

מערכות חשמל

על-פי תכנית הרפורמה ללמידה משמעותית

הוראות לנבחן

א. משך הבחינה: שעותיים.

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

ג. חומר עזר מותר לשימוש: 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. התחל כל תשובה לשאלה חדשה בעמוד חדש.
3. הקפד לרשום את כל תשובותיך **אך ורק בעט**.
4. הקפד לנסח את תשובותיך כהלכה ולסרטט את תרשימיך בבהירות.
5. כתוב את תשובותיך בכתב-יד ברור, כדי לאפשר הערכה נאותה שלהן.
6. אם לדעתך חסרים נתונים הדרושים לפתרון שאלה, אתה רשאי להוסיף אותם, בתנאי שתנמק מדוע הוספת אותם.
7. בכתיבת פתרונות חישוביים, קבלת מֶרֶב 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 כ**טיוטה** (ראשי פרקים, חישובים וכדומה).
רשום "טיוטה" בראש כל עמוד טיוטה. רישום טיוטות כלשהן על דפים שמחוץ למחברת הבחינה עלול לגרום לפסילת הבחינה!

בשאלון זה 8 עמודים ו-5 עמודי נספח.

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

בהצלחה!

◀ המשך מעבר לדף

השאלות

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

פרק ראשון – אלקטרו-מגנטיות

ענה על שתיים מבין השאלות 1–3 (לכל שאלה – 20 נקודות).

שאלה 1

מטען שגודלו $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ נע במהירות של $10^6 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$ בתוך שדה מגנטי אחיד, $\vec{B}$, שגודלו $0.6 \frac{\text{Wb}}{\text{m}^2}$.

הזווית בין כיוון התנועה של המטען ובין הכיוון של השדה המגנטי היא 60° .

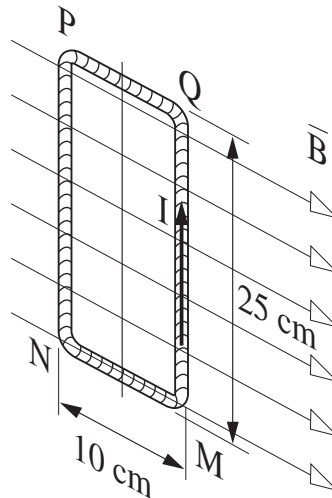
א. חשב את הכוח המגנטי שפועל על המטען.

ב. חשב את הכוח המגנטי שיפעל על המטען אם המטען ינוע בכיוון השדה.

ג. חשב את הכוח המגנטי **המרב**י שהשדה יכול להפעיל על מטען הנע במהירות הנתונה.

שאלה 2

באיור לשאלה 2 מתוארת כריכה שנמצאת בשדה מגנטי אחיד שגודלו $0.5 \frac{\text{Wb}}{\text{m}^2}$. מישור הכריכה מקביל לשדה המגנטי ועוצמת הזרם שזורם בכריכה היא 5 A .



איור לשאלה 2

- חשב את הכוח שפועל על כל אחת מצלעות הכריכה.
- מהו כיוון הסיבוב של הכריכה (היעזר בכיוון הזרם המתואר בתרשים)? נמק את תשובתך.
- חשב את המומנט שפועל על הכריכה.

שאלה 3

מוליך באורך של 40 cm נע במהירות של $2.5 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$, בכיוון ניצב לשדה מגנטי אחיד שגודלו $0.6 \frac{\text{Wb}}{\text{m}^2}$. המוליך הוא חלק ממעגל חשמלי שהתנגדותו הכוללת היא 3Ω .

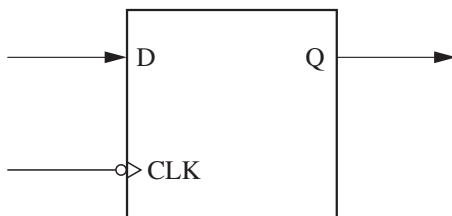
- חשב את הכא"מ שיוצר המוליך.
- חשב את עוצמת הזרם הזורם דרך המוליך.
- חשב את הכוח המגנטי המרבי הפועל על המוליך.

פרק שני – מערכות ספרתיות

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

שאלה 4

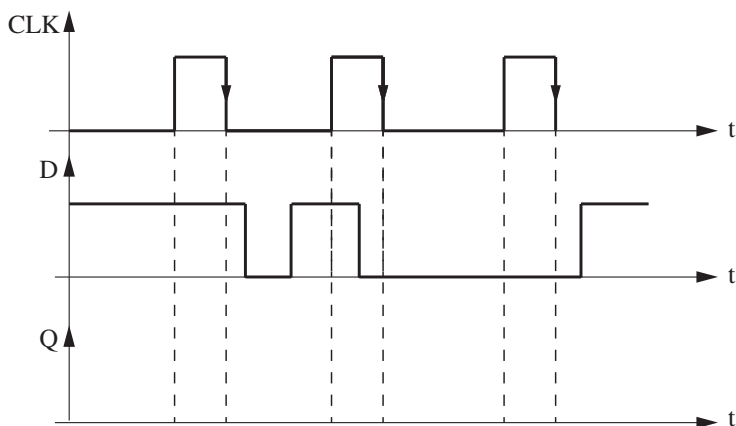
באיור א' לשאלה 4 מתואר דלגלג מסוג D, המדורבן קצה שלילי (פועל בירידת שעון).



