

מכונאות ימית ה'

חשמל, אלקטרוניקה ובקרה

(הנדסאי מכונאות ימית)

הוראות לנבחנים

א. משך הבחינה: ארבע שעות.

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה ארבעה פרקים ובהם עשר שאלות. בסך-הכול עליכם לענות על ארבע שאלות. לכל שאלה – 25 נקודות, ובסך-הכול – 100 נקודות.

ג. חומר עזר מותר לשימוש: כל חומר עזר כתוב בכתב יד או מודפס, כלי סרטוט, מחשבון בעל תצוגה של אותיות וספרות בלבד ומילונית המאושרת על ידי אגף הבחינות.

הוראות למשגיחים:

בתום הבחינה, ודאו שהנבחנים הדביקו את מדבקת הנבחן שלהם על הנספח, וצירפו אותו למחברת הבחינה.

כתבו במחברת הבחינה בלבד, בעמודים נפרדים, כל מה שברצונכם לכתוב כטייטה (ראשי פרקים, חישובים וכדומה). כתבו "טייטה" בראש כל עמוד טייטה. כתיבת טייטות כלשהן על דפים שמחוץ למחברת הבחינה עלולה לגרום לפסילת הבחינה!

בשאלון זה 9 עמודים ועמוד אחד של נספח.

השאלות בשאלון זה מנוסחות בלשון רבים, אף על פי כן על כל תלמידה וכל תלמיד להשיב עליהן באופן אישי.

בהצלחה!

השאלות

בשאלון זה ארבעה פרקים ובהם עשר שאלות. עליכם לענות על ארבע שאלות.
לכל שאלה 25 נקודות, ובסך הכול 100 נקודות.

פרק ראשון – המרת אנרגייה

שאלה 1

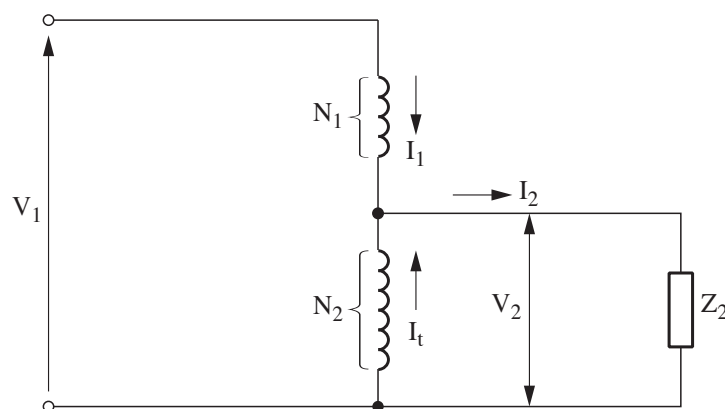
- (6 נק') א. האם שנאי עצמי יכול להגן מפני התחשמלות? נמקו את תשובתכם.
(6 נק') ב. ציינו את היתרון העיקרי של שנאי עצמי על פני שנאי רגיל.
(6 נק') ג. כתבו למה משמש שנאי זרם.
(7 נק') ד. תארו את המבנה של שנאי זרם, והסבירו כיצד הוא מותקן במעגל חשמלי (אין צורך בסרטוט).

שאלה 2

באיור לשאלה 2 נתון תרשים של המעגל החשמלי של שנאי.

נתונים:

$N_1 = 300$	מספר הכריכות בסליל 1 :
$N_2 = 200$	מספר הכריכות בסליל 2 :
$V_1 = 400 \text{ V}$	המתח הראשוני:
$Z_2 = 16 \Omega$	העכבה של העומס:



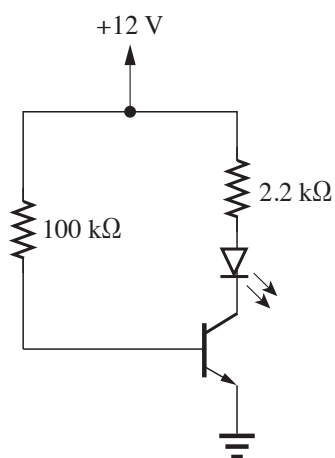
איור לשאלה 2

- (10 נק') א. מהו סוג השנאי המתואר באיור?
(15 נק') ב.
(5 נק') 1. חשבו את יחס ההשנאה, k , של השנאי.
(5 נק') 2. חשבו את מתח המוצא, V_2 .
(5 נק') 3. חשבו את הזרמים I_1 , I_2 ו- I_t .

