

בחינות גמר בבתי ספר להנדסאים/טכנאים
מועד קיץ תשס"ה, יולי-אוגוסט 2005
שאלון מספר 90611,93611
90711,93711
92023

משרד התעשייה המסחר והתעסוקה
המכון הממשלתי להכשרה בטכנולוגיה ובמדע
מחלקת הבחינות



תורת החשמל

הנדסאי וטכנאי הנדסת חשמל-אלקטרוניקה

הנדסאי הנדסת מכשור ובקרה

הוראות לנבחן:

א. משך הבחינה: ארבע שעות.

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. תומר עזר המותר בשימוש: חוברת עזר בתורת החשמל, שבהוצאת מה"ט. מחשבון, למעט מחשב-נישא (מחשב-מחברת או דומה).

אין (אסור) להעביר את חוברת העזר שבהוצאת מה"ט ומחשבונים בין הנבחנים

ד. הוראות נוספות:

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

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

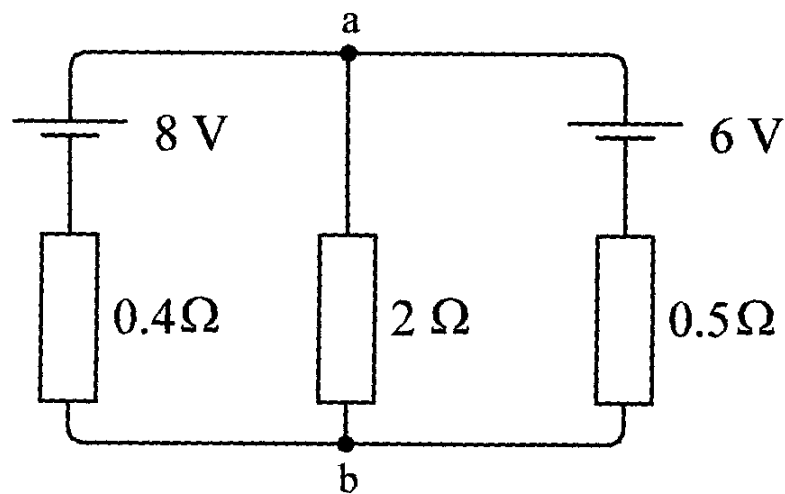
(3) יש להעביר קו אלכסוני על הדפים או חלקי השאלה אותם אין ברצונך שהמעריך יקרא.

(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.

בהצלחה

An electrical circuit, which includes two batteries and a $2\ \Omega$ load-resistor, is shown in the figure.



a. { 10 points }

How much current flows in each battery?

b. { 5 points }

How much is the voltage across the load-resistor, U_{ab} ?

c. { 5 points }

What is the power at the load-resistor?

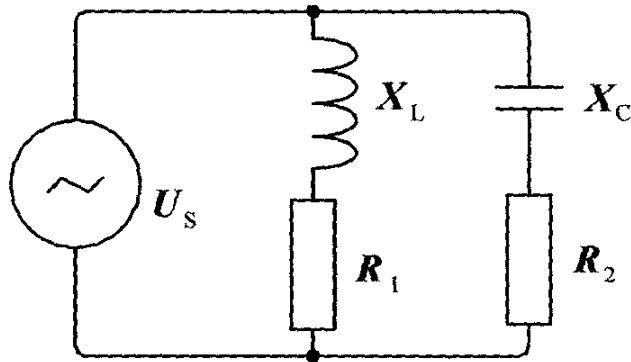
שאלה מספר 2

באיור מתואר מעגל חשמלי הפועל בזרם-חילופים.

נתוני הענף עם ההשראות: $R_1 = 2 \Omega$ ו- $X_L = 3 \Omega$.

נתוני הענף עם הקבל: $R_2 = 3 \Omega$ ו- $X_C = 6 \Omega$.

ידוע שצריכת האנרגיה של הענף בעל ההשראות היא בהספק נדמה בשיעור של 1500 VA.



א. { 8 נקודות }

כמה גודלו של מתח המקור U_s (V)?

ב. { 8 נקודות }

כמה זרם I_s , גודל וזוית (במעלות), עובר במקור המתח?

ג. { 4 נקודות }

מה אופיו של גורם ההספק הכולל של המעגל, השראי או קיבולי, וכמה גודלו?

