

מועד הבחינה :
אביב תשפ"ד – 2024 – מועד א'
מספר השאלון : 97160
נספח : נוסחאון

תורת החשמל רפורמה

להנדסאים ולטכנאים – הנדסת חשמל

הנחיות לבחינה

- א. משך הבחינה : ארבע שעות.
- ב. מבנה השאלון ומפתח הערכה : בשאלון זה 10 שאלות. יש לענות על 5 שאלות. ערך כל שאלה 20 נקודות.
- ג. חומר עזר מותר לשימוש : סה"כ: 100 נקודות.
- ד. הוראות מיוחדות :
 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 לא הערות או תוספות כלשהן, בין בכתב יד בין מודפסות.
 - אין להעביר חומר עזר, ספרים ומחשבוניס בין הנבחנים.
 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.

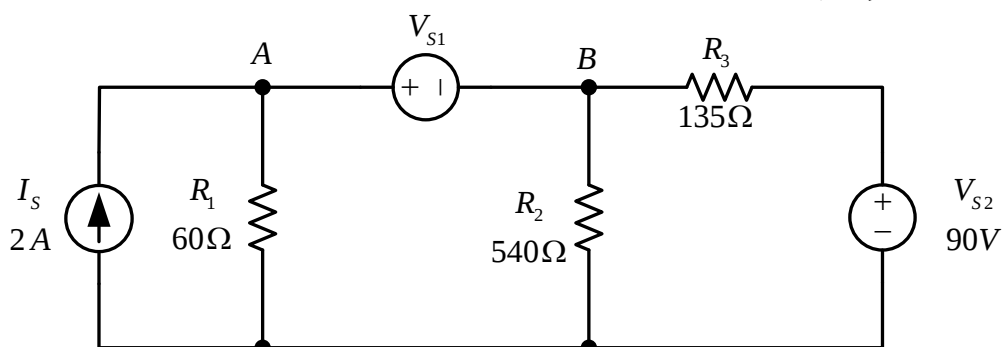
חל איסור מוחלט להוציא שאלון או מחברת בחינה מחדר הבחינה!
בהצלחה!

שאלות 10-1

ענו על 5 מתוך 10 השאלות, ערך כל שאלה – 20 נקודות.

שאלה 1

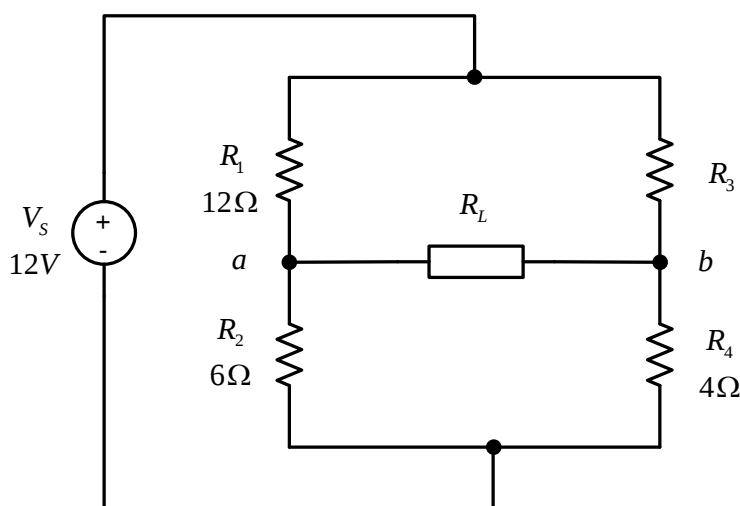
באיור לשאלה 1 מוצג מעגל חשמלי.

**איור לשאלה 1**ההספק המתפתח במקור המתח V_{S2} הוא $30W$ והוא מתפקד כספק אנרגיה.(14 נק') א. חשבו את מתח המקור V_{S1} .(6 נק') ב. חשבו את ההספק המתפתח במקור הזרם ואת ההספק המתפתח במקור המתח V_{S1}

וציינו איזה מהם מתפקד כספק אנרגיה ואיזה כצרכן אנרגיה.

