

בחינות גמר ממלכתיות להנדסאים וטכנאים
מועד אביב תש"ע - 2010
שאלון מספר 90711 93711
90611 93611 92023
94313

משרד התעשייה המסחר והתעסוקה
המכון הממשלתי להכשרה בטכנולוגיה ובמדע
מחלקת הבחינות



תורת החשמל

להנדסאים וטכנאים - הנדסת אלקטרוניקה להנדסאים וטכנאים - הנדסת חשמל להנדסאים - הנדסת מכשור ובקרה

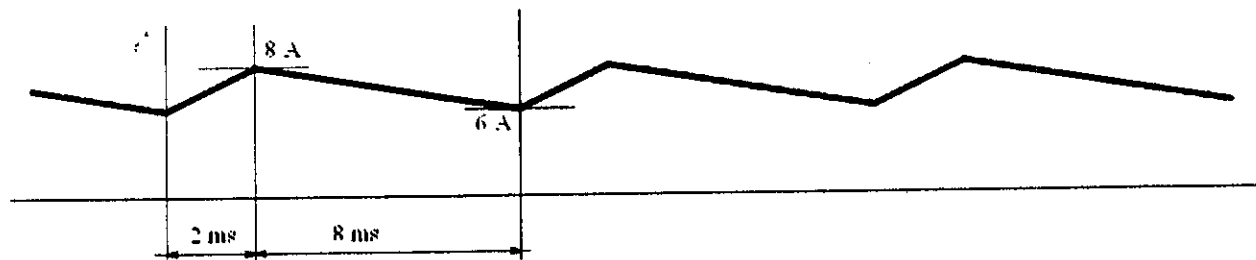
הנחיות לנבחנים

- א. משך הבחינה : ארבע שעות
- ב. מבנה השאלון ומפתח הערכה : בשאלון 9 שאלות.
יש לענות על 5 שאלות בלבד לבחירתך.
כל השאלות שוות בערך - 20 נקודות.
סך הכול 100 נקודות.
- ג. חומר עזר מותר בשימוש : 1. מחשבון (אין להשתמש במחשב נייד או במחשב כף-יד או במחשבון בעל תקשורת חיצונית).
2. חוברת עזר בתורת החשמל שבהוצאת מה"ט. בחוברת לא ימצא חומר כתוב.
- ד. הוראות מיוחדות : 1. אם בשאלה לא נאמר אחרת, רכיבי המעגל הם רכיבים להלכה (אידאליים).
2. חובה לתת את היחידות בכל תוצאת ביניים ותוצאה סופית של החישוב.
3. יש להשאיר את העמוד הראשון במחברת הבחינה ריק.
בגמר הבחינה יש לרשום בעמוד זה את מספרי השאלות שיבדקו לבקשתך על ידי מעריכי הבחינה. לא יבדקו תשובות עודפות על הנדרש.
- ה. הוראות כלליות : 1. יש לקרוא בעיון את כל השאלות.
2. את התשובות יש לכתוב במחברת **בעט בלבד**, בכתב יד ברור ונקי. (גם בכך תלויה הערכת הבחינה).
3. יש להתחיל כל תשובה בעמוד חדש תוך ציון מספר השאלה והסעיף. אין צורך להעתיק את השאלה או הסעיף.
4. טיוטה תעשה במחברת הבחינה בלבד. יש לכתוב "טיוטה" ולהעביר קו על התשובה כדי שלא תיבדק.
5. יש להציג פתרון מלא ומנומק כולל חישובים כשצריך. הצגת תשובה סופית ללא דרך הפתרון לא ונוכה לניקוד.
6. אם להערכתך חסר בשאלה נתון, יש לציין זאת בתשובה ולבחור ערך מתאים שיאפשר לך להמשיך בפתרון השאלה. חובה להסביר ולנמק את הבחירה.

בהצלחה !