שאלה מספר 3

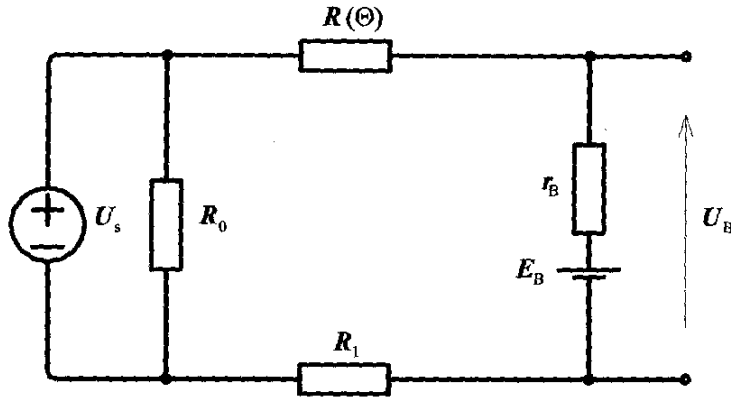
מצבר מחובר למקור מתח-ישר, $U_s = 42 \text{ V}$, כמתואר באיור.

נתוני המצבר: כוח-אלקטרו-מניע: $E_B = 26.4 \text{ V}$; התנגדות פנימית: $r_B = 1.5 \Omega$.

ההתנגדות של הנגד $R(\Theta)$ בטמפרטורה של 20°C היא 2.5Ω .

גודלו של מקדם השתנות ההתנגדות בטמפרטורה הוא $0.05 \text{ } 1^\circ\text{C}$.

$$R_0 = 125 \Omega \quad R_1 = 2 \Omega.$$



א. { 8 נקודות }

כמה יהיה גודלו של המתח U_B (V) כאשר הטמפרטורה בה שרוי הנגד $R(\Theta)$ היא 60°C ?

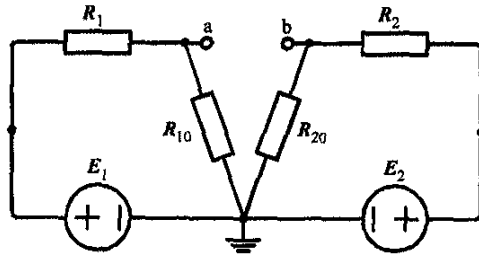
ב. { 6 נקודות }

כמה מטען חשמלי, ביחידות של Ah (אמפר-שעה), יאגר במצבר במשך 8 h?

ג. { 6 נקודות }

כמה שיעור הספק, P_s (W), מקור המתח, U_s , בנקודת העבודה של המעגל המתוארת בסעיף א.?

באיור מתואר מעגל חשמלי המורכב מנגדים והנזון משני מקורות מתח-ישר.



$$E_1 = 2200 \text{ V}$$

$$R_1 = 70 \Omega \quad R_{10} = 1850 \Omega$$

$$E_2 = 2400 \text{ V}$$

$$R_2 = 350 \Omega \quad R_{20} = 1650 \Omega$$

א. { 6 נקודות }

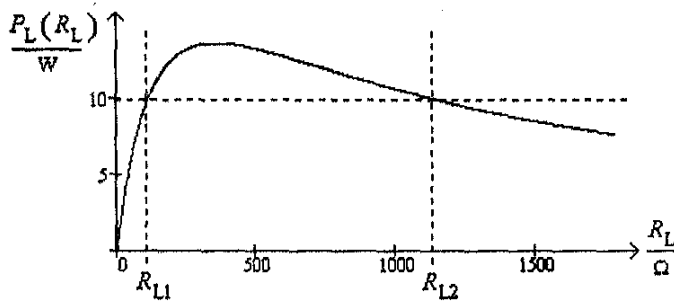
בין הדקים a ו-b חיבורו מד-מתח-ישר שהתנגדותו הפנימית גדולה מאוד ($R_V = \infty \Omega$). כמה תהיה קריאת מד המתח, גודל בלבד?

ב. { 4 נקודות }

בין הדקים a ו-b חיבורו מד-זרם-ישר שהתנגדותו הפנימית $R_A = 43 \Omega$. כמה תהיה קריאת מד הזרם, גודל וכיוון?