שאלה 2

באיור לשאלה 2 מוצג מעגל חשמלי:

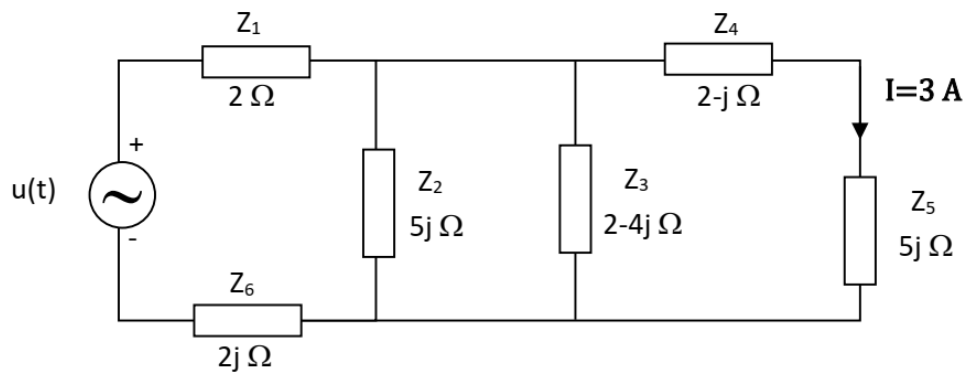
**איור לשאלה 2**(4 נק') א. מהו ערכו של הנגד R_3 עבורו לא יזרום זרם דרך נגד העומס?(10 נק') ב. סרטטו את מעגל התמורה של תבנית עבור הנגד R_L המחובר בין הנקודות a ו- b ,כאשר $R_3 = 12\Omega$.(3 נק') ג. מה צריך להיות ערכו של נגד העומס R_L כדי להעביר אליו הספק מרבי?

(3 נק') ד. חשבו את ההספק המרבי המתפתח בעומס.

שאלה 3

באיור לשאלה 3 מוצג מעגל זרם חילופין. תדר המקור הוא 60 Hz .

ידוע שדרך העכבה Z_5 זורם זרם בשיעור 3 A (ערך יעיל).



איור לשאלה 3

(6 נק') א. חשבו את העכבה השקילה של המעגל. מהו גורם ההספק של המעגל ומהו אופיו?

(6 נק') ב. חשבו את הגודל וזווית המופע של מתח המקור U .

הניחו שזווית המופע של הזרם I הזורם דרך העכבה Z_5 היא אפס מעלות.

(3 נק') ג. רשמו ביטוי מתמטי של מתח המקור בתלות בזמן, $u(t)$.

(3 נק') ד. חשבו את ההספקים - הפעיל, ההיגבי והנדמה - המתפתחים במקור המתח.

סרטטו את משולש ההספקים עבור מקור המתח.

(2 נק') ה. מאילו 2 רכיבים טוריים (R ו-L או R ו-C) בנויה העכבה Z_4 ? חשבו את ערכם.

שאלה 4

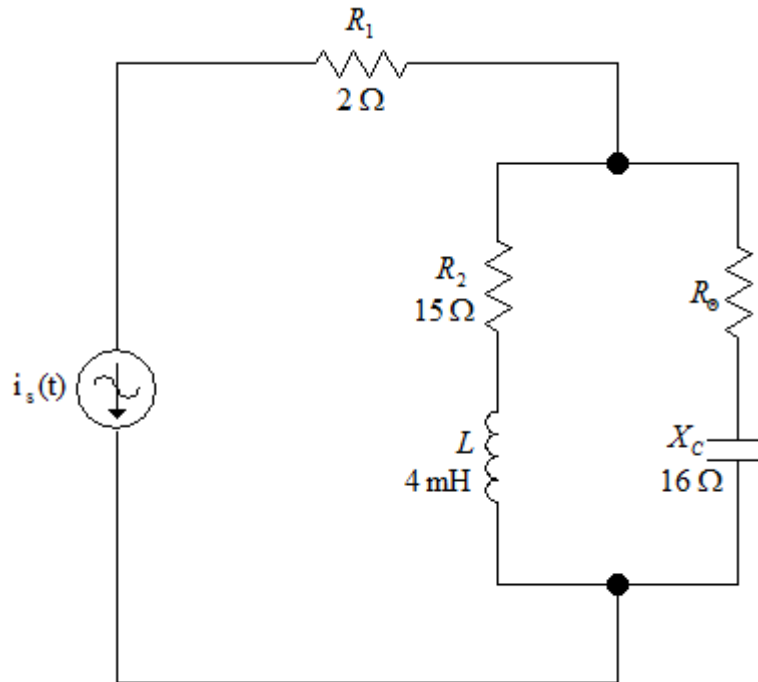
באיור לשאלה 4 מוצג מעגל חשמלי הפועל בזרם חילופין.

