

בקרה במכונות

הוראות לנבחן

- א. משך הבחינה: שלוש שעות.
- ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה שלושה פרקים ובהם תשע שאלות. עליך לענות על חמש שאלות על-פי בחירתך מכל השאלון. לכל שאלה – 20 נקודות, סה"כ – 100 נקודות.
- ג. חומר עזר מותר לשימוש: כלי סרטוט, מחשבון.
- ד. הוראות מיוחדות:
 1. ענה על מספר השאלות הנדרש בשאלון. המעריך יקרא ויעריך את מספר התשובות הנדרש בלבד, לפי סדר כתיבתן במחברתך, ולא יתייחס לתשובות נוספות.
 2. עיין בשאלון, הכר את חלקיו, ורק אז ענה על השאלות בסדר הנראה לך.
 3. בכל שאלה ניתנו הנתונים לפתרונה. אם לדעתך חסר נתון, הוסף אותו על-פי שיקול דעתך, ופתור בעזרתו את השאלה. כתוב במחברתך את הנתון שהוספת.
 4. בתשובה על שאלת חישוב, עליך להציג את שלבי הפתרון באופן מפורט ולהסבירם בקצרה. קבלת מרב הנקודות מותנית במילוי דרישה זו.
 5. לנוחיותך, בנוסחאון מובאות חלק מן הנוסחאות הדרושות לפתרון השאלות.

כתוב במחברת הבחינה בלבד, בעמודים נפרדים, כל מה שברצונך לכתוב כטיוטה (ראשי פרקים, חישובים וכדומה).
כתוב "טיוטה" בראש כל עמוד טיוטה. כתיבת טיוטות כלשהן על דפים שמחוץ למחברת הבחינה עלולה לגרום לפסילת הבחינה!

בשאלון זה 9 עמודים ו-8 עמודי נספחים.

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

בהצלחה!

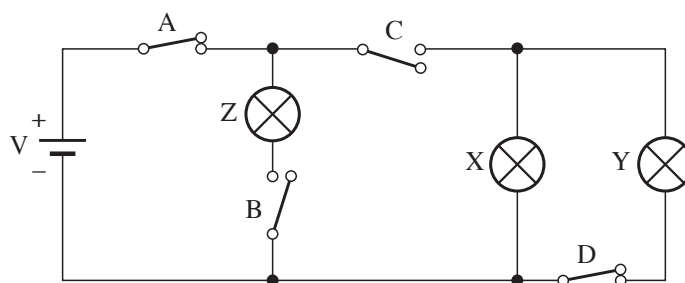
השאלות

בשאלון זה שלושה פרקים ובהם תשע שאלות.
עליך לענות על חמש שאלות לפי בחירתך, מכל השאלון (לכל שאלה – 20 נקודות).

פרק ראשון: לוגיקה

שאלה 1

באיור לשאלה זו מתואר מעגל חשמלי הכולל מקור מתח, **ארבעה** מפסקים A, B, C, D ו**שלוש** נורות X, Y, Z.



איור לשאלה 1

4 נק') א. קבע, עבור כל אחד מארבעת המפסקים, אם הוא מסוג N.O. או N.C.

16 נק') ב. העתק את הטבלה שלהלן למחברתך.

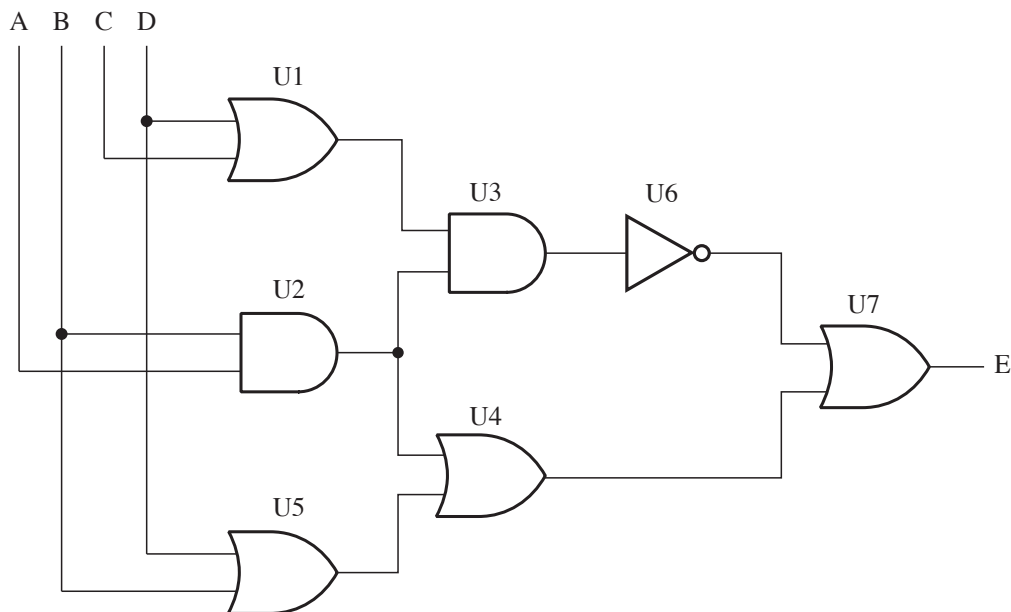
ציין, לגבי כל אחת מארבעת הדרישות שלהלן, אם היא אפשרית.