בין הדקים a ו-b רוצים לחבר נגד עומס כך שצריכת האנרגיה שלו תהיה בהספק של 10 W . כדי לדעת את גודל הנגד הדרוש-

- (1) על-פי תוצאות החישוב של סעיפים א. ו-ב., ציירו מעגל תמורה למעגל החשמלי לעיל, הכולל מקור-מתח והתנגדות המחוברת אליו בטור, המחוברים בין הדקים a ו-b;
- (2) כתבו את הביטוי המתמטי המתאר את תלות הספק הנגד בגודלו $P_L(R_L)$ ועל פיו ציירו את הגרף שלחלק;
- (3) על הגרף העבירו קו אופקי בגובה המתאים להספק של 10 W ;
- (4) מהאיור רואים שיש שתי פתרונות אפשריים: האחד נגד-עומס שגודלו $R_{L1} = 110 \Omega$ והשני $R_{L2} = 1130 \Omega$.



ג. { 6 נקודות }

כמה תהיה נצילות המעגל עבור כל אחד מנגדי העומס האפשריים?

ד. { 4 נקודות }

איזה גודל נגד-עומס כדאי לבחור? נא לנמק בקיצור נמרץ!

שאלה מספר 5

בשאלה זו שני חלקים נפרדים בלתי תלויים אחד בשני.

חלק א'

חישוב של הזרם באחד מהענפים של מעגל חשמלי, הפועל בזרם-חילופים-סינוסי, העלה שהזרם באותו ענף, גודל זווית הוא $10A \angle 30^\circ$.

א. { 5 נקודות }

חיבורו מד-זרם-חילופים בענף הנזכר לעיל. כמה תהיה קריאת מד הזרם? יש לתת נימוק קצר!

ב. { 5 נקודות }

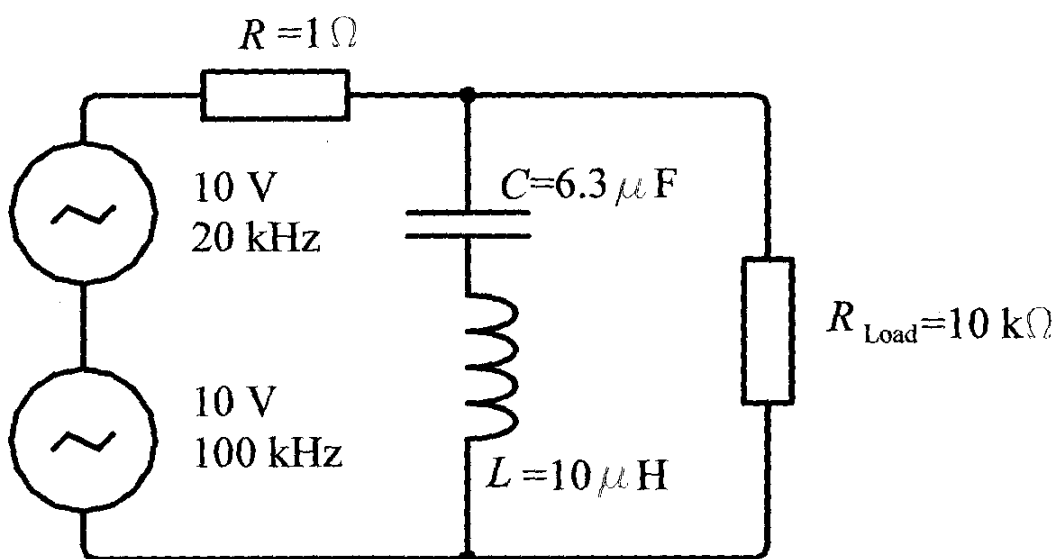
באותו ענף, חיבורו מד-זרם-ישר. כמה תהיה קריאת מד הזרם במקרה זה? יש לתת נימוק קצר!

חלק ב'

