של החתך
- $[\tau_t] = 0.7 [\sigma_t]$

$$P = \frac{M \cdot n}{9550}$$

28. הספק המועבר על-ידי גל:

- P [kW] – ההספק המועבר
- M [N · m] – המומנט
- n [RPM] – מהירות סיבוב הגל

$$\sigma_b = \frac{M_b}{Z_x} \leq [\sigma]$$

29. מאמץ כפיפה מקסימלי:

- $\sigma_b \left[\frac{N}{m^2} \right]$ – מאמץ הכפיפה המקסימלי בחתך
- M_b [N · m] – מומנט הכפיפה בחתך
- Z_x [m³] – מודול החתך
- $[\sigma_b] = 1.2 [\sigma_t]$

30. שגמים

מאמץ מעיכה:	$F [N]$	–	הכוח היוצר את מומנט הפיתול
$\sigma_{lc \max.} = \frac{F}{0.5 h \times l_1} \leq [\sigma_{lc}]$	$h [mm]$	–	גובה השגם
$[\sigma_{lc}] = 2[\sigma_t]$	$l_1 [mm]$	–	אורך יעיל של השגם
	$b [mm]$	–	רוחב השגם
מאמץ גזירה:	$\sigma_{lc} [MPa]$	–	מאמץ מעיכה מותר
$\tau_s = \frac{F}{b \times l_1} \leq [\tau_s]$	$[\tau_s] MPa$	–	מאמץ גזירה מותר
	$d [mm]$	–	קוטר הפין
$[\tau_s] = 0.6[\sigma_t]$	n	–	מספר שטחי גזירה

31. פינים

$$\tau_s = \frac{F}{n \cdot \frac{\pi d^2}{4}} \leq [\tau_s] \quad \tau_s = \frac{F}{A_s} \quad \text{– מאמץ גזירה}$$

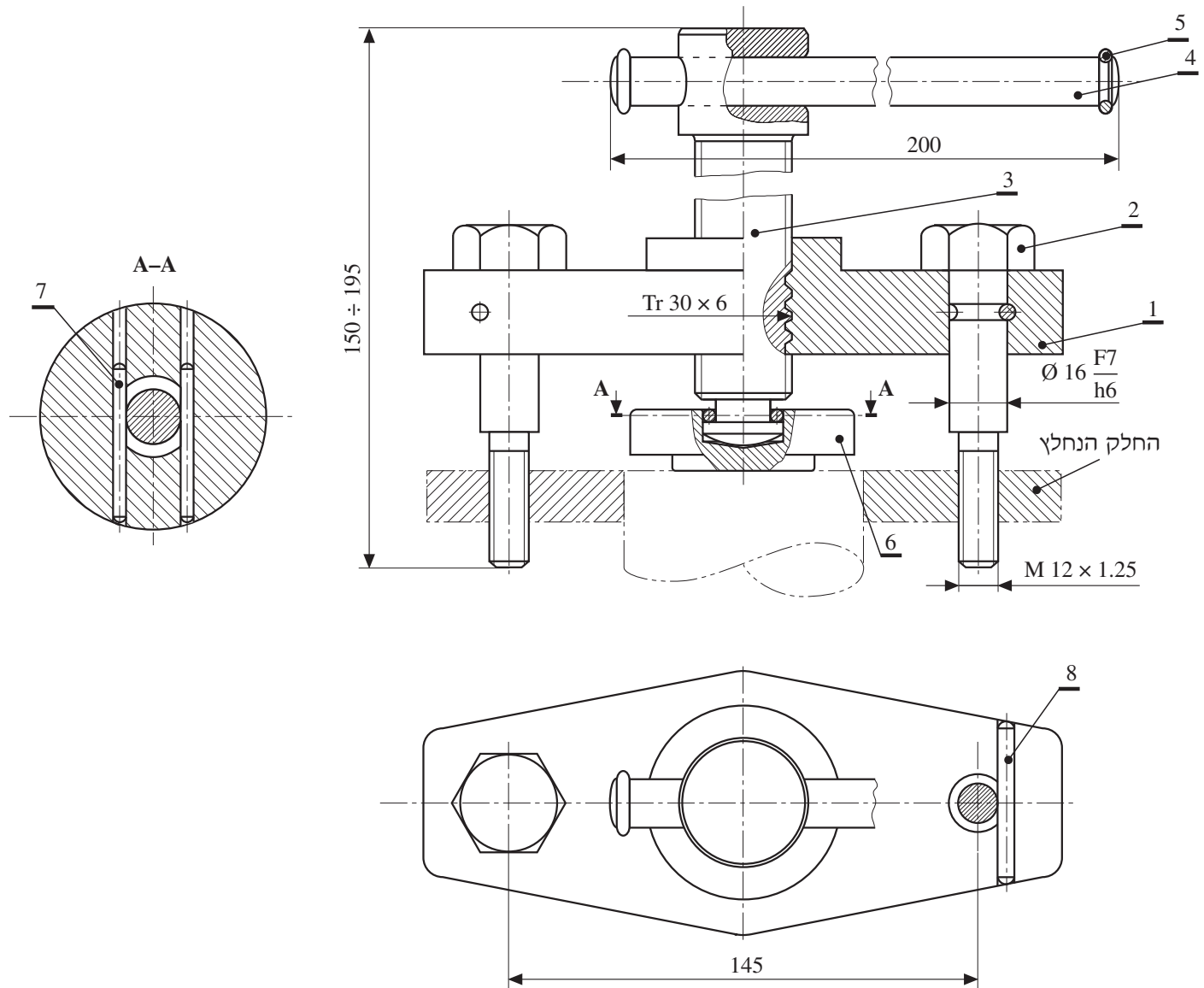
נספח ב' לשאלה 8

לשאלון 819203, קיץ תשע"ח

المُلحق "ب" للسؤال 8

للتמודج رقم 819203، صيف 2018

מקום ללصقة המمتחן



8	פין	2	SAE 1040	Ø 5 × 45	
7	פין	2	SAE 1040	Ø 5 × 45	
6	עקב	1	SAE 1040		
5	טבעת	2	SAE 1040		
4	ידית	1	SAE 1040		
3	בורג הנעה	1	SAE 1040	Tr 30 × 6	
2	בורג אפוף	2	SAE 1040	M 12 × 1.25	
1	קורה	1	SAE 1040		
חלק	שם החלק	כמות	חומר	מידות	הערות
סרטט ביקר אישר	תאריך	שם	מגמה – מכונות מקצוע – מכניקה הנדסית		
	2.02	ר.פ.			
	3.02	י.ל.			
	3.02	ח.ס.			
חולץ					קנה מידה 1:2
					גיליון מס' 1
					מתוך 1