אם היא אפשרית – ציין מה צריך להיות מצבם של כל אחד מהמפסקים (**מופעל** או **לא מופעל**) כדי שהדרישה תתקיים.

דרישה	אפשרית? כן / לא	מפסק A (מופעל/לא מופעל)	מפסק B (מופעל/לא מופעל)	מפסק C (מופעל/לא מופעל)	מפסק D (מופעל/לא מופעל)
1. כל הנורות דולקות					
2. רק נורות X ו-Y דולקות					
3. רק נורות Y ו-Z דולקות					
4. רק נורה Z דולקת					

שאלה 2

באיור לשאלה זו מתואר מעגל לוגי. למעגל **ארבע** כניסות A, B, C, D, **שבעה** שערים לוגיים: U1 – U7, ויציאה **אחת**: $E = f(A, B, C, D)$.



איור לשאלה 2

- א. (6 נק') ציין את סוג השער הלוגי בכל אחד מהשערים הבאים: U1, U3 ו-U6.
- ב. (8 נק') כתוב את הביטוי של הפונקצייה הלוגית E.
- ג. (6 נק') העתק את הטבלה שלהלן למחברתך.
- כתוב בכל תא ריק בטבלה את הערך הלוגי שבמוצא של כל אחד מהשערים U1 – U7 (0 לוגי או 1 לוגי).

A	B	C	D	U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7
1	1	0	0							

שאלה 3

להלן טבלת אמת המתארת את הפונקצייה הלוגית $E = f(A, B, C, D)$.

מצב	A	B	C	D	E
0	0	0	0	0	1
1	0	0	0	1	1
2	0	0	1	0	1
3	0	0	1	1	0
4	0	1	0	0	1
5	0	1	0	1	0
6	0	1	1	0	1
7	0	1	1	1	0
8	1	0	0	0	1
9	1	0	0	1	1
10	1	0	1	0	1
11	1	0	1	1	0
12	1	1	0	0	1
13	1	1	0	1	0
14	1	1	1	0	1
15	1	1	1	1	0

- א. (6 נק') סרטט במחברתך מפת קרנו המתאימה לטבלה, והצב בתאים את הפונקצייה E.
- ב. (4 נק') היעזר במפת קרנו שסרטטת, וכתוב את ערכי הביטוי המפושט ביותר של הפונקצייה E.
- ג. (6 נק') ממש את הפונקצייה E המפושטת באמצעות השערים הלוגיים AND, OR ו-NOT בלבד.
- ד. (4 נק') משנים במפת קרנו את המצב שבתאים 13 ו-15 למצב "לא אכפת" – Φ (Don't care).
- כתוב את הביטוי המפושט ביותר של הפונקצייה E לאחר השינוי.

פרק שני: מערכות מבוקרות ורובוטיקה

שאלה 4

באיור לשאלה זו מתואר מעגל מיתוג למילוי אוטומטי של מכל מים בעזרת משאבה, M.