הביטוי לזרם המקור כתלות בזמן: $i_s(t) = 5 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(2500t) \text{ [A]}$

במעגל מחובר נגד R_Θ שהתנגדותו משתנה לפי הטמפרטורה.

מקדם הטמפרטורה של הנגד הוא $\alpha = 0.01 \frac{1}{^\circ\text{C}}$

בטמפרטורה של $\Theta = 20^\circ\text{C}$ התנגדות הנגד $R_\Theta = 8 \Omega$



איור לשאלה 4

(3 נק') א. חשבו את קיבולת הקבל, C .

(4 נק') ב. הוכיחו בעזרת חישוב מתאים שהמעגל לא נמצא במצב תהודה בטמפרטורה של 20°C .

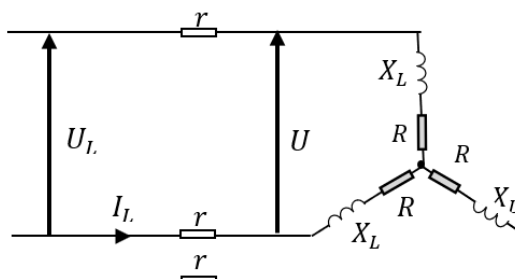
(5 נק') ג. חשבו את הזרם הזורם בכל ענף במעגל וסרטטו דיאגרמת מחוגים (פאזורים) של שלושת הזרמים.

(8 נק') ד. מהי ההתנגדות R_Θ הדרושה כדי שהמעגל יהיה במצב תהודה ולאיוזו טמפרטורה יש לחמם את הנגד כדי שהמעגל יפעל בתהודה?

שאלה 5

באיור לשאלה 5 מוצג צרכן תלת-מופעי המחובר בצורת כוכב והניזון מרשת תלת מופעית בצורת כוכב, התנגדות כל מוליך r .

נתון: $U_L = 230\text{ V}$, $r = 1\ \Omega$, $X_L = 12\ \Omega$, $R = 15\ \Omega$.



איור לשאלה 5: עומס תלת מופעי הניזון ממקור מתח

(5 נק') א. מהו גודל העכבה השקולה בכל מופע של העומס?

(5 נק') ב. מהו הגודל של המתח המופעי בעומס U_{PH} ?

(5 נק') ג. מהו הגודל של הזרם הקווי I_L ?

(5 נק') ד. מהו הגודל של המתח השלוב U על הדקי הצרכן?

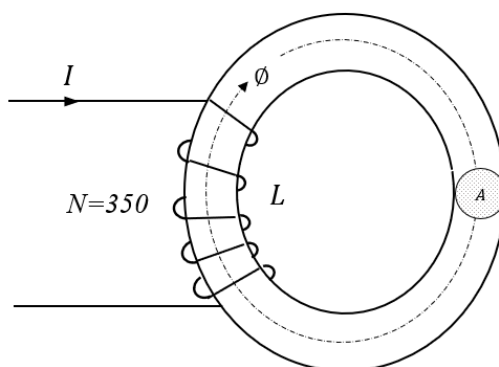
שאלה 6

באיור לשאלה 6 מוצגת ליבה מגנטית עשויה פלדה בצורת טבעת. על הליבה מלופף סליל בעל 350 ליפופים.

נתון: אורך המסלול המגנטי של הטבעת הוא: $l = 16\text{ cm}$. שטח חתך של הטבעת הוא: $A = 20\text{ cm}^2$.

הנוסחה המקשרת בין צפיפות השטף המגנטי B לבין עוצמת השדה המגנטי H בליבת הפלדה הנתונה

היא: $H = 208 \cdot e^{-B}$



איור לשאלה 6: טבעת מגנטית שעליה מלופף סליל

(8 נק') א. מהו הזרם I הדרוש כדי לפתח שטף מגנטי $\Phi = 4 \cdot 10^{-4}\text{ Wb}$?

(6 נק') ב. מהי החדירות המגנטית (Magnetic permeability) μ של הליבה?

(6 נק') ג. מהי החדירות המגנטית היחסית (Relatively Magnetic permeability) μ_r של הליבה?

In figure A for question 7, an electric circuit is shown, and in figure B, the voltage signal $v(t)$ is presented.

