



תורת החשמל

להנדסאים ולטכנאים – הנדסת חשמל

הנחיות לנבחן

- א. משך הבחינה : ארבע שעות.
- ב. מבנה השאלון ומפתח הערכה : בשאלון זה עשר שאלות, יש לענות על חמש שאלות מתוכן. ערך כל שאלה 20 נקודות. סה"כ 100 נקודות.
- ג. חומר עזר מותר לשימוש :
 1. מחשבון (אין להשתמש במחשב כף יד או במחשבון עם תקשורת חיצונית).
 2. חוברת עזר מקורית בתורת החשמל שבהוצאת מה"ט : חוברת נקייה, שאין בה הערות או תוספות כלשהן, לא בכתב יד ולא מודפסות. אין להעביר חומר עזר, ספרים ומחשבוניס בין הנבחנים.
- ד. הוראות מיוחדות :
 1. יש לקרוא בעיון את ההנחיות בדף השער ואת כל שאלות הבחינה, ולוודא שהן מובנות.
 2. יש להשאיר את העמוד הראשון במחברת הבחינה ריק. בסיום המבחן יש לרשום בעמוד זה את מספרי התשובות לבדיקה. התשובות ייבדקו לפי סדר כתיבתן בעמוד זה. לא ייבדקו תשובות עודפות.
 3. יש לכתוב את התשובות בעט בלבד, בכתב יד ברור.
 4. יש להתחיל כל תשובה בעמוד חדש ולציין את מספר השאלה ואת הסעיף. אין צורך להעתיק את השאלה עצמה.
 5. טיוטה יש לכתוב במחברת הבחינה בלבד. יש לרשום את המילה "טיוטה" בראש העמוד ולהעביר קו על הכתוב כדי שלא ייבדק.
 6. אין לאחד סעיפים! לכל סעיף שבשאלה יש לתת תשובה נפרדת.
 7. תשובה מלאה לסעיף שאלה הכרוך בחישובים היא תשובה שבה מוצג הביטוי המתמטי שלפיו ייעשה החישוב, הערכים המוצבים בביטוי, ותוצאת החישוב מוצגת באמצעות מספר ויחידות.
 8. כל מספר המוצב בביטוי מתמטי חייב להיות תוצאה של חישוב קודם או נתון המופיע בגוף השאלה.
 9. אין השימוש במחשבון פוטר מהצורך להציג את הצבת הערכים בביטוי המתמטי.
 10. תשובה שאינה מנומקת או שאין דרך הפתרון מוצגת בה לא תזכה בניקוד כלל.
 11. אם להערכתך חסר נתון או קיים נתון שגוי בשאלה, עליך לציין זאת במפורש במחברת הבחינה, ולבחור ערך מתאים שיאפשר לך להמשיך בפתרון השאלה. חובה להסביר ולנמק את הבחירה.

חל איסור מוחלט להוציא שאלון או מחברת בחינה מחדר הבחינה!

ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר, אך מכוונות לנבחנות ולנבחנים כאחד.

