



## תורת החשמל

### להנדסאים ולטכנאים – הנדסת חשמל

#### הנחיות לנבחן

- א. משך הבחינה : ארבע שעות.
- ב. מבנה השאלון ומפתח הערכה : בשאלון זה 10 שאלות, יש לענות על 5 שאלות. 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 ומחשבוני 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 המוצגים בביטוי, ותוצאת החישוב מוצגת באמצעות מספר ויחידות.
  8. כל מספר המוצג 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.

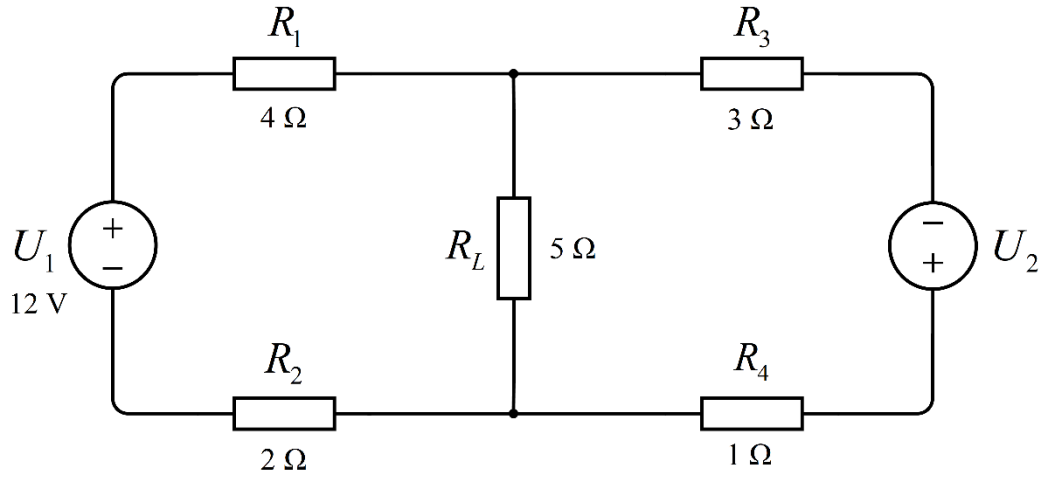
**חל איסור מוחלט להוציא שאלון או מחברת בחינה מחדר הבחינה!**

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

**בהצלחה!**

**שאלה 1**

באיור לשאלה 1 מוצג מעגל חשמלי לזרם ישר. הנגד  $R_L$  הוא עומס חשמלי. ערכו של מקור המתח  $U_2$  לא נתון.