שאלה 1

הגרף שבאיור מראה את חשמלי העובר בהשראות. האות נמדד באמצעות משקף תנודות.



א { 3 נקודות }

מה הוא האות החשמלי שבאיור?

ב { 3 נקודות }

מה תדירות האות שבאיור?

ג { 4 נקודות }

מה הערך הממוצע של האות שבאיור?

ד { 5 נקודות }

כמה מטען חשמלי עובר בהשראות במשך זמן מחזור אחד שלם?

ה { 5 נקודות }

כמה אנרגיה חשמלית נאגרת בהשראות במשך זמן מחזור אחד שלם?

שאלה 2

על מנת לבנות סליל שהשראותו $60 \mu\text{H}$, עומדים לכרוך 35 כריכות של מוליך מבודד על טבעת העשויה חומר פרומגנטי. שטח החתך של הטבעת 18 mm^2 ; האורך הממוצע של מסלול השטף המגנטי שבטבעת 115 mm ; החדירות היחסית של החומר הפרומגנטי שממנו עשויה הטבעת $\mu_r = 1500$; וכשצפיפות השטף המגנטי בטבעת גדולה מ- 0.8 T , החומר נכנס לרוויה מגנטית.

המוליך המבודד עשוי מנחושת בעלת התנגדות סגולית של $\rho_{\text{Cu}} = 0.0175 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$; שטח החתך של המוליך 0.5 mm^2 ; ואורכו 1 m .

א {3 נקודות}

מה המיאון של הטבעת?

ב {7 נקודות}

מה אורך חריץ האוויר שיש לעשות בטבעת על מנת שהשראות הסליל תהיה כנדרש?
אין חריץ האוויר משנה את האורך הממוצע של השטף המגנטי שבטבעת.

חיברו את הסליל אל תא מתח-ישר בעל כוח-אלקטרו-מניע שעצמתו 1.45 V והתנגדותו הפנימית 0.35Ω .

ג {2 נקודות}

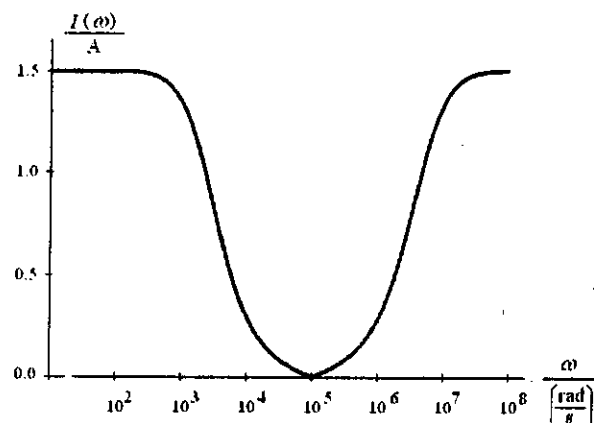
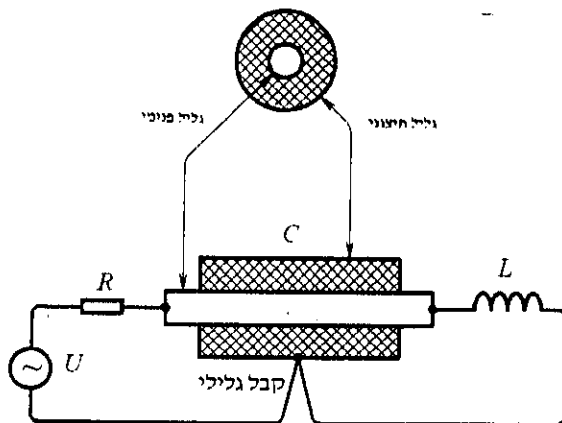
מה התנגדות מוליך הנחושת?

ד {8 נקודות}

האם החומר הפרומגנטי שממנו עשויה הטבעת שחרצו בה את חריץ האוויר הנדרש,
יהיה ברוויה מגנטית?