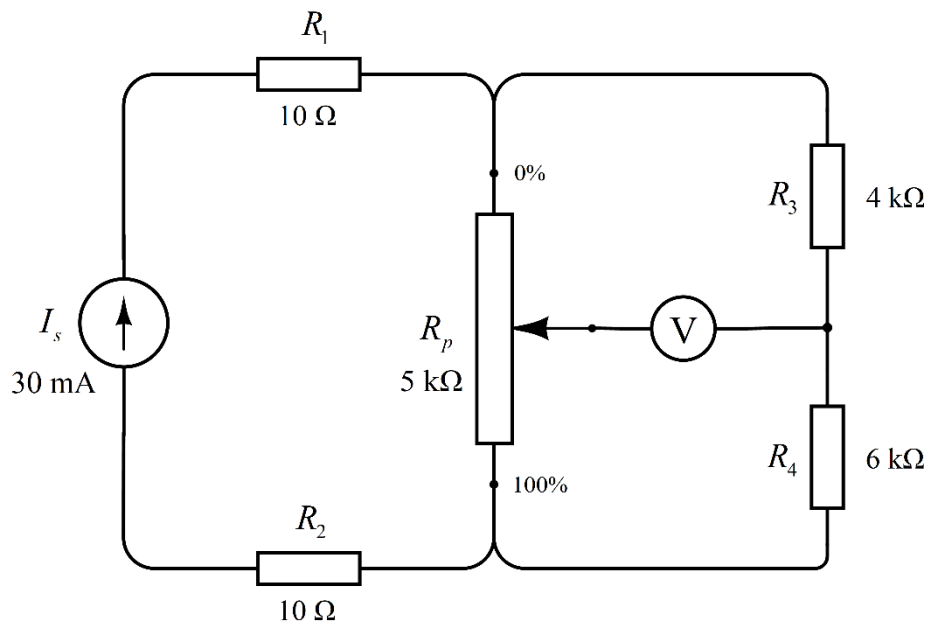
בהצלחה!

שאלות 10-1

יש לבחור חמש מתוך עשר השאלות (ערך כל שאלה – 20 נקודות).

שאלה 1

באיור לשאלה 1 מוצג מעגל חשמלי המוזן ממקור זרם ישר. במעגל מחובר פוטנציומטר R_p שהתנגדותו הכוללת היא $5\text{ k}\Omega$. נתייחס למיקום הגררה (זחלן) בנקודה העליונה כ- 0% ולנקודה התחתונה כ- 100%, כמוצג באיור. מד-המתח המחובר במעגל אידיאלי.

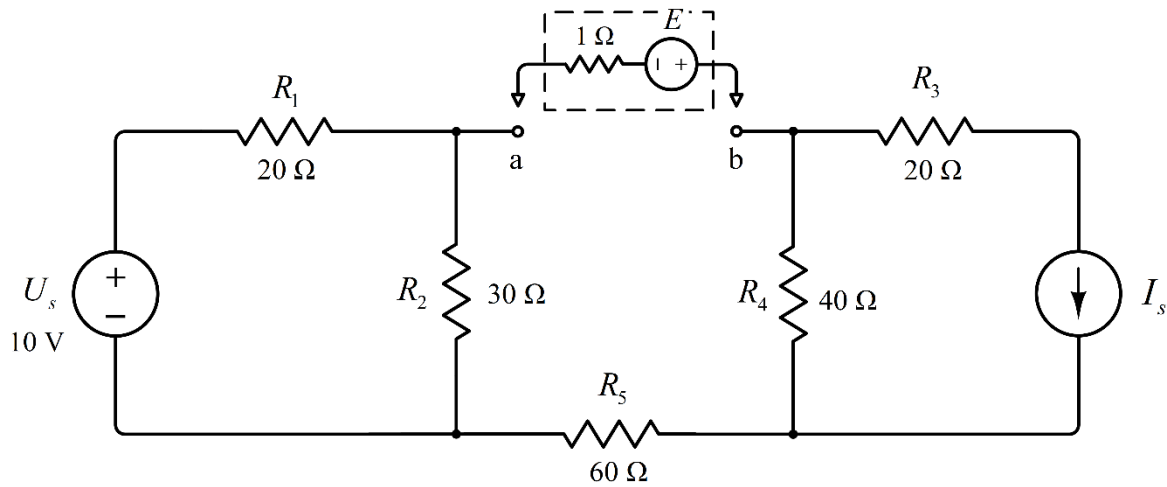


איור לשאלה 1

- א. (5 נק') באיזו נקודה, באחוזים, תימצא הגררה במצב בו הוריית מד-המתח תהיה אפס?
- ב. (6 נק') מהו ההספק המתפתח במקור הזרם במצב בו הוריית מד-המתח תהיה אפס?
- ג. (3 נק') מחליפים את מד-המתח במד זרם אידיאלי. היכן יש למקם את הגררה, באחוזים, כדי לאפס את הזרם דרך מד-הזרם?
- ד. (6 נק') כאשר מד-הזרם מחובר במעגל, ממקמים את הגררה בנקודה שבה ערך הפוטנציומטר הוא 70%. מה גודל המתח המתפתח בין קצותיו של מקור הזרם?

