

מועד הבחינה :  
אביב תשפ"ה – 2025 – מועד א'  
מספר השאלון : 90611, 92023, 93611  
נספח : נוסחאון

_____	מספר מחברת :
_____	מספר ת"ז :

## תורת החשמל

### להנדסאים ולטכנאים – הנדסת חשמל

#### הנחיות לבחינה

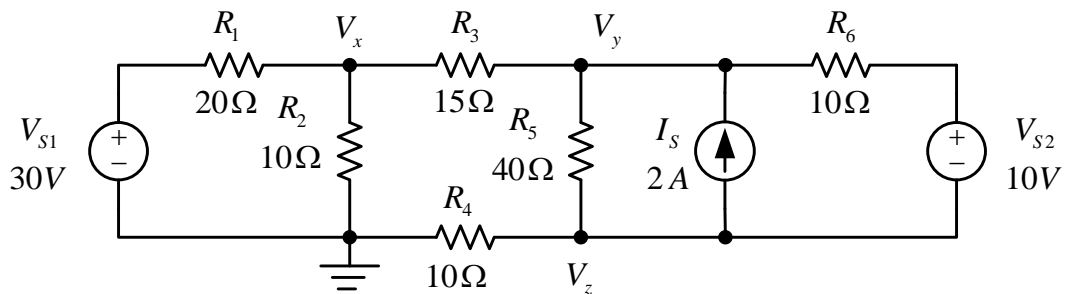
- א. משך הבחינה : ארבע שעות.
- ב. מבנה השאלון ומפתח הערכה : בשאלון זה 8 שאלות. יש לענות על 5 שאלות. ערך כל שאלה 20 נקודות. **סה"כ: 100 נקודות.**
- ג. חומר עזר מותר לשימוש :
  1. מחשבון (אין להשתמש במחשב כף יד או במחשבון עם תקשורת חיצונית).
  2. נוסחאון בתורת החשמל שבהוצאת מה"ט : נוסחאון, שאין בו לא הערות או תוספות כלשהן, בין בכתב יד בין 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 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 להערכתכם חסר נתון או קיים נתון שגוי בשאלה, עליכם לציין זאת במפורש במחברת הבחינה, ולבחור ערך מתאים שיאפשר לכם להמשיך בפתרון השאלה. חובה להסביר ולנמק את הבחירה.

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

**בהצלחה!**

**שאלה 1**

באיור לשאלה 1 מוצג מעגל חשמלי:



**איור לשאלה 1**

10 נק') א. חשבו את המתחים  $V_x, V_y$  ו- $V_z$  ביחס לאדמה.

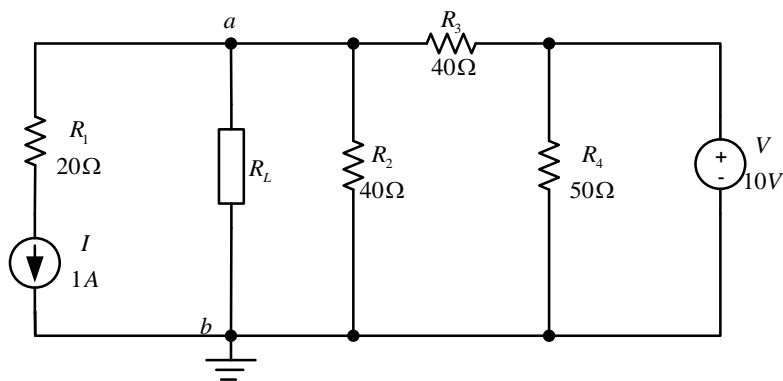
6 נק') ב. חשבו את ההספק המתפתח בכל אחד ממקורות המתח  $V_{S1}$  ו- $V_{S2}$  וציינו אם המקור

מתנהג כספק או כצרכן.

4 נק') ג. חשבו את ההספק המתפתח במקור הזרם  $I_S$  וציינו אם מקור הזרם מתנהג כספק או כצרכן.

**שאלה 2**

באיור לשאלה 2 מוצג מעגל חשמלי:



**איור לשאלה 2**

10 נק') א. סרטטו את מעגל התמורה של תבנין עבור הנגד  $R_L$  המחובר בין הנקודות a ו- b.

6 נק') ב. מהם שני הערכים של העומס, הנגד  $R_L$ , עבורם ההספק שיתפתח יהיה רבע מההספק המרבי?

4 נק') ג. מקצרים את הנקודות a ו- b באמצעות תיל חסר התנגדות.

מה גודל הזרם הזורם בתיל ומהי מגמתו (מ- a ל- b או מ- b ל- a)?

