



תורת החשמל

לטכנאים ולהנדסאים – הנדסת אלקטרוניקה

לטכנאים ולהנדסאים – הנדסת חשמל

להנדסאים – הנדסת מכשור ובקרה

הנחיות לנבחן

- א. משך הבחינה: ארבע שעות.
- ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה 8 שאלות.
עליך לענות על 5 שאלות בלבד.
לכל שאלה – 20 נקודות.
בסך-הכול – 100 נקודות.
- ג. חומר עזר מותר לשימוש:
 1. מחשבון (אין להשתמש במחשבון בעל תקשורת חיצונית).
 2. חוברת עזר בתורת החשמל שבהוצאת מה"ט. בחוברת לא יימצא חומר כתוב.
- ד. הוראות מיוחדות:
 1. אם בשאלה לא נאמר אחרת, רכיבי המעגל הם רכיבים להלכה (אידיאליים).
 2. חובה לפרט את היחידות בכל תוצאת ביניים ותוצאה סופית של החישוב.
 3. יש להשאיר את העמוד הראשון במחברת הבחינה ריק.
בגמר הבחינה יש לרשום בעמוד זה את מספרי השאלות שייבדקו לבקשתך על-ידי מעריכי הבחינה. לא ייבדקו תשובות עודפות על הנדרש.
- ה. הוראות כלליות:
 1. בטרם תתחילו לענות על השאלות, קראו בעיון את כל השאלון וודאו שההנחיות בדף השער מובנות לכם היטב.
 2. כתבו את התשובות במחברת הבחינה בעט בלבד ובכתב-יד ברור.
 3. התחילו כל תשובה בעמוד חדש וציינו בראשו את מספר השאלה והסעיף (אין צורך להעתיק את השאלה).
 4. אם אתם זקוקים לטיוטה, הקצו לה מקום במחברת הבחינה, רשמו באופן ברור "טיוטה" ומתחו קו על הכתוב כדי שלא ייבדק.
 5. בתשובה לשאלה חישובית, עליכם להציג את שלבי הפתרון באופן מפורט ולהסבירם בקצרה. קבלת מרב הנקודות מותנית במילוי דרישה זו.
 6. בכל שאלה, ניתנו הנתונים לפתרונה. אם לדעתכם חסר נתון, הוסיפו אותו על-פי שיקול דעתכם ופתרו בעזרתו את השאלה. ציינו בתשובתכם את הנתון שהוספתם ונמקו את בחירתכם.

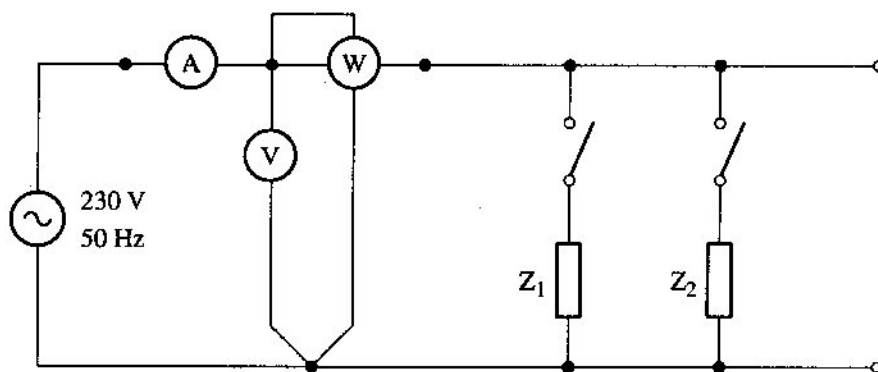
חל איסור מוחלט להוציא שאלון או מחברת בחינה מחדר הבחינה!

ענו על חמש מבין השאלות 1-8 (לכל שאלה – 20 נקודות).