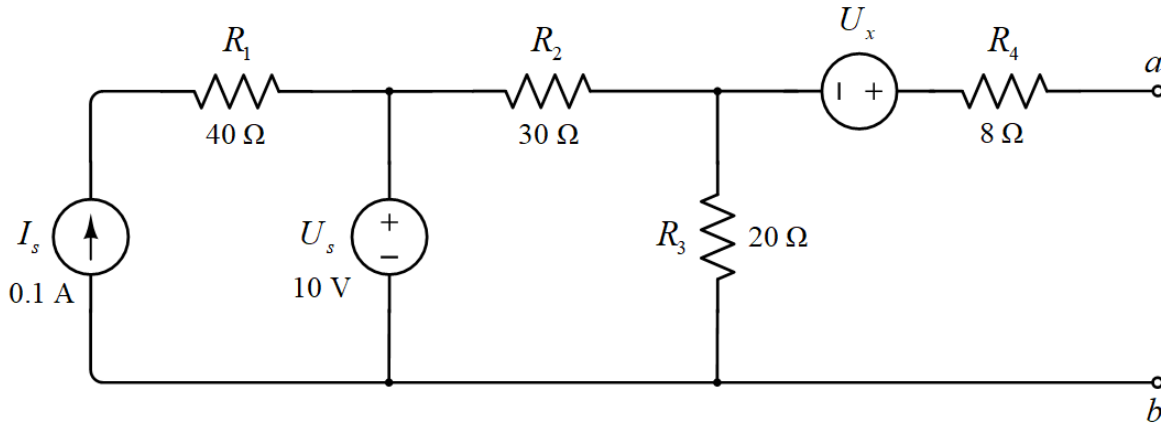


**איור לשאלה 1**

- א. (7 נק') מהו גודל מקור המתח  $U_2$  עבורו לא יתפתח הספק חשמלי בעומס?
- ב. (6 נק') עבור ערך המתח שחושב בסעיף הקודם, חשב את ההספק המתפתח בכל אחד ממקורות המתח וקבע אם הוא מתפקד כצרכן אנרגיה או כספק אנרגיה.
- ג. (7 נק') מה גודלו של מקור המתח  $U_2$  עבורו ההספק המתפתח בעומס הוא  $5W$ ?

שאלה 2

באיור לשאלה 2 מוצג מעגל חשמלי לזרם ישר. ערכי הרכיבים נתונים באיור, ערכו של  $U_x$  לא נתון.



איור לשאלה 2

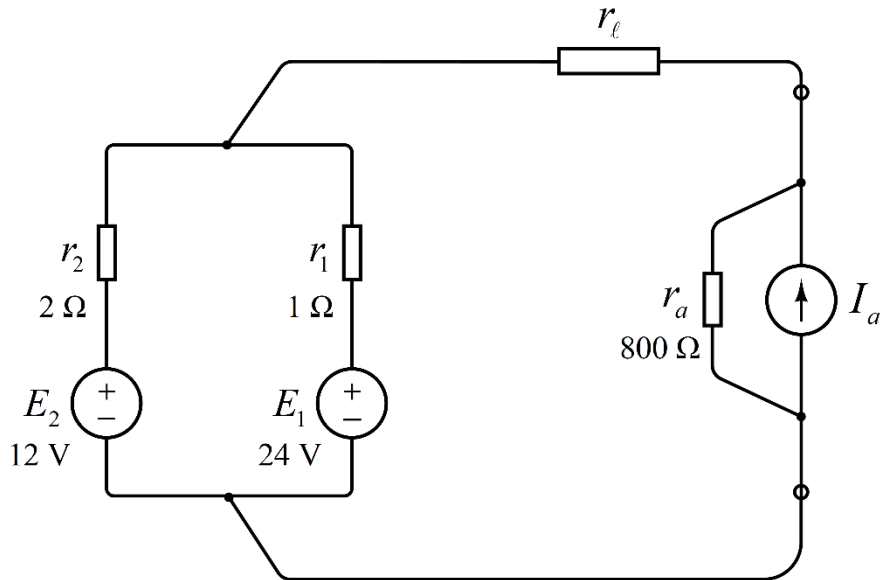
- א. מהו הערך של התנגדות תבנית,  $R_{Thevenin}$ , "המשתקפת" בין הנקודות  $a-b$ ? (4 נק')
- ב. הצג ביטוי למתח תבנית,  $U_{Thevenin}$ , בתלות במתח  $U_x$  "המשתקף" בין הנקודות  $a-b$ . (4 נק')
- ג. מחברים בין הנקודות  $a-b$  מוליך אידיאלי (חסר התנגדות). במצב זה, זורם דרך המוליך זרם שגודלו 0.3A וכיוונו מנקודה  $a$  לנקודה  $b$ . מהו גודלו של מקור המתח  $U_x$ ? (4 נק')
- ד. מחברים מקור מתח אידיאלי בין הנקודות  $a-b$ . מה יהיה ערכו ומהי קוטביותו בעבורם לא יזרום דרכו זרם כלל? (4 נק')
- ה. במצב שבו לא זורם זרם בין הנקודות  $a-b$ . מהו ההספק המתפתח במקור המתח  $U_s$ ? (4 נק')

### שאלה 3

במעגל שבאיור לשאלה 3 מוצגים שני מצברים מחוברים במקביל. ערכי הכא"מ וההתנגדות הפנימית של כל מצבר נתונים באיור.

