



תורת החשמל

הנדסאי וטכנאי הנדסת חשמל-אלקטרוניקה

הנדסאי וטכנאי הנדסת מיכשור ובקרה

חוראות לנבחן:

ארבע שעות.

א. משך הבחינה:

ב. מבנה השאלון ומפתח הערכה: בשאלון 8 שאלות. יש לענות על 5 מתוך 8 השאלות, משקל כל שאלה 20 נקודות ובסך הכל 100 נקודות למבחן.

ג. חומר עזר המותר בשימוש:

חוברת עזר בתורת החשמל, שבחוצאת מה"ט.
מחשבון, למעט מחשב-נישא (מחשב-מחברת או דומה).
אין (אסור) להעביר את חוברת העזר שבחוצאת מה"ט ומחשבונים בין הנבחנים.

ד. חוראות נוספות:

(1) יש להשאיר את הדף הראשון במחברת הבחינה ריק. בגמר הבחינה יש לרשום בעמוד זה את מספרי השאלות אותן ברצונך שמערכי הבחינה יבדקו.

(2) יש להתחיל כל תשובה בראש עמוד חדש. יש להתחיל את הפתרון במשפט "פתרון שאלה X", X מספר השאלה שבשאלון. אין למספר את עמודי מחברת הבחינה.

(3) יש להעביר קו אלכסוני על הדפים או חלקי השאלה אותם אין ברצונך שהמעריך יקרא.

(4) אם לדעתך חסר נתון או קיים נתון שגוי, עליך לציין זאת במפורש ולהניח הנחה סבירה ומנומקת שתאפשר לך להמשיך בפתרון השאלה.

(5) יש לרשום את התשובות בעט שחור או כחול בלבד. אסור להשתמש בנוזל תיקון.

ב ה צ ל ח ה !

שאלה מספר 1

באיור מתואר מעגל חשמלי בזרם-חילופין בעל הנתונים הבאים:

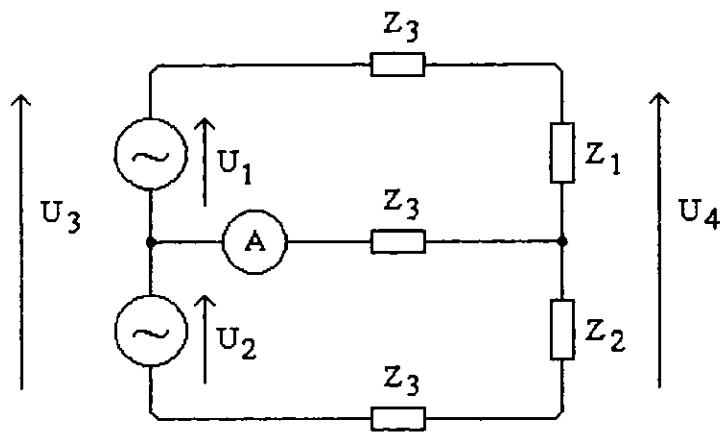
$$U_1 = 120V \angle 0^\circ$$

$$U_2 = 120V \angle 0^\circ$$

$$Z_1 = 30 \Omega \angle 20^\circ$$

$$Z_2 = 50 \Omega \angle 35^\circ$$

$$Z_3 = 3 \Omega \angle 70^\circ$$



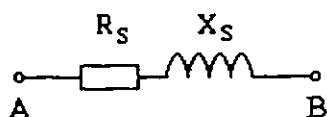
א. [20 נקודות] מה תהיה קריאת מד הזרם?

שאלה מספר 2

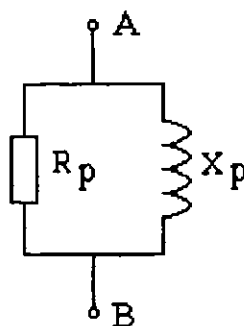
במידה בזרם-חילופין של עומס בעל אופי השראי נתקבלו התוצאות הבאות:

$$P = 34 \text{ W} \qquad I = 3 \text{ A} \qquad U = 24 \text{ V}$$

א. [8 נקודות] מהם הערכים של R_s ו- X_s , המציגים את העומס באמצעות מעגל התמורה הבא:



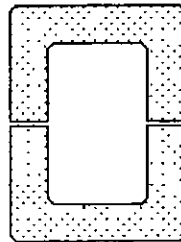
ב. [8 נקודות] מהם הערכים של R_p ו- X_p , המציגים את העומס באמצעות מעגל התמורה הבא:



ג. [4 נקודות] איזה מרכיב של המעגל קובע את התדירות בה יפעל המעגל?

