

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. 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 להערכתכם חסר נתון או קיים נתון שגוי בשאלה, יש לציין זאת במפורש במחברת הבחינה, ולבחור ערך מתאים שיאפשר להמשיך בפתרון השאלה. חובה להסביר ולנמק את הבחירה.

חל איסור מוחלט להוציא שאלון או מחברת בחינה מחדר הבחינה!

בהצלחה!

שאלות 8-1

ענו על 5 מתוך 8 השאלות, ערך כל שאלה – 20 נקודות.

שאלה 1

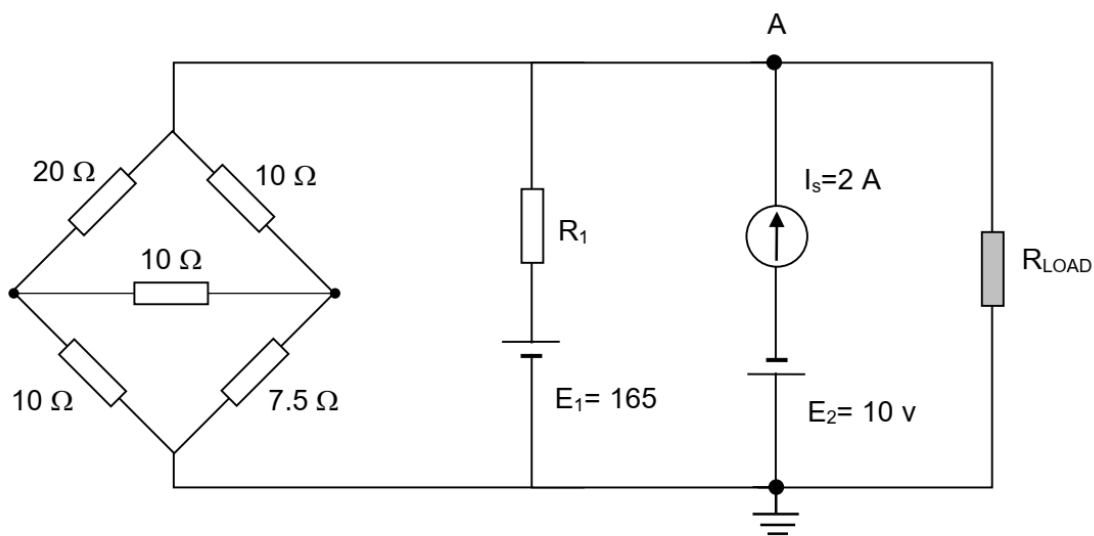
באיור לשאלה 1 מוצג מעגל חשמלי.

הנגד R_1 מייצג התנגדות של חוטי החשמל (מוליכים) שאורכם 330 m, שטח חתכם 0.5 mm^2 וההתנגדות

$$\text{הסגולית שלהם היא } 0.05 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$$

נגד העומס R_{LOAD} הוא גוף חימום של תנור המשתנה בתלות בטמפרטורה. כאשר הטמפרטורה היא 20°C

התנגדות העומס היא $R_{LOAD} = 5.5 \Omega$. מקדם הטמפרטורה הוא $\alpha = 0.004 \text{ } 1/^\circ\text{C}$.



איור לשאלה 1

(9 נק') א. חשבו את המתח בצומת A ביחס לאדמה כאשר הטמפרטורה היא 20°C .

הדרכה: היעזרו בהפיכת כוכב-משולש וצמצמו את הענף השמאלי.

(4 נק') ב. חשבו את המתח על הדקי מקור הזרם ואת ההספק המתפתח בו. האם הוא צורך אנרגיה או מספק

אנרגיה? נמקו.

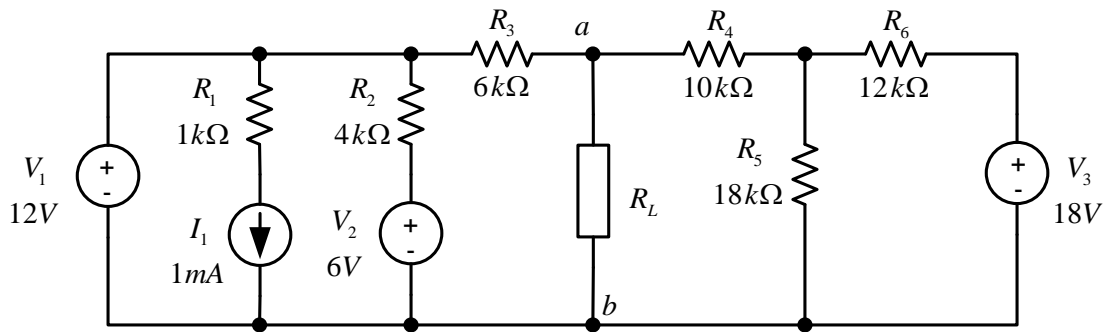
(3 נק') ג. מהו ההספק החשמלי שמספק מקור המתח E_1 ?