המצברים מחוברים למקור זרם מעשי בעל התנגדות פנימית  $r_a$ . התנגדות המוליכים המחברים את המצברים למקור

הזרם מיוצגים על ידי  $r_\ell$ . אורכם הכולל 3 m, שטח החתך  $0.6 \text{ mm}^2$  והתנגדותם הסגולית  $0.018 \frac{\Omega \times \text{mm}^2}{\text{m}}$ .



איור לשאלה 3

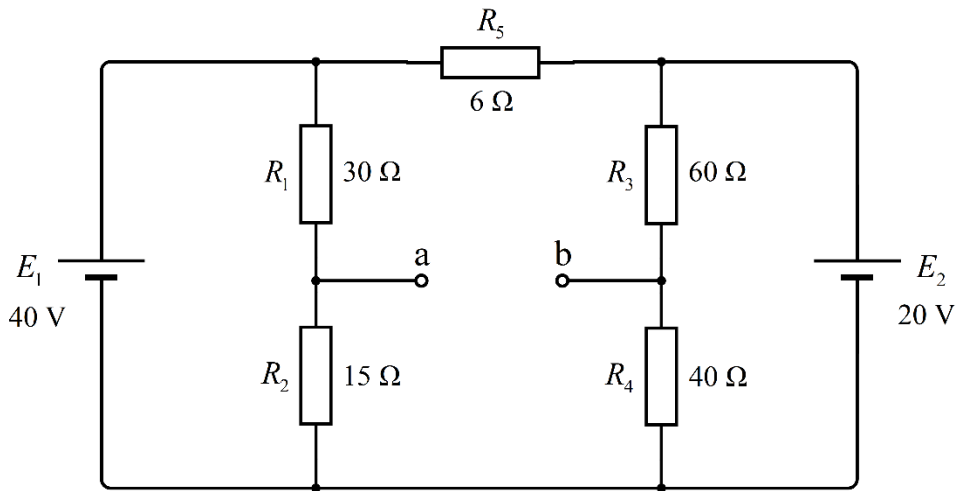
- א. מה גודלו המינימלי של מקור הזרם  $I_a$  הנדרש, עבורו שני המצברים ימצאו במצב טעינה? (7 נק')
- ב. נתון כי גודל מקור הזרם  $I_a$  הינו 7.6 A. מהו הספק איבודי האנרגיה המתפזר בהתנגדויות השונות במעגל? (7 נק')
- ג. מהי נצילות העברת האנרגיה של מקור הזרם בתהליך הטעינה? (6 נק')

$$\text{הנחיה: } \eta\% = \frac{P_{E_1} + P_{E_2}}{P_{I_a}} \cdot 100$$

**שאלה 4**

באיור לשאלה 4 מוצג מעגל חשמלי. המעגל מכיל נגדים ומוזן משני מקורות מתח ישר.

למעגל יש שני הדקים:  $a$  ו- $b$ .