שאלה 2

באיור לשאלה 2 מוצג מעגל חשמלי לזרם ישר. המעגל מוזן משני מקורות. למעגל שני הדקים a ו- b המסומנים באיור.

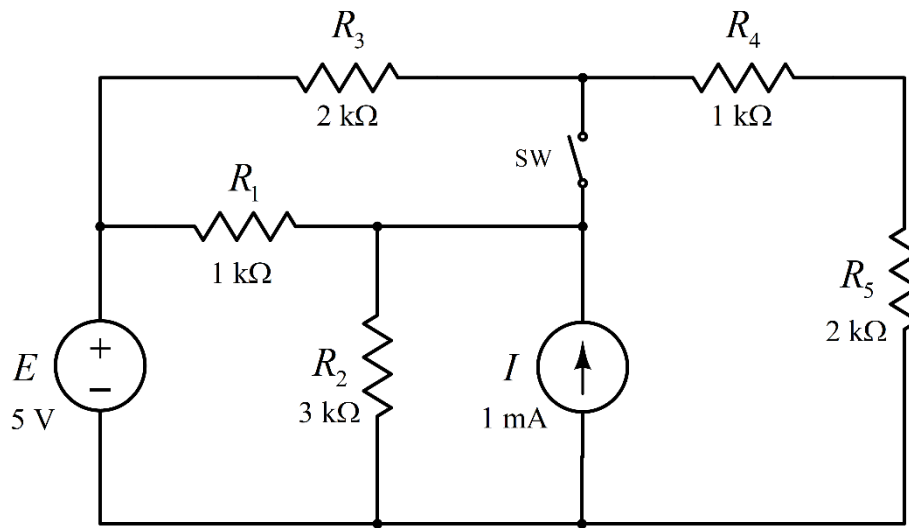


איור לשאלה 2

- א. (5 נק') גודל המתח הנמדד בין ההדקים $a-b$ הוא 50 V . מה ערכו של מקור הזרם I_s ?
- ב. (5 נק') חשב והצג מעגל שקול תבנית בין ההדקים $a-b$.
- ג. (5 נק') בין ההדקים $a-b$ מחברים מצבר בעל כ"מ שגודלו 11 V והתנגדותו הפנימית $1\ \Omega$, כמוצג באיור. מהו ההספק המתפתח בין הדקי המצבר?
- ד. (5 נק') קבע אם במצב זה המצבר מתפקד כצרכן או כספק אנרגיה.

שאלה 3

באיור לשאלה 3 מוצג מעגל חשמלי לזרם ישר המכיל שני מקורות אנרגיה. במעגל מחובר מפסק, במצב ההתחלתי המפסק פתוח.