(4 נק') ד. התנור מתחמם עד למצב שבו העומס צורך הספק **מרב**. חשבו את התנגדות נגד העומס ואת

הטמפרטורה של התנור.

שאלה 2

באיור לשאלה 2 מוצג מעגל חשמלי:



איור לשאלה 2

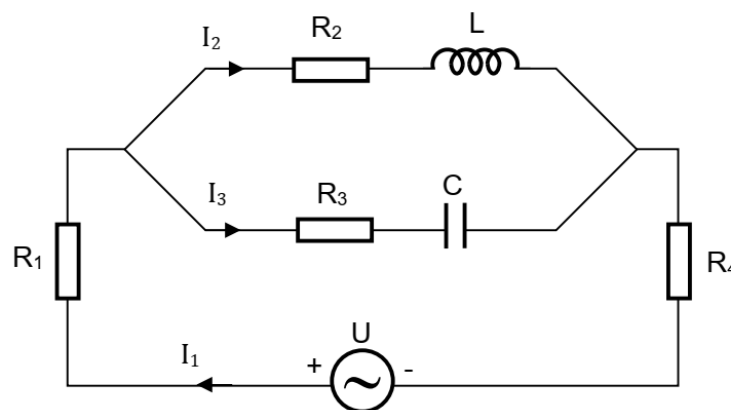
- 12 נק' א. סרטטו את מעגל התמורה של תבנין עבור הנגד R_L המחובר בין הנקודות a ו- b .
- 6 נק' ב. מה צריך להיות ערך הנגד R_L שעבורו יתפתח בו הספק מרבי, ומהו ערך ההספק?
- 2 נק' ג. מקצרים את הנקודות a ו- b על ידי תיל חסר התנגדות. מה גודל הזרם הזורם בתיל ומהי מגמתו (מ- a ל- b או מ- b ל- a)?

שאלה 3

באיור לשאלה 3 מוצג מעגל זרם חילופין. הביטוי של מתח המקור בתלות בזמן הוא:

$$u(t) = 50 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin\left(1000t - \frac{\pi}{6}\right) \text{ [V]}$$

$$R_1 = 1 \Omega ; R_2 = 10 \Omega ; R_3 = 5 \Omega ; R_4 = 4 \Omega ; L = 30 \text{ mH} ; C = 50 \mu\text{F}$$



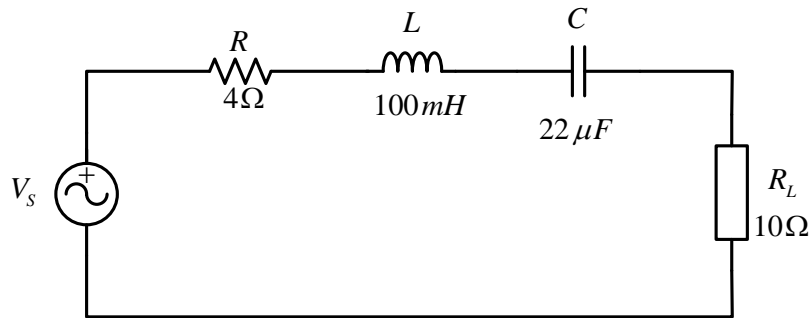
איור לשאלה 3

- 8 נק' א. חשבו את עכבת המעגל. מהו אופי המעגל ומהו גורם ההספק שלו, $\cos\Phi$?
- 5 נק' ב. חשבו את ההספקים – הפעיל, ההיגבי והנדמה המתפתחים במקור המתח וסרטטו משולש הספקים עבורו.
- 7 נק' ג. חשבו את הערכים (גודל וזווית מופע) של שלושת הזרמים המסומנים במעגל (I_1, I_2, I_3) וסרטטו דיאגרמת פאזורים של שלושתם.

שאלה 4

באיור לשאלה 4 מוצג מעגל חשמלי.

למקור המתח החילופין אמפליטודה (משרעת) של 1 V ותדר משתנה.