במכל המים מותקנים שני חיישני מפלס:

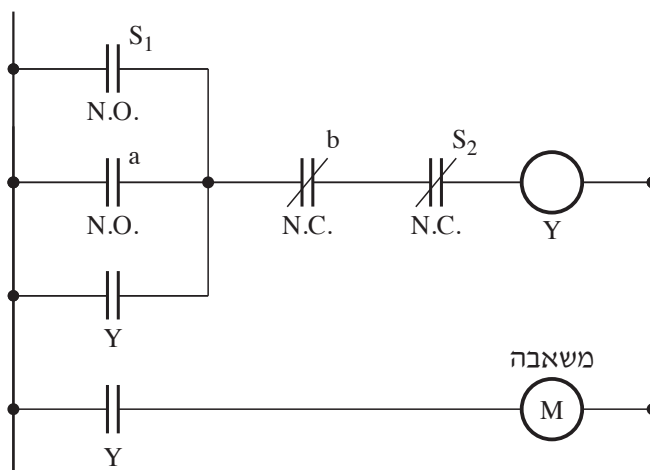
חיישן a לבקרת המפלס התחתון של המכל, בעל מגען פנימי מסוג N.O.

חיישן b לבקרת המפלס העליון של המכל, בעל מגען פנימי מסוג N.C.

Y הוא ממסר.

S₁ – לחצן הפעלה מסוג N.O.

S₂ – לחצן עצירת חירום מסוג N.C.



איור לשאלה 4

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

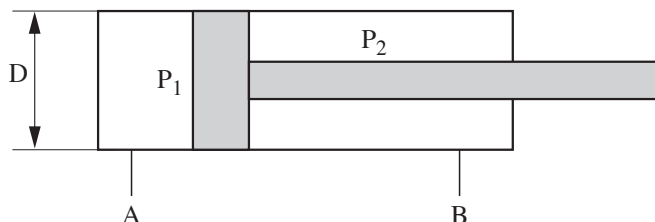
- 5 נק' א. במעגל מיתוג זה יש "מעגל בעל החזקה עצמית".
- 5 נק' ב. המשאבה M תתחיל לעבוד רק אם מפלס המים במכל יורד אל מתחת לחיישן a.
- 5 נק' ג. המשאבה M תיעצר רק אם הופעלו חיישן b ולחצן S₂ **ביחד**.
- 5 נק' ד. אם נחליף את לחצן עצירת החירום S₂ ללחצן מסוג N.O., ולא נשנה שום דבר אחר במעגל המיתוג, המשאבה M תמשיך לעבוד.

שאלה 5

באיור לשאלה זו מתוארת בוכנה הידראולית דו־כיוונית שקוטרה $D = 40 \text{ mm}$.

P_1 ו- P_2 הם הלחצים הקיימים בשני צידי הבוכנה.

A ו-B הם פתחי מעבר שמן.



איור לשאלה 5

5 (נק') א. נתון: הלחץ על הבוכנה מצד שמאל: $P_1 = 1 \text{ MPa}$.

חשב את הכוח המרבי המתקבל במוט הבוכנה כאשר $P_2 = 0$.

5 (נק') ב. נתון: ספיקת השמן המסופקת דרך פתח A של הבוכנה: $q = 0.001 \frac{\text{m}^3}{\text{sec}}$.

חשב את מהירות היציאה של מוט הבוכנה.

5 (נק') ג. נתון: ספיקת השמן המסופקת דרך פתח B של הבוכנה: $q = 0.001 \frac{\text{m}^3}{\text{sec}}$.

האם מהירות הכניסה של מוט הבוכנה גדולה, קטנה או שווה למהירות היציאה שלו? נמק את תשובתך.

5 (נק') ד. לפניך טענה:

במצב שבו $P_1 = P_2 = 1 \text{ MPa}$, מוט הבוכנה ייצא במלואו. האם טענה זו נכונה או לא נכונה? נמק את תשובתך.

שאלה 6

ההיגדים שלהלן עוסקים במנוע חשמלי לזרם ישר (D.C.). קבע לגבי כל היגד אם הוא נכון או לא נכון, ונמק בקצרה את קביעתך.

5 (נק') א. כאשר מגדילים את המתח המסופק למנוע, מהירות הסיבוב של ציר המנוע קטנה.

5 (נק') ב. הגדלת העומס המופעל על המנוע גורמת להגדלת הזרם שמסופק למנוע.

