

מערכות חשמל – מוגבר

הוראות לנבחן

א. משך הבחינה: שעותיים.

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון שלושה פרקים, ובהם תשע שאלות. יש לענות על חמש שאלות בלבד, על-פי ההנחיות. לכל שאלה – 20 נקודות. סך-הכול – 100 נקודות.

ג. חומר עזר מותר לשימוש: מחשבון.

ד. הוראות מיוחדות:

- ענה על מספר השאלות הנדרש בשאלון. המעריך יקרא ויעריך את מספר התשובות הנדרש בלבד, לפי סדר כתיבתן במחברתך, ולא יתייחס לתשובות נוספות.
- התחל כל תשובה לשאלה חדשה בעמוד חדש.
- הקפד לרשום את כל תשובותיך אך ורק בעט.
- הקפד לנסח את תשובותיך כהלכה ולסרטט את תרשימיך בבהירות.
- כתוב את תשובותיך בכתב-יד ברור, כדי לאפשר הערכה נאותה שלהן.
- אם לדעתך חסרים נתונים הדרושים לפתרון שאלה, אתה רשאי להוסיף אותם, בתנאי שתנמק מדוע הוספת אותם.
- בכתיבת פתרונות חישוביים, קבלת מֶרב הנקודות מותנית בהשלמת כל המהלכים שלהלן, בסדר שבו הם רשומים:
 - * רישום הנוסחה המתאימה.
 - * הצבה של כל הערכים ביחידות המתאימות.
 - * חישוב (אפשר באמצעות מחשבון).
 - * רישום התוצאה המתקבלת, יחד עם יחידות המידה המתאימות.
 - * ליווי הפתרון החישובי בהסבר קצר.

כתוב במחברת הבחינה בלבד, בעמודים נפרדים, כל מה שברצונך לכתוב כטייטה (ראשי פרקים, חישובים וכדומה).
רשום "טייטה" בראש כל עמוד טייטה. רישום טיוטות כלשהן על דפים שמחוץ למחברת הבחינה עלול לגרום לפסילת הבחינה!

בשאלון זה 9 עמודים ו-5 עמודי נספח.

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

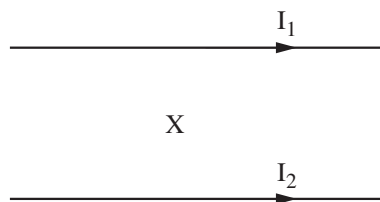
השאלות

בשאלון זה שלושה פרקים, ובהם תשע שאלות. יש לענות על חמש שאלות בלבד, על-פי ההנחיות (לכל שאלה – 20 נקודות, סך-הכול – 100 נקודות).

פרק ראשון – אלקטרו-מגנטיות (40 נקודות)
ענה על שתיים מבין השאלות 1–3 (לכל שאלה – 20 נקודות).

שאלה 1

באיור לשאלה 1 נתונים שני מוליכים זהים, המקבילים זה לזה. כל מוליך נושא זרם של 10 A ואורכו 70 cm. כיוון הזרם זהה בשני המוליכים. המרחק בין המוליכים 3.5 cm.

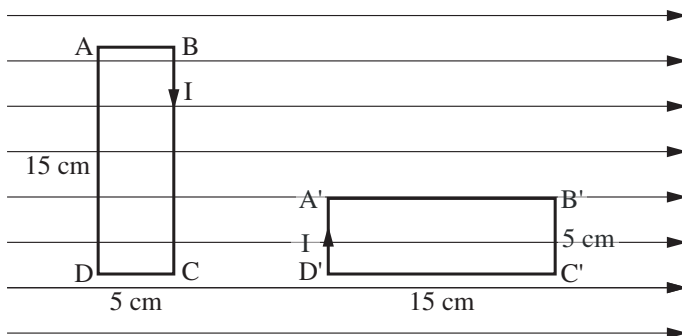


איור לשאלה 1

- א. 1. חשב את גודלו של הכוח הנוצר בין המוליכים.
2. קבע את מגמתו של הכוח (משיכה או דחייה). נמק את תשובתך.
- ב. הנקודה X נמצאת באמצע המרחק בין המוליכים. מהו גודלו של השדה המגנטי B בנקודה X?