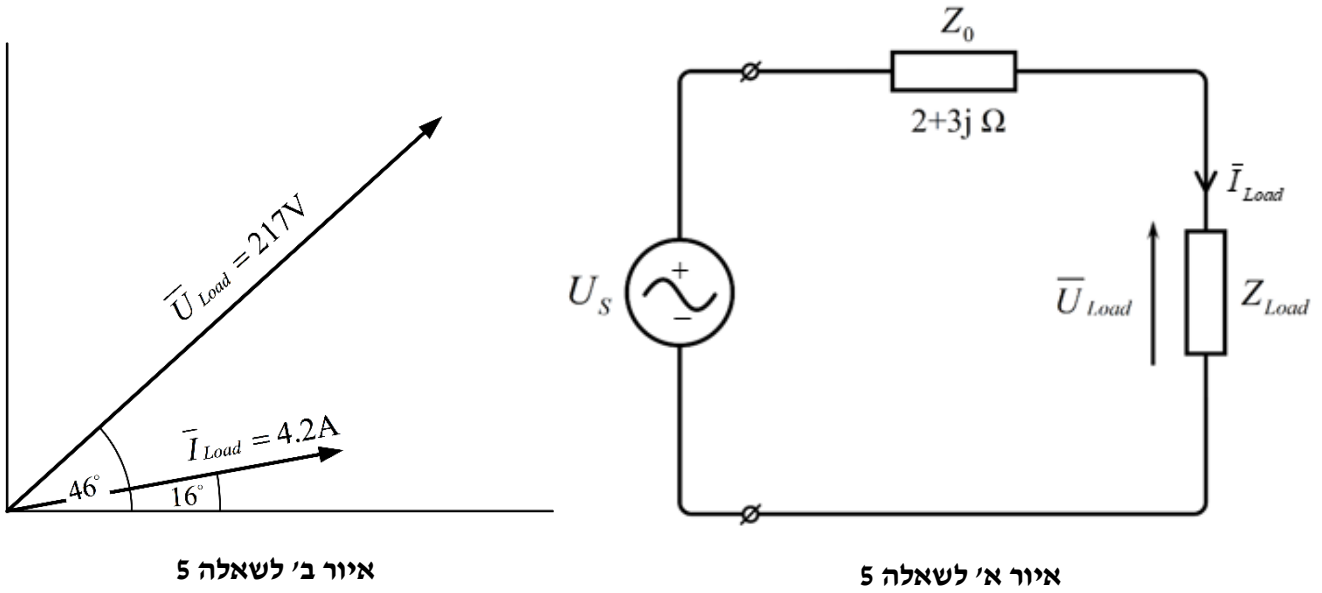


**איור לשאלה 4**

- א. (5 נק') מה גודל המתח בין ההדקים  $a$  ו- $b$ ?
- ב. (5 נק') בין ההדקים  $a$  ו- $b$  מחברים קבל שקיבולו החשמלי  $5\mu\text{F}$ . הנח שהקבל אינו טעון לפני חיבורו. מהי האנרגיה האגורה במעגל בחלוף כל תופעות המעבר?
- ג. (5 נק') מהו ההספק הנצרך במעגל בחלוף כל תופעות המעבר?
- ד. (5 נק') מנתקים את מקור המתח  $E_2$  מהמעגל וממתינים עד חלוף כל תופעות המעבר. כמה מטען חשמלי אגור בקבל?

שאלה 5

באיור א' לשאלה 5 מוצג מעגל חשמלי לזרם חילופין הפועל בתדירות של 50Hz. בין הדקי מקור המתח מחוברים בטור עכבה  $Z_0$  ועומס חשמלי  $Z_{Load}$ . באיור ב' לשאלה 5 מוצגת דיאגרמת מחוגי הזרם והמתח של עכבת העומס.