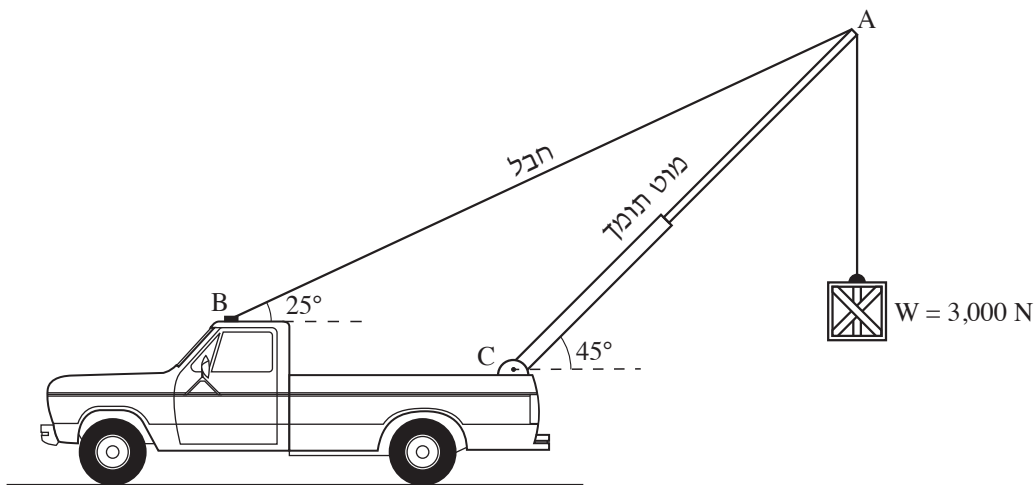
5 (נק') ג. הגדלת נצילות המנוע גורמת להגדלת ההספק המכני שמפיק המנוע.

5 (נק') ד. המנוע מחובר לבקר באמצעות גשר H. לכן, כדי להפוך את כיוון הסיבוב של ציר המנוע, האפשרות היחידה היא להפוך את חיבורי המנוע למקור המתח.

פרק שלישי: פרקי הנדסה ומדע

שאלה 7

באיור לשאלה זו מתואר מנוף המרים מטען שמשקלו $W = 3,000 \text{ N}$.

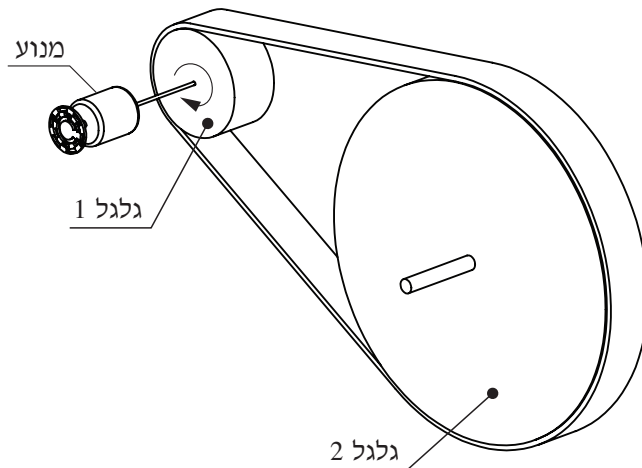


איור לשאלה 7

- א. סרטט במחברתך דג"ח (דיאגרמת גוף חופשי) של נקודה A. (6 נק')
- ב. חשב את כוח המתיחה (המתיחות) של חבל AB, ואת כוח התגובה שמפעיל המוט התומך, AC. (8 נק')
- ג. נתון: קוטרו של חבל AB הוא 20 mm. (6 נק')
- הנח שכוח המתיחה בחבל AB הוא 6,200 N. חשב את מאמץ המתיחה הנוצר בחבל AB.

שאלה 8

באיור לשאלה זו מתוארת ממסרת רצועה שטוחה. הממסרה מעבירה מומנט סיבוב מגלגל 1 לגלגל 2.



איור לשאלה 8

נתונים:

$n_1 = 2,400 \text{ RPM}$ מהירות הסיבוב של גלגל 1:

$M_{t2} = 30 \text{ Nm}$ המומנט של גלגל 2:

$i = 1:4$ יחס התמסורת:

$D_2 = 600 \text{ mm}$ קוטר גלגל 2:

$\eta = 0.86$ נצילות הממסרה:

א. (5 נק') חשב את קוטרו של גלגל 1, D_1 .

ב. (5 נק') חשב את מהירות הסיבוב של גלגל 2, n_2 .

ג. (5 נק') חשב את ההספק הנדרש מהמנוע להעברת התנועה, P_{in} .