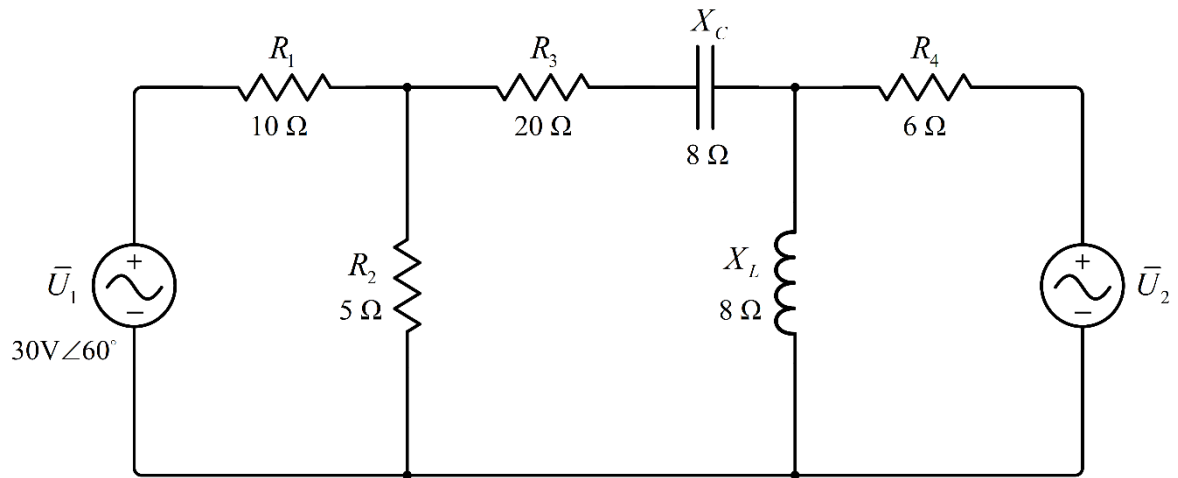


איור לשאלה 3

- א. (5 נק') מהו המתח בין קצותיו של מקור הזרם?
- ב. (7 נק') מהו ההספק המתפתח במקור המתח? האם הוא מתפקד כספק או כצרכן אנרגיה?
- ג. (8 נק') סוגרים את המפסק. מהו ההספק הכולל הנצרך במעגל?

שאלה 4

באיור לשאלה 4 מוצג מעגל חשמלי המוזן משני מקורות מתח חילופין.

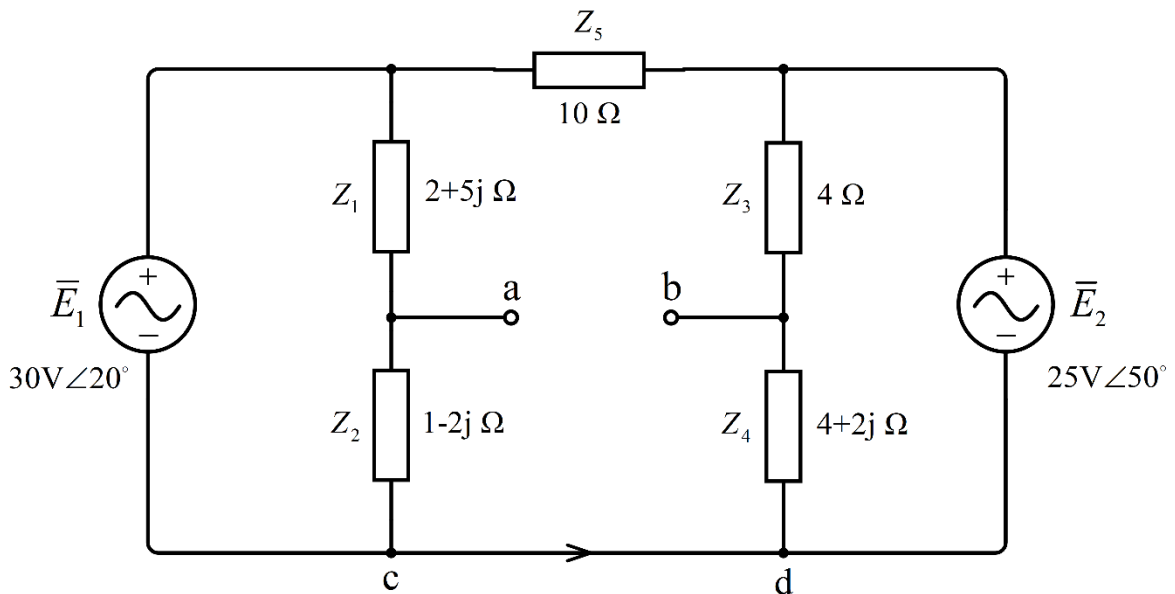


איור לשאלה 4

- א. מהו ערכו של \bar{U}_2 , גודל וזווית מופע, הנדרש כדי לאפס את הזרם דרך הנגד R_3 ? (12 נק')
- ב. סרטט את משולש ההספקים של מקור המתח \bar{U}_2 עבור הערך שחושב בסעיף א'. (8 נק')
- ציין את ערכי כל אחת מצלעות המשולש ואת זווית המופע.

