

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 ולהסביר בקצרה. קבלת מרב הנקודות מותנית במילוי דרישה זו.
- לנוחיותך, בנספח א' מובאות חלק מן הנוסחאות הדרושות לפתרון השאלות.

הוראות למשגיח: בתום הבחינה יש לצרף את נספח ב' למחברות הבחינה של התלמידים שענו על שאלה 4.

בשאלון זה 11 עמודים ו-8 עמודי נספחים.

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

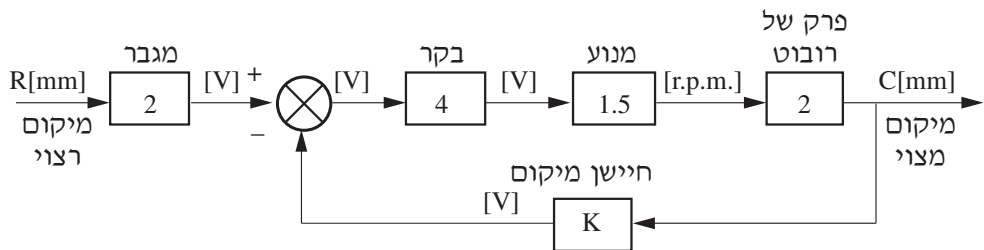
השאלות

ענה 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).

פרק ראשון: בקרה ומערכות מיכון

שאלה 1

באיור לשאלה זו נתון תרשים מלבנים של מערכת לבקרת מיקום של רובוט.

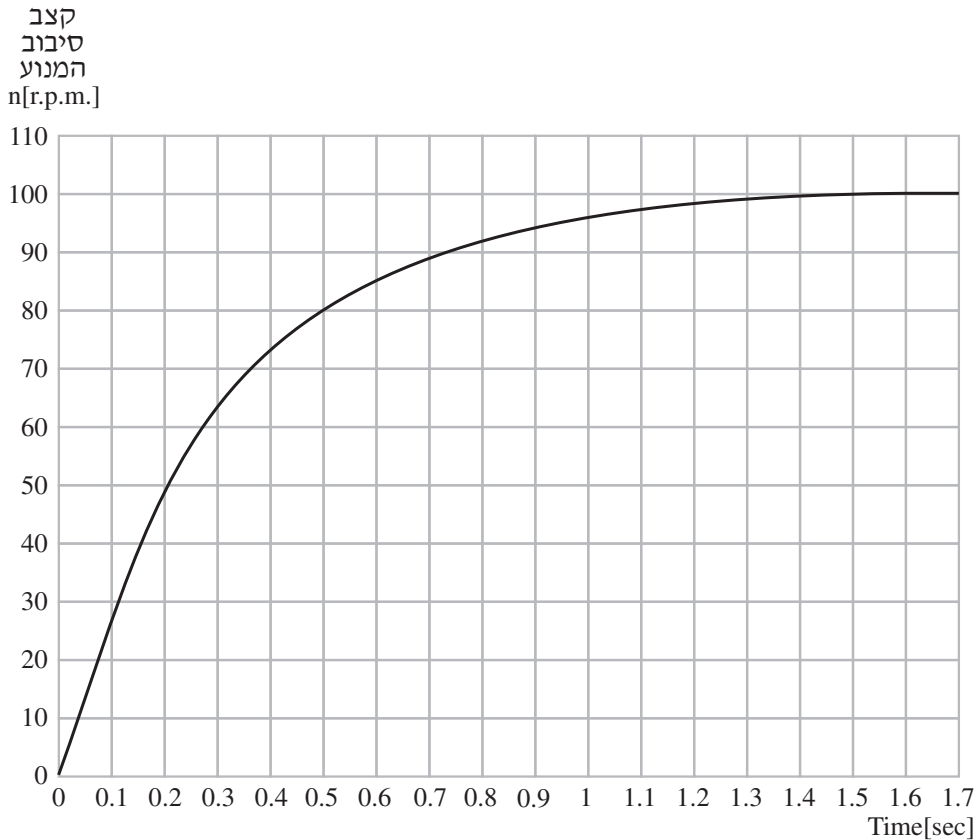


איור לשאלה 1

- א. חשב את ערכה של פונקציית התמסורת $\frac{C}{R}$ כאשר ההגבר של חיישן המיקום הוא $K = 1$.
- ב. מה צריך להיות ערך ההגבר, K , של חיישן המיקום, כדי ש- $\frac{C}{R} = 1$?
- ג. מהי השגיאה במצב המתמיד כאשר ההגבר של חיישן המיקום הוא $K = 3$ והערך הרצוי הוא $R = 1$?