איור א' לשאלה 4

א. רשום את טבלת האמת של דלגלג זה.

ב. באיור ב' לשאלה מתוארים אות המבואר של דלגלג מסוג D ואות דופק השעון המסופק לדלגלג.

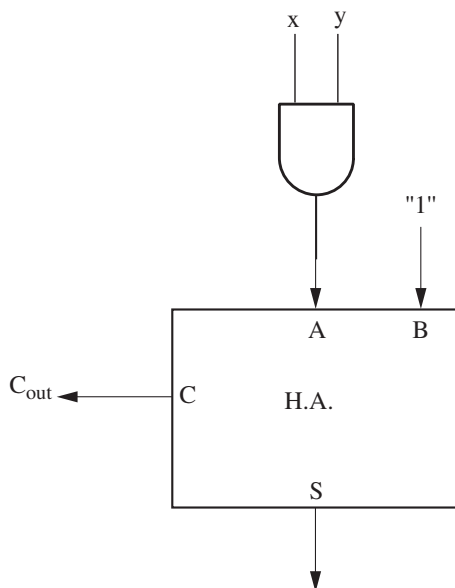


איור ב' לשאלה 4

העתק למחברתך את האותות המוצגים באיור ב', וסרטט מתחתיים, בהתאמה, את אות המוצא Q כפונקצייה של הזמן. הנח כי במצב ההתחלתי $Q = 0$. כמו-כן הזנח את זמן ההשהיה של הדלגלג.

שאלה 5

באיור לשאלה 5 נתונה מערכת צירופית, המורכבת משער לוגי וממסכם למחצה (H.A.).



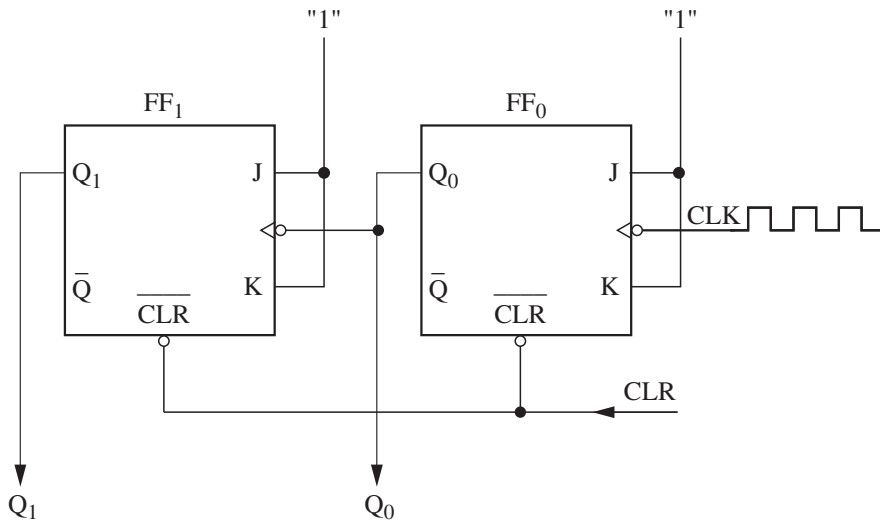
איור לשאלה 5

- א. 1. ציין את סוג השער.
2. רשום את טבלת האמת של שער זה.
- ב. המבוא B של המסכם למחצה מוזן במתח קבוע. העתק למחברתך את טבלת האמת שלפניך והשלם אותה.

x	y	A	B	S	C _{out}
0	0		1		
0	1		1		
1	0		1		
1	1		1		

שאלה 6

באיור לשאלה 6 נתון מונה מעלה אסינכרוני, המדורבן קצה שלילי (פועל בירידת שעון).



איור לשאלה 6

- א. קבע את המודולו של מונה זה.
- ב. העתק למחברתך את טבלת האמת שלפניך והשלם אותה.

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

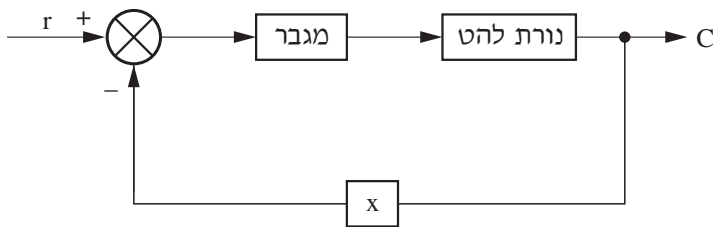
- ג. הסבר מהו תפקידו של ההדק $\overline{\text{CLR}}$ במונה זה ובאיזו רמה לוגית הוא פועל.

פרק שלישי – מערכת בקרה

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

שאלה 7

באיור א' לשאלה 7 נתון תרשים של מערכת לבקרת אור (on/off).

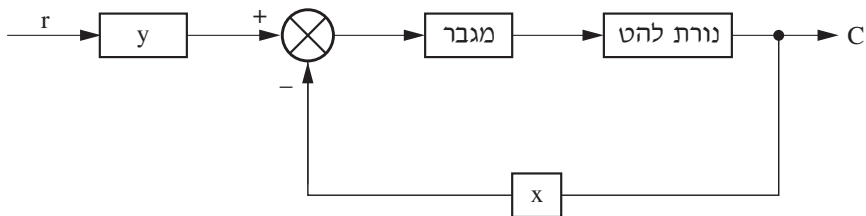


איור א' לשאלה 7

א. איזה רכיב מתאים למלא את תפקיד המלבן המסומן באות x ?

מעוניינים להפוך את המערכת לבקרת אור שבאיור א' למערכת לבקרת עוצמת אור.

באיור ב' לשאלה 7 נתון תרשים של מערכת לבקרת עוצמת אור.



איור ב' לשאלה 7

ב. העתק למחברתך את התרשים, ורשום במלבן המסומן באות y את שם הרכיב שיש להוסיף למערכת כדי שתוכל לשמש לבקרת עוצמת אור.

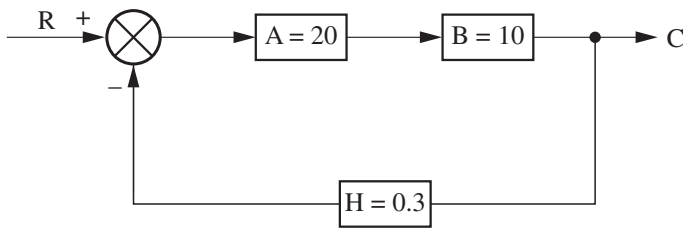
ג. הסבר את תפקידו של חוג המשוב במערכת בקרה בחוג סגור.

שאלה 8

- א. ציין שני הבדלים בין מערכת בקרה בחוג פתוח ובין מערכת בקרה בחוג סגור.
- ב. תנור אפייה כולל שתי מערכות בקרה:
- האחת מודדת את משך עבודת התנור באמצעות משהה זמן (טיימר).
- האחרת גורמת לכך שהתנור יעבוד בטמפרטורה הרצויה.
- בהסתמך על תשובתך לסעיף א', קבע איזו מערכת מבין המערכות הנתונות עובדת בחוג פתוח ואיזו מערכת עובדת בחוג סגור. נמק את תשובתך.

שאלה 9

באיור לשאלה 9 נתון תרשים מלבנים של מערכת בקרה בחוג סגור.



איור לשאלה 9

- א. רשום ביטוי לפונקציית התמסורת $\frac{C}{R}$ של המערכת באמצעות A , B ו- H .
- ב. חשב את ערך התמסורת של מערכת הבקרה.
- ג. חשב את הערך של אות המוצא C , אם ידוע שהערך של אות המבוא הוא $R = 3$.

בהצלחה!

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]	
מרחק מהמוליך	-	r	[m]	$\sum N \cdot I = \sum H \cdot \ell$
עוצמת השדה המגנטי במעגל מגנטי	-	H	[AT / m]	$H = \frac{N \cdot I}{\ell}$
מספר כריכות	-	N		
כוח מגנטו-מניע	-	N·I	[AT]	$\Phi = \frac{N \cdot I}{R_m}$
אורך המסלול המגנטי	-	ℓ	[m]	
שטף מגנטי	-	Φ	[V · sec או Wb]	$B = \mu \cdot H$
מיאון (התנגדות מגנטית)	-	R _m	$\left[\frac{AT}{Wb} \right]$	$B = \frac{\Phi}{A}$
שטח החתך	-	A	[m ²]	$R_m = \frac{1}{\mu} \cdot \frac{\ell}{A}$
השדה המגנטי	-	B	[Wb / m ² או T]	$\mu = \mu_o \cdot \mu_r$
חדירות (חלחלות)	-	μ	$\left[\frac{\Omega \text{ sec}}{m} \right]$	$\mu_o = 4\pi \cdot 10^{-7}$
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]	$E = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$
השראות עצמית של הסליל	-	L	[H]	
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	[W · sec או J]	$W = \frac{1}{2} L \cdot I^2$

מומנט הפועל על הכריכה - M [N · m]

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

שטח פני הכריכה - A [m²]

הזווית בין הניצב למישור - θ [°, rad]

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

הכריכה לבין קווי השדה

תדירות זוויתית - ω [rad / sec]

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

מהירות קווית - v [m / sec]

רדיוס הכריכה - R [m]

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

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

מהירות סיבוב - n [r.p.m]

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

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

מבנה מפת קרנו לשלושה משתנים

		A			
		00	01	11	10
C	0				
	1				

B

ג. מבוא למערכות בקרה

בקרה

משוב שלילי

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

R - אות מבוא

C - אות מוצא

H - תמסורת המשוב

G - פונקציית התמסורת בחוג פתוח

T - פונקציית התמסורת בחוג סגור

משוב חיובי

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

בהצלחה!