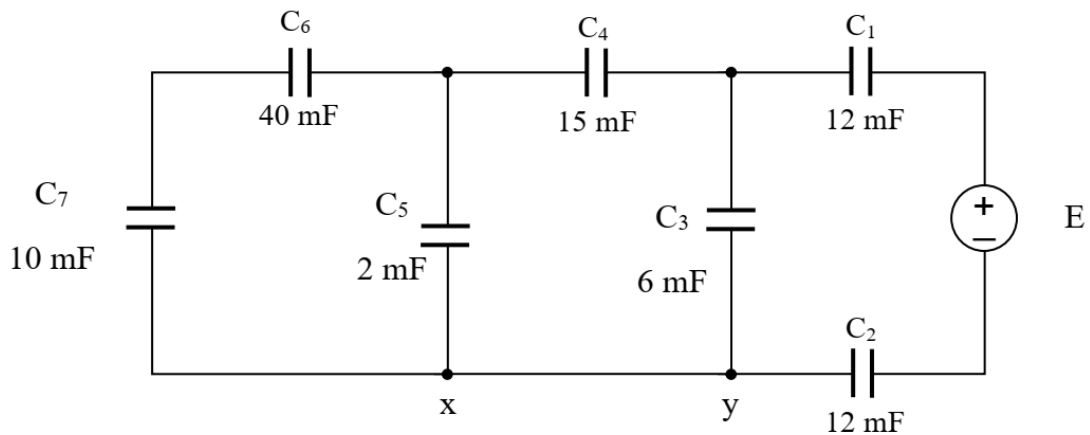


איור לשאלה 4

- (5 נק') א. חשבו את תדירות מקור המתח f שעבורה יזרום זרם מרבי דרך נגד העומס.
 (5 נק') ב. חשבו את מקדם הטיב Q עבור התדירות שחושבה בסעיף א'.
 (5 נק') ג. חשבו את רוחב הסרט של המעגל עבור התדירות שחושבה בסעיף א' (להציג ביחידות - Hz).
 (5 נק') ד. חשבו את ההספק המרבי שיכול להתפתח בנגד העומס.

שאלה 5

באיור לשאלה 5 מוצג מעגל חשמלי:



איור לשאלה 5

נתון שהאנרגיה האגורה בקבל C_7 היא $W_{C_7} = 2.88\text{ J}$.

- (5 נק') א. חשבו את הקיבולת השקולה "המשתקפת" למקור המתח E , ואת המתח על הקבל C_7 .
 (9 נק') ב. חשבו את מתח המקור E .
 (3 נק') ג. כמה אנרגיה אגורה במעגל?
 (3 נק') ד. בין צמתים x - y מחברים נגד במקום חוט הקצר וממתיינים שכל תופעות המעבר יחלפו. האם תשתנה האנרגיה האגורה במעגל? תשובה ללא נימוק לא תתקבל.

שאלה 6

באיור א' לשאלה 6 מוצג סליל נושא זרם I_1 הכרוך על גרעין פרומגנטי שממדיו הם:

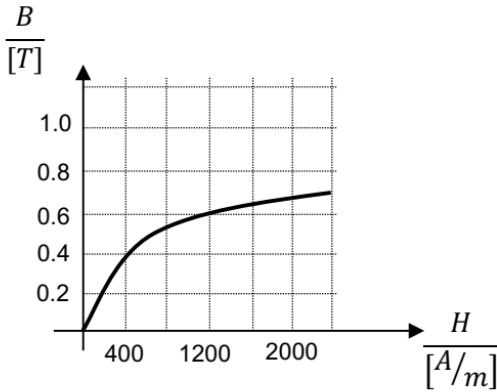
היקף ממוצע 120 mm ושטח חתך של $2 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$.

עקום המגנט של החומר נתון באיור ב' לשאלה 6.

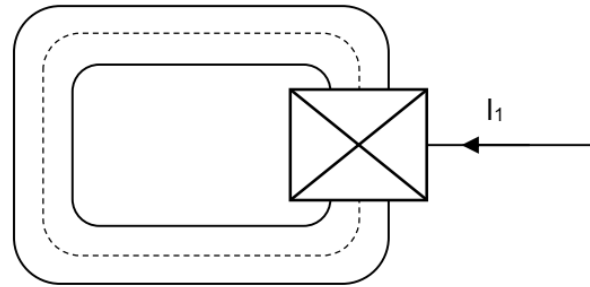
בסליל יש 500 כריכות והוא בנוי ממוליך נחושת שאורכו 50 m ושטח החתך שלו 0.2 mm^2 .

ההתנגדות הסגולית של נחושת: $\rho = 0.018 \text{ } \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$.

נדרש שהשטף בליבה יהיה $80 \text{ } \mu\text{Wb}$.