שאלה 2

באיור לשאלה 2 נתונות שתי כריכות המצויות בשדה מגנטי אחיד שגודלו 0.2 T . השדה המגנטי מקביל למישור הכריכות. הזרם שזורם בכל אחת מן הכריכות זהה, וערכו הוא 3 A .

**איור לשאלה 2**

- א. חשב את הכוח הפועל על כל אחת מצלעות הכריכות.
- ב. חשב את המומנט הפועל על כל כריכה.
- ג. האם שתי הכריכות מסתובבות באותו כיוון? נמק את תשובתך.

שאלה 3

סביב טורואיד פלדה מלופפות 200 כריכות. כאשר מזרימים זרם של 2.5 A דרך כריכות הטורואיד נוצר בטורואיד שדה מגנטי שגודלו 1.8 T .

החלחלות היחסית של הפלדה היא $\mu_r = 700$.

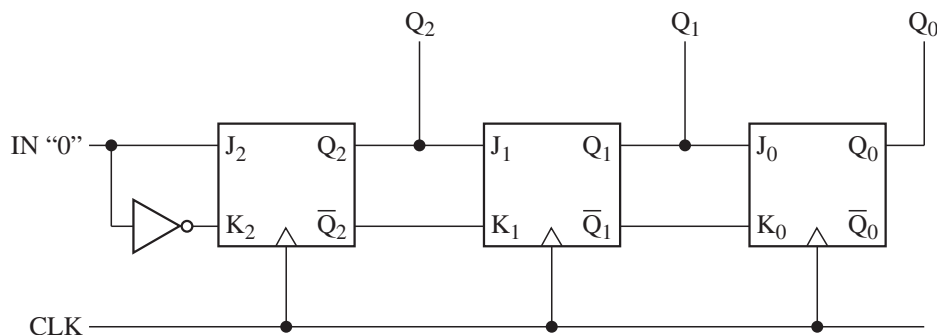
- א. חשב את עוצמת השדה המגנטי בטורואיד.
- ב. חשב את אורך המסלול המגנטי של הטורואיד.

פרק שני – מערכות ספרתיות (40 נקודות)

ענה על שתיים מבין השאלות 4–6 (לכל שאלה – 20 נקודות).

שאלה 4

באיור לשאלה 4 נתון אוגר המדורבן קצה חיובי (פועל בעליית דופק שעון). למבוא IN מסופק "0" קבוע. המצב ההתחלתי במוצאי הדלגלים הוא: $Q_2 = 1$, $Q_1 = 1$, $Q_0 = 0$.



איור לשאלה 4

א. העתק למחברתך את טבלת האמת שלפניך, והשלם אותה עבור 4 דופקי שעון.

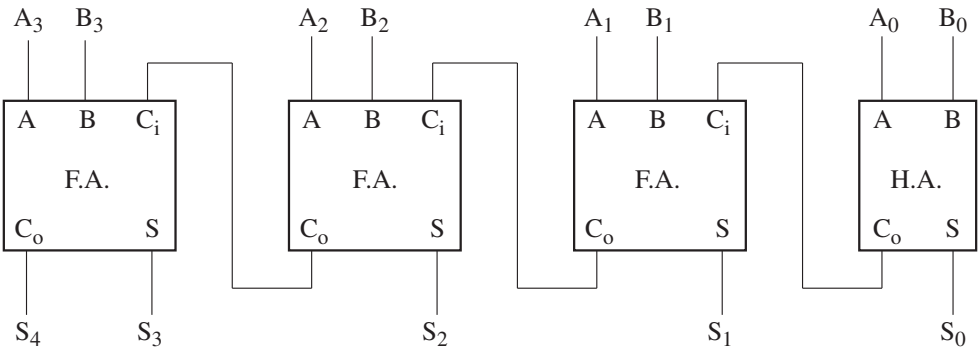
מס' דופק	CLK	Q_2	Q_1	Q_0
0		1	1	0
1				
2				
3				
4				

ב. 1. כתוב במחברתך את טבלת האמת של דלגלג מסוג JK.