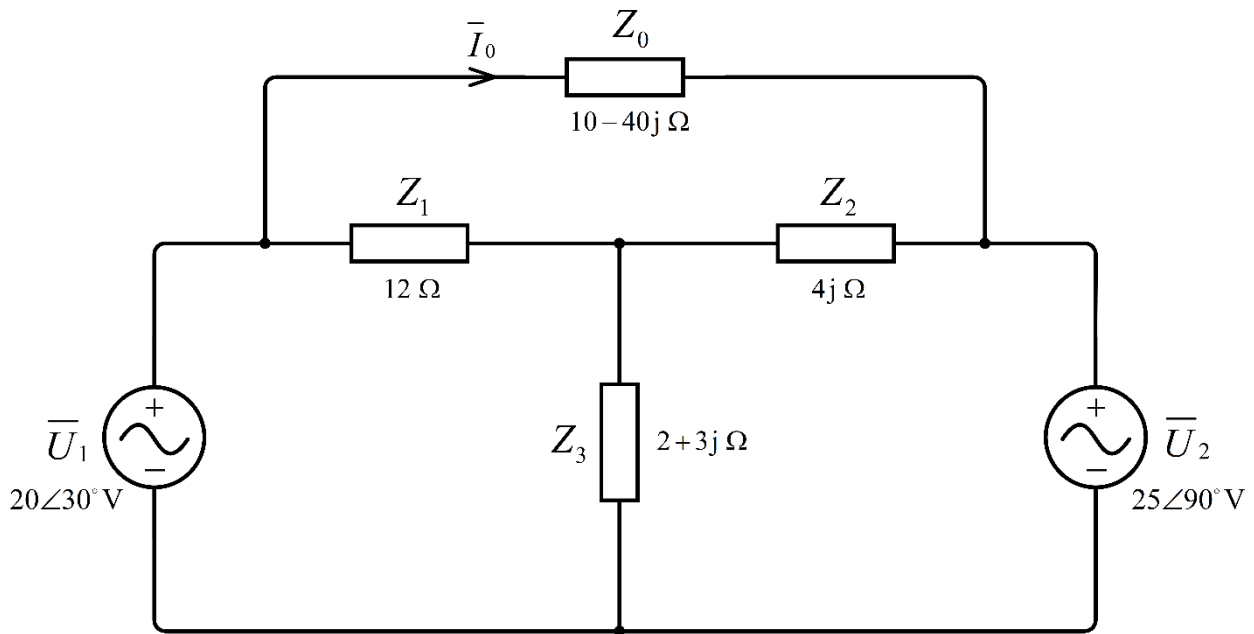
איור ב' לשאלה 5

איור א' לשאלה 5

- א. (5 נק') מה גודלו של מתח המקור  $U_s$ ?
- ב. (5 נק') מהו ערך ההספק הפעיל המתפתח בעכבת העומס?
- ג. (5 נק') באיזה גורם הספק פועל המעגל?
- ד. (5 נק') בין הדקי מקור המתח מחברים קבל. חשב את ערכו הדרוש לקבלת גורם הספק של 0.92.

**שאלה 6**

באיור לשאלה 6 מוצג מעגל חשמלי. המעגל מוזן משני מקורות מתח חילופין. ערכי העכבות נתונים באיור.

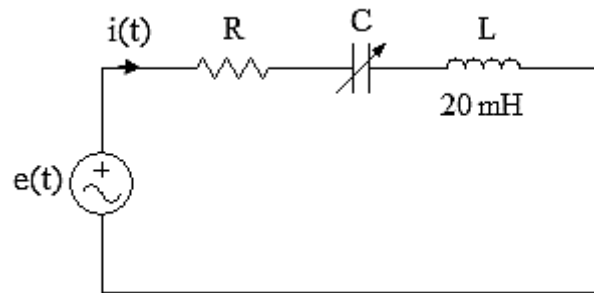


איור לשאלה 6

- 5 נק' א. מהו הזרם  $\bar{I}_0$  המסומן באיור? התשובה צריכה להיות בהצגה פולארית, גודל וזווית מופע.
- 5 נק' ב. מה גודל המתח בין ההדקים של העכבה  $Z_3$ ?
- 10 נק' ג. מהו ההספק הפעיל הכולל הנצרך במעגל?

**שאלה 7**

באיור לשאלה 7 מוצג מעגל חשמלי.



**איור לשאלה 7**

המעגל חובר למקור מתח שביטוי:  $e(t) = 100\sqrt{2}\sin(1000t)$  [V]

ביטוי הזרם הזורם במעגל הוא:  $i(t) = 10\sqrt{2}\sin(1000t - \frac{\pi}{3})$  [A]

א. (2 נק') האם המעגל נמצא בתהודה? תשובה ללא נימוק לא תתקבל.

ב. (8 נק') מהו ערך הנגד R?