שאלה 1

באיור לשאלה 1 נתון תרשים החיבורים של מעגל למדידת מאפייני צריכת האנרגיה של שני מכשירים (Z_1, Z_2). מכשירי המדידה – מד זרם, מד מתח ומד הספק, הם מכשירים להלכה (אידיאליים); מכשירים שתכונותיהם אינן משפיעות על תוצאות המדידה.

להלן הנתונים של המכשיר Z_1 : 230 V ; 1250 VA ; גורם הספק 0.8 השראי.

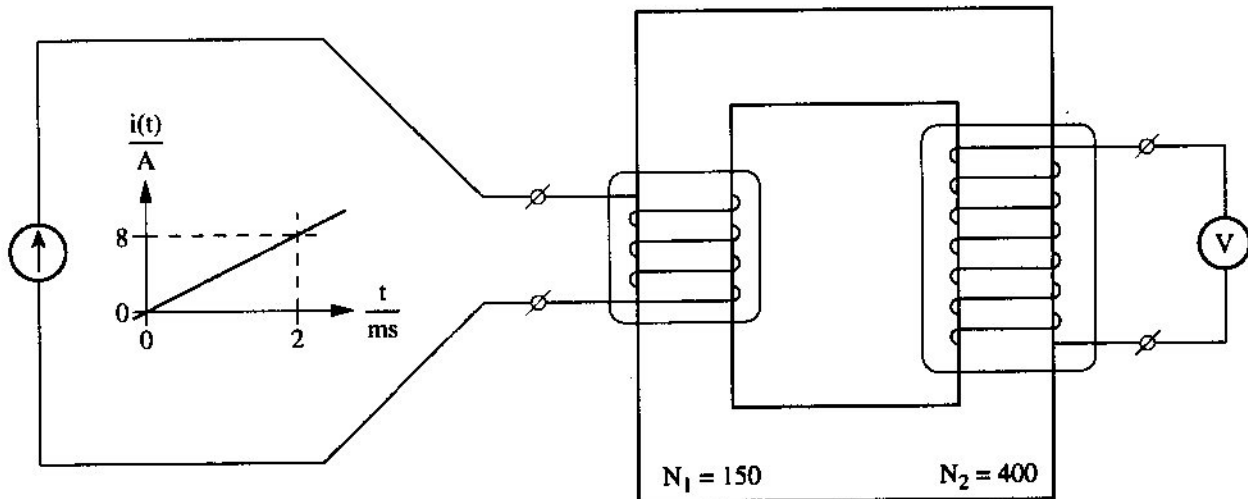


איור לשאלה 1

- א. (5 נק') כשהמצב של שני המתגים הוא המצב המתואר באיור לשאלה 1, מהי הוריית כל אחד משלושת מכשירי המדידה?
- ב. (5 נק') מהי הוריית כל אחד משלושת מכשירי המדידה כאשר רק המכשיר Z_1 מחובר למקור מתח החילופין?
- ג. (6 נק') המכשיר Z_2 הוא קבל הספק: 230 V ; 500 VA . מה הוריית כל אחד משלושת מכשירי המדידה כאשר שני המכשירים (Z_1, Z_2) מחוברים למקור המתח?
- ד. (4 נק') שני המכשירים מחוברים ופועלים יחד 5 שעות. כמה אנרגיה תעבור מהמקור אל המכשירים האלה בזמן זה?

שאלה 2

באיור לשאלה 2 מתוארים שני סלילים המותקנים על טבעת העשויה חומר פרומגנטי. סליל 1 מחובר למחולל אות זרם - מקור זרם שאות הזרם שלו מתואר בגרף שבאיור. סליל 2 מחובר למד מתח.