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.

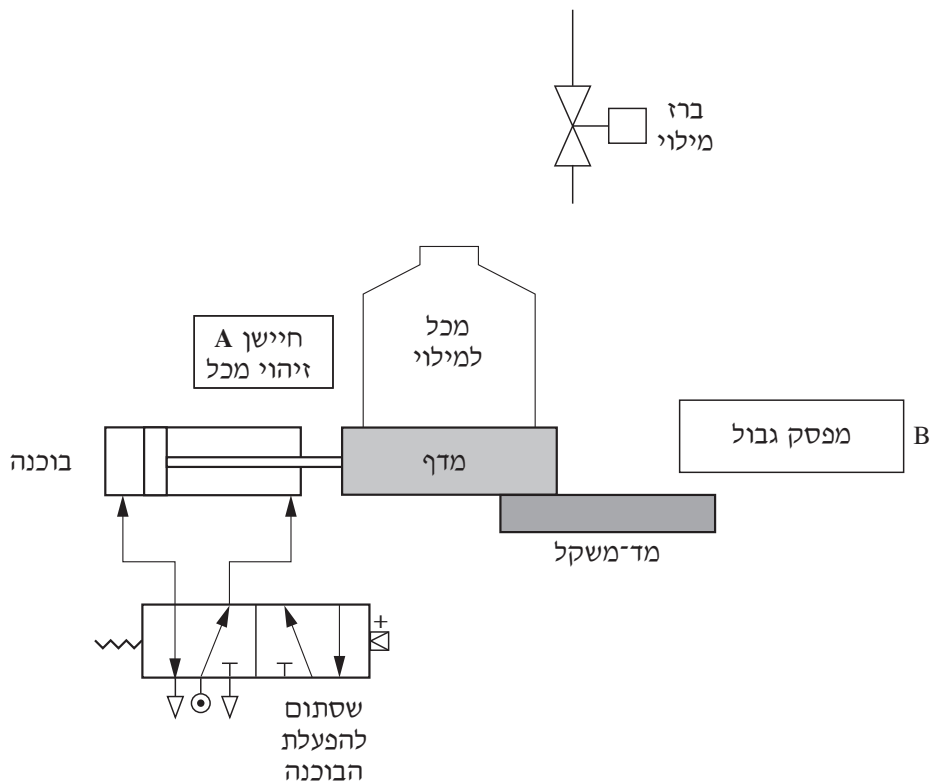


איור לשאלה 2

- 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 למילוי מכל בנוזל.



איור לשאלה 3

המכל מונח על-גבי מדף, שאותו דוחפת בוכנה המופעלת על-ידי שסתום. הבוכנה מניעה את המכל לעמדת המילוי אשר נמצאת מתחת לברז המילוי.

רכיבי המערכת:

- לחצן הפעלה מסוג P.B. (אינו מופיע באיור)
- בוכנה דו-פעולתית
- שסתום 5/2 מופעל-חשמל-מוחזר-קפיץ
- ברז מילוי מופעל-חשמל-מוחזר-קפיץ
- חיישן A המזהה מכל על המדף כאשר הבוכנה בפנים
- מפסק גבול B המופעל כאשר הבוכנה בחוץ
- מד-משקל המפיק אות כאשר המכל מלא

תיאור פעולת המערכת:

- כאשר לוחצים על הלחצן P.B. והחיישן A מופעל, הבוכנה יוצאת ממקומה.
- כאשר מופעל מפסק הגבול B, ברז המילוי נפתח.
- כאשר המשקל מגיע לערך הרצוי, מד-המשקל מפיק אות וברז המילוי נסגר.
- שנייה אחת לאחר סגירת ברז המילוי הבוכנה חוזרת למקומה ההתחלתי.