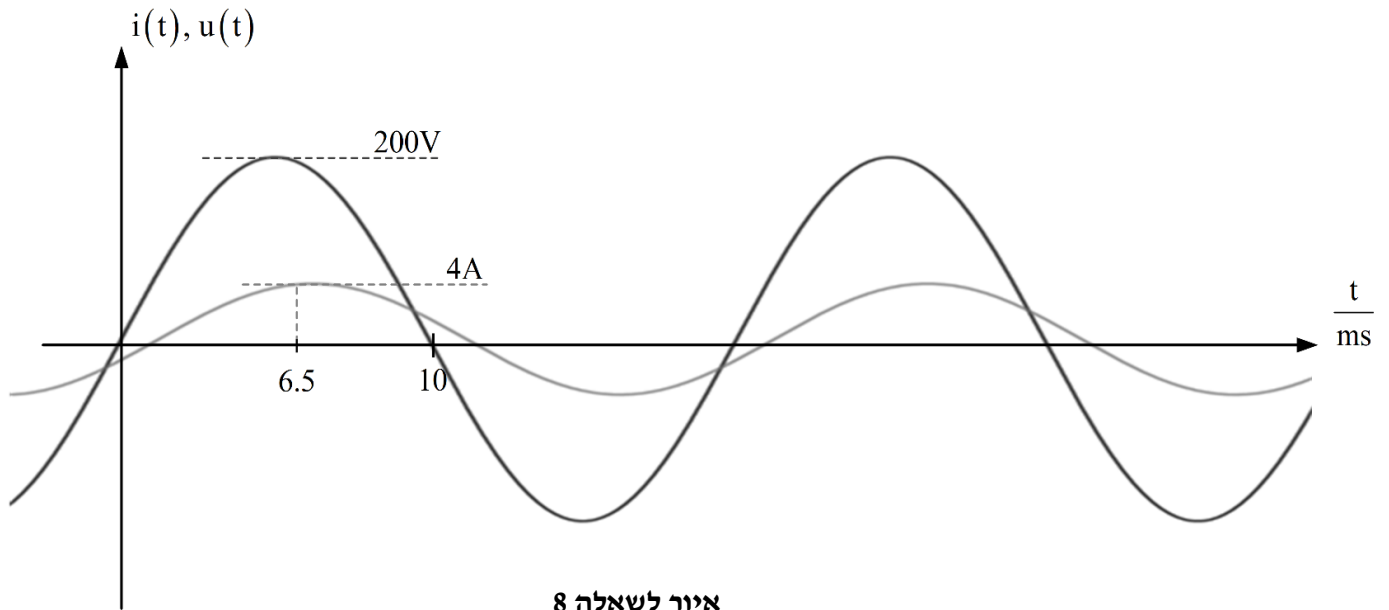
ג. (4 נק') מהו הערך הדרוש של הקבל C כדי שהמעגל יפעל בתהודה?

ד. (4 נק') מהם הערכים של תדרי מחצית ההספק כשהמעגל נמצא במצב תהודה?

ה. (2 נק') כמה זרם זורם במעגל בתדרי מחצית ההספק?

**שאלה 8**

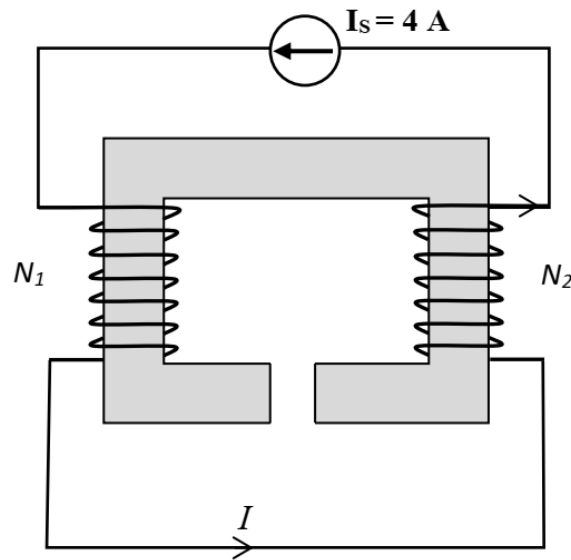
צרכן מחובר למקור מתח חילופין. באיור לשאלה 8 מוצגים אותות המתח בין הדקי הצרכן והזרם הזורם דרכו.