**איור לשאלה 2**

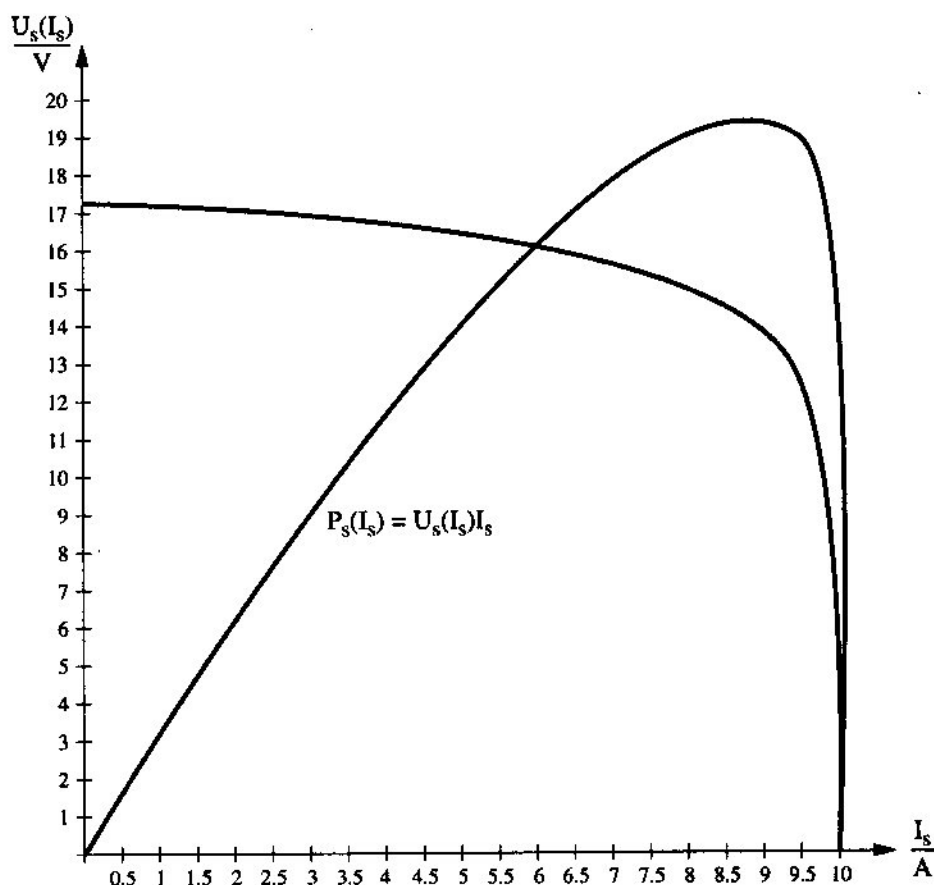
האורך של מסלול השטף המגנטי שבחומר הפרומגנטי הוא 0.15 m, שטח החתך של המסלול הוא $0.3 \times 10^{-4} \text{ m}^2$, והחדירות היחסית μ_r של החומר הפרומגנטי קבועה: 1,400.

מקדם צימוד השטף המגנטי הוא 0.95 (95% מהשטף המגנטי הנוצר בסליל 1, שוטף בסליל 2).

- (6 נק') א. מהי ההשראות העצמית של הסליל המחובר למחולל אות הזרם?
- (6 נק') ב. מהי ההשראות ההדדית שבין שני הסלילים?
- (8 נק') ג. מה תהיה הוריית מד המתח כאשר בסליל 1 זרם הזרם הנתון בגרף שבאיור?

שאלה 3

באיור לשאלה 3 מתואר קו העבודה של מקור אנרגיה בזרם ישר באמצעות הגרף $U_S(I_S)$. הציר האופקי הוא סרגל זרם המקור, והציר האנכי הוא סרגל המתח שבין הדקי המקור. על אותה מערכת צירים נתונה גם התלות של הספק המקור בזרם הזורם דרכו, $P_S(I_S)$; הגרף הזה נתון ללא סרגל.



איור לשאלה 3

- (4 נק') א. מהו ההספק של מקור האנרגיה בנקודת העבודה שבה ההספק מרבי? אפשר לעגל את תוצאות הקריאה לערך הקרוב ביותר לערך הכתוב ליד שְׁנֵתוֹת הסרגל.

