



תורת החשמל

להנדסאים וטכנאים - הנדסת אלקטרוניקה

להנדסאים וטכנאים - הנדסת חשמל

להנדסאים - הנדסת מכשור ובקרה

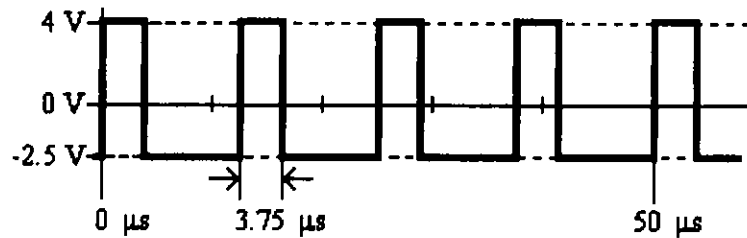
הנחיות לנבחנים

- 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 (אידיאליים).
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 תזכה 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

אות המתח שבאיור, נמדד בין החדקים של נגד.



א. {5 נקודות}

מה ממוצע אות המתח שבאיור?

ב. {8 נקודות}

מה הערך היעיל, שורש-ממוצע-הריבועים (RMS), של אות המתח שבאיור?

ג. {4 נקודות}

מה גודלם של $U_{\max}$ ו- ω באות $u(t) = U_{\max} \sin \omega t$, השקיל בתדירות חיסודית ובחספק, לאות המתח שבאיור?

ד. {3 נקודות}

באמצעות איזה מכשיר מדידה צפו ומדדו את האות שבאיור?

שאלה 2

יש לבנות סוללה של תאים חשמליים שתספק אנרגיה לנגד עומס של 8Ω .
על הסוללה לספק לפחות 25 Wh , במשך 30 min .

הסוללה תהיה בנויה K ענפים שמחוברים זה לזה במקביל, ובכל ענף L תאים שמחוברים זה לזה בטור.

לכל אחד מהתאים שממם יש לבנות את הסוללה, כוח אלקטרומוניע (כא"מ) של 1.453 V , ההתנגדות הפנימית של 0.7Ω , ומטען חשמלי של 200 mAh .

א. (4 נקודות)

מה הזרם המזערי בנגד העומס שתוך הזמן הנדרש, יתן את כמות האנרגיה הדרושה?

ב. (4 נקודות)

כמה ענפים יש לחבר במקביל זה לזה? (יש לעגל כלפי מעלה את תוצאת החישוב).

ג. (4 נקודות)

כמה תאים יש לחבר בטור זה לזה? (יש לעגל כלפי מעלה את תוצאת החישוב).

בונים את הסוללה, על פי תוצאות החישוב של שני הסעיפים האחרונים, ומחברים אליה את נגד העומס.

ד. (4 נקודות)

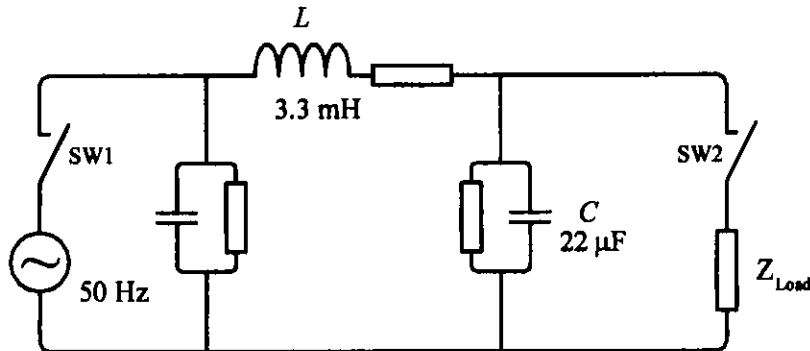
מה הספק נגד העומס כשהוא מחובר לסוללה?

ה. (4 נקודות)

מה איבודי ההספק בסוללה ומה נצילות המעגל?

שאלה 3

לאחר ששני המתגים, SW1 ו-SW2, שבמעגל, היו במצב מופסק off זמן ארוך מאוד, העבירו את המתג SW2 למצב מחובר on, ועל ידי כך העומס Z_{Load} חובר למעגל.



א. {4 נקודות}

האם חיבור העומס למעגל שינה את כמות האנרגיה שאגורה בסליל? יש לנמק בקיצור נמרץ.

חיברו את מקור המתח למעגל על ידי העברת מתג SW1 למצב מחובר on, וחיכו עד שכל תופעות המעבר יחלפו. במצב המתמיד, המתח הרגעי שבין הדקי הקבל, והזרם שעובר בהשראות נתונים בביטויים אלה:

$$u_C(t) = (300 \text{ V}) \sin(\omega t) \quad i_L(t) = (4 \text{ A}) \sin(\omega t - 0.4)$$

8 ms מרגע תחילת המחזור האחרון של אות מתח המקור, הפסיקו את הזרם של מקור המתח, העבירו את המתג SW1 למצב מופסק.