שאלה 5

באיור לשאלה 5 מוצג מעגל חשמלי המוזן משני מקורות מתח חילופין הפועלים בתדירות של 50Hz. ערכי העכבות נתונים באיור.



איור לשאלה 5

(7 נק') א. מהי משוואת המתח בין ההדקים a-b כפונקציה של הזמן $u_{ab}(t)$?

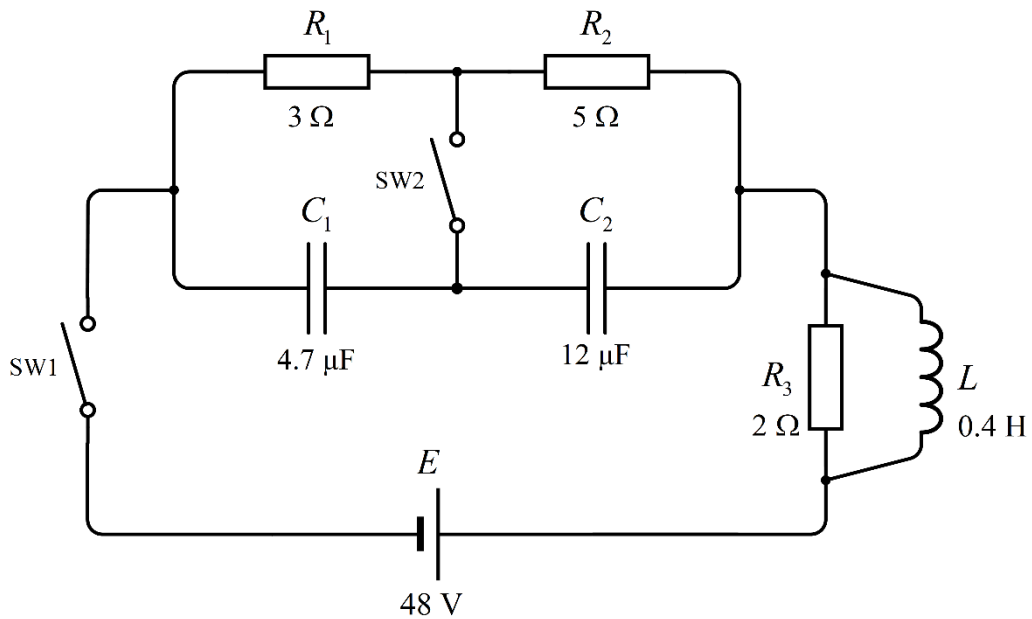
הנחיה: מומלץ לחשב תחילה $\bar{U}_{ab} = \bar{U}_{Z_2} - \bar{U}_{Z_4}$ ולאחר מכן להציג את המתח בתלות בזמן, $u_{ab}(t)$.

(6 נק') ב. מה גודל הזרם העובר בין הנקודות c-d כמסומן באיור לשאלה?

(7 נק') ג. מהו ההספק הפעיל המתפתח במקור המתח \bar{E}_1 ?

שאלה 6

באיור לשאלה 6 מוצג מעגל חשמלי לטעינת קבלים. במעגל שני מפסקים SW1, SW2. במצב ההתחלתי שני המפסקים פתוחים, כמתואר באיור.