יש להעמיס את מקור האנרגיה בעומס חשמלי.

לרשותכם שלושה נגדי הספק שההתנגדות של כל אחד מהם 1Ω .

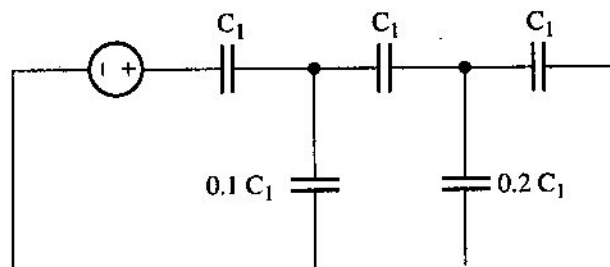
- (8 נק') ב. מהי צורת החיבור של שלושת הנגדים זה לזה כך שנקודת העבודה של העומס והמקור תהיה קרובה ככל האפשר לנקודה שבה הספק המקור מרבי?

- (8 נק') ג. מה צריך להיות ההספק המזערי של כל אחד מהנגדים?

יש להתעלם מהזזת נקודת העבודה של העומס והמקור.

שאלה 4

The capacity of each capacitor in the following electric circuit is given in terms of C_1 .



איור לשאלה 4

- (10 pts) a. How much is the tension on the capacitor which is connected to the + terminal of the DC voltage source, when the tension of the voltage source is 100 V DC (direct current)?
- (10 pts) b. How much is the maximum tension on that capacitor, when the tension of the voltage source is 100 V AC (alternating current) ?

שאלה 5

באיור לשאלה 5 מתוארים מקור מתח ישר, מד זרם וארבעה נגדים המחוברים זה אל זה.

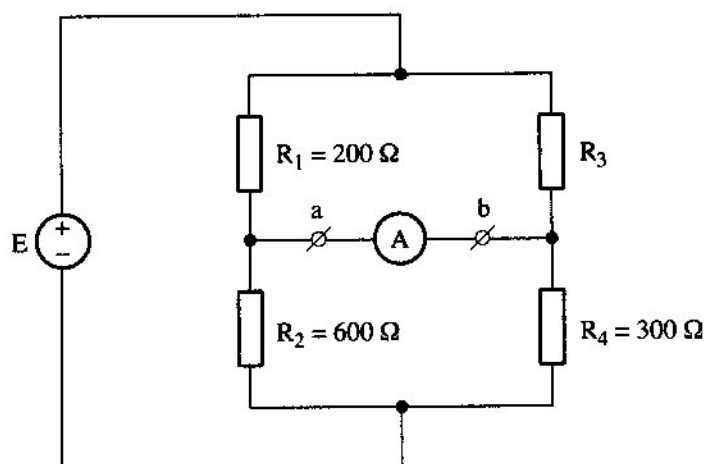
מקור המתח ומד הזרם הם מכשירים להלכה (אידיאליים); מכשירים שאין להם התנגדות פנימית.

הנגד R_3 עשוי ממוליך שאורכו 50 m ושטח החתך שלו 0.15 mm^2 .

כאשר טמפרטורת המוליך $\Theta_0 = 20^\circ \text{C}$, ההתנגדות הסגולית של החומר שממנו הוא עשוי היא $0.45 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$.

מקדם השתנות ההתנגדות של חומר המוליך בתלות בטמפרטורה: $\alpha_\Theta = 0.04 \frac{1}{^\circ \text{C}}$.

כאשר המעגל פעל בתנאים שלעיל, הוריית מד הזרם הייתה 4 mA.