ב. {4 נקודות}

מה המתח שבין הדקי הקבל C ברגע הפסקת הזרם?
כמה אנרגיה וכמה מטען אגורים בקבל ברגע זה?

ג. {4 נקודות}

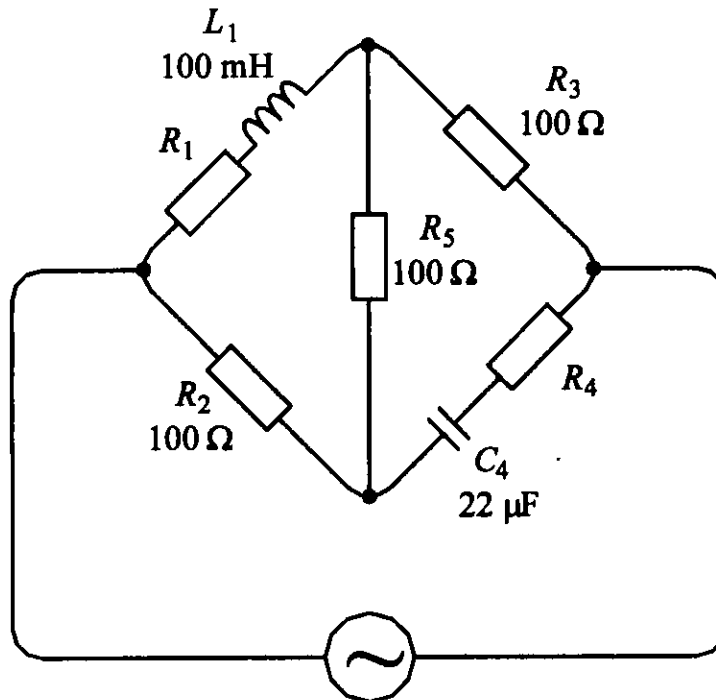
מה הזרם שעובר בהשראות L ברגע הפסקת הזרם?
כמה אנרגיה אגורה בהשראות ברגע זה?

ד. {4 נקודות}

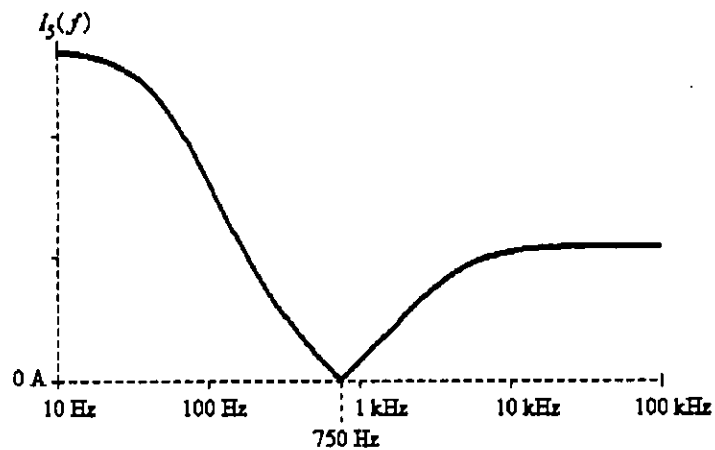
מה יקרה לאנרגיה שאגורה בקבל ובסליל?

שאלה 4

The AC voltage source in this circuit, has a constant amplitude:



This graph shows the dependence of the current in resistor R_5 on the source frequency:



a. { 20 points }

What is the value of resistor R_1 and resistor R_4 ?

שאלה 5

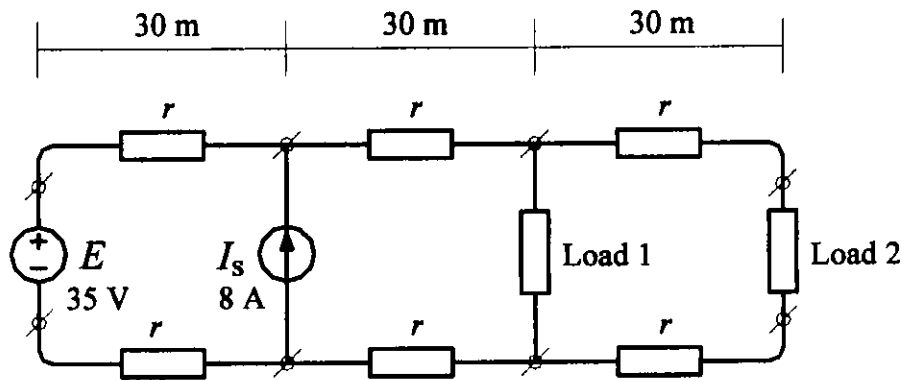
החספק והמתח הנקוב של כל אחד משני המכשירים Load 1 ו- Load 2 שבאיור, 210 W ו-28 V, והאופיין החשמלי שלהם הוא אופיין של התנגדות.