### שאלה 3

סוללה מורכבת מתאים זהים המחוברים בחיבור מעורב.

נתוני תא בודד:  $r = 10 \Omega$ ,  $E = 1.5 \text{ V}$ ,  $Q = 0.2 \text{ Ah}$ .

נדרש לבנות סוללה להפעלת נגד עומס  $R_L = 10 \Omega$  בהספק פיזור של  $P_L = 10 \text{ W}$  בזרם פריקה קבוע למשך ארבע שעות.

(10 נק') א. חשבו את מספר הענפים במקביל (m) ואת מספר התאים בכל טור (n) כדי שנגד העומס יפעל כנדרש.

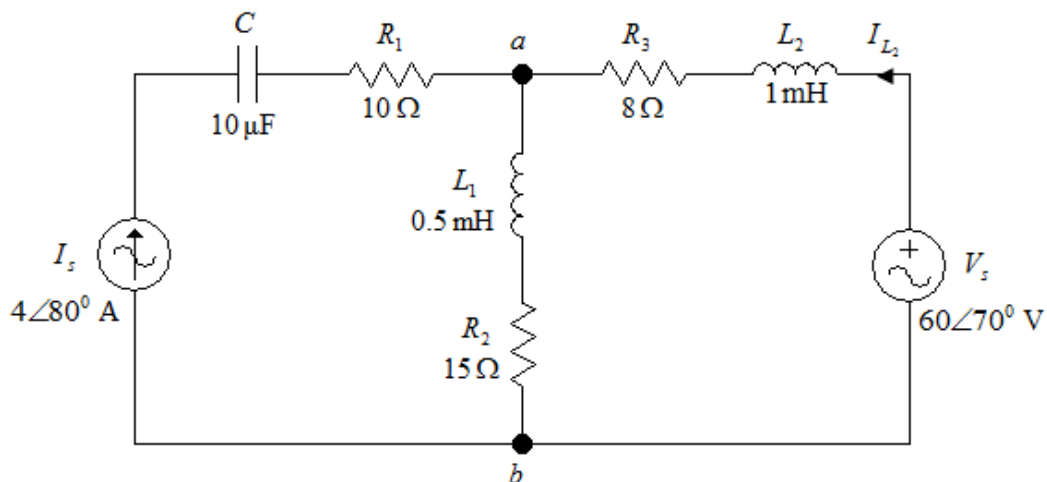
(2 נק') ב. מהי נצילות הסוללה (כאשר העומס המחובר אליה הוא  $R_L = 10 \Omega$ )?

(8 נק') ג. בענף מסוים התקצרו 5 תאים (כא"מ וגם התנגדות).

חשבו את ההספק המתפתח על נגד העומס  $R_L = 10 \Omega$  המחובר לסוללה.

### שאלה 4

באיור לשאלה 4 מוצג מעגל חשמלי:



איור לשאלה מס' 4

התדירות הזוויתית של המקורות שווה ל-  $\omega = 10000 \text{ rad / sec}$

(10 נק') א. מהו ערך המתח בין הנקודות  $a$  ו- $b$  המסומנות באיור? רשמו בהצגה פולארית (גודל וזווית).

(5 נק') ב. מהו ערך הזרם הזורם בסליל  $L_2$ ? רשמו בהצגה פולארית (גודל וזווית).

(5 נק') ג. חשבו את ההספק הנדמה המתפתח במקור המתח,  $S_{V_s}$ . רשמו בהצגה פולארית (גודל וזווית).

**שאלה 5**

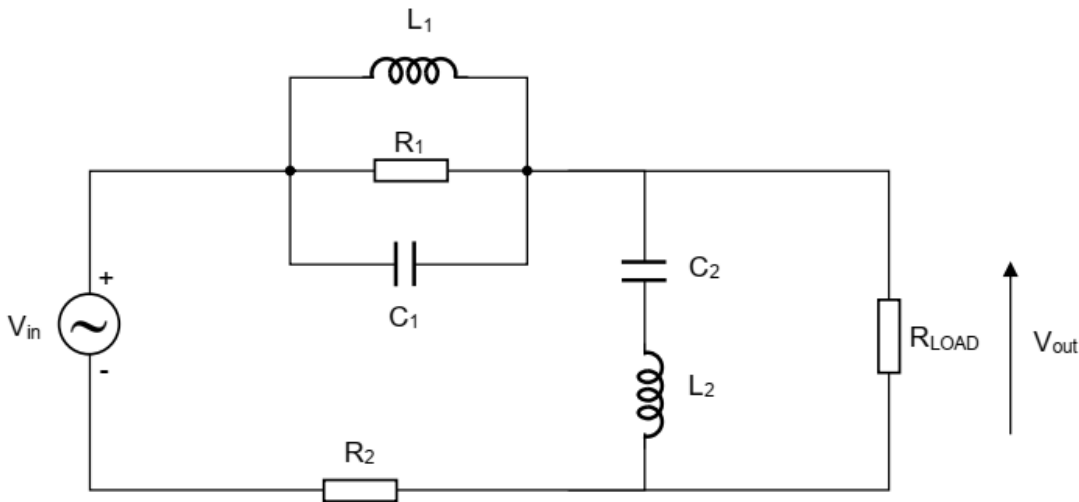
באיור לשאלה 5 נתון מעגל חשמלי הפועל בזרם חילופין. במעגל מחובר נגד עומס  $R_{LOAD}$ .