שאלה 3

נגד וסליל מחוברים למקור מתח חילופים באמצעות כבל מסוכך, כמתואר באיור. מבחינת המעגל החשמלי, הכבל שקיל לקבל גלילי להלכה. רדיוס הגליל החיצוני של הקבל 32 mm ; רדיוס הגליל הפנימי 28 mm ; אורכו 2.5 m ; הפרמטיביות היחסית של חומר הבידוד שבין שני הגלילים $\epsilon_r = 4.8$. חתך האורך של הכבל המסוכך נתון בתרשים החיבורים, ומעליו חתך הרוחב של הכבל. התנגדות הסליל קטנה מאוד ולכן אינה נתונה. מתח המקור קבוע ומידתו 60 V. מדדו את הזרם שעבר במקור המתח בתלות בתדר. גרף תוצאות המדידה נתון באיור.



א { 5 נקודות }

מה המעגל החשמלי שהקבל הגלילי מחובר בו?
תשובה מלאה היא תשובה שבה שרטוט המעגל ונימוק קצרצר.

ב { 5 נקודות }

מה קיבול הקבל הגלילי?

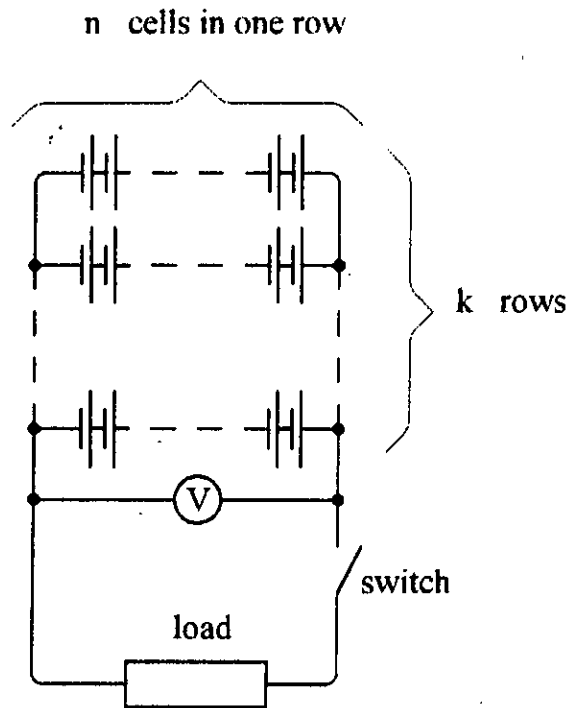
ג { 5 נקודות }

מה השראות הסליל?

ד { 5 נקודות }

מה התנגדות הנגד?

שאלה 4



כשמחשב נייד אינו מחובר לרשת החשמל והוא ניזון מהמצבר שבו (סוללה נטענת), יחידת ניהול צריכת האנרגיה שבמחשב מגבילה את קצב צריכת האנרגיה שלו ל- $P_{load} = 40 \text{ W}$. שיעור ההספק קבוע ואין הוא תלוי במתח העומס כל עוד הגודל שלו קרוב לזה של המתח הנקוב של המצבר.

המתח הנקוב של מצבר המחשב הוא 14.4 V , וכמות המטען שבו $4.4 \text{ A}\cdot\text{h}$.

המצבר בנוי תאי Li-ion: המתח של כל תא 3.6 V ; ההתנגדות הפנימית שלו 0.5Ω ; וכמות המטען שבכל תא $0.88 \text{ A}\cdot\text{h}$.

א {3 נקודות}

מכמה תאים בנוי המצבר ומה הסיכור שלהם?

ב {12 נקודות}

כשהמתג שבאיור נמצא במצב מחובר on, מה הוריית מד המתח?

ג {3 נקודות}

כמה זמן יספק המצבר את האנרגיה הדרושה להפעלת המחשב?