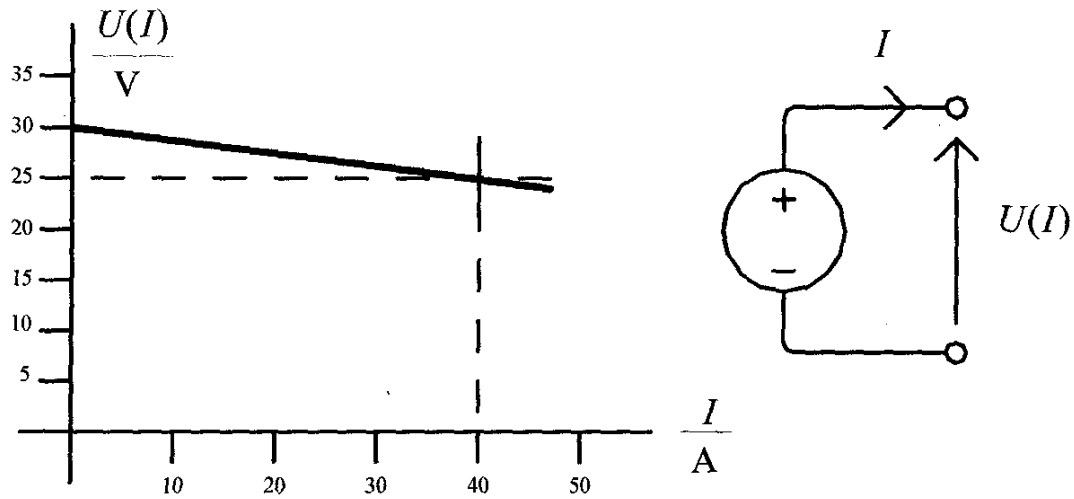
באיור שלהלן מתואר מעגל בעל שני מקורות מתח-חילופים בעלי תדירות שונה. במקביל לנגד R_{Load} מחובר משקף-תנודות (Oscilloscope) שאינו נראה באיור. המעגל הוא לינארי ולכן מותר להשתמש במשפט ההרכבה. זאת אומרת, מותר לנתח את תכונות המעגל כאילו כל אחד ממקורות המתח מחוברים בנפרד. הפתרון הכולל הוא סכום הפתרונות החלקיים.

ג. { 10 נקודות }

איזה מבין שני האותות של המקורות יראה בבירור על הצג של משקף התנודות המחובר במקביל לנגד R_{Load} ?



נתון אפון, מתח-הדקים בתלות בורם, של מקור מתח-ישר:



א. { 6 נקודות }

מה גודלם של הכוח-אלקטרו-מניע (כא"מ), E (V), ושל ההתנגדות הפנימית השקילה, r (Ω), של מקור המתח?

ב. { 6 נקודות }

אל מקור המתח חיבורו נגד עומס שהתנגדותו 7Ω . כמה הספק חשמלי בנגד העומס?

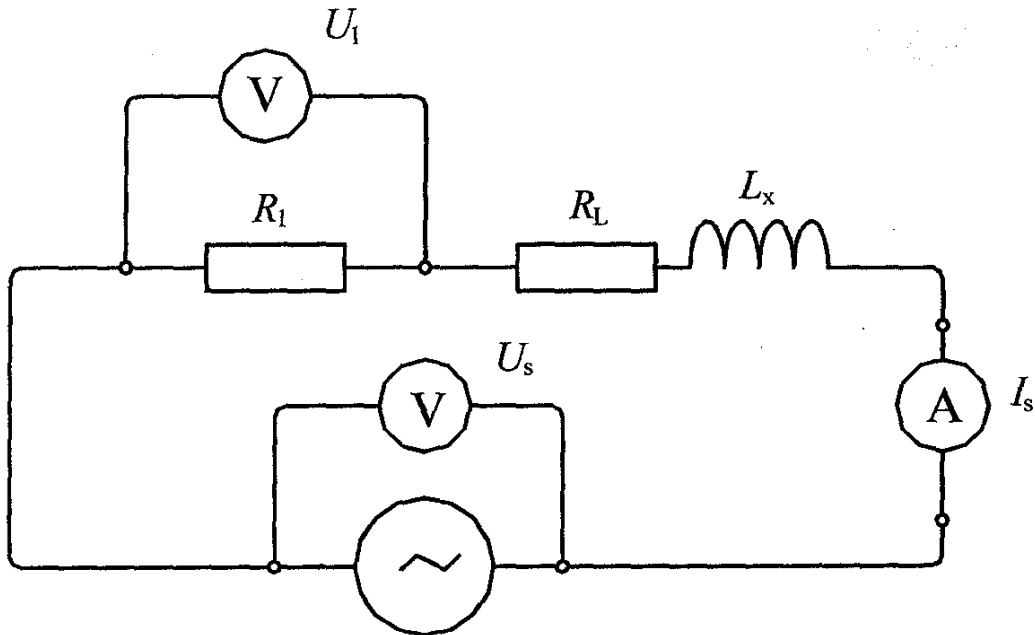
ג. { 4 נקודות }

כמה אנרגיה חשמלית, ביחידות של kWh, תומר בנגד העומס במשך שעה וחצי?