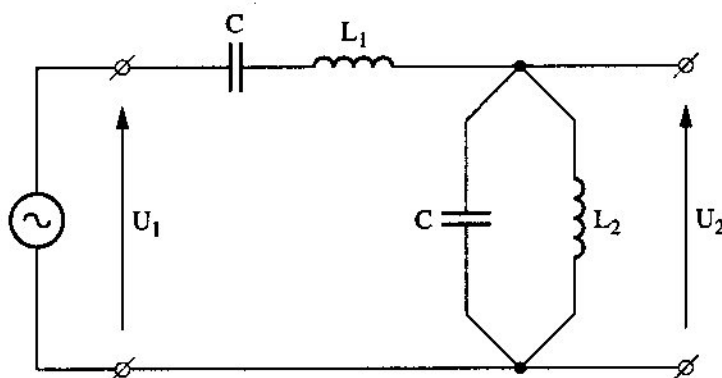
איור לשאלה 5

- (10 נק') א. מהו הגודל של מתח המקור?
- (10 נק') ב. מה תהיה הוריית מד הזרם כאשר טמפרטורת המוליך תהיה $\Theta_1 = 70^\circ \text{C}$?

שאלה 6

באיור לשאלה 6 מתוארים שני קבלים ושני משרנים המחוברים אל מקור מתח חילופין שהתדר שלו ניתן לשינוי. להלן נתוני הקיבולים וההשראויות:

$$C = 22 \mu\text{F} \quad L_1 = 3 \mu\text{H} \quad L_2 = 18 \mu\text{H}$$

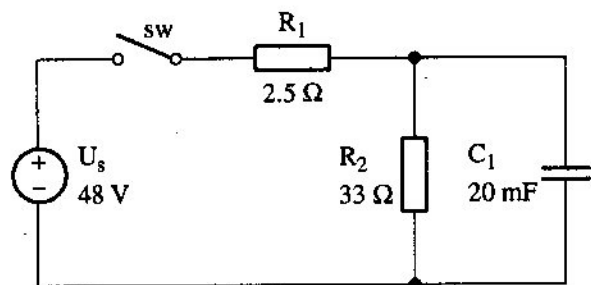


איור לשאלה 6

- א. (10 נק') מהו תדר התהודה של הענף הטורי, ומהו תדר התהודה של הענף המקבילי?
- ב. (6 נק') באיזה תדר עוצמת הזרם הזורם במקור תהיה מזערית?
- ג. (4 נק') כאשר עוצמת הזרם במקור מזערית, מהו היחס שבין המתח U_2 לבין מתח המקור U_1 ?

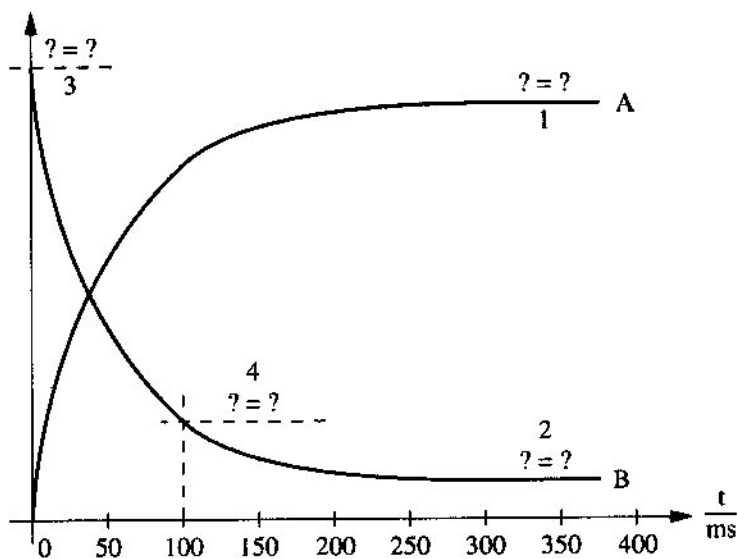
שאלה 7

באיור א' לשאלה 7 מתואר מעגל הכולל מקור מתח, מתג SW, שני נגדים וקבל.