ד {2 נקודות}

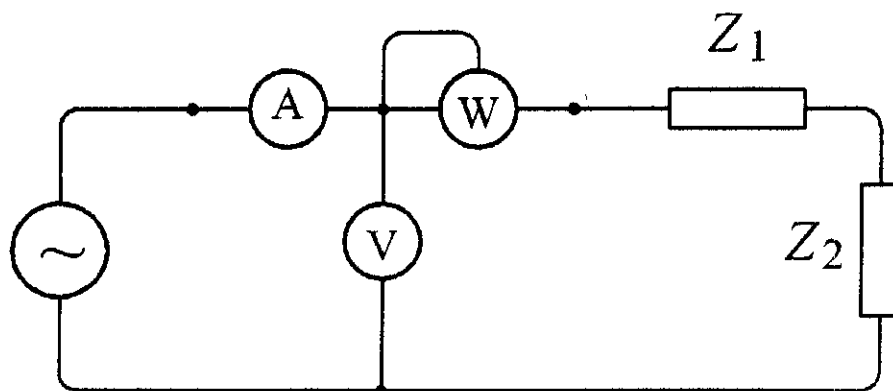
האם המצבר פועל בנקודת העבודה שבה ההספק מרבי?

$$ax^2 + bx + c = 0$$

$$x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

שאלה 5

שלושה מכשירי מדידה מחוברים במעגל שבאיור: מד-זרם, מד-מתח, ומד-הספק. העכבה Z_1 שקילה להתנגדות R_1 והיגב השראי שגודלו 40Ω המחוברים זה אל זה בטור. העכבה Z_2 שקילה להתנגדות שגודלה 30Ω ולהיגב שאין אופיו ידוע, המחוברים זה אל זה בטור. בנקודת עבודה מסוימת של המעגל הוריית המדידה היא 4 A 520 V 800 W .



א {8 נקודות}

מה גודלה של ההתנגדות R_1 שבעכבה Z_1 ?

ב {7 נקודות}

מה גודלו של ההיגב X_2 שבעכבה Z_2 ומה אופיו?

ג {5 נקודות}

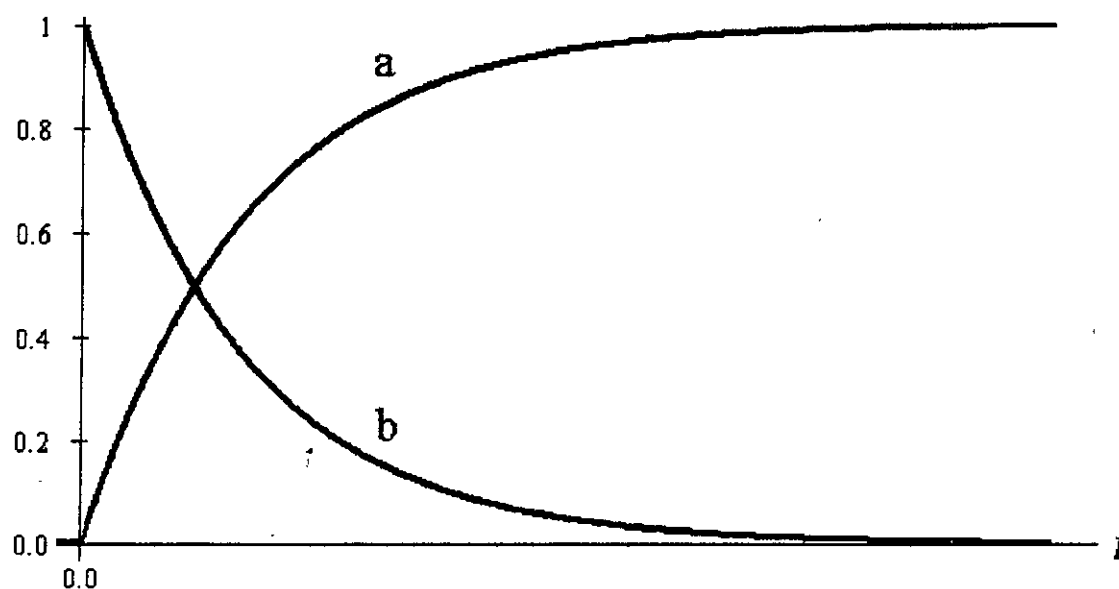
מה התשובה הנכונה האחרת והאפשרית, על השאלה שבסעיף ב?