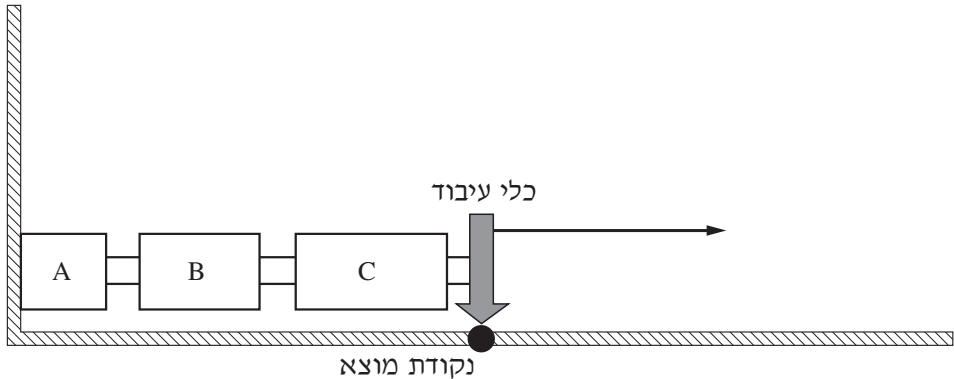
א. בחר בקר מתוכנת שיבקר את פעולת המערכת. רשום את שם הבקר שבחרת ואת מספרי הייחוס של כתובות הכניסה ושל כתובות היציאה המתאימים לבקר שבחרת.

ב. כתוב תכנית או סרטט דיאגרמת סולם שתבצע את הפעולות הנדרשות. שפת התכנות נתונה לבחירתך.

שאלה 4

באיור לשאלה זו מתוארת מערכת פנימטית הכוללת שלושה צילינדרים. תפקיד המערכת הוא להזיז כלי עיבוד לאורך ציר.

- אורך מהלך הבוכנה של צילינדר A הוא 50 mm .
- אורך מהלך הבוכנה של צילינדר B הוא 60 mm .
- אורך מהלך הבוכנה של צילינדר C הוא 70 mm .



איור לשאלה 4

סדר הפעולות של המערכת:

1. הבוכנה של צילינדר A יוצאת ודוחפת את כלי העיבוד למרחק של 50 mm מנקודת המוצא.
2. הבוכנה של צילינדר B יוצאת ודוחפת את כלי העיבוד למרחק של 110 mm מנקודת המוצא.
3. הבוכנה של צילינדר C יוצאת ודוחפת את כלי העיבוד למרחק של 180 mm מנקודת המוצא.
4. הבוכנה של צילינדר B חוזרת ומחזירה את כלי העיבוד למרחק של 120 mm מנקודת המוצא.
5. הבוכנה של צילינדר A חוזרת ומחזירה את כלי העיבוד למרחק של 70 mm מנקודת המוצא.
6. הבוכנה של צילינדר C חוזרת ומחזירה את כלי העיבוד לנקודת המוצא.

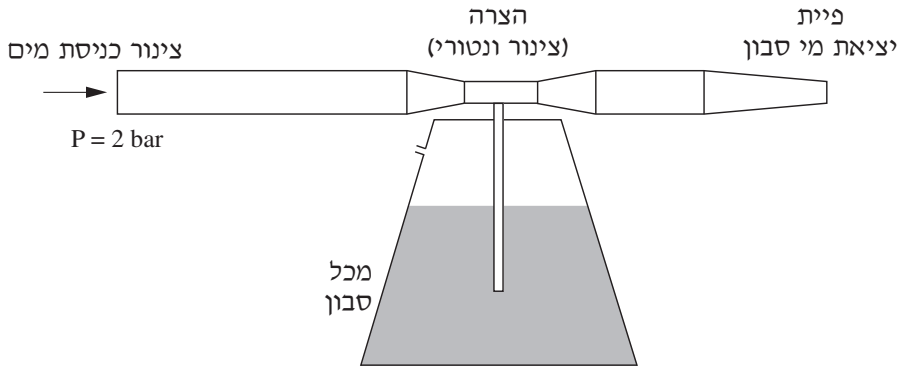
א. רשום במחברתך את מחזור הפעולות (דיאגרמת חיצים) של שלוש הבוכנות הפנימטיות.

ב. סרטט עליגבי נספח ב' את מערך הפיקוד הדרוש בשיטת הקסקדה.