Note: The units of the number values in the timeline are in μs .

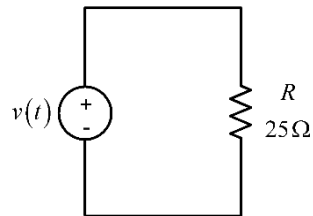


Figure A for question 7

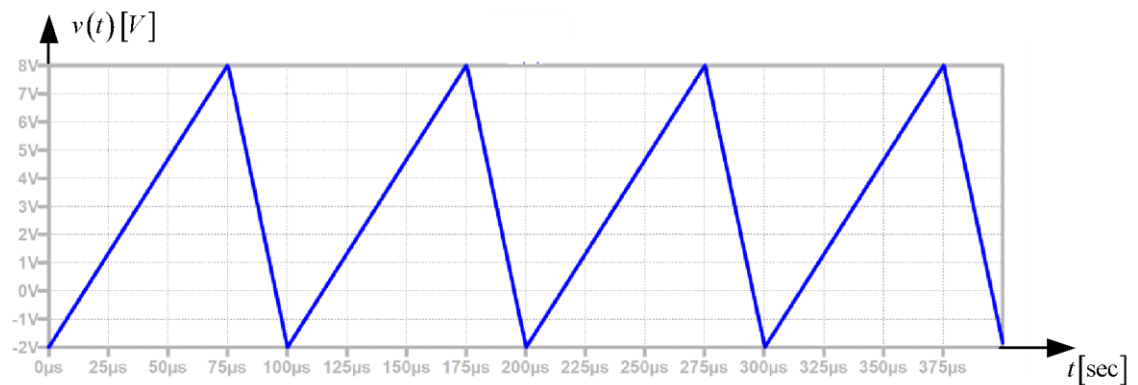
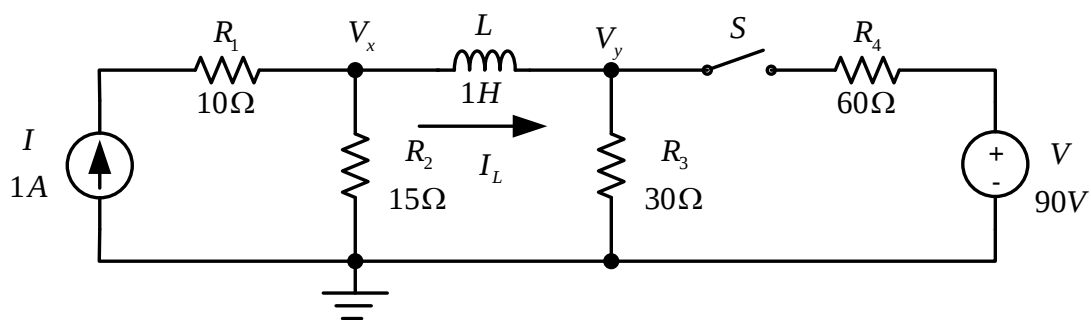


Figure B for question 7

- (2 pts)** 1. Calculate the frequency of the periodic signal $v(t)$.
- (6 pts)** 2. Calculate the average value of the voltage signal $v(t)$.
- (10 pts)** 3. Calculate the effective value of the voltage signal $v(t)$.
- (2 pts)** 4. Calculate the value of the average power dissipated in the load.

שאלה 8

באיור לשאלה 8 מוצג מעגל חשמלי:



איור לשאלה 8

המפסק S פתוח זמן רב וכל תופעות המעבר חלפו.

(8 נק') א. חשבו את:

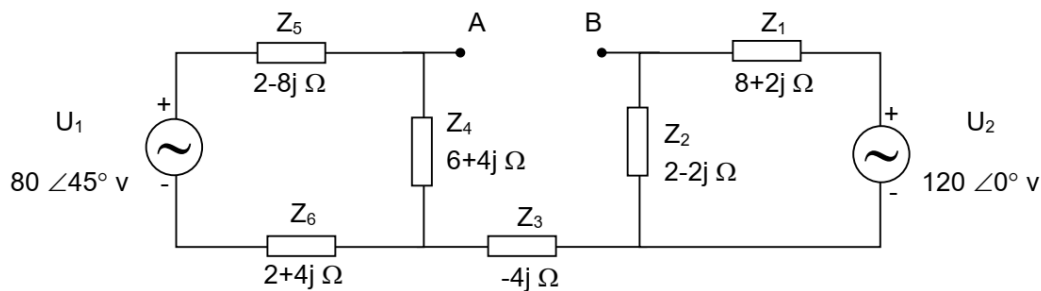
1. הזרם הזורם דרך הסליל במצב המתמיד.
2. המתח V_x ביחס לאדמה במצב המתמיד.
3. האנרגיה האגורה בסליל במצב המתמיד.