2. האם ניתן לייצר את אותו אוגר על-ידי שימוש בדלגלג מסוג שונה? נמק את תשובתך.

שאלה 5

באיור לשאלה 5 נתונה מערכת של מסכמים.



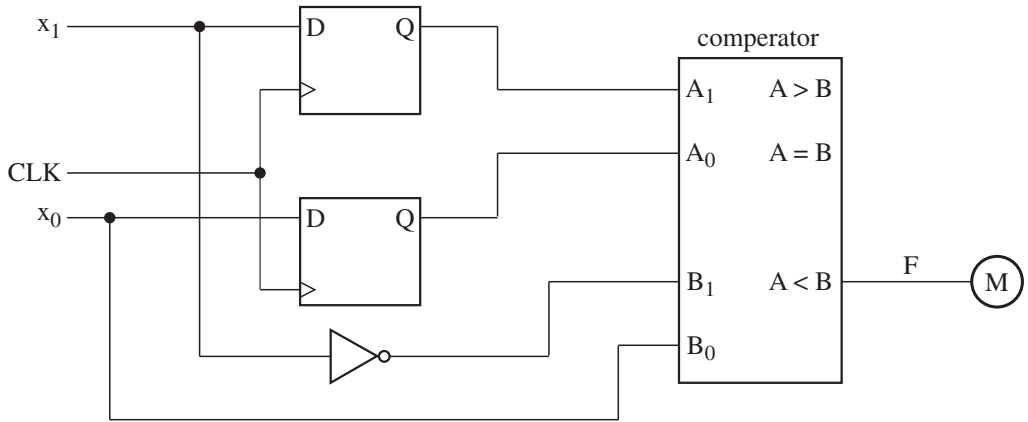
איור לשאלה 5

- א. 1. כתוב במחברתך את טבלת האמת של מסכם למחצה H.A. (Half Adder).
2. כתוב במחברתך את טבלת האמת של מסכם מלא F.A. (Full Adder).
- ב. העתק למחברתך את הטבלה שלפניך, והשלם את הערכים שיתקבלו במוצאים $S_4 - S_0$ עבור שלושת הצירופים במבואות.

	A ₃	A ₂	A ₁	A ₀	B ₃	B ₂	B ₁	B ₀	S ₄	S ₃	S ₂	S ₁	S ₀
①	1	0	0	1	0	1	1	0					
②	0	1	0	1	1	1	0	1					
③	0	0	1	1	1	0	0	1					

שאלה 6

באיור לשאלה 6 נתונה מערכת הכוללת משווה (comparator) לשני מספרים ושני דלגלים באיור לשאלה 6. המנוע M מסתובב ימינה כאשר $F = 1$ ומסתובב שמאלה כאשר $F = 0$.



איור לשאלה 6

- א. כתוב במחברתך את טבלת האמת של דלגלג מסוג D.
- ב. העתק למחברתך את הטבלה שלפניך, וקבע עבור כל אחד מהמצבים שבמבואות את כיוון הסיבוב של המנוע.

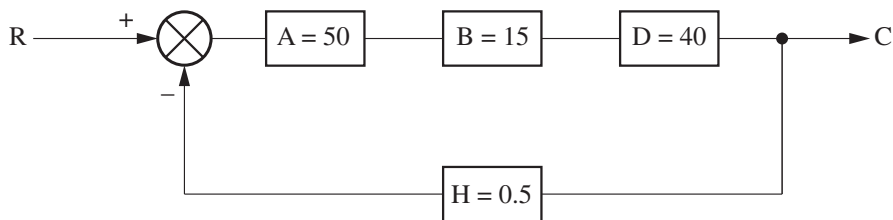
CLK	X_1	X_0	F
⌊	0	0	
⌊	0	1	
⌊	1	0	
⌊	1	1	

פרק שלישי – מערכות בקרה (20 נקודות)

ענה על אחת מבין השאלות 7-9 (לכל שאלה – 20 נקודות).

שאלה 7

באיור לשאלה 7 נתון תרשים מלבנים של מערכת בקרה בחוג סגור.