שים לב: הדבק את מדבקת הנבחן שלך במקום המיועד לכך בנספח וצרף אותו למחברתך.

שאלה 5

באיור לשאלה זו מתוארת מערכת ליצירת תערובת של מי סבון. המערכת כוללת צינור כניסה המחובר למקור של מים בלחץ 2 bar, צינור ונטורי (המהווה הצרה) שדרכו זורמים המים ומכל סבון הפתוח לאטמוספירה אשר מחובר לצינור הוונטורי. המים והסבון מתערבבים זה בזה ויוצאים דרך הפייה לאטמוספירה.



איור לשאלה 5

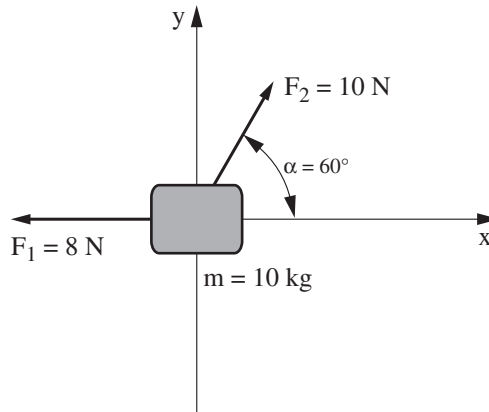
קבע לגבי כל אחד מההיגדים שלהלן אם הוא **נכון** או **לא נכון**. נמק בקצרה את קביעתך.

- א. כאשר המים זורמים דרך ההצרה, מהירותם גדלה.
- ב. כאשר המים זורמים דרך ההצרה, הלחץ שלהם עולה.
- ג. כאשר מי הסבון יוצאים מן הפייה, הלחץ שלהם שווה ללחץ האטמוספרי.
- ד. לחץ המים הגבוה דוחף את הסבון דרך ההצרה.

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.



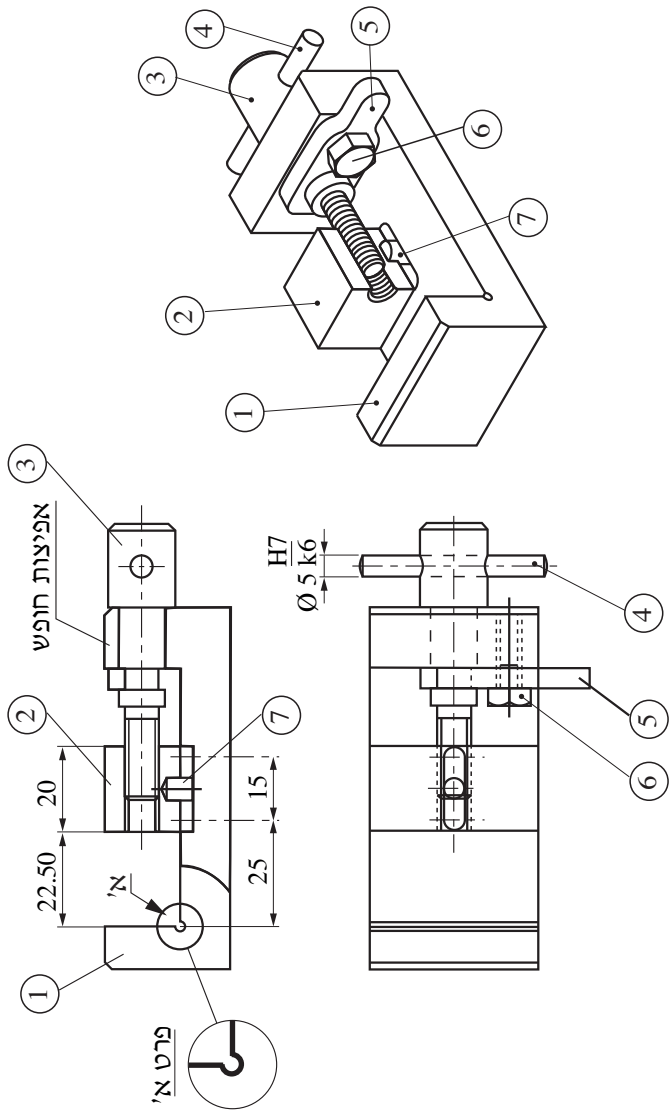
איור לשאלה 6

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

שאלה 7

באיור לשאלה זו מתוארים מלחציים זעירים.