ד. { 4 נקודות }

לאיזה סוג של אנרגיה תומרה האנרגיה החשמלית שסופקה לנגד העומס ממקור המתח?

- כדי לדעת כמה השראות L_x יש לסליל אלקטרומגנט, הבנוי לפעולה בזרם-חילופים, עשו את הפעולות הבאות:
- (1) באמצעות מד-התנגדות, הפועל בזרם-ישיר, מדדו את התנגדות הסליל ומצאו: $R_L = 5.20 \Omega$.
- (2) חיברו את הסליל במעגל המדידה המתואר להלן והכולל, נגד נוסף, שני מדי-מתח-חילופים, מד-זרם-חילופים אחד ומקור מתח-חילופים הפועל בתדירות של 50 Hz .



להלן קריאת מכשירי המדידה שהתקבלו: $U_s = 130.0 \text{ V}$ $U_1 = 95.0 \text{ V}$ $I_s = 1.40 \text{ A}$

- א. { 14 נקודות } כמה השראות יש לסליל?
- ב. { 3 נקודות } על שרטוט דיאגרמת מתוגי המתח (פאזורים) איזה מחוג-מתח מייצג את המתח על סליל האלקטרומגנט?
- ג. { 3 נקודות } בין איזה שני מחוגים נמצאת הזווית ϕ לפיה מחושב גורם החספק של האנרגיה שמספק המקור?

שאלה מספר 8

באיור מתואר אלקטרומגנט בעל צורת טבעת שיש בה חריץ אוויר.

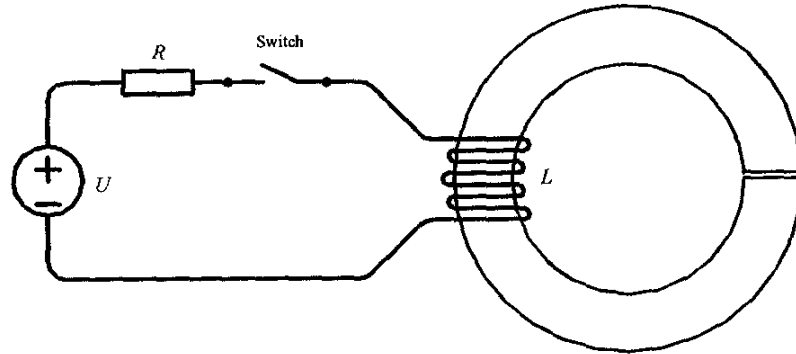
בתחום הלינארי של עקום המגנט, המאון (reluctance) של החומר הפרומגנטי: $R_m = 5.30 \times 10^5 (1/H)$.

שטח החתך של הטבעת: $A = 0.80 \times 10^{-4} \text{ m}^2$.

אורך חריץ האוויר $g = 0.5 \text{ mm}$ ושטח החתך שלו כשטח החתך של הטבעת.

על הטבעת מותקן סליל שהתנגדותו 2Ω ולו 400 כריכות.

במעגל החשמלי, המחובר לאלקטרומגנט, מקור מתח-ישר בגודל $U = 28 \text{ V}$, נגד בגודל $R = 18 \Omega$ ומתג (switch).



א. { 6 נקודות }

כמה השראות יש לאלקטרומגנט?

ב. { 6 נקודות }

כמה שטף מגנטי יש בחריץ האוויר כאשר זורם זרם בסליל – המתג במצב מחובר (on) וכל תופעות המעבר חלפו?

ג. { 4 נקודות }

החומר הפרומגנטי ימצא ברוויה מגנטית כאשר שיעור השדה המגנטי, B , בחומר עולה על 1.8 T . האם, במצב העבודה המתואר לעיל, החומר הפרומגנטי נמצא ברוויה?

ד. { 2 נקודות }

כמה אנרגיה אגורה בסליל במצב העבודה המתואר לעיל?

ה. { 2 נקודות }

במקביל להדקי המתג חיברו קבל בגודל 33 nF .

כמה אנרגיה אגורה בקבל כאשר לא-זורם זרם בסליל – המתג במצב מופסק (off) וכל תופעות המעבר חלפו?

בהצלחה