פרק שני – אלקטרוניקה

שאלה 3

באיור לשאלה 3 מתואר מעגל הכולל דפ"א שהמתח הקדומני שלה הוא 1.4 V . נתון כי $\beta = 50$.

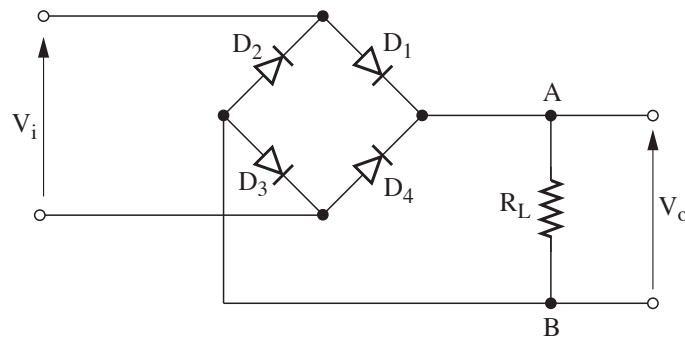


איור לשאלה 3

- (6 נק') א. האם הטרנזיסטור במצב פעיל, ברוויה או בקיטעון? נמקו את תשובתכם.
- (7 נק') ב. מהו הזרם הזורם בבסיס?
- (6 נק') ג. מהו הזרם הזורם בקולט?
- (6 נק') ד. מקטינים את נגד הבסיס פי שניים. כיצד ישפיע הדבר על עוצמת ההארה של הדפ"א? נמקו את תשובתכם.

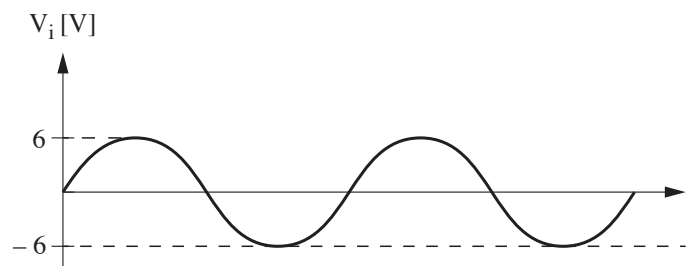
שאלה 4

(10 נק') א. באיור א' לשאלה 4 מתואר מעגל חשמלי. הדיודות במעגל – אידיאליות.



איור א' לשאלה 4

באיור ב' לשאלה מתואר מתח המבוא V_i כפונקצייה של הזמן.



איור ב' לשאלה 4

העתיקו למחברתכם את מתח המבוא V_i וסרטטו מתחתיו, בהתאמה, את מתח המוצא V_o , כפונקצייה של הזמן.

(15 נק') ב. כאשר נגד העומס $R_L = 1 \text{ k}\Omega$, חשבו:

1. את הערך היעיל על פני הנגד. (5 נק')
2. את הערך הממוצע על פני הנגד. (5 נק')
3. את ההספק ואת הזרם על פני הנגד. (5 נק')

פרק שלישי – לוגיקה ומיתוג

שאלה 5

בטבלה שלהלן מוצגת מפת קרנו של הפונקצייה F.

AB \ CD	00	01	11	10
00	ϕ	0	0	1
01	1	0	0	ϕ
11	1	1	ϕ	1
10	0	0	0	1

א. (9 נק') העתיקו למחברתכם את מפת הקרנו, וסמנו בה את מספר הקבוצות המאפשרות צמצום מרבי של הפונקצייה F. כתבו את הביטוי המפושט של הפונקצייה.

ב. (8 נק') ממשו את הפונקצייה באמצעות שערים לוגיים לבחירתכם.