- מדוע יש אפיצות חופש בין חלק 3 ובין חלק 1 ?
- מהו תפקיד הפין המוביל (חלק 7)?
- מהו אורך המהלך המרבי של לחי המלחציים הניידת (חלק 2)? מהו המרחק המינימלי האפשרי בין הלחי הניידת ללחי הקבועה של בסיס המלחציים?
- מה מונע את פתיחת המלחציים כאשר חלק מהודק בין הלחיים?
- איזה עומס עיקרי (לחיצה, גזירה, מעיכה, כפיפה, פיתול) פועל על הידית (חלק 4) כאשר מהדקים את המלחציים? נמק את קביעתך.

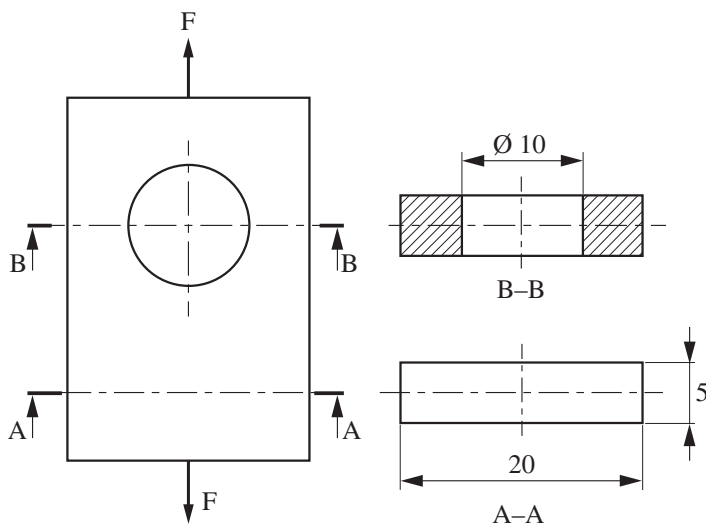


איור לשאלה 7

מלחציים זעירים				קנ"מ 1:1
הערות	חומר	כמות	שם החלק	חלק מס'
	SEA I040	1	פלדה	7
M6x18	SEA I040	1	בורג ראש משישה	6
	SEA I040	1	לוחית קיבוע	5
	SEA I040	1	ידית	4
	SEA I040	1	בורג המלחציים	3
לבצע חישוב	SEA I020	1	לחי ניידת	2
	SEA I040	1	בסיס המלחציים	1

שאלה 8

באיור לשאלה זו מתואר לוח פלדה מלבני עם קדח.
כוח מתיחה $F = 12 \text{ kN}$ פועל על הלוח כמתואר באיור.

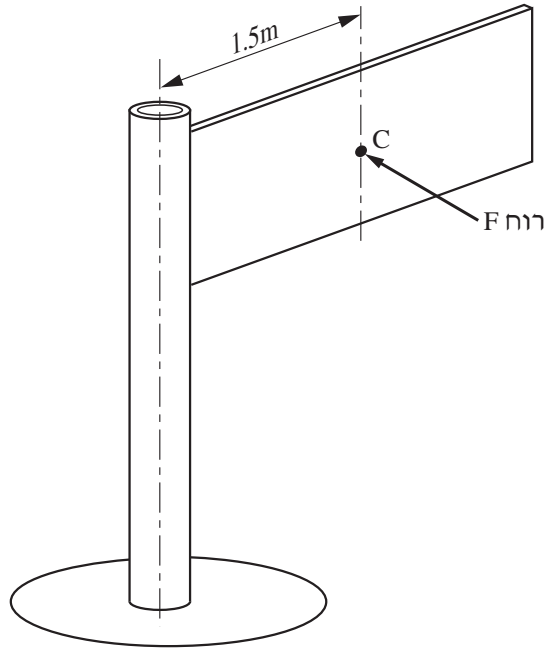


איור לשאלה 8

- א. חשב את מאמץ המתיחה בחתך A-A.
- ב. חשב את מאמץ המתיחה בחתך B-B.
- ג. מאמץ המתיחה המותר לחומר הלוח הוא $[\sigma_t] = 200 \text{ MPa}$. מהו קוטר הקדח המקסימלי המותר?

שאלה 9

באיור לשאלה זו מתואר שלט המחובר לעמוד העשוי מצינור פלדה.
משקל השלט והצינור זניחים.



איור לשאלה 9

- שקול הכוחות שהרוח מפעילה על השלט פועל בניצב לשלט בנקודה C וערכו $F = 2,500 \text{ N}$.
- מומנט ההתנגדות של חתך הצינור לפיתול הוא: $Z_0 = 12 \cdot 10^4 \text{ mm}^3$.

א. חשב את מומנט הפיתול שפועל על העמוד.

ב. חשב את מאמץ הגזירה המשיקי המקסימלי שיוצר מומנט הפיתול בעמוד, $\tau_{t_{\max}}$.

בהצלחה!

נספח א': נוסחאון לבקרה במכונות (7 עמודים)

לשאלון 819203, קיץ תשע"ה

الملحق "أ": ورقة قوانين في المراقبة في الماكينات (7 صفحات)

للمنموذج 819203، صيف 2015

לנוחיותך, תמצא בנספח זה חלק מהנוסחאות הדרושות לפתרון השאלות.
من أجل التسهيل عليك، أوردنا في هذا الملحق 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 :

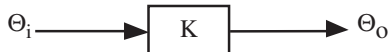
$$t = \tau \cdot \ln \left(\frac{Y(\infty) - Y(0)}{Y(\infty) - Y(t)} \right)$$

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

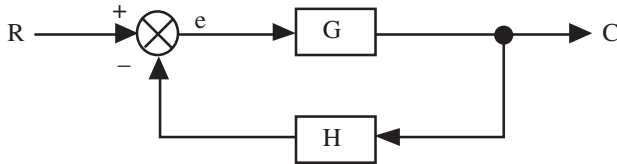
$$\frac{\Theta_o}{\Theta_i} = G_1 G_2$$

5. התמסורת של שני מלבנים בטור:



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

6. התמסורת, T, בחוג סגור (עם משוב H):



R – הערך הרצוי

C – הערך המצוי

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

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

נוסחאות בהידרוליקה

8. שטח של חתך עגול:

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

D [m] – קוטר העיגול

$$Q = v \cdot A$$

9. ספיקת הזורם דרך השטח A:

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

$$A [m^2] \text{ – השטח}$$

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

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

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:

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

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

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

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

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

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

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

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:

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

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

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

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

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

η – נצילות המשאבה

$$Q = n \cdot C$$

19. ספיקת משאבה:

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

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

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

20. הספק מכני:

P_{mech} [Watt] – ההספק המכני

F [N] – הכוח הפועל על גוף נע

$v \left[\frac{m}{sec} \right]$ – 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:

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

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

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

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

$$\text{כוח} - F [\text{N}]$$

$$\text{שטח} - A [\text{m}^2]$$

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:

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

28. הספק המועבר על-ידי גל:

- $P = \frac{M \cdot n}{9550}$
- P [kW] – ההספק המועבר
- M [N · m] – המומנט
- M [r.p.m] – קצב סיבוב הגל

29. מאמץ כפיפה מקסימלי:

- $\sigma_b = \frac{M_b}{Z_x} \leq [\sigma]$
- $\sigma_b \left[\frac{N}{m^2} \right]$ – 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
$\sigma_{lc \max} = \frac{F}{0.5 h \times \ell_1} \leq [\sigma_{lc}]$	h [mm]	- גובה השגם
$[\sigma_{lc}] = 2[\sigma_t]$	ℓ_1 [mm]	- אורך יעיל של השגם
מאמץ גזירה:	b [mm]	- רוחב השגם
$\tau_s = \frac{F}{b \times \ell_1} \leq [\tau_s]$	σ_{lc} [MPa]	- מאמץ מעיכה מותר
$[\tau_s] = 0.6[\sigma_t]$	$[\tau_s]$ MPa	- מאמץ גזירה מותר
	d [mm]	- קוטר הפין
	n	- מספר שטחי גזירה

31. פינים

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

מקור נחלקות נבחן

נספח ב' לשאלה 4
לשאלון 819203, קיץ תשע"ה