שני המכשירים מחוברים בינם לבין עצמם, ואל מקור הזרם הישר ומקור המתח הישר, באמצעות מוליכי נחושת ששטח החתך שלהם 2.5 mm^2 . המרחקים שבין המקומות שבהם נמצאים המכשירים והמקורות, נתונים באיור.

כשהטמפרטורה של הנחושת 20°C , ההתנגדות הסגולית שלה $\rho_{\text{Cu}}(\Theta = 20^\circ\text{C}) = 17.54 \frac{\text{m}\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$,

ומקדם הטמפרטורה $\alpha_\Theta = 4 \times 10^{-3} \frac{1}{^\circ\text{C}}$.

להתנגדות הפנימית של מקור המתח ולמוליכות הפנימית של מקור הזרם, אין השפעה ניכרת על פעולת המעגל, ולכן אין חן נתונות.



בשעות הבוקר הטמפרטורה של מוליכי הנחושת 20°C .

א. {14 נקודות}

מה חספק המכשיר Load 1 במעגל שבאיור?

ב. {4 נקודות}

מה חספק מקור הזרם, ומה חספק מקור המתח?

בשעות הצהריים הטמפרטורה של מוליכי הנחושת עלתה ל- 45°C .

ג. {2 נקודות}

מה תהיה מגמת השינוי של ההתנגדות של מוליכי הנחושת שבמעגל?

איך הדבר ישפיע על חספק המכשירים? החספק יגדל או יקטן? אין צורך בחישובים אלא בנימוק קצר.

שאלה 6

התרשים של ליבת אלקטרומגנט שבנויה בצורת טבעת, נתון באיור.

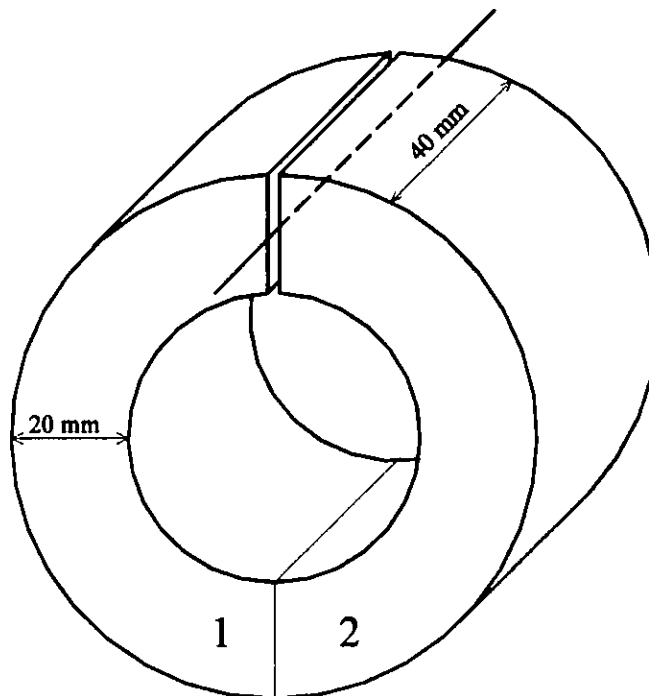
על חליבה מותקן סליל שאינו נראה באיור, ובו 500 כריכות.

אורך חריץ האוויר שבטבעת, $l_g = 2 \text{ mm}$, העובי שלה 20 mm, ו-40 mm רוחבה.

האורך הממוצע של מסלול השטף המגנטי בכל אחד משני החומרים הפרומגנטיים שממם עשויה הטבעת,

$$l_{F1} = l_{F2} = 80 \times 10^{-3} \text{ m}$$

החדירות היחסית של שני חומרים אלה $\mu_{r1} = 1500$ $\mu_{r2} = 700$



א. (16 נקודות)

כמה זרם יש להעביר בסליל, על מנת שהשדה המגנטי בחריץ האוויר יהיה $B_g = 0.01 \text{ T} = 0.01 \frac{\text{Wb}}{\text{m}^2}$?