ג. (8 נק') משנים במפת הקרנו את התוכן, כך שמפת הקרנו החדשה תיראה כך:

AB \ CD	00	01	11	10
00	1	0	0	1
01	ϕ	0	0	ϕ
11	1	1	0	1
10	ϕ	0	0	1

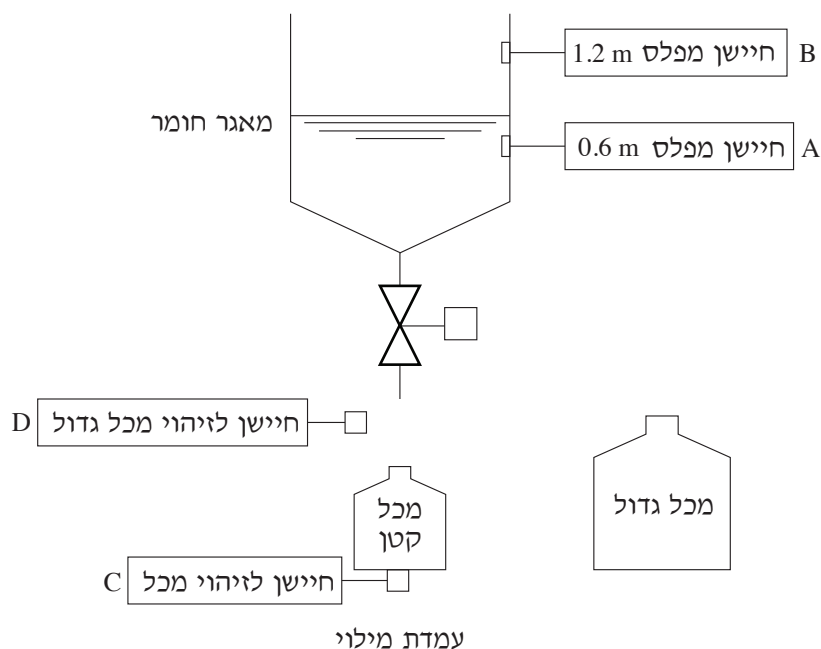
העתיקו למחברתכם את מפת הקרנו החדשה, וסמנו בה את מספר הקבוצות המאפשרות צמצום של הפונקצייה F. כתבו את הביטוי המפושט וממשו באמצעות שערים לוגיים לבחירתכם.

שאלה 6

באיור לשאלה 6 מתוארת מערכת למילוי מכלים גדולים או מכלים קטנים ממאגר חומר. משתני המערכת הם אלה:

- A – חיישן המזהה שהמפלס במאגר גבוה מ- 0.6 m .
- B – חיישן המזהה שהמפלס במאגר גבוה מ- 1.2 m .
- C – חיישן המזהה שיש מכל בעמדת המילוי.
- D – חיישן המזהה שיש מכל גדול בעמדת המילוי.
- T – יש תקלה במערכת.

ארבעת החיישנים במערכת זו מאפשרים צירופים שונים של מצביהם. חלק מהצירופים מצביעים על תקלה במערכת, לדוגמה: חיישן B מופעל וחיישן A אינו מופעל.



איור לשאלה 6

- 9 נק' (9) א. מלאו **בנספח** את טבלת האמת המתארת את כל המצבים האפשריים של ארבעת החיישנים שבמערכת.
- 8 נק' (8) ב. מלאו **בנספח** את מפת הקרנו וכתבו ביטוי לוגי, מצומצם ככל האפשר, המתאר את כל מצבי התקלה האפשריים במערכת.
- 8 נק' (8) ג. ממשו את הביטוי הלוגי המצומצם בעזרת שערי NOR בלבד.

הדביקו את מדבקת הנבחן במקום המיועד לכך בנספח, וצרפו את הנספח למחברת הבחינה.

פרק רביעי: פרק מכשור ושיטות בקרה

שאלה 7

לפניכם ארבעה היגדים. העתיקו אותם למחברת, וציינו לגבי כל אחד מהם אם הוא נכון או לא נכון. כתבו נימוק מתאים לקביעה.

- (7 נק') א. כל מכשיר עם רגישות קבועה הוא בהכרח מכשיר ליניארי.
- (6 נק') ב. חזרתיות מתייחסת ליכולת של מכשיר לתת את אותה קריאה בדיוק כאשר אותה כניסה מופעלת מספר פעמים באותם תנאים.
- (6 נק') ג. עבור מדידת מתח, רצוי שההתנגדות הפנימית של המכשיר תהיה קטנה מהתנגדות המקור הנמדד.
- (6 נק') ד. כיול תקופתי של מכשיר נדרש רק אם יש חשד לכשל או לתקלה.

שאלה 8

במפעל ייצור מתבצעת מדידת לחץ בכלי לחץ באמצעות מד לחץ דיגיטלי.