איור א' לשאלה 7

ברגע $t = 0$ s העבירו את המתג למצב מחובר (on). הגרף שבאיור ב' לשאלה 7 מתאר שני אותות שונים שנמדדו במעגל.

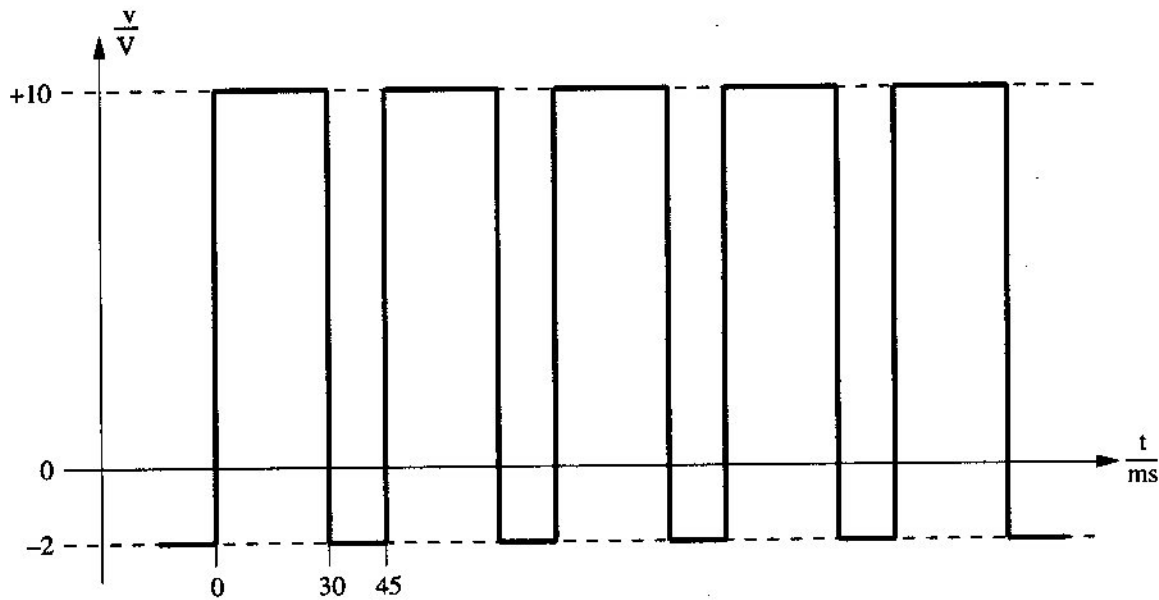


איור ב' לשאלה 7

- א. (3 נק') כמה אותות זרם ומתח שונים זה מזה יש במעגל?
- ב. (3 נק') אילו מאותות הזרם והמתח שבמעגל מתוארים בגרפים המסומנים באותיות A ו-B?
- ג. (8 נק') מהו הגודל של כל אחד מהאותות המסומנים על הגרף ב' ? = ? ובמספרים 1, 2 ו-3?
- ד. (6 נק') מהו הגודל של האות B ברגע שבו $t = 100$ ms (נקודה 4 על הגרף)?

שאלה 8

באיור לשאלה 8 מתואר אות מתח מחזורי שנמדד בין ההדקים של נגד עומס שהתנגדותו 300Ω .



איור לשאלה 8

- (5 נק') א. מהו תדר האות?
- (5 נק') ב. מהו ממוצע הזרם הזורם בנגד העומס?
- (5 נק') ג. מהו הערך היעיל [שורש-ממוצע-הריבועים (RMS)] של אות המתח שבאיור?
- (5 נק') ד. מה גודלו של $U_{\max}$ ושל התדר הזוויתי ω באות זרם החילופין $i(t) = U_{\max} \sin \omega t$, שהוא אות השקול בתדירות היסודית ובהספק לאות המתח שבאיור?

בהצלחה!

© כל הזכויות שמורות למה"ט