(12 נק') ב. בתום תופעות המעבר המפסק S נסגר. חשבו את:

1. המתחים V_x ו- V_y ביחס לאדמה מיד לאחר סגירת המפסק.
2. המתחים V_x ו- V_y ביחס לאדמה במצב המתמיד.
3. הזרם שזורם דרך הסליל במצב המתמיד.

שאלה 9

באיור לשאלה 9 מוצג מעגל חשמלי:

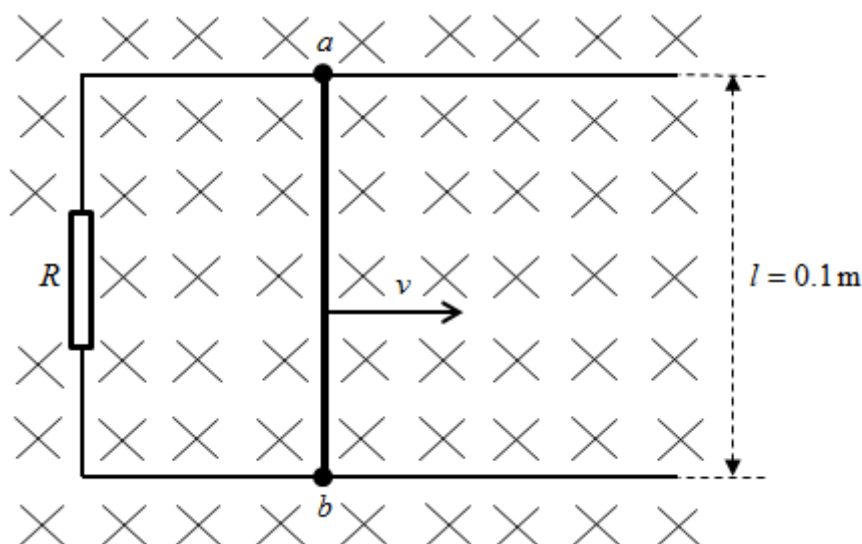


איור לשאלה 9

- (11 נק') א. הציגו מעגל תמורה על פי תבנית וחשבו את ערכיו עבור עכבת עומס המחוברת בין ההדקים A-B.
- (3 נק') ב. איזו עכבת עומס יש לחבר בין ההדקים A-B כדי שתצרוך הספק ממשי מרבי?
- (4 נק') ג. עבור ערך עכבת העומס שחושב בסעיף קודם: חשבו את ההספקים - הפעיל, ההיגבי והנדמה - שצורכת עכבת העומס. סרטטו את משולש ההספקים.
- (2 נק') ד. איזה עומס אוהמי טהור (התנגדותי) יש לחבר בין ההדקים A-B כדי שיצרוך הספק ממשי מרבי?

שאלה 10

באיור לשאלה 10 מוצג שדה מגנטי אחיד שעוצמתו 0.4 T , השדה מאונך למישור הדף וכיוונו פנימה. מוט מוליך אידיאלי שאורכו $l = 0.1 \text{ m}$ מאונך לשדה המגנטי, נוגע במסילה אופקית חסרת התנגדות, שבסופה נגד שהתנגדותו $R = 1 \Omega$. המוט נע במקביל למישור הדף במהירות קבועה של $v = 0.5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.



איור לשאלה 10

הערה: הניחו כיוון זרם מוסכם (זרימת מטענים חיוביים).

(7 נק') א. מהו ערך הכא"מ המושרה במוט?

(3 נק') ב. מהי עוצמת הזרם הזורם בנגד?

(3 נק') ג. מה כיוון הזרם הזורם במוט (מנקודה a לנקודה b או להיפך)? תשובה ללא נימוק לא תתקבל.

(7 נק') ד. כמה עבודה מושקעת בהנעת המוט ימינה במשך שלוש שניות?

בהצלחה!

© כל הזכויות שמורות למה"ט