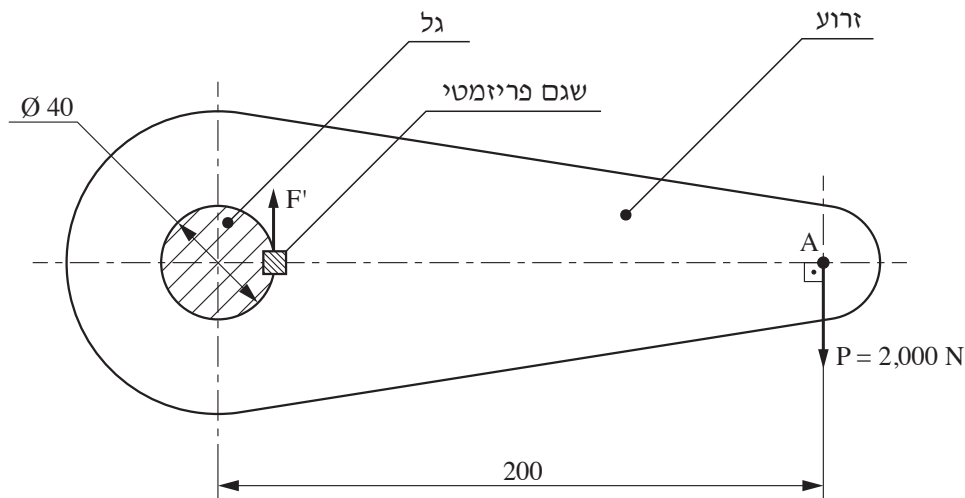
ד. (5 נק') חשב את המומנט של גלגל 1, M_{t1} .

שאלה 9

באיור לשאלה זו מתוארת זרוע שמחוברת לגל באמצעות שגם פריזמטי.

בנקודה A פועל כוח $P = 2,000 \text{ N}$ בניצב לציר הסימטריה של הזרוע.

המידות באיור נתונות במילימטרים.



איור לשאלה 9

- א. (5 נק') היעזר בטבלת השגמים הפריזמטיים שבנספח א', וכתוב את המידות b ו- h של השגם.
- ב. (5 נק') חשב את כוח התגובה F' שהשגם מפעיל על הזרוע.
- ג. (5 נק') נתון: המאמץ המותר לגזירה בחומר השגם הוא: $[\tau_s] = 55.55 \text{ MPa}$.
חשב את האורך המזערי הדרוש לשגם, כדי שיעמוד במאמץ הגזירה.
- ד. (5 נק') נתון: המאמץ המותר למעיכה בחומר השגם הוא: $[\sigma_c] = 220 \text{ MPa}$.
בדוק באמצעות חישוב אם השגם יעמוד במאמץ המעיכה.

בהצלחה!