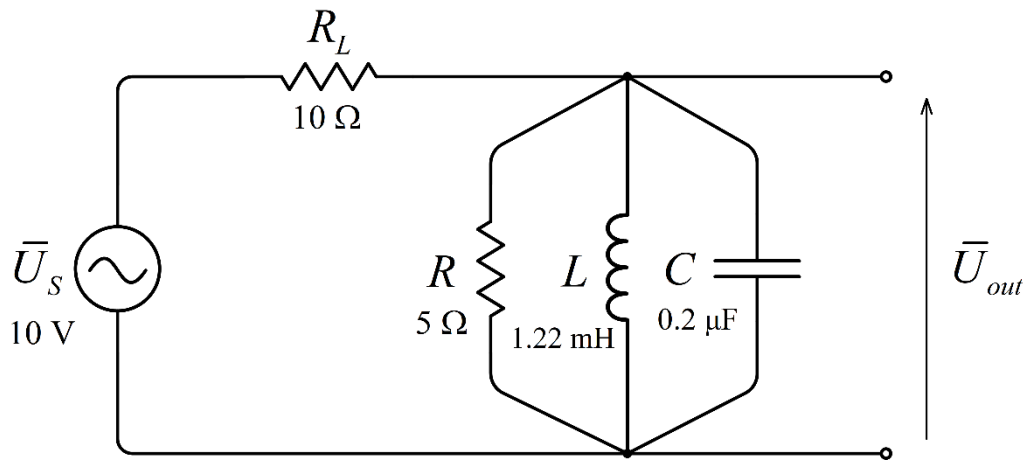


איור לשאלה 6

- 5 נק' א. סוגרים את מפסק SW1 בלבד. מהו הזרם ההתחלתי העובר דרך המפסק בזמן $t = 0^+$, רגע לאחר סגירתו?
 5 נק' ב. כמה מטען חשמלי אגור בכל אחד מהקבלים בחלוף כל תופעות המעבר?
עבור סעיפים ג' ו-ד': סוגרים גם את מפסק SW2 וממתינים עד חלוף כל תופעות המעבר.
 5 נק' ג. מהי האנרגיה החשמלית הכוללת האגורה במעגל?
 5 נק' ד. מהו ההספק הכולל המתפזר במעגל במצב המתמיד?

שאלה 7

באיור לשאלה 7 מוצג מעגל חשמלי המוזן ממקור מתח חילופין בעל תדירות שאפשר לשנותה בטווח ערכים רחב.