שאלה מספר 3

באיור מתואר מבנה ליבה של סליל. בין שני חצאי הליבה מותקן מפריד היוצר שני חריצי אויר. הליבה עשויה מחומר פרומגנטי בעל פרמיאביליות-יחסית של 2100. האורך הממוצע של הליבה, ללא חריצי האויר, הוא 154 mm ושטח החתך שלה $38(\text{mm})^2$. אורך כל אחד משני חריצי האויר 0.14 mm . על הליבה מותקן סליל בעל 90 כריכות (אינו נראה באיור). הסליל עשוי ממוליך נחושת, $\rho = 0.0175 \frac{\Omega \cdot (\text{mm})^2}{\text{m}}$, באורך של 67 m ובעל שטח-חתך של $0.2(\text{mm})^2$. הסליל מחובר למקור מתח-ישר של 5 V .



א. [4 נקודות] מהי עצמת הזרם בסליל?

ב. [12 נקודות] מהו הגודל של השדה המגנטי, B , בליבת הברזל?

ג. [4 נקודות] מהו כיוון הכח הפועל בין שני חצאי הליבה? משיכה או דחיה? נמק בקיצור נמרץ! (הבוחן יקרא רק את שלשת המשפטים הראשונים בתשובתך).

תוספת לחוברת העזר לבחינת הגמר הממלכתית בתורת החשמל והרשת, הוצאת מה"ט.

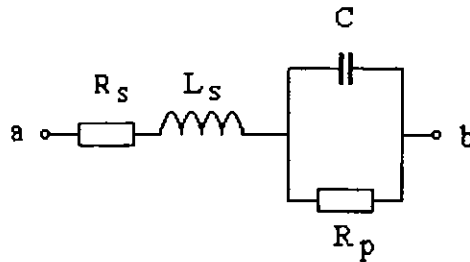
3. מגנטיות ואלקטרומגנטיות

$$NI = R_m \Phi$$

שאלה מספר 4

באיור נתון מעגל תמורה של קבל-מעשי המיועד למעגלים הפועלים בתדרים גבוהים.

$$C = 22 \mu F \quad R_p = 10 M\Omega \quad L_s = 1 \mu H \quad R_s = 0.1 \Omega$$



א. [12 נקודות] מהו הביטוי של עכבת הקבל המעשי בתלות בתדירות, $Z_{ab}(\omega) = R(\omega) + jX(\omega)$?

ב. [8 נקודות] באיזו תדירות הקיבול השקול של הקבל המעשי יהיה שווה לאפס?

שאלה מספר 5

שני קבלים, המחוברים בטור, מחוברים למקור מתח-ישר של $30V$. לקבל C_1 קיבול קבוע של $49pF$. קבל C_2 הוא קבל-לוחות שקיבולו $12.4pF$.

א. [4 נקודות] מהו גודל המתח על חדקי קבל הלוחות?

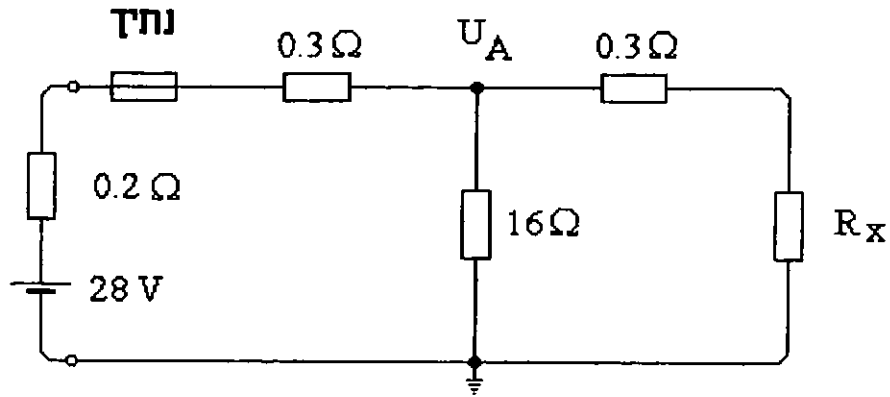
ב. [4 נקודות] כמה אנרגיה אגורה בשני הקבלים בתנאים של הסעיף הקודם?

ג. [8 נקודות] טבלו את קבל הלוחות במים-מזוקקים (מבודד) וכתוצאה מכך גדל הקיבול שלו פי 80. כמה אנרגיה אגורה, במצב חדש זה, בשני הקבלים?

ד. [4 נקודות] מהו כיוון הכח הפועל בין לוחות הקבל? משיכה או דחיה? נמק בקיצור נמרץ! (תבוחן יקרא רק את שלשת המשפטים הראשונים בתשובתך.)

שאלה מספר 6

באיור נתון מעגל חשמלי הפועל בזרם-ישר.



א. [10 נקודות] מחו גודל ההתנגדות R_x שיש לחבר במעגל כך שהמתח U_A יהיה שווה ל- $26.5V$?

ב. [10 נקודות] הנתיד יפסיק את הזרם במעגל כאשר הזרם דרכו יהיה גדול מ- $5A$. עקב תקלה ההתנגדות R_x ירדה לערך של 8Ω . האם הנתיד יפעל ויפסיק את הזרם במעגל? תתקבל אך ורק תשובה המבוססת על חישוב.