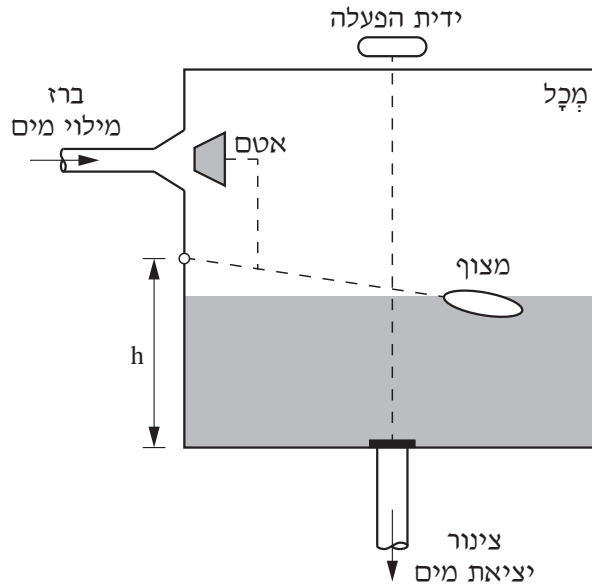


איור לשאלה 7

- כתוב ביטוי המתאר את פונקציית התמסורת $\frac{C}{R}$ של המערכת באמצעות A , B , D ו- H .
- חשב את ערך התמסורת של מערכת הבקרה.
- חשב את הערך של אות המבוא R , אם ידוע שהערך של אות המוצא C הוא 8.

שאלה 8

באיור לשאלה 8 מתואר מתקן לשטיפת אסלה. האטם מחובר למצוף על-ידי זרוע מכנית (עליית המים משפיעה על סגירת האטם). בלחיצה על ידית ההפעלה, המכל מתרוקן והמים שבתוכו מוזרמים החוצה דרך צינור יציאת המים.

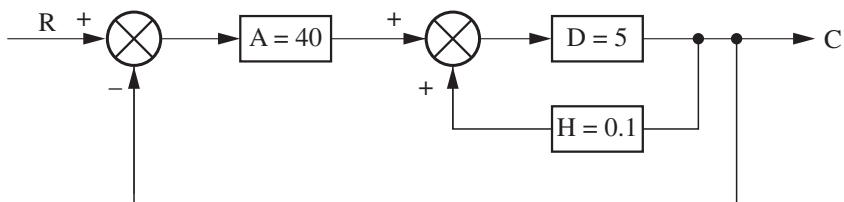


איור לשאלה 8

- א. האם מערכת הבקרה במתקן זה פועלת בחוג פתוח או בחוג סגור? נמק את תשובתך.
- ב. כתוב במחברתך מהו אות המבוא, מהו אות המוצא ומהו המשוב של המתקן הזה.
- ג. הסבר מהי בקרה רציפה ומהי בקרה דו-מצבית.

שאלה 9

באיור לשאלה 9 נתון תרשים מלבנים של מערכת בקרה בחוג סגור.
המערכת כוללת שני חוגי משוב: האחד בעל משוב יחידה והאחר בעל משוב 0.1.



איור לשאלה 9

- א. חשב את ערך התמסורת של מערכת הבקרה.
ב. חשב את הערך של אות המבוא R , אם ידוע שהערך של אות המוצא C הוא 10.

בהצלחה!

זכות היוצרים שמורה למדינת ישראל.
אין להעתיק או לפרסם אלא ברשות משרד החינוך.

אין להעביר את הנוסחאון
לנבחן אחר

נוסחאון במערכות חשמל (5 עמודים)

(הגדלים בנוסחאון מופיעים ביחידות SI)