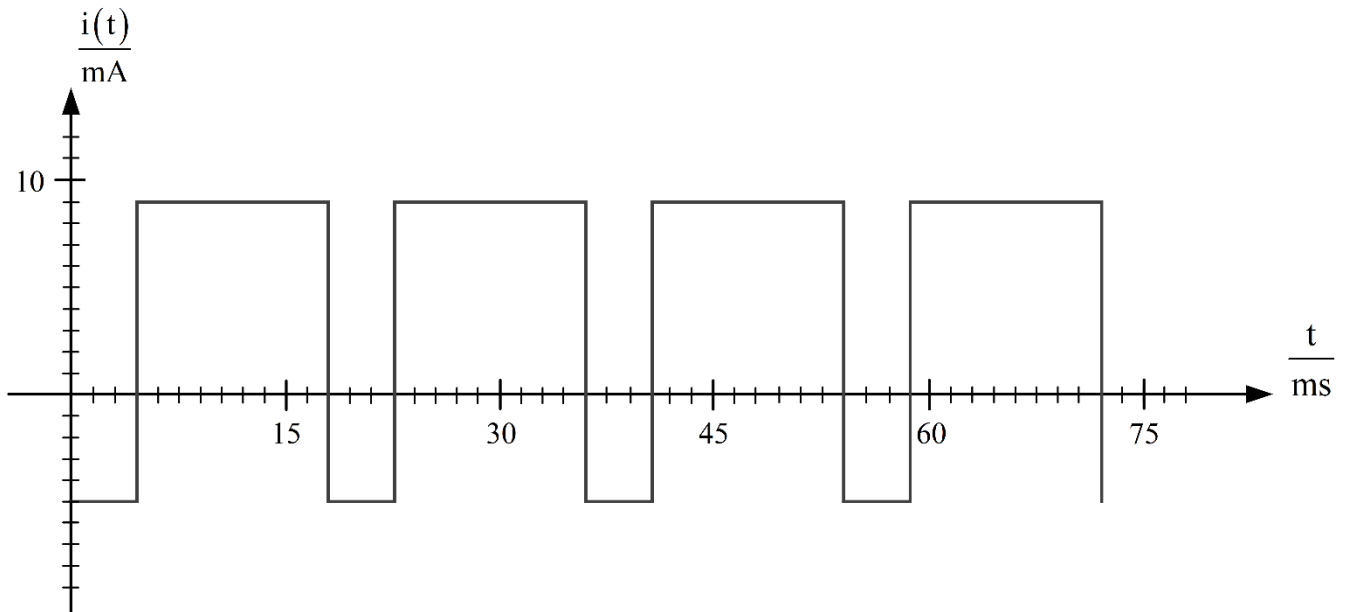


איור לשאלה 7

- א. (5 נק') מהי התדירות f שעבורה המעגל ימצא בתהודה?
- ב. (6 נק') מהו גודל המתח \bar{U}_{out} במצב תהודה?
- ג. (6 נק') מהו ההספק הכולל המתפזר במעגל במצב תהודה?
- ד. (3 נק') מהו גורם ההספק של המעגל במצב תהודה?

שאלה 8

בין הדקיו של מקור זרם חילופין מחובר נגד שערכו $1\text{ k}\Omega$. באיור לשאלה 8 מוצג אות הזרם הזורם בנגד.



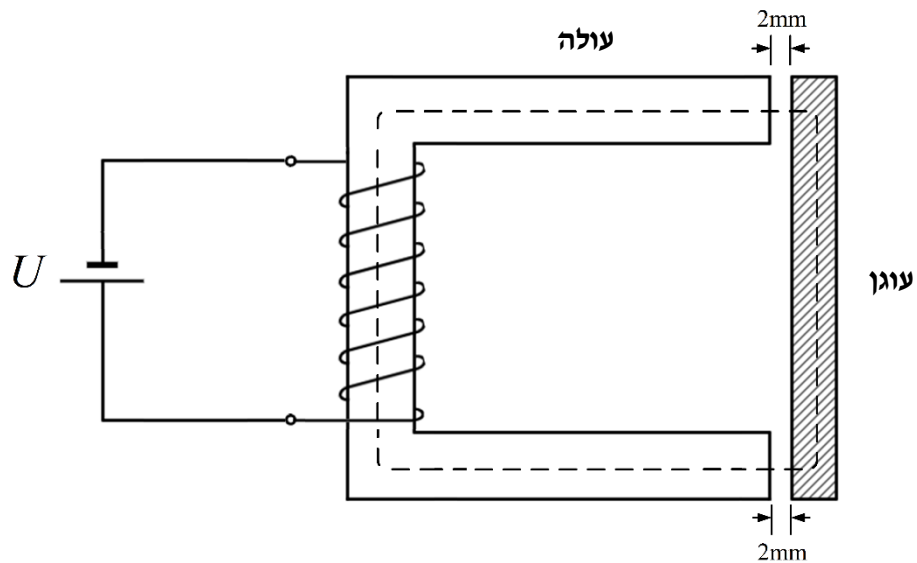
איור לשאלה 8

- א. (2 נק') מהי תדירותו של אות הזרם?
- ב. (6 נק') מהו ערכו הממוצע של הזרם העובר דרך הנגד?
- ג. (6 נק') חשב את ההספק הממוצע המתפזר בנגד.
- ד. (6 נק') מחליפים את הנגד הנתון בסליל בעל השראות 2.5 H . כמה אנרגיה חשמלית תהיה אגורה בסליל בתום מחזור אחד?

שאלה 9

באיור לשאלה 9 מוצג התקן אלקטרומגנטי המורכב משני חלקים פרומגנטיים, עולה ועוגן, המופרדים בניהם באמצעות שני חריצי אויר צרים. סביב העולה מלוּפף סליל שהתנגדותו הכוללת היא 5Ω . מספר הליפופים סביב העולה הוא 1500.