$$v_{in}(t) = 50 \cdot \sqrt{2} \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{6}\right) \text{ [V]}$$

מתח המקור נתון בביטוי:

נתונים:

$$R_1 = 30 \Omega, R_2 = 10 \Omega, R_{LOAD} = 20 \Omega, C_1 = C_2 = 4 \mu\text{F}, L_1 = L_2 = 25 \text{ mH}$$



**(4 נק')** א. באיזה תדר מתח המוצא  $V_{out}$ , המתח על נגד העומס, יהיה שווה לאפס? יש להציג חישוב ולנמק בקצרה.

**(4 נק')** ב. כמה זרם זורם דרך המקור במצב שבו מתח המוצא הוא אפס?

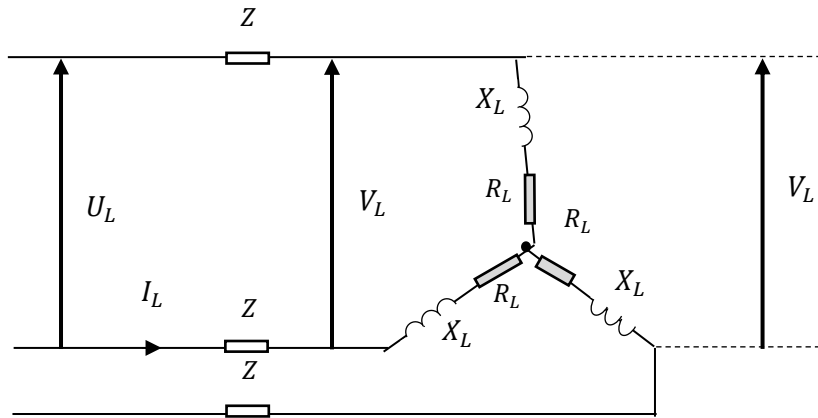
**(8 נק')** ג. חשבו את הזרם הזורם בעומס ואת המתח עליו כאשר תדירות המקור

$$\text{היא: } \omega = 1000 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

**(4 נק')** ד. חשבו וסרטטו את משולש ההספקים שמספק המקור למעגל בתדר  $\omega = 1000 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$ .

**שאלה 6**

באיור לשאלה 6 מוצג צרכן תלת מופעי בחיבור כוכב, המחובר לרשת תלת מופעית בצורת כוכב.  
**נתון:** לכל קוו זינה עכבה  $Z$  המכילה התנגדות  $R = 6 \Omega$  והיגב השראתי  $X = 6 \Omega$ . העכבה בכל מופע של העומס  $Z_L$  מכילה התנגדות  $R_L = 42 \Omega$  והיגב השראתי  $X_L = 30 \Omega$ . המתח השלוב של הרשת הוא:  $U_L = 600 V$ .



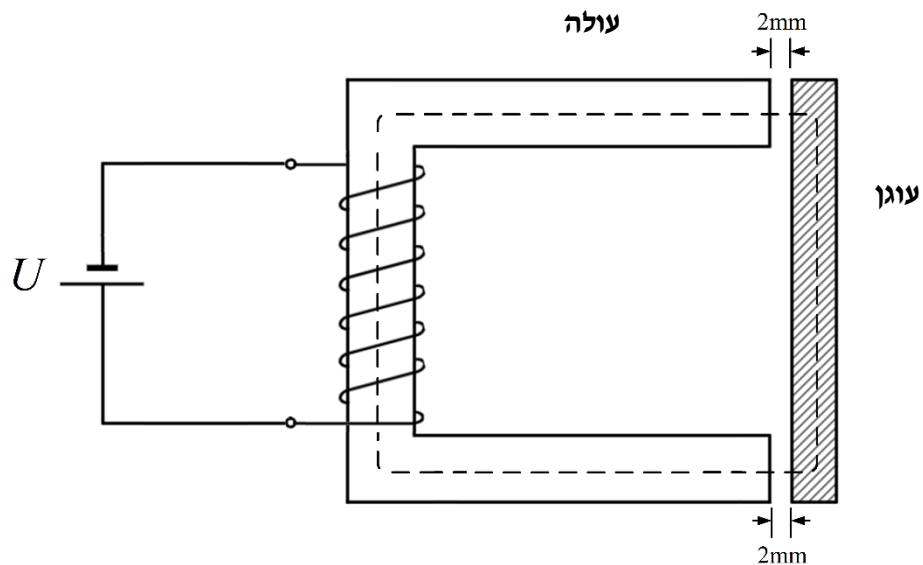
**איור לשאלה 6: צרכן תלת מופעי בחיבור כוכב**