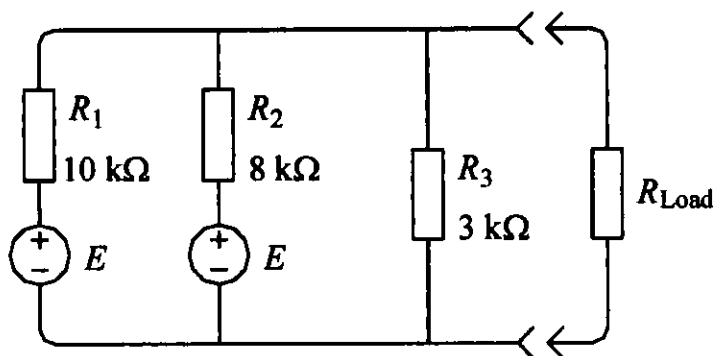
באמצע חריץ האוויר התקינו מוליך ישר. המוליך ניצב לפני הטבעת ומקביל לרוחב הטבעת, כמתואר באיור. דרך המוליך עובר זרם-ישר של 5 A ובסליל עובר זרם-ישר שממלא את חדרישה לעיל.

ב. (4 נקודות)

מה הכוח שיפעל על המוליך?

שאלה 7

חחספק המרבי שמסוגל המעגל שבאיור, להעביר אנרגיה לנגד העומס R_{Load} , 2.8 W .



א. {4 נקודות}

מה התנגדות נגד העומס R_{Load} בנקודת העבודה שבה החספק של המעגל, מרבי?

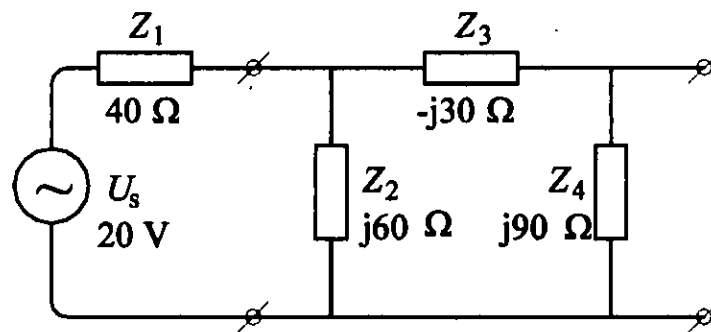
ב. {12 נקודות}

מה הכוח האלקטרו-מניע של מקורות המתח?

ג. {4 נקודות}

מה יהיה חספק המעגל, אם יגדילו את התנגדות נגד העומס פי שניים?

שאלה 8



א. {8 נקודות}

מה הזרם שימדוד מד-זרם המחובר בטור אל מקור המתח שבאיור?

ב. {3 נקודות}

מה החספק P (ב-W) של מקור המתח?

ג. {3 נקודות}

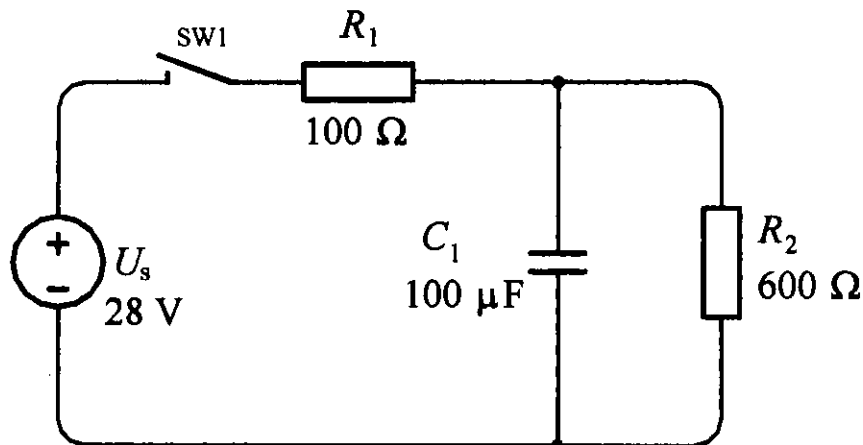
מה החספק החיגבי Q (ב-Var) של המקור?

ד. {6 נקודות}

מה הפרש המופע (במעלות חשמליות) בין המתח שבין הדקי עכבה Z_4 , למתח המקור?

שאלה 9

חמישה רכיבים במעגל שבאיור: מקור מתח ישר U_s , מתג SW1, נגד R_1 , קבל C_1 , ונגד R_2 .



לאחר שהמתג SW1 היה במצב מופסק off הרבה מאוד זמן, העבירו אותו למצב מחובר on, וחתחיל תחליך של טעינת הקבל.

א. {5 נקודות}

מה קבוע הזמן של תחליך טעינת הקבל?

ב. {5 נקודות}

מה יחיה המתח שבין חדקי הקבל, בסוף תחליך הטעינה?

ג. {5 נקודות}

לאחר כמה זמן מרגע התחלת תחליך טעינת הקבל, יגדל הזרם בנגד R_2 ל-80% של ערכו הסופי?

ד. {5 נקודות}

העבירו את המתג למצב מופסק.

מה קבוע הזמן של תחליך פריקת הקבל ממטענו החשמלי?