שטח חתך של העולה והעוגן זהה ושווה 2 cm^2 . אורך מסלול השטף הממוצע 20 cm ואורך כל חריץ אויר 2 mm. החדירות היחסית של החומר הפרומגנטי ממנו בנוי ההתקן היא $\mu_r = 1800$. האלקטרומגנט מחובר למקור מתח ישר.

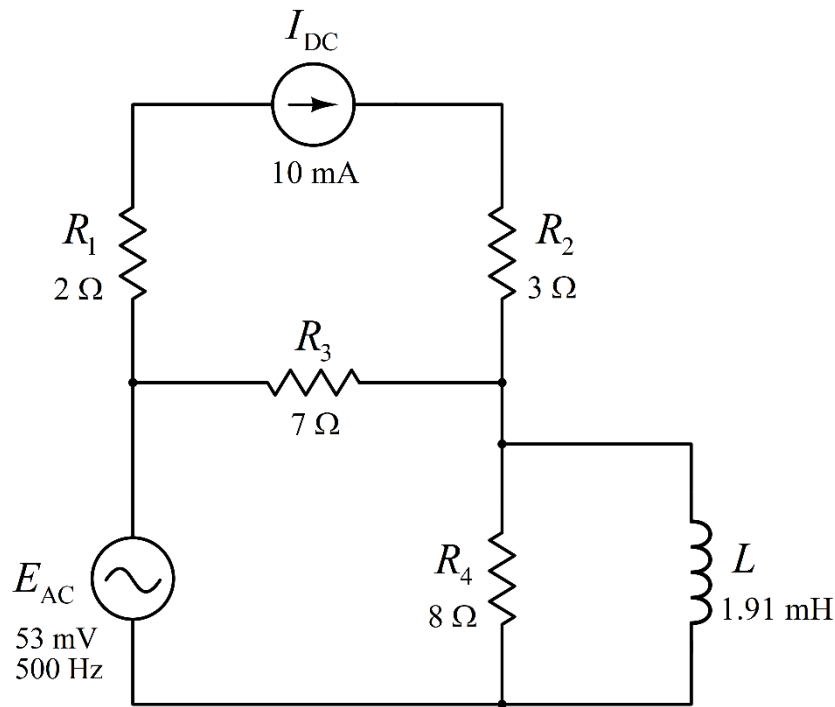


איור לשאלה 9

- א. (6 נק') שרטט מעגל מגנטי שקול וחשב כל אחד ממרכיביו.
- ב. (6 נק') נתון כי צפיפות השטף המרבית בליבה B_{sat} , על סף רוויה מגנטית, שווה 1.6 T. מהו ערכו המרבי של מקור המתח עבורו הליבה תמצא בסף הרוויה?
- ג. (4 נק') חשב את השראותו המגנטית של הסליל.
- ד. (4 נק') מנתקים את מקור המתח הישר ומחברים את ההתקן למקור מתח חילופין $110\text{V} / 120\text{Hz}$. מהו ההספק הפעיל המתפתח במקור המתח?

שאלה 10

המעגל באיור לשאלה 10 כולל מקור זרם ישר, מקור מתח חילופין, נגדים וסליל.



איור לשאלה 10

- 5) (נק') א. מהו הזרם הממוצע $I_{L,DC}$ העובר דרך הסליל L ?
- 8) (נק') ב. רשום ביטוי לזרם $i_L(t)$ העובר דרך הסליל L , כפונקציה של הזמן.
- הנחיה: $i_L(t) = I_{L,DC} + i_{L,AC}(t)$, הנח כי זווית המופע של אות המתח $\varphi = 0^\circ$.
- 4) (נק') ג. מהו ערכו היעיל של הזרם העובר דרך הסליל?
- 3) (נק') ד. כמה אנרגיה אגורה בסליל בתום מחזור אחד של המתח החילופין?

בהצלחה!

© כל הזכויות שמורות למה"ט