שאלה מספר 7

A resistive load is connected to three voltage-sources. The sources are connected in series, as shown in the figure. The nominal values of the load are:

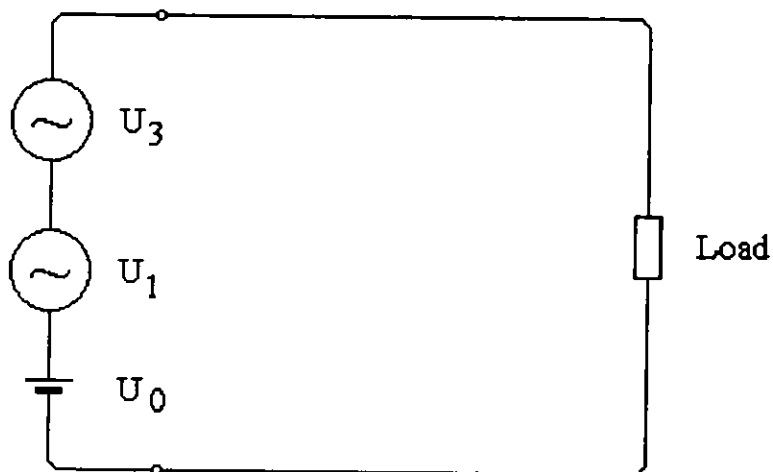
$$P_{Load} = 75 \text{ W} \quad U_{Load} = 48 \text{ V}$$

The data of the sources is:

$$U_0(t) = 10 \text{ V}$$

$$U_1(t) = 20 \sin(\omega_0 t) \text{ V}$$

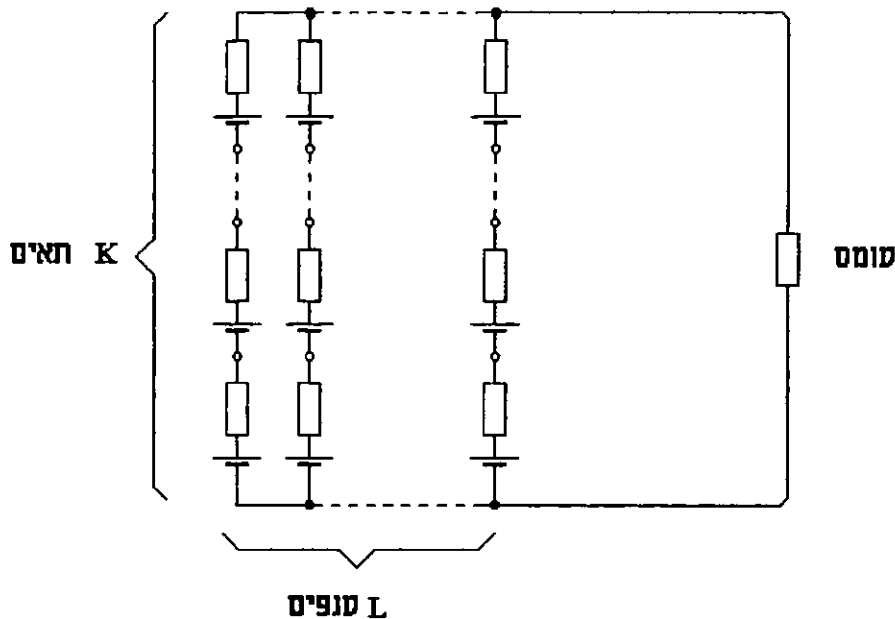
$$U_3(t) = 5 \sin(3\omega_0 t + \varphi_3) \text{ V}$$



- a. [8 points] What is the time dependence of the current in the circuit?
- b. [4 points] What is the average value of the current?
- c. [8 points] What is the effective value of the current?

שאלה מספר 8

באיור מתוארת סוללה של תאים-חשמליים זהים, בסוללה 80 תאים. בכל ענף מחוברים K תאים בטור. בסוללה יש L ענפים המחוברים במקביל. המתח של כל תא הוא $1.27V$; ההתנגדות הפנימית של כל תא היא 0.38Ω ; וכמות המטען החשמלי שבו $2.2Ah$. הסוללה מחוברת אל עומס של 1.23Ω .



- א. [4 נקודות] על-פי משפט תבנין, מהם הביטויים של חכא"מ של הסוללה ושל החתנגדות הפנימית השקולה, בתלות ב- K וב- L .
- ב. [6 נקודות] כמה תאים יש לחבר בטור בכל ענף וכמה L ענפים יש לחבר במקביל, על מנת שהחספק שיועבר מהסוללה לעומס יהיה מירבי? (עגל את תוצאות החישוב לערך השלם הקרוב ביותר).
- ג. [4 נקודות] על-פי תוצאות הסעיף הקודם, מה יהיה גודל המתח על הדקי העומס והחספק שהוא יצרוך מהסוללה?
- ד. [6 נקודות] בהנחה שחמתח של התאים נשאר ללא שינוי בכל מהלך הפריקה, כמה זמן תספק הסוללה חשמל לעומס?

בהצלחה!