שאלה 6

קבל ונגד ומתג ומקור מתח-ישר מחוברים חשמלית זה אל זה. גם משקף תנודות מחובר במעגל, על מנת לצפות בו בזמן באות המתח שבין הדקי הקבל ובאות הזרם העובר דרכו. ברגע $t = 0$ s העבירו את המתג למצב מחובר on.

להלן תמונת אות המתח $\frac{u_c(t)}{15 \text{ V}}$ ותמונת אות הזרם $\frac{i_c(t)}{0.3 \text{ A}}$ שעבר בקבל, שנצפו.

בזמן 2 ms מרגע העברת המתג למצב מחובר, עצמת הזרם שעבר דרך הקבל הייתה 0.1636 A .



א {5 נקודות}

מי מהאותות הוא אות הזרם ומי אות המתח? יש לנמק את התשובה בקיצור נמרץ!

ב {5 נקודות}

מה התנגדות הנגד?

ג {6 נקודות}

מה קיבול הקבל?

ד {4 נקודות}

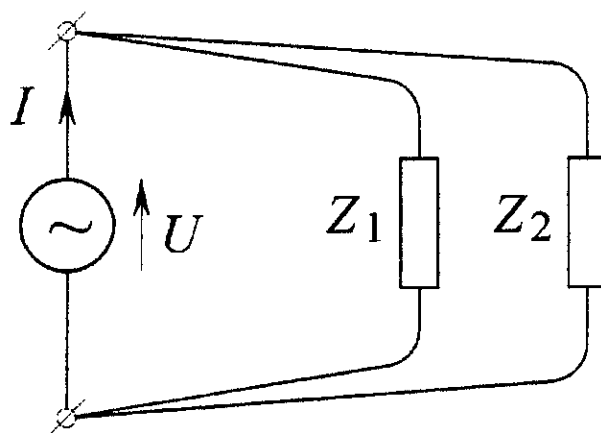
על פי תשובתך, איך הקבל והנגד מחוברים זה אל זה?
מדוע צורת החיבור האחרת אינה מתאימה לתמונת האותות?

שאלה 7

שני מכשירי חשמל מחוברים למקור מתח חילופים כמתואר באיור.

עכבות המכשירים הן $Z_1 = (2 + j3)\Omega$ ו- $Z_2 = (3 - j6)\Omega$.

ההספק הנדמה של מכשיר 1 הוא 1500 VA.



א {3 נקודות}

איך שני המכשירים האלה מחוברים זה אל זה? בטור, במקביל, במעורב, בכוכב, במשולש ...
חובה לנמק את התשובה בקיצור נמרץ!

ב {4 נקודות}

מה גודלו של מתח המקור?

ג {10 נקודות}

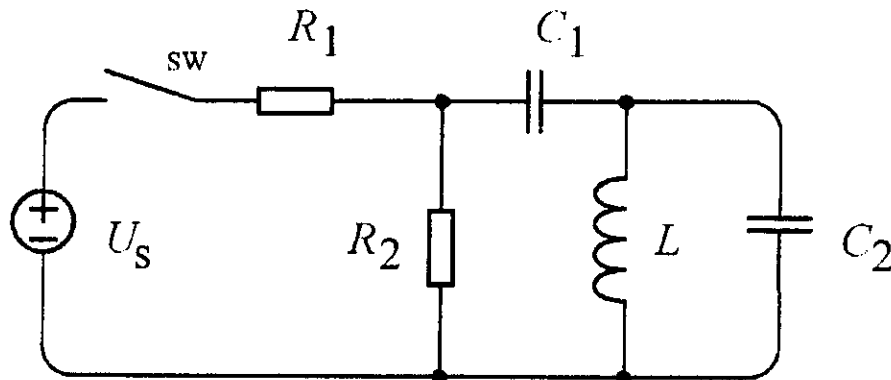
מה הגודל של כל אחד משלושת ההספקים שבמשולש ההספקים של המקור?