- א. (2 נק') מהם הערכים היעילים של אות המתח ושל אות הזרם?
- ב. (6 נק') רשום את משוואת הזרם הרגעי  $i(t)$  הזורם דרך הצרכן. הנח כי זווית המופע של המתח  $\varphi_V = 0$ .
- ג. (6 נק') אפשר לתאר את הצרכן כעכבה המכילה זוג רכיבים טוריים. קבע מהם שני הרכיבים מבין רכיבים אלו  $(R, L, C)$  וחשב את ערכם.
- ד. (6 נק') מהו ההספק הפעיל המתפזר בצרכן?

### שאלה 9

- באיור לשאלה 9 מוצגים שני סלילים הכרוכים על אותו גרעין פרומגנטי. הגרעין כולל במסלולו חריץ אוויר. האורך הממוצע של מסלול השטף הוא  $400 \text{ mm}$  ושטח החתך של הליבה הוא  $2 \text{ cm}^2$ . אורך חריץ האוויר הוא  $g = 0.8 \text{ mm}$ . החדירות היחסית של הגרעין היא  $\mu_r = 3000$ . בסליל 1 יש 500 כריכות והתנגדותו  $3 \Omega$ . בסליל 2 יש 300 כריכות והוא בנוי ממוליך נחושת שאורכו  $100 \text{ m}$  ושטח החתך שלו  $0.6 \text{ mm}^2$ . ההתנגדות הסגולית של נחושת:  $\rho = 0.018 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ . שני הסלילים מחוברים זה לזה והם מוזנים ממקור זרם שעוצמתו  $I_s = 4 \text{ A}$ .

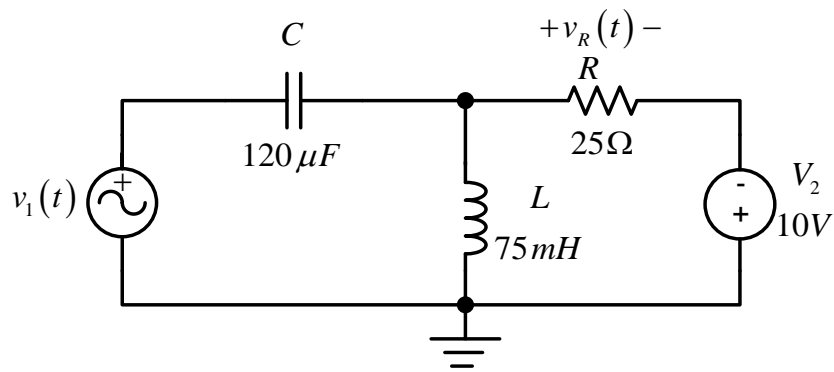


איור לשאלה 9

- 3) (נק') א. סרטט מעגל חשמלי אנלוגי המתאר את המעגל המגנטי.  
 6) (נק') ב. כמה שטף שוטף בליבה ומהו כיוונו (עם כיוון השעון או נגד כיוון השעון)?  
 4) (נק') ג. מהי ההשראות העצמית של כל סליל?  
 2) (נק') ד. מהי ההשראות ההדדית בין הסלילים: נתון מקדם צימוד מלא  $k=1$ .  
 5) (נק') ה. כמה הספק חשמלי מתפזר במקור הזרם?

**שאלה 10**

באיור לשאלה 10 מוצג מעגל חשמלי:



איור לשאלה 10

נתון:  $v_1(t) = 5 \cdot \sin(1000 \cdot t) \text{ V}$

(12 נק') א. כתוב ביטוי למתח  $v_R(t)$ .

הנחיה:  $v_R(t) = V_{R,DC} + v_{R,AC}(t)$ .

(2 נק') ב. חשב את המתח הממוצע על הדקי הנגד  $R$ .

(4 נק') ג. חשב את המתח היעיל על הדקי הנגד  $R$ .

(2 נק') ד. חשב את ההספק הממוצע המתפזר בנגד  $R$ .

**בהצלחה!**

© כל הזכויות שמורות למה"ט