- א. מהו זרם הקו  $I_L$ ? (6 נק')
- ב. מהו המתח השלוב של העומס  $V_L$ ? (6 נק')
- ג. מהם ההספקים: הפעיל, ההיגבי והנדמה המתפתחים בעומס  $Z_L$ ? (8 נק')

**שאלה 7**

באיור לשאלה 7 מוצג התקן אלקטרומגנטי המורכב משני חלקים פרומגנטיים, עולה ועוגן, המופרדים בניהם באמצעות שני חריצי אויר צרים. סביב העולה מלופף סליל שהתנגדותו הכוללת היא  $5\Omega$ . מספר הליפופים סביב העולה הוא 1500.

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

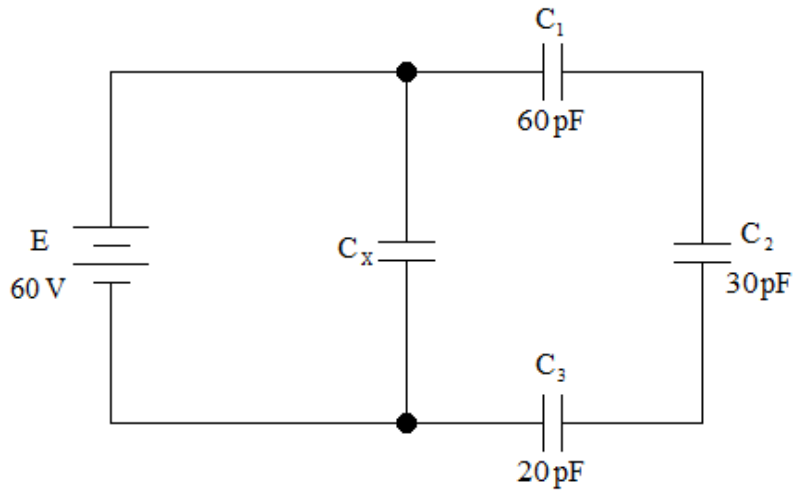


איור לשאלה 7

- א. (6 נק') סרטטו מעגל מגנטי שקול וחשבו כל אחד ממרכיביו.
- ב. (6 נק') נתון כי צפיפות השטף המרבית בליבה  $B_{sat}$ , על סף רוויה מגנטית, שווה  $1.6\text{ T}$ . מהו ערכו המרבי של מקור המתח עבורו הליבה תמצא בסף הרוויה?
- ג. (4 נק') חשבו 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?

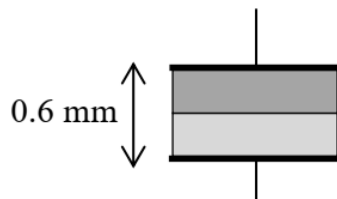
**שאלה 8**

באיור א' לשאלה 8 מוצג מעגל חשמלי:



**איור א' לשאלה 8**

באיור ב' לשאלה 8 מתואר המבנה של הקבל  $C_X$ :



**איור ב' לשאלה 8**

הקבל  $C_X$  בנוי משני לוחות מוליכים בעלי שטח  $0.5 \text{ cm}^2$  המרוחקים  $0.6 \text{ mm}$  זה מזה. במרווח בין הלוחות נמצאות שתי שכבות של חומרים דיאלקטריים שונים, **הזהות בעובי שלהן**. המקדם הדיאלקטרי היחסי של כל שכבה הוא  $\epsilon_{r1} = 27.1$ ,  $\epsilon_{r2} = 40.66$ .

**(7 נק')** א. חשבו את הקיבולת של הקבל  $C_X$ .

הדרכה: מומלץ להפריד לשני קבלים בטור ואז לחשב את השקול.

**(9 נק')** ב. חשבו את המתח על כל קבל ואת המטען האגור בו.

**(4 נק')** ג. חשבו את האנרגיה האגורה במעגל.

**בהצלחה!**

© כל הזכויות שמורות למה"ט