א. תורת החשמל

1. מגנטיות ואלקטרומגנטיות

עוצמת השדה המגנטי במרחק r ממוליך	-	H	$[A / m]$	$H = \frac{I}{2\pi r}$
זרם	-	I	$[A]$	$\sum N \cdot I = \sum H \cdot \ell$
מרחק מהמוליך	-	r	$[m]$	$H = \frac{N \cdot I}{\ell}$
עוצמת השדה המגנטי במעגל מגנטי	-	H	$[AT / m]$	$\Phi = \frac{N \cdot I}{R_m}$
מספר כריכות	-	N		$B = \mu \cdot H$
כוח מגנטור-מניע	-	$N \cdot I$	$[AT]$	$B = \frac{\Phi}{A}$
אורך המסלול המגנטי	-	ℓ	$[m]$	$R_m = \frac{1}{\mu} \cdot \frac{\ell}{A}$
שטף מגנטי	-	Φ	$[V \cdot \text{sec או } Wb]$	$\mu = \mu_o \cdot \mu_r$
מיאון (התנגדות מגנטית)	-	R_m	$\left[\frac{AT}{Wb} \right]$	$\mu_o = 4\pi \cdot 10^{-7}$
שטח החתך	-	A	$[m^2]$	
השדה המגנטי	-	B	$[Wb / m^2 \text{ או } T]$	
חדירות (חלחלות)	-	μ	$\left[\frac{\Omega \text{ sec}}{m} \right]$	
חדירות (חלחלות) יחסית	-	μ_r		
חדירות (חלחלות) האוויר	-	μ_o	$\left[\frac{\Omega \text{ sec}}{m} \right]$	

כוח	-	F	[N]	
מהירות קווית	-	v	[m / sec]	
מטען	-	q	[C]	
זרם העובר במוליך	-	I	[A]	$F = B \cdot q \cdot v \cdot \sin \alpha = B \cdot I \cdot \ell \cdot \sin \alpha$
אורך המוליך	-	ℓ	[m]	
הזווית בין כיוון תנועת המטען / כיוון הזרם לבין קווי השדה	-	α	[° , rad]	$F = \frac{\mu \cdot \ell}{2\pi r} \cdot I_1 \cdot I_2$
המרחק בין המוליכים	-	r	[m]	
כא"מ מושרה	-	E	[V]	$E = B \cdot \ell \cdot v \cdot \sin \alpha$
שינוי שטף	-	$\Delta \Phi$	[V · sec או Wb]	$E = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$
משך זמן השינוי	-	Δt	[sec]	
מספר כריכות הסליל	-	N		$L = N \frac{\Delta \Phi}{\Delta I}$
שינוי הזרם	-	ΔI	[A]	
השראות עצמית של הסליל	-	L	[H]	$E = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$
מיאון	-	R_m	$\left[\frac{AT}{Wb} \right]$	$L = \frac{N^2}{R_m}$
השראות הדדית	-	M^*	[H]	$M^* = k \sqrt{L_1 L_2}$
מקדם הצימוד	-	k		
האנרגיה האגורה בסליל	-	W	[J או W · sec]	$W = \frac{1}{2} L \cdot I^2$

מומנט הפועל על הכריכה - M [N · m]

שטח פני הכריכה - A [m²]

הזווית בין הניצב למישור הכריכה לבין קווי השדה - θ [° , rad]

תדירות זוויתית - ω [rad / sec]

מהירות קווית - v [m / sec]

רדיוס הכריכה - R [m]

מהירות סיבוב - n [r.p.m]

$$M = B \cdot A \cdot I \cdot \sin \theta = \Phi \cdot I \cdot \sin \theta$$

$$E_{\max} = B \cdot A \cdot \omega$$

$$\omega = \frac{v}{R}$$

$$\omega = \frac{\theta}{t}$$

$$\omega = \frac{2\pi n}{60}$$

ב. מיתוג ומערכות ספרתיות

כללי דה־מורגן

$$\overline{X_1 + X_2 + X_3} = \overline{X_1} \cdot \overline{X_2} \cdot \overline{X_3}$$

משתנים בוליאניים X_1, X_2, X_3 -

$$\overline{\overline{X_1} \cdot \overline{X_2} \cdot \overline{X_3}} = \overline{\overline{X_1}} + \overline{\overline{X_2}} + \overline{\overline{X_3}}$$

מבנה מפת קרנו לשלושה משתנים

		A			
		00	01	11	10
C	0				
	1				

ג. מבוא למערכות בקרה

בקרה

משוב שלילי

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

משוב חיובי

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

R – אות מבוא

C – אות מוצא

H – תמסורת המשוב

G – פונקציית התמסורת בחוג פתוח

T – פונקציית התמסורת בחוג סגור