ד {3 נקודות}

מה אופי ההספק הנדמה של מקור המתח?

שאלה 8

באיור שלהלן נתון תרשים החיבורים של רכיבים חשמליים.
מקור אנרגיית החשמל הוא מקור זרם-ישר DC.



$$U_s = 42 \text{ V} \quad R_1 = 100 \Omega \quad R_2 = 400 \Omega \quad C_1 = 22 \mu\text{F} \quad C_2 = 33 \mu\text{F} \quad L = 12 \text{ mH}$$

העבירו את המתג sw למצב מחובר on

א { 8 נקודות }

מה המתח השורר בין הדקי קבל C_1 לאחר שחלפו כל תופעות המעבר?

ב { 5 נקודות }

כמה אנרגיה אגורה בקבל C_2 כאשר המתג נמצא במצב מחובר זמן רב?

ניתקו את אספקת האנרגיה החשמלית באמצעות העברת המתג sw למצב מופסק off

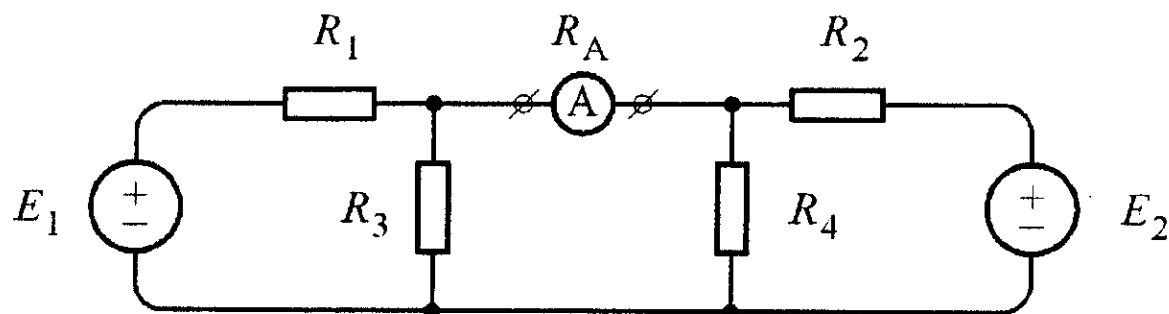
ג { 7 נקודות }

כמה אנרגיה הפכה לחום בנגד R_2 ?

שאלה 9

מד-זרם שהתנגדותו $R_A = 50 \Omega$ מחובר בין שני צמתים של מעגל חשמלי הפועל בזרם ישר, כמתואר באיור.

$$E_1 = 10 \text{ V} \quad R_1 = 1.5 \text{ k}\Omega \quad R_3 = 3.5 \text{ k}\Omega \quad E_2 = 20 \text{ V} \quad R_2 = 2.0 \text{ k}\Omega \quad R_4 = 3.0 \text{ k}\Omega$$



א {10 נקודות}

מה עצמת הזרם העובר במד הזרם ומה כיוונו?

ב {8 נקודות}

מה צריכה להיות התנגדות נגד R_4 על מנת שהזרם תהיה 0 A .

ג {2 נקודות}

לו מד הזרם שבאיור היה מד-זרם להלכה, כזה שהתנגדותו 0Ω ,

האם מדידת הזרם באמצעותו תהייה מדויקת יותר?

את התשובה חובה לנמק בקיצור נמרץ!