איור ב' לשאלה 6

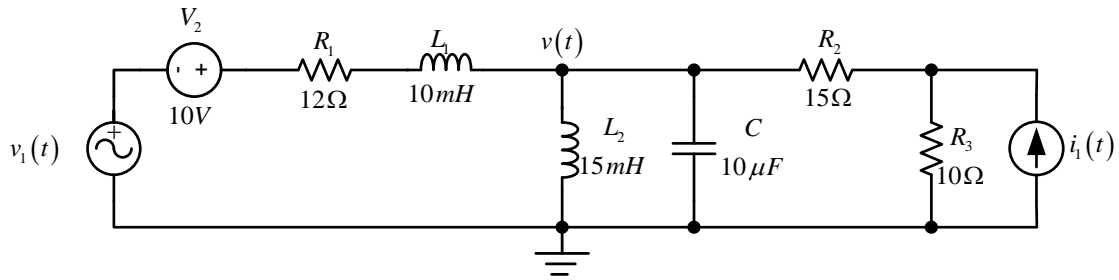


איור א' לשאלה 6

- (4 נק') א. מהי החלחלות היחסית של הגרעין הפרומגנטי μ_r ? ומהי התנגדות המוליך ממנו בנוי הסליל?
- (7 נק') ב. כמה אנרגיה מגנטית אגורה בסליל?
- (4 נק') ג. מלפפים סליל נוסף על הליבה – סליל 2, בעל כריכות. דרך הסליל מוזרם זרם בעוצמה של A . 3. סליל זה יוצר שטף באותו כיוון כמו סליל 1. מהו גודל השטף השוטף בליבה?
- (5 נק') ד. סליל 2 נותק. נדרש שהשראות סליל 1 תהיה $L = 0.2 \text{ H}$. לשם כך מוסיפים חריץ אוויר בליבה. מהו המיאון של חריץ האוויר? ומהו אורך חריץ האוויר הנדרש?

שאלה 7

באיור לשאלה 7 מוצג מעגל חשמלי.



איור לשאלה 7

אותות המבוא הם:

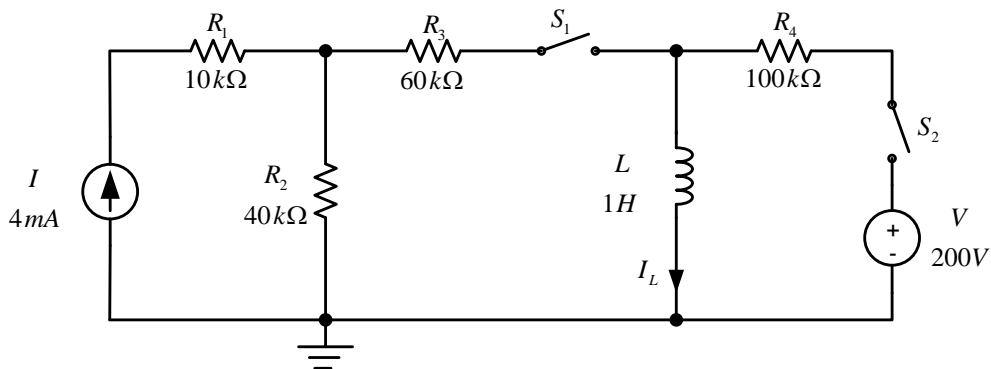
$$i_1(t) = 0.8 \cdot \sin(2000 \cdot t + 60^\circ) \text{ A}, v_1(t) = 20 \cdot \sin(1000 \cdot t) \text{ V}$$

(12 נק') א. מהו הביטוי למתח $v(t)$ ביחס לאדמה?

(8 נק') ב. חשבו את ערכו של המתח הממוצע V_{avg} ואת ערכו של המתח היעיל V_{rms} .

שאלה 8

באיור לשאלה 8 מוצג מעגל חשמלי.



איור לשאלה 8

המפסקים פתוחים זמן רב ואין אנרגיה אגורה במעגל.

(10 נק') א. מפסק S_1 נסגר בזמן $t=0$. חשבו את:

1. המתח על הדקי הסליל מיד לאחר סגירת המפסק $V_L(0^+)$.

2. הזרם שעובר דרך הסליל במצב המתמיד $I_L(\infty)$.

(10 נק') ב. לאחר גמר תופעות המעבר שלאחר סגירת מפסק S_1 , מפסק S_2 נסגר. חשבו את:

3. המתח על הדקי הסליל מיד לאחר סגירת המפסק S_2 .

4. הזרם שעובר דרך הסליל במצב מתמיד $I_L(\infty)$.

בהצלחה!