נספח א' – לשאלה 9

לשאלון 819381, קיץ תשפ"א

טבלת שגמים פריזמטיים																												DIN 6885			
מידות יסוד במ"מ																															
מ"קוטר הגל d _l	6	8	10	12	17	22	30	38	44	50	58	65	75	85	95	110	130	150	170	200	230	260	290	330	380	440					
	8	10	12	17	22	30	38	44	50	58	65	75	85	95	110	130	150	170	200	230	260	290	330	380	440	500					
b חתך השגם	2	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100					
	2	3	4	5	6	7	8	8	9	10	11	12	14	14	16	18	20	22	25	28	32	32	36	40	45	50					
b אפיצות הדוקה P9 אפיצות קלה N9	2	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100					
	1.2	1.8	2.5	3	3.5	4	5	5	5.5	6	7	7.5	9	9	10	11	12	13	15	17	20	20	22	25	28	31					
t ₁ עם מרווח או מדחק. סטייה מותרת	0.1					0.2											0.3														
	2	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100					
b אפיצות הדוקה P9 אפיצות קלה N9	1	1.4	1.8	2.3	2.8	3.3	3.3	3.3	3.8	4.3	4.4	4.9	5.4	5.4	6.4	7.4	8.4	9.4	10.5	11.4	12.4	12.4	14.4	15.4	17.4	19.5					
	0.1					0.2											0.3														
t ₂ עם מרווח סטייה מותרת	0.5	0.9	1.2	1.7	2.2	2.4	2.4	2.4	2.9	3.4	3.4	3.9	4.4	4.4	5.4	6.4	7.1	8.1	9.1	10.1	11.1	11.1	13.1	14.1	16.1	18.1					
	0.1					0.2											0.3														
עם מדחק סטייה מותרת	0.1					0.2											0.3														
a						3	3	3	3.5	4	4.5	5	5.5	5.5	6.5	7	8	9	10	11	13	13	14	16	18	20					
d ₂ [*] = d ₁ ⁺ מיינמלי	2.5	3.5	4	5	6	8	8	8	9	11	11	12	14	14	16	18	21	23	26	28	32	32	36	40	45	50					
r ₁ min	0.16			0.25			0.40						0.6						1				1.6				2.5				
	0.25			0.40			0.60						0.8						1.2				2				3				
r ₂ max	0.16			0.25			0.40						0.6						1				1.6				2.5				
	0.08			0.16			0.25						0.4						0.7				1.2				2				
d ₃						3.4		4.5		5.5		6.6			9		11		14						18		22				
d ₄						6		8		10		11			15		18		20						26		33				
d ₅ הקדח						M3		M4		M5		M6			M8		M10		M12						M16		M20				
d ₆ h12 בשגם						4		5		6		8			10		12		16						20		25				
t ₃						2.4		3.2		4.1		4.8			6		7.3		8.3						11.5		13.5				
t ₄						4		5		6		7	8		10		12		10	14	16				20		25				
d ₇						M3		M4		M5		M6			M8		M10		M12						M16		M20				
d ₈ הקדח						4.5		5.5		6.5		9			11		13		17						21		26				
t ₅ בגל						4	5	6	6		7	6	8	9	9	11	15	13	15	12	13		17	18	20						
t ₆						7	8	10	10		12	11	13	15	15	17	22	20	22	19	20		24	25	28						
t ₇						5	7	8		11	10		12	18	16	20	18						24		30						
בורגי קביעה (בורג גלילי לפי: DIN84 ,DIN7984 ,DIN6912)						M3 x8	M3 x10	M4 x10	M5x10		M6x12		M8 x16	M8 x16	M10 x16	M10 x20	M12x25		M12x30		M12x35		M16 x40	M16 x45	M20 x50	M20 x55					
						4x8		5x10		6x12		8x16		10x20		12x24		16x30		16x32		20x40		25x50							
L מ"עד	6	6	8	10	14	18	22	28	36	45	50	56	63	70	80	90	100	110	125	140	160	180	200	220	250	280					
	20	36	45	56	70	90	110	110	160	180	200	220	250	280	320	360	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400					

חומר: לשגמים בגובה h עד 25 מ"מ: פל' St-50

לשגמים בגובה h מעל 25 מ"מ: פל' St-60-2K

* הערך d_2 מתאים לקוטר מינימלי של חלק שאותו אפשר להעביר קונצנטרית מעל השגם.

נוסחאון לבקרה במכונות (7 עמודים)

לשאלונים 819381, 819282, קיץ תשפ"א

ورقة قوانين في المراقبة في الماكينات (7 صفحات)

للمؤدجين 819381, 819282, صيف 2021

לנוחותך, 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 :

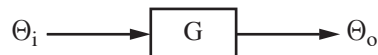
$$t = \tau \cdot \ln \left(\frac{Y(\infty) - Y(0)}{Y(\infty) - Y(t)} \right)$$

3. ההגבר הסטטי:

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

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

4. התמסורת של המלבן הבודד:



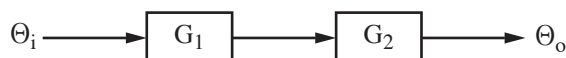
Θ_o – אות המוצא (התגובה)

Θ_i – אות המבוא (האילוץ)

G – פונקציית התמסורת

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

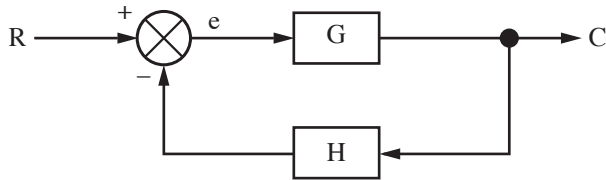
5. התמסורת של שני מלבנים בטור:



המשך בעמוד 2

التَّمتة في الصفحة 2

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



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

9. ספיקת הזורם דרך השטח A :

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

A [m²] – השטח

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

$$Q = v \cdot A$$

10. הגדרת הלחץ:

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

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

11. הכוח F, הפועל על השטח A, בשל לחץ:

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

$$F = P \cdot A$$

המשך בעמוד 3

التَّيْمَةُ فِي الصَّفْحَةِ 3

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

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:

$$\rho \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right] - \text{צפיפות הזורם (המסה הסגולית שלו)}$$

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

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:

$$Z [\text{m}] - \text{גובה}$$

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

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

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

$$N = Q \cdot P$$

17. הספק הידרולי:

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

18. הספק של משאבה:

$$N \text{ [Watt]} - \text{ההספק המכני המסופק למשאבה}$$

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

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

$$\eta - \text{נצילות המשאבה}$$

$$Q = n \cdot C$$

19. ספיקת משאבה:

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

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

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

20. הספק מכני:

$$P_{\text{mech}} \text{ [Watt]} - \text{ההספק המכני}$$

$$F \text{ [N]} - \text{הכוח הפועל על גוף נע}$$

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

נוסחאות בחשמל

21. חוק אוהם:

מתח – V [Volt]

התנגדות – R [Ω]

זרם – I [A]

$$V = R \cdot I$$

22. הספק:

הספק – P [Watt]

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

נוסחאות במכניקה הנדסית

23. מאמץ:

מאמץ – σ_t [MPa]

כוח – F [N]

שטח – A [m²]

מאמץ מותר – $[\sigma_t]$ [MPa]

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

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

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

24. מקדם בטיחות:

S – מקדם בטיחות

σ_y [MPa] – מאמץ גבול הכניעה

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

25. כוח ההתנגדות של קפיץ:

$$F_s = K_s \cdot \Delta X$$

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

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

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

26. שינוי אורך:

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

$$L [m] \quad - \quad \text{אורך התחלתי}$$

$$F [N] \quad - \quad \text{כוח}$$

$$E [Pa] \quad - \quad \text{מודול אלסטיות}$$

$$A [m^2] \quad - \quad \text{שטח חתך}$$

$$\Delta L [m] \quad - \quad \text{שינוי האורך כתוצאה מפעולת הכוח}$$

27. מומנט פיתול:

$$\tau_t = \frac{M_t}{Z_o} \leq [\tau_t]$$

$$\tau_t [MPa] \quad - \quad \text{מאמץ הפיתול}$$

$$M_t [N \cdot m] \quad - \quad \text{מומנט הפיתול}$$

$$Z_o [m^3] \quad - \quad \text{מומנט ההתנגדות לפיתול של החתך}$$

$$[\tau_t] [MPa] \quad - \quad \text{מאמץ הפיתול המותר}$$

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

28. הספק המועבר על-ידי גל:

$$P [kW] \quad - \quad \text{ההספק המועבר}$$

$$M [N \cdot m] \quad - \quad \text{המומנט}$$

$$n [RPM] \quad - \quad \text{מהירות סיבוב הגל}$$

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

29. מאמץ כפיפה מקסימלי:

$$\sigma_b \left[\frac{N}{m^2} \right] - \text{מאמץ הכפיפה המקסימלי בחתך}$$

$$M_b [N \cdot m] - \text{מומנט הכפיפה בחתך}$$

$$Z_x [m^3] - \text{מודול החתך}$$

$$[\sigma_b] = 1.2 [\sigma_t]$$

30. שגמים

$$[\sigma_{lc}] [MPa] - \text{מאמץ המעיכה המותר}$$

$$F [N] - \text{הכוח היוצר את מומנט הפיתול}$$

$$h [mm] - \text{גובה השגם}$$

$$L [mm] - \text{אורך יעיל של השגם}$$

$$b [mm] - \text{רוחב השגם}$$

$$\sigma_{lc} [MPa] - \text{מאמץ המעיכה}$$

$$[\tau_s] MPa - \text{מאמץ גזירה מותר}$$

מאמץ מעיכה:

$$\sigma_{lc} = \frac{F}{0.5 h \times L} \leq [\sigma_{lc}]$$

$$[\sigma_{lc}] = 2 [\sigma_t]$$

מאמץ גזירה:

$$\tau_s = \frac{F}{b \times L} \leq [\tau_s]$$

$$[\tau_s] = 0.6 [\sigma_t]$$

31. פינים

$$d [mm] - \text{קוטר הפין}$$

$$n - \text{מספר שטחי גזירה}$$

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

בהצלחה!

نتمنى لك النجاح!