נתוני המכשיר:

טווח מדידה:	0-10 bar
דיוק מוצהר:	$\pm 0.5\%$ FSR (Full Scale Range)
רזולוציה:	0.01 bar
היסטרזיס:	0.2% FSR
חזרתיות:	$\pm 0.15\%$ FSR

בעת ביצוע מדידות, נרשמו הנתונים הבאים:

מדידה במצב עלייה (הגדלת לחץ):

קריאת המכשיר [bar]	לחץ אמיתי [bar]	מס' מדידה
5.03	5.00	1
5.05	5.00	2
5.04	5.00	3

מדידה במצב ירידה (הפחתת לחץ):

קריאה באותו לחץ: 5.00 bar 4.98 bar

מדידה נוספת בלחץ גבוה:

לחץ אמיתי: 8.50 bar

קריאת המכשיר: 8.62 bar

א. (6 נק') חשבו את שגיאת הדיוק המקסימלית המותרת במונחים מוחלטים.

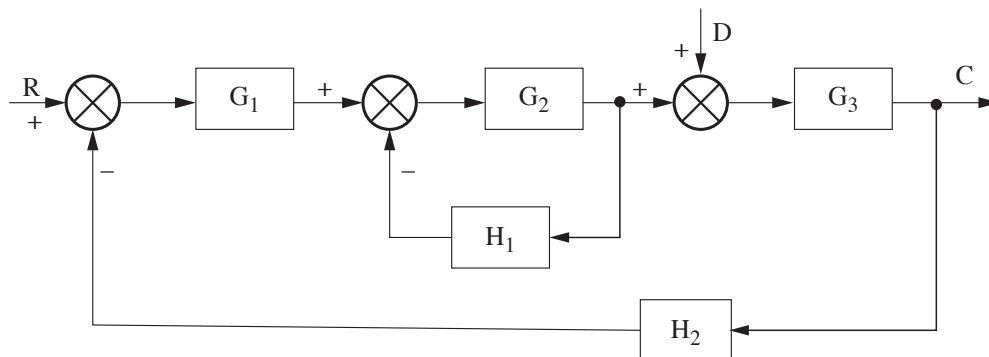
ב. (6 נק') חשבו את שגיאת ההיסטרזיס המקסימלית המותרת.

ג. (6 נק') חשבו את שגיאת ההיסטרזיס בפועל. האם ישנה מסקנה מכך?

ד. (7 נק') מהי הרזולוציה האפקטיבית כאחוז מטווח המדידה? מה ניתן להסיק מכך?

שאלה 9

באיור לשאלה 9 מתוארת דיאגרמת מלבנים.



איור לשאלה 9

- (13 נק') א. מצאו ביטוי ליחס ההגבר בין המוצא למבוא, ללא הפרעה.
(12 נק') ב. מצאו ביטוי ליחס שבין המוצא להפרעה, ללא אות מבוא.

שאלה 10

במערכת הנעה של משאבת מי ים באונייה, המנוע החשמלי נדרש לעבוד במהירות סיבוב קבועה, גם כאשר חלים שינויים בעומס ההידראולי על המשאבה (לדוגמה: סתימה חלקית בצנרת, שינוי לחץ מי ים). לשם כך מיושמת מערכת בקרה סגורה הכוללת:

- מנוע חשמלי, משאבת מי ים, חיישן ספיקת לחץ
- בקר מהירות, עומס משתנה (הפרעה)

- (10 נק') א. סרטוט דיאגרמת מלבנים כולל נתונים פיזיקליים וחשמלים, וציינו את תפקידם של הרכיבים הבאים במערכת: ערך ייחוס, בקר מנוע, משאבה וחיישן מהירות.
- (9 נק') ב. בזמן פעולה תקינה מתרחשת סתימה חלקית זמנית בצנרת, הגורמת לעלייה בעומס על המשאבה. תארו במילים ובאופן גרפי כיצד תשתנה מהירות המנוע כפונקצייה של הזמן:
1. לפני ההפרעה.
 2. מייד לאחר הופעת ההפרעה.
 3. לאחר פעולת הבקרה.
- (6 נק') ג. הסבירו מה יקרה להתנהגות המערכת אם הספיקה תפסיק לפעול.

בהצלחה!

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

AB \ CD	00	01	11